

**INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL LABORATORIO DE GAS EN LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS.**

**ELSA MARÍA ALBA VALDERRAMA**

**YEISSON ALEXANDER GIL OTÁLORA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIA DE SANTANDER**

**FACULTAD DE FISICOQUÍMICAS**

**INGENIERÍA DE PETRÓLEOS**

**BUCARAMANGA**

**2012**

**INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL LABORATORIO DE GAS EN LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS.**

**ELSA MARÍA ALBA VALDERRAMA**

**YEISSON ALEXANDER GIL OTÁLORA**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar el título en  
ingeniería de petróleos**

**Director:**

**M.Sc. EMILIANO ARIZA LEON.**

**Codirector:**

**Ing. FELIX ARENAS RUEDA.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIA DE SANTANDER**

**FACULTAD DE FISICOQUÍMICAS**

**INGENIERÍA DE PETRÓLEOS**

**BUCARAMANGA**

**2012**

## *DEDICATORIA*

*Con todo mi aprecio y cariño dedicado a:*

*Mis padres Martha Ruth Otálora Parra y Luis Eduardo Gil Castiblanco, por el apoyo incondicional para hacer esto posible.*

*Toda mi familia, quienes siempre han esperado lo mejor de mí.*

*YEISSON ALEXANDER GIL OTÁLORA*

## *DEDICATORIA*

*A mis padres Elsa Valderrama, Gustavo Alba quienes con su esfuerzo y dedicación me apoyaron incondicionalmente en la culminación de esta etapa de mi vida.*

*A Dios por ser mi guía, por estar a mi lado en todo momento y no dejarme desfallecer en momentos de dificultad.*

*A mis hermanos Daissy y Gustavo por su apoyo incondicional y su cariño en todo momento.*

*A Sergio Andrés quien ha llenado mi vida de alegrías y amor, apoyándome durante la culminación de este gran proyecto de vida.*

*ELSA MARÍA ALBA VALDERRAMA.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A nuestro director EMILIANO ARIZA LEON por su aporte y orientación.*

*Al ingeniero FELIX ARENAS RUEDA por su apoyo y guía incondicional en este proyecto.*

*A la Universidad Industrial de Santander por permitir nuestra formación tanto profesional  
como personal.*

*A la Escuela de Ingeniería de Petróleos y toda su planta de profesores por la contribución de  
nuestro crecimiento profesional*

*Al centro de computo de la escuela de ingeniería de petróleos CCIP, por su colaboración y  
apoyo.*

*A nuestros padres, familiares amigos y compañeros que estuvieron allí cuando los  
necesitamos.*

*A You Tube por todos sus buenos videos tutoriales que nos sacaron de más de un aprieto.*

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                       | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|
| INTRODUCCIÓN .....                                                    | 19          |
| 1. FUNDAMENTOS.....                                                   | 21          |
| 1.1. GAS NATURAL.....                                                 | 21          |
| 1.1.1. Tipos De Gas Natural. ....                                     | 22          |
| 1.1.2. Usos del Gas Natural.....                                      | 24          |
| 1.2. PROPIEDADES DEL GAS NATURAL .....                                | 25          |
| 1.3. CALIDAD DEL GAS NATURAL EN COLOMBIA.....                         | 37          |
| 1.3.1. Transacciones Comerciales.....                                 | 37          |
| 1.3.2. Integridad De Los Gasoductos .....                             | 37          |
| 1.3.3. Regulación Nacional.....                                       | 38          |
| 1.3.4. Tratamiento Y Procesamiento Del Gas Natural .....              | 43          |
| 1.4. EQUIPOS DEL LABORATORIO DE GAS .....                             | 45          |
| 1.4.1. Medidor Digital de Punto de Rocío de Hidrocarburos.....        | 45          |
| 1.4.2. Medidor de Punto de Rocío Para Aplicación en Laboratorio ..... | 48          |
| 1.4.3. Calorímetro De Gas.....                                        | 50          |
| 1.4.4. Medidor Portátil de Humedad PM880.....                         | 52          |
| 1.4.5. Cromatógrafo de gas Agilent 6890. ....                         | 55          |
| 2. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD .....                                | 58          |
| 2.1. GENERALIDADES SISTEMA GESTIÓN DE CALIDAD .....                   | 58          |
| 2.2. PRINCIPIO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD.....                 | 59          |

|        |                                                                                                                 |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.   | OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....                                                                            | 61 |
| 2.4.   | ENFOQUE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD .....                                                                 | 61 |
| 2.5.   | DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD .....                                                           | 62 |
| 2.5.1. | Manual De Calidad. ....                                                                                         | 63 |
| 2.5.2. | Manual De Procedimientos.....                                                                                   | 64 |
| 2.5.3. | Manual De Funciones .....                                                                                       | 65 |
| 3.     | ASPECTOS GENERALES DEL LABORATORIO .....                                                                        | 66 |
| 3.1.   | ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS.....                                                                         | 66 |
| 3.1.1. | Misión De La Escuela De Ingeniería De Petróleos .....                                                           | 66 |
| 3.1.2. | Visión de la Escuela de Ingeniería de Petróleos.....                                                            | 67 |
| 3.2.   | MISIÓN DEL LABORATORIO.....                                                                                     | 68 |
| 3.3.   | VISIÓN DEL LABORATORIO .....                                                                                    | 68 |
| 3.4.   | POLÍTICA DEL LABORATORIO .....                                                                                  | 68 |
| 3.5.   | OBJETIVOS GENERALES DEL LABORATORIO .....                                                                       | 69 |
| 3.6.   | ORGANIGRAMA DEL LABORATORIO DE GAS.....                                                                         | 69 |
| 3.7.   | PRUEBAS DEL LABORATORIO DE GAS.....                                                                             | 70 |
| 3.7.1. | Medición Del Punto De Rocío.....                                                                                | 70 |
| 3.7.2. | Medición Del Contenido De Humedad Usando El Medidor Portátil De<br>Humedad PM880 Para Aplicación En Campo ..... | 73 |
| 3.7.3. | Medición Del Punto De Rocío de Hidrocarburos .....                                                              | 75 |
| 3.7.4. | Medición del Poder Calorífico .....                                                                             | 78 |
| 3.7.5. | Análisis Composicional por Cromatografía de Gases.....                                                          | 80 |
| 3.8.   | INFRAESTRUCTURA Y CONDICIONES AMBIENTALES DEL<br>LABORATORIO DE GAS. ....                                       | 83 |
| 3.9.   | UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL LABORATORIO DE GAS .....                                                         | 83 |

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. VALIDACIÓN DE LOS EQUIPOS Y DEMOSTRACIÓN DE LA<br>OPERATIVIDAD DEL LABORATORIO DE GAS, APLICACIÓN CAMPO ESCUELA<br>COLORADO ..... | 86  |
| 4.1. MUESTREO DE GAS .....                                                                                                           | 86  |
| 4.2. PLANEACIÓN DEL MUESTREO.....                                                                                                    | 86  |
| 4.2.1. Selección de los Pozos.....                                                                                                   | 87  |
| 4.3. MÉTODOS DE MUESTREO.....                                                                                                        | 88  |
| 4.3.1. Muestreo Puntual de Gas Natural.....                                                                                          | 90  |
| 4.4. FACTORES A TENER EN CUENTA PARA REALIZAR UN MUESTREO DE<br>GAS 93                                                               |     |
| 4.5. VALIDACIÓN EQUIPOS DE LABORATORIO .....                                                                                         | 94  |
| 4.6. MUESTREO DE GAS NATURAL EN CAMPO ESCUELA COLORADO ...                                                                           | 104 |
| 5. CONCLUSIONES.....                                                                                                                 | 115 |
| RECOMENDACIONES.....                                                                                                                 | 116 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                                                                                                    | 118 |
| ANEXOS.....                                                                                                                          | 120 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                             | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 1. Aplicaciones del Gas Natural. ....                                                                 | 24          |
| Tabla 2. Calidad del Gas Natural en Colombia. ....                                                          | 39          |
| Tabla 3. Lista de partes del medidor de punto de rocío de hidrocarburos. ....                               | 47          |
| Tabla 4. Partes del medidor de punto de rocío para aplicación en laboratorio. ....                          | 50          |
| Tabla 5. Lista de partes del calorímetro de gas Boys P5615. ....                                            | 52          |
| Tabla 6. Lista de partes del medidor portátil de humedad PM880. ....                                        | 54          |
| Tabla 7. Partes del sistema cromatográfico. ....                                                            | 57          |
| Tabla 8. Número de Ciclos de llenado. ....                                                                  | 92          |
| Tabla 9. Propiedades gas de referencia. ....                                                                | 94          |
| Tabla 10. Resultados poder calorífico del gas de referencia (Propano). ....                                 | 95          |
| Tabla 11. Resultados medición de punto de rocío del agua para el gas de referencia (Propano) .....          | 97          |
| Tabla 12. Resultados punto de rocío de Hidrocarburos gas de referencia. (Propano) .....                     | 99          |
| Tabla 13. Resultados entre gas referencia y datos obtenidos en el laboratorio...                            | 103         |
| Tabla 14. Resultados poder calorífico del Gas del Campo Colorado.....                                       | 106         |
| Tabla 15. Composición del gas de los pozos, Col 25. ....                                                    | 108         |
| Tabla 16. Resultados medición de punto de rocío del agua al gas de Campo Escuela Colorado.....              | 108         |
| Tabla 17. Medición de punto de rocío de HC del gas de Campo Escuela Colorado Condiciones del Separador..... | 110         |
| Tabla 18. Punto de rocío gas Campo Escuela Colorado a condiciones del Scrubber .....                        | 111         |
| Tabla 19. Punto de rocío de control gas Campo Escuela Colorado. A una presión de control. ....              | 111         |
| Tabla 20. Resultados de pruebas corridas al gas de campo escuela colorado. ..                               | 114         |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                        | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1. Medidor punto de rocío de hidrocarburos Chanscope II 13-1200-CN2...                                          | 46   |
| Figura 2. Partes del medidor digital de punto de rocío de hidrocarburos. ....                                          | 47   |
| Figura 3. Medidor de punto de rocío para aplicación en laboratorio. ....                                               | 48   |
| Figura 4. Partes del medidor de punto de rocío para aplicación en laboratorio. ....                                    | 49   |
| Figura 5. Calorímetro de gas Boys P5615. ....                                                                          | 51   |
| Figura 6. Partes del calorímetro de gas Boys P5615. ....                                                               | 52   |
| Figura 7. Medidor portátil de humedad PM880. ....                                                                      | 53   |
| Figura 8. Partes del medidor portátil de humedad PM880. ....                                                           | 54   |
| Figura 9. Cromatógrafo de gas Agilent 6890 .....                                                                       | 55   |
| Figura 10. Sistema cromatográfico. ....                                                                                | 57   |
| Figura 11. Ciclo PDCA. ....                                                                                            | 58   |
| Figura 12. Estructura de la Documentación. ....                                                                        | 62   |
| Figura 13. Organigrama del Laboratorio de Gas.....                                                                     | 69   |
| Figura 14. Esquema del sensor de condensación del medidor de punto de rocío<br>para aplicación en el laboratorio. .... | 72   |
| Figura 15. Contenido de humedad del Gas Natural como función de la presión y<br>temperatura.....                       | 72   |
| Figura 16. Formación típica del Punto de rocío .....                                                                   | 73   |
| Figura 17 Arreglo típico de una prueba de humedad con el medidor portátil PM880<br>.....                               | 75   |
| Figura 18. Punto de rocío de hidrocarburo usando propano.....                                                          | 77   |
| Figura 19. Punto de rocío de hidrocarburo usando gasolina. ....                                                        | 77   |
| Figura 20. Calorímetro a presión constante. ....                                                                       | 80   |
| Figura 21. Ubicación de los equipos de equipos en el laboratorio. ....                                                 | 84   |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 22. Métodos puntuales para el muestreo de gas. ....                               | 90  |
| Figura 23. Montaje para el método de muestreo de llenado y vaciado. ....                 | 92  |
| Figura 24. Montaje para la prueba de poder calorífico. ....                              | 96  |
| Figura 25. Montaje de la prueba de punto de rocío. ....                                  | 98  |
| Figura 26. Montaje de la prueba de punto de rocío de hidrocarburos. ....                 | 100 |
| Figura 27. Línea de tendencia para bajas presiones. ....                                 | 101 |
| Figura 28. Revisión técnica del Higrómetro. ....                                         | 101 |
| Figura 29. Corrida en HYSYS de punto de rocío gas de referencia. ....                    | 102 |
| Figura 30. Corrida en HYSYS de punto de rocío de HC gas de referencia. ....              | 103 |
| Figura 31. Muestreo de gas en el separador en Campo Escuela Colorado. ....               | 105 |
| Figura 32. Procedimiento de vacío del cilindro. ....                                     | 105 |
| Figura 33. Cofres de seguridad para el transporte de muestra de gas. ....                | 105 |
| Figura 34. Montaje prueba de poder calorífico del gas de Campo Escuela Colorado<br>..... | 107 |
| Figura 35 Montaje de la prueba de punto de rocío Campo Escuela Colorado. ....            | 109 |
| Figura 36 Montaje prueba de punto de rocío de HC Campo Escuela Colorado ..               | 110 |
| Figura 37. Carta de Contenido de humedad. ....                                           | 113 |
| Figura 38. Curva de punto de rocío gas Campo Escuela Colorado. ....                      | 113 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                        | <b>Pág.</b> |
|----------------------------------------|-------------|
| ANEXO A. MANUAL DE CALIDAD.....        | 121         |
| ANEXO B. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS..... | 180         |
| ANEXO C. MANUAL DE FUNCIONES .....     | 396         |

## RESUMEN

### TÍTULO:

INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL LABORATORIO DE GAS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS.\*

### AUTORES:

ALBA VALDERRAMA, Elsa María  
GIL OTÁLORA, Yeisson Alexander \*\*

### PALABRAS CLAVES:

Laboratorio de Gas, Sistema Gestión de Calidad, Calorimetría, Punto de Rocío.

### Descripción:

En el presente proyecto se plasma la instalación y puesta en marcha del Laboratorio de Gas en la Escuela de Ingeniería de Petróleos; teniendo en cuenta los parámetros del sistema de gestión de calidad de la norma NTC ISO 17025:2005, para darle competencias al laboratorio en la realización de sus actividades, que están enfocadas a evaluar las condiciones de calidad que debe cumplir el gas natural en cada una de las partes que conforman la cadena de producción, tratamiento transporte y comercialización del gas natural, establecidas por la CREG en el RUT, principalmente: el poder calorífico, el contenido de humedad, el punto de rocío del agua y el punto de rocío de hidrocarburos.

Los equipos con los que cuenta inicialmente el laboratorio son un medidor de punto de rocío y un medidor de punto de rocío de hidrocarburos, un higrómetro portátil y un calorímetro de gas; los cuales fueron adquiridos en base a un proyecto anterior.

Como primer paso para la instalación del laboratorio se llevo a cabo una validación de los equipos que lo conformarían, ya que llevaban un tiempo sin funcionamiento y a pesar de que son equipos que cuentan con el respaldo, por ejemplo de normas ASTM; realizando pruebas con un gas de referencia (Propano grado 2) el cual ya trae unas propiedades previamente establecidas. En una segunda etapa se demostró la operatividad del laboratorio, trabajando con el gas de Campo Escuela Colorado, que se obtuvo por medio de un muestreo de superficie en el separador de la estación; estas pruebas se realizaron una vez establecidos los manuales de procedimientos en donde se especifican los protocolos de mantenimiento, calibración, requerimientos de infraestructura y condiciones necesarios para garantizar la ejecución de las pruebas y la confiabilidad sus resultados.

---

\* Proyecto de Grado.

\*\*Facultad de Ingeniería Fisicoquímicas. Escuela Ingeniería de petróleos. Director: M. Sc. ARIZA LEON, Emiliano.

## **ABSTRACT**

### **TITLE:**

Installation and start up of laboratory gas in the school of petroleum engineering.\*

### **AUTHORS:**

ALBA VALDERRAMA, Elsa María  
GIL OTÁLORA, Yeisson Alexander\*\*

### **KEY WORDS:**

Gas Laboratory, Quality Management System, Dew Point, Calorimetry.

### **DESCRIPTION:**

This project reflects the installation and startup of Gas Laboratory at the School of Petroleum Engineering, taking into account the parameters of quality management system of ISO 17025:2005 NTC to give competence to the laboratory in the realization of its activities, which are focused on evaluating the quality requirements to be met by natural gas in each of the parties in the chain of production, processing transportation and marketing of natural gas, established by the CREG in the RUT, principally the calorific value, moisture content, the dew point of water and the hydrocarbon dew point.

The equipments with which initially has the laboratory are a dew point tester and a hydrocarbon dew point tester, a portable hygrometer and a gas calorimeter, which were acquired based to a previous project.

As a first step in the installation of the laboratory carried out a validation of equipments that compose it, because they carry a non-operation time and although they are equipment that has the support, for example of ASTM; by testing with a reference gas (Propane grade 2) which already brings previously established properties. In a second stage demonstrated the operation of the laboratory, working with the Colorado School Field gas, that was obtained using a surface sampling in the separator of the station, these tests were performed once established the procedures manuals which specify the protocols of maintenance, calibration, infrastructure requirements and conditions necessary to ensure implementation of testing, and reliability results.

---

\* Project of Grade.

\*\* Faculty of Engineering Physicochemical. Petroleum Engineering School. Director: M. Sc. ARIZA LEON, Emiliano.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Industrial de Santander como máxima instancia académica debe ser capaz de generar investigación y conocimiento; que se traduce en desarrollo y bienestar para todos aquellos que forman parte, directa o indirectamente de la comunidad universitaria, por lo cual es necesario dotar sus escuelas con una adecuada infraestructura y equipos especializados para el área de laboratorio.

Este proyecto se propuso realizar la Instalación y Puesta en Marcha del Laboratorio de Gas en la Escuela de Ingeniería de Petróleos, para el análisis de las principales características que definen la calidad del gas natural como son: El Contenido de Agua, el Poder Calorífico, el Punto de Rocío de Hidrocarburos, entre otras; ya sea en el laboratorio, por medio de muestras representativas, o pruebas realizadas directamente en campo, con equipos portátiles.

Además del montaje de los equipos y la adecuación del espacio respectivo en el laboratorio, se ha establecido la metodología para la calibración de cada uno de ellos, los procedimientos técnicos con el paso a paso para llevar a cabo las diferentes pruebas y el manejo de datos que generan, por otro lado también se establecen los procedimientos para realizar el debido mantenimiento a que haya lugar en las diferentes partes de cada uno de los equipos.

Para validar los equipos se utilizó un gas de referencia (propano grado 2) el cual tiene una composición y propiedades, que pueden ser medidas por dichos equipos, como el contenido de humedad y el poder calorífico preestablecidas, de tal forma que al correr las pruebas se tendría la oportunidad de comparar los resultados obtenidos; para de esta forma verificar que los quipos se encuentran

midiendo adecuadamente estas propiedades. Posteriormente, se corrieron pruebas utilizando gas del Campo Escuela Colorado, para determinar las principales propiedades que definen la calidad del gas natural; que fue tomado del separador de la estación por medio de un muestreo de superficie utilizando el método del cilindro evacuado, todo esto con el fin de mostrar la funcionalidad del laboratorio.

Por otra parte, se incluyen en el trabajo los aspectos más relevantes a la hora de realizar un muestreo de gas, como son cuando y donde; además del respectivo procedimiento; así como los conceptos básicos y la fundamentación conceptual del comportamiento de las propiedades que definen la calidad del gas natural y los rangos aceptados para el transporte y comercialización del gas natural definidos en el RUT por la CREG con el fin de complementar y tener a la mano suficiente información en el laboratorio.

La importancia del laboratorio de Gas radica principalmente en el fortalecimiento que le brinda a los programas de la escuela de ingeniería de petróleos; ya sea a nivel de pregrado, en materias como Ingeniería del Gas, o a nivel de posgrado para la especialización en Ingeniería del Gas y la maestría en Ingeniería de Hidrocarburos; otorgándoles a estudiantes y docentes las herramientas tecnológicas necesarias para el soporte en la investigación de un hidrocarburo como el gas natural; tercera fuente de energía más utilizada a nivel mundial con reservas similares a las del petróleo pero con una mayor eficiencia, más limpia y con precios competitivos, cuya industria en las dos últimas décadas en Colombia ha tenido un crecimiento importante, y es en esta clase de nicho donde el monitoreo para asegurar la calidad del gas natural, en cada una de las diferentes etapas del negocio de los hidrocarburos como lo puede ser la producción o el transporte, cobra gran valor y le permite a la academia estar trabajando de la mano con la industria.

## **1. FUNDAMENTOS**

### **1.1. GAS NATURAL**

Como ente regulador a nivel nacional de los servicios públicos de energía eléctrica y gas combustible, la comisión de Regulación de Energía y gas (CREG), define el gas natural como una mezcla de hidrocarburos en fase gaseosa presente en yacimientos ya sea en el subsuelo continental o marino, usualmente consistente en componentes livianos de los hidrocarburos. Se presenta en forma asociada o no asociada con el petróleo. Está principalmente formado por metano. Otras definiciones se refieren al gas natural como un gas que se obtiene del subsuelo en forma natural, siendo este Incoloro, Inodoro, no tóxico e inflamable. Casi siempre contiene una gran cantidad de metano acompañado de hidrocarburos más pesados como el etano, propano, isobutano, butano normal, etc. En su estado natural a menudo contiene una cantidad significativa de sustancias que no son hidrocarburos como el nitrógeno, bióxido de carbono y sulfuro de hidrogeno. De igual manera en su estado natural siempre está saturado con agua. Las cantidades relativas de los diferentes componentes varían con cada tipo de yacimiento, observándose altas concentraciones de hidrocarburos pesados en yacimientos de alta presión o contenido de petróleo (gas asociado o disuelto).

El gas que se entrega para consumo final como combustible o materia prima tiene una composición diferente a la presente en el yacimiento o en boca de pozo, composición que debe definirse mediante una calidad específica que requiere ser cumplida por todos los productores que comercialicen gas natural.

El metano es el más liviano de los combustibles fósiles, con solo un átomo de carbón por cada cuatro átomos de hidrógeno. Debido a este bajo contenido de carbón, su combustión produce aproximadamente la mitad de las emisiones de

CO<sub>2</sub> del carbón mineral, y las dos terceras partes del producido cuando se quema aceite, entregando la misma cantidad de energía térmica. Igualmente produce menos emisiones de CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y partículas, convirtiéndose en el menos contaminante de los combustibles fósiles, de ahí la importancia cada vez mayor del gas natural en el mundo industrializado.

**1.1.1. Tipos De Gas Natural.** Debido a que el gas natural es una mezcla de varios compuestos y debido a que su composición difiere de un yacimiento a otro y que su presencia en el subsuelo puede darse acompañado de petróleo libre, se definen varios tipos de gas natural a saber:

- **Gas Crudo:** Es aquel que sale del yacimiento, sin tratar ni procesar.
- **Gas Libre:** Es aquel que proviene de un yacimiento donde solo existe gas como hidrocarburo.
- **Gas Asociado:** Es aquel que proviene de un yacimiento donde simultáneamente se produce gas y crudo.
- **Gas Pobre:** Un gas que contiene muy poca cantidad de etano, propano y compuestos más pesados.
- **Gas Rico:** Es un gas del cual se puede obtener una parte líquida de hasta 3 GPM (galones por mil pies cúbicos normales de gas) No existe ninguna relación con el contenido de vapor de agua que pueda contener el gas.
- **Gas Acido o Agrio:** Este es un gas cuyo contenido de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) es mayor que 4 ppm, V. En el Sistema Británico de Unidades este significa, que hay 4 lbmol de H<sub>2</sub>S/1x10<sup>6</sup> lbmol de mezcla.
- **Gas Dulce:** Este es un gas que contiene cantidades de Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S), menores a cuatro (4) partes por millón en base a volumen (4 ppm, V) y menos de 3% en base molar de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

- **Gas Hidratado:** Este es un gas que tiene más de siete libras de agua por cada millón de pies cúbicos normales de gas (7 lb de Agua/MMPCN), lo que indica que el gas deberá de ser sometido al proceso de deshidratación, para poder comercializarlo.
- **Gas Anhidro:** Este es un gas que tiene menos cantidad de vapor de agua, que la clasificación de gas hidratado.
- **Gas Natural Seco:** Según la norma GPA 181, se define como un gas que no contiene agua, pero para propósitos prácticos y contractuales se puede especificar la definición de seco con el objetivo de aceptar pequeñas cantidades de agua; según la ISO 6976-95, se denomina de esta forma al gas seco con contenido de vapor de agua en fracción molar menor o igual de 0.00005.

En el caso de Colombia la especificación del gas natural para ser transportado por un sistema de troncal es de 97 mg/m<sup>3</sup> (6 lb/MMPCS), lo cual se puede considerar como gas seco. En estados unidos este valor es de 65mg/m<sup>3</sup> (4lb/MMPCS); sin embargo, para propósitos de cálculo del poder calorífico, un gas deshidratado con contenido de agua que no excedan los 112 mg/m<sup>3</sup> (7lb/MMPCS) se puede considerar como seco.

En forma global, la GPSA establece dos definiciones: una relacionada con el contenido de agua y otra con el contenido de hidrocarburos. En la primera se define como gas seco, al gas cuyo contenido de agua ha sido reducido mediante un proceso de deshidratación. En la segunda denominada como gas pobre, se define al gas con muy pocos ó sin hidrocarburos líquidos comercialmente recuperables.

**Gas Parcialmente Saturado:** Corresponde al gas con un contenido de vapor de agua menor al de condiciones de saturación, pero mayor que el definido para gas seco, y se expresa en la misma forma que el gas saturado (lbH<sub>2</sub>O/MMPCSCS de gas despachado a condiciones definidas de presión y temperatura).

**1.1.2. Usos del Gas Natural.** El gas natural tiene diversas aplicaciones en la industria el comercio, la generación eléctrica, el sector residencial y el transporte de pasajeros, Ofreciendo grandes ventajas donde se requiere de ambientes limpios, procesos controlados y combustibles de alta confiabilidad y eficiencia. Las aplicaciones más comunes del gas natural se presentan en la tabla 1:

**Tabla 1.** Aplicaciones del Gas Natural.

| Sector                         | Aplicaciones/Procesos            |
|--------------------------------|----------------------------------|
| <b>Industrial</b>              | Generación de vapor              |
|                                | Industria de alimentos           |
|                                | Secado                           |
|                                | Cocción de productos cerámicos   |
|                                | Fundición de metales             |
|                                | Tratamientos térmicos            |
|                                | Temple y recocido de metales     |
|                                | Generación eléctrica             |
|                                | Producción de petroquímicos      |
|                                | Sistema de calefacción           |
|                                | Hornos de fusión                 |
| <b>Comercio y Servicios</b>    | Calefacción central              |
|                                | Aire acondicionado               |
|                                | Cocción/preparación de alimentos |
|                                | Agua caliente                    |
| <b>Energía</b>                 | Cogeneración eléctrica           |
|                                | Centrales térmicas               |
| <b>Residencial</b>             | Cocina                           |
|                                | Calefacción                      |
|                                | Agua caliente                    |
|                                | Aire acondicionado               |
| <b>Transporte de pasajeros</b> | Taxis                            |
|                                | Buses                            |

Fuente: [www.innergy.cl](http://www.innergy.cl)

## **1.2. PROPIEDADES DEL GAS NATURAL**

El conocimiento de las leyes que predicen el comportamiento de gases en términos de presión  $P$ , volumen  $V$ , y temperatura  $T$  (PVT) y otras propiedades químicas y físicas de gases es esencial para resolver problemas relacionados con la extracción (yacimientos), transporte (facilidades. compresión y expansión), tratamiento y uso del gas natural.

Las propiedades fisicoquímicas del gas natural pueden ser obtenidas directamente ya sea por mediciones en laboratorio o por predicción a partir de la composición química conocida del gas. En este caso los cálculos están basados en las propiedades físicas de componentes individuales del gas y en las leyes físicas frecuentemente conocidas como leyes de mezclas, las cuales relacionan las propiedades de los componentes a la de la mezcla de gas.

**Comportamiento de gases ideales.** Un gas ideal es un modelo útil porque se describe con una ecuación sencilla que con frecuencia se aplica a gases reales con una buena aproximación.

**Características de un gas ideal.** No hay fuerzas de atracción o repulsión entre las moléculas o entre las moléculas y las paredes del recipiente. La otra característica es que todas las colisiones de las moléculas son perfectamente elásticas, esto es, no hay pérdida de energía interna en la colisión.

**Deducción de la ecuación de un gas ideal.**

**Ecuación de Boyle.** Boyle observó experimentalmente que el volumen de un gas ideal es inversamente proporcional a la presión para una masa dada de un gas cuando la temperatura es mantenida constante. Esto puede ser representado como:

$$PV = \text{Constante} \quad \text{Ec. 1.1}$$

**Ecuación de Charles.** El trabajo experimental de Charles condujo a que el volumen de un gas ideal es directamente proporcional a la temperatura para una masa de gas dada cuando la presión es mantenida constante. Simbólicamente,

$$\frac{V}{T} = \text{Constante} \quad \text{Ec. 1.2}$$

**Ley de Avogadro.** La ley de Avogadro establece que, bajo las mismas condiciones de temperatura y presión, volúmenes iguales de todos los gases ideales contienen el mismo número de moléculas. Esto es equivalente a decir que a una presión y temperatura dada, un peso molecular de cualquier gas ideal ocupa el mismo volumen que el peso molecular de cualquier otro gas ideal.

**Ecuación de estado para un gas ideal.** Las ecuaciones de Boyle, Charles y Avogadro se pueden combinar para dar la ecuación de estado de un gas ideal. Se debe imaginar un proceso de dos pasos para combinar la ecuación de Charles y la ecuación de Boyle y así describir el comportamiento de un gas ideal cuando cambia la temperatura y la presión. El proceso se inicia con una masa de gas dada con volumen  $V_1$ , a presión  $P_1$  y temperatura  $t_1$ , y termina con volumen  $V_2$ , a presión  $P_2$  y temperatura  $T_2$ .

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \text{Ec. 1.3}$$

Así, para una masa dada de gas,  $PV/T$  es una constante que se designa como  $R$  cuando la cantidad de gas sea igual a un peso molecular.

$$\frac{PV_M}{T} \equiv R \quad \text{Ec. 1.4}$$

Si consideramos la ley de Avogadro, la cual establece que un peso molecular de un gas ideal ocupa el mismo volumen que el peso molecular de otro gas ideal a la misma presión y temperatura, se deduce que R es la misma para todos los gases ideales y se denomina "Constante Universal de los Gases"

$$PV = nRT \quad \text{Ec. 1.5}$$

$$\rho_g = \frac{PM}{RT} \quad \text{Ec. 1.6}$$

Donde:

**M**=peso molecular, Lb/ Lb-mol      **V**=volumen, ft<sup>3</sup>      **P** = presión absoluta, psia  
**n**=número de moles de gas, Lb-mol      **T**=temperatura absoluta, °R  
**R**=constante universal del gas que, 10.732 psia ft<sup>3</sup>/lb-mol °R

La ecuación describe el comportamiento de la mayoría de los gases reales a bajas presiones. También proporciona un punto de inicio para desarrollar ecuaciones de estado que describen más adecuadamente el comportamiento de gases reales a elevadas presiones.

**Mezcla de gases ideales.** Debido a que el gas natural es una mezcla de componentes hidrocarburos, las propiedades químicas y físicas totales pueden ser determinadas a partir de las propiedades físicas de los componentes individuales en la mezcla empleando apropiadamente las reglas de mezcla.

**Leyes de mezclas de gases ideales.**

**Ley de Dalton de presiones parciales.** La presión total ejercida por una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones ejercida por sus componentes. La presión ejercida por cada uno de los componentes gaseosos es conocida como su presión parcial. Dalton postulo que la presión parcial ejercida por cada

componente en una mezcla de gases es igual a la presión que ejercería cada componente si estuviera solo en el volumen ocupado por la mezcla de gases. Esto es válido cuando la mezcla y sus componentes actúan como gases ideales.

$$P_i = Y_i P_T \quad \text{Ec. 1.7}$$

Donde:

$P_i$ =corresponde a la presión parcial del componente i

$Y_i$ =corresponde a la fracción composicional de i en la mezcla.

$P_T$ =corresponde a la presión total del sistema

**Ley de Amagat de volúmenes parciales.** Amagat postuló que el volumen total ocupado por una mezcla de gases es igual a la suma de los volúmenes que los componentes puros ocuparían a la misma, presión y temperatura. Esto se conoce como la ley de los volúmenes aditivos. La ley de Amagat de volúmenes parciales es análoga a la ley de Dalton de presiones parciales. Los volúmenes ocupados por los componentes individuales son conocidos como volúmenes parciales. Esta ecuación es correcta si la mezcla y cada uno de los componentes obedecen a la ecuación de gas ideal.

$$V_i = Y_i V_T \quad \text{Ec. 1.8}$$

Donde:

$V_i$  corresponde al volumen parcial del componente i

$Y_i$  corresponde a la fracción composicional de i en la mezcla.

$V_T$  corresponde al volumen total del sistema.

**Propiedades de mezclas de gases ideales.** Las propiedades básicas de gases ideales se expresan comúnmente en términos del peso molecular aparente, volumen estándar, densidad, volumen específico y gravedad específica.

**Peso molecular aparente de una mezcla de gases.** Una mezcla de gases se comporta como si tuviera un peso molecular definido, Este peso molecular es conocido como peso molecular aparente:

$$M_a \equiv \sum_i y_i M_i \quad \text{Ec. 1.9}$$

**Volumen estándar.** El volumen estándar es definido como el volumen ocupado por 1 lb-mol de un gas ideal a condiciones estándar. Estas condiciones de referencia varían de acuerdo a las leyes y regulaciones, por lo general son 14.7 psia y 60°F.

**Densidad.**

$$\rho_g = \frac{P M_a}{R T} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

$\rho_g$  = densidad de la mezcla de gases, ft<sup>3</sup>/lb,

$M_a$  = peso molecular aparente.

**Volumen específico.** El volumen específico está definido como el volumen ocupado por una unidad de masa de gas. Para un gas ideal, esta propiedad se puede calcular aplicando la ecuación:

$$V = \frac{V}{M} = \frac{R T}{P M_a} = \frac{1}{\rho_g} \quad \text{Ec. 1.11}$$

Donde

$V$  = volumen específico, ft<sup>3</sup>/lb

$\rho_g$  = densidad del gas, lb/ft<sup>3</sup>.

**Gravedad específica de un gas.** La gravedad específica de un gas está definida como la razón entre la densidad del gas y la densidad del aire seco, ambas medidas a la misma presión y temperatura. Simbólicamente,

$$\gamma_g = \frac{\rho_g}{\rho_{aire}} \quad \text{Ec. 1.12}$$

$$\gamma_g = \frac{M_g}{M_{aire}} \quad \text{Ec. 1.13}$$

Donde  $\gamma_g$  es la gravedad específica del gas y  $M_g$  es el peso molecular del gas.

**Composición de la mezcla gaseosa.** La composición del gas natural es expresada en términos de fracción molar, fracción en peso, y porcentaje en volumen, las cuales se derivan de la siguiente forma:

**Fracción molar.** La fracción molar de un componente particular, componente  $i$ , está definida como el número de moles de ese componente dividido por el número total de moles de todos los componentes en la mezcla.

$$y_i = \frac{n_i}{n} = \frac{n_i}{\sum_i n_i} \quad \text{Ec. 1.14}$$

Donde;

$y$  = fracción molar del componente  $i$  en la mezcla.

$n_i$  = número de moles del componente  $i$ .

$n$  = número total de moles en la mezcla.

**Fracción en peso.** La fracción en peso de cualquier componente está definida como el peso de ese componente dividido por el peso total.

$$w_i = \frac{m_i}{m} = \frac{m_i}{\sum_i m_i} \quad \text{Ec. 1.15}$$

Donde;

$w_i$  = fracción en peso del componente  $i$  en la mezcla.

$m_i$  = peso del componente  $i$  en la fase de gas.

$m$  = peso total de la mezcla de gases.

**Fracción en volumen.** La fracción en volumen de un componente específico en una mezcla está definida como el volumen de ese componente dividido por el volumen total de la mezcla.

$$v_i = \frac{v_i}{v} = \frac{v_i}{\sum_i v_i} \quad \text{Ec. 1.16}$$

Donde;

$v_i$  = fracción en volumen del componente  $i$  en la mezcla.

$v_i$  = volumen ocupado por el componente  $i$ .

$v$  = volumen total de la mezcla.

El porcentaje por mol es igual al porcentaje por volumen.

**Comportamiento de gases reales.** Los investigadores han propuesto centenares de ecuaciones de estado para gases reales, las cuales podemos reunir en dos grandes grupos: ecuaciones de compresibilidad y ecuaciones de estado analíticas.

#### **Ecuación de compresibilidad.**

Deducción de la ecuación. La mejor forma de escribir una ecuación de estado para un gas real es insertando un factor de corrección en la ecuación de gas ideal, así:

$$PV = ZnRT \quad \text{Ec. 1.17}$$

$$\rho_g = \frac{PM}{ZRT} \quad \text{Ec. 1.18}$$

Donde el factor de corrección, Z, es conocido como factor de compresibilidad, factor de desviación del gas.

**Factor de compresibilidad:** El factor Z es la razón entre el volumen real ocupado por un gas a Una presión y temperatura dada, y el volumen que el gas ocuparía a la misma presión y temperatura si se comportara como un gas ideal.

$$Z = \frac{V_{real}}{V_{ideal}} \quad \text{Ec. 1.19}$$

El factor Z no es constante. Varía con los cambios de composición del gas, presión y temperatura. Los experimentos muestran que a presiones muy bajas el factor Z se aproxima a un valor de 1. Esto indica que el comportamiento de gas ideal en efecto ocurre a presiones muy bajas. A presiones moderadas, las moléculas están lo suficientemente cerca para ejercer alguna atracción entre moléculas. Esta atracción provoca que el volumen real sea algo menor que el volumen predicho por la ecuación del gas ideal, esto es, el factor Z será algo menor que 1.

A elevadas presiones, las moléculas están muy unidas, lo cual genera fuerzas de repulsión que hacen que el volumen real sea mayor que el volumen ideal. En esta situación el factor Z es mayor que 1.

**Viscosidad del gas natural.** La viscosidad de un fluido es la medida de la fricción interna del fluido (resistencia) al flujo. Si la fricción entre las capas del fluido, es pequeña, por ejemplo, baja viscosidad, una fuerza cortante aplicada resultará en un gran gradiente. Cuando la viscosidad incrementa, cada capa de fluido ejerce un gran arrastre fraccional sobre las capas adyacentes y el gradiente de velocidad disminuye.

La viscosidad de un fluido generalmente está definida como la relación entre la fuerza cortante por unidad de área y el gradiente de velocidad local. Las viscosidades se expresan en términos de poises, centipoises o micropoises. El termino viscosidad se conoce como viscosidad dinámica para diferenciarlo de la viscosidad cinemática, la cual está definida como la viscosidad dinámica dividida por la densidad del fluido.

La viscosidad del gas no es comúnmente medida en el laboratorio debido a que puede estimarse con cierto grado de exactitud a partir de correlaciones empíricas. Al igual que todas las propiedades intensivas, la viscosidad de un gas natural se describe completamente por las siguientes funciones.

$$\mu_g = (P, T, y_i) \quad \text{Ec. 1.20}$$

Donde;

$\mu_g$  = viscosidad de la fase gaseosa.

La anterior relación simplemente establece que la viscosidad es una función de la presión, temperatura y composición.

**Principio psicométrico del gas natural.** Un gas mezclado con vapor se comporta diferente de una mezcla de gases, y puesto que el vapor es por definición un gas que está situado sobre la línea de vapor saturado, los cambios en presión y temperatura resultan en condensación o vaporización. Cuando el vapor es agua la mezcla puede variar entre un gas seco y un gas saturado. Una mezcla vapor de agua-gas se conoce como una mezcla psicométrica. Las propiedades que se usan para definir mezclas vapor de agua-gas son la humedad relativa, humedad específica y punto de rocío.

**Humedad específica.** La humedad específica, o relación de humedades, define como la relación entre la masa de vapor de agua y la masa de un gas seco. Suponiendo que el vapor de agua se comporta como un gas ideal a las presiones

bajas existentes en la mezcla, se puede emplear la ecuación del gas ideal para densidad :

$$\rho_f = \frac{GM_{waire} P_f}{Z_f R_o T_f} \quad Ec. 1.21$$

Donde,

Pf y Tf corresponden a la presión y temperatura del fluido.

G es la gravedad específica del gas.  $G = MW_{gas} / M_{aire}$

MW gas y MW aire son los pesos moleculares del gas y del aire respectivamente.

Luego la humedad específica se puede expresar como

$$SH = (lbm)_{wv} / (lbm)_{gas\ seco} = \frac{\rho_{wv}}{\rho_{gas\ seco}} = \frac{0.622}{G_{gas\ seco}} * \frac{P_{wv}}{P_f P_{wv}} \quad Ec. 1.22$$

Donde,

PWV = presión parcial del vapor de agua

Pf = presión total da la mezcla

**Humedad relativa.** Se define como la relación entre la presión del vapor de agua en la mezcla y la presión de vapor de agua si la mezcla se encontrara a condiciones de saturación a la misma temperatura.

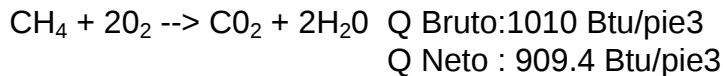
$$RH = [P_{wv} / P_{sat}] \quad Ec. 1.23$$

**Temperatura del punto de rocío.** Para una mezcla gaseosa, es la temperatura a la cual aparece la primera gota de líquido. Debido a que el enfriamiento ocurre a presión constante, la temperatura del punto de rocío se usa para entrar a las tablas de vapor y encontrar la presión parcial del vapor de agua en una mezcla no saturada; esta presión parcial es la presión correspondiente a la temperatura de saturación que es la temperatura del punto de rocío.

**Poder calorífico del gas.** Es la energía liberada cuando se quema un volumen estándar de gas y se expresa en Btu / pie<sup>3</sup> o Julios / m<sup>3</sup>. Debido a que lo que

genera calor es el rompimiento de las uniones entre el carbono y el hidrogeno, mientras más átomos de carbono e hidrogeno haya en cada molécula, mayor será el poder calorífico del gas. En vista de que el gas natural es una mezcla de gases, su poder calorífico depende de su composición.

**Reacción de Combustión.** La combustión es el proceso mediante el cual se realiza la oxidación del carbono y el hidrogeno contenidos en un compuesto con desprendimiento de calor. Si la oxidación es completa, la combustión produce el máximo rendimiento energético y los productos finales no son susceptibles de nueva combustión, es decir, se obtiene CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. De ser incompleta, una parte saldrá como hidrocarburo, otra como CO y se habrá perdido un porcentaje de la energía disponible.



La diferencia del bruto y el neto son 100.6 Btu / pie<sup>3</sup> debido al calor de condensación de dos moléculas de agua.

**Temperatura de ignición.** La temperatura de ignición de un gas es la temperatura más baja a la que sucede la combustión auto sostenida. La temperatura de ignición de un gas natural es inferior a la temperatura de ignición del metano como componente puro, debido a la presencia de otros hidrocarburos con temperaturas de ignición más bajas. A la temperatura de ignición, el gas empieza a arder en una mezcla adecuada de gas y aire. Esta posibilidad de Ignición tiene aplicaciones tanto en la seguridad como en su uso como combustible.

**Limite de inflamabilidad.** Los límites de inflamabilidad de un gas definen el rango en el que se sucede combustión.

**Límite Inferior de Inflamabilidad.** Es la concentración más baja de un gas en aire en la que ocurre una combustión sostenida.

**Límite Superior de Inflamabilidad.** Es la concentración más alta de un gas en aire en la que soporta la combustión. Los límites de inflamabilidad del gas natural son aproximadamente 5% (LII) y 15% (LSI) dependiendo de su composición. Si la concentración del gas natural en aire está entre el 5% y el 15% el gas empezará a arder si está expuesto a una fuente de ignición. Para el gas natural el límite inferior de inflamabilidad es del 5% en volumen y el superior 15%.

**Odoración.** El gas natural carece de olor, color y sabor en su estado natural. Por motivos de seguridad, se agrega un olor distintivo al gas para que se detecte su presencia en caso de una fuga. Generalmente el odorante es mezcla de compuestos que contienen azufre, como mercaptanos y sulfatos, que brindan al gas su olor característico. Los siguientes factores deben ser considerados al seleccionar un odorante para el gas natural:

- ✓ El olor debe ser distinguible y desagradable.
- ✓ Idealmente, el odorante no debe ligarse con el suelo o lixiviarse en el caso de una fuga subterránea.
- ✓ El odorante y sus productos de combustión no deben ser corrosivos ni tóxicos, y no debe condensarse completamente en el aparato del usuario final.
- ✓ El odorante no debe condensarse a las temperaturas comunes en los sistemas de distribución y transmisión.

Una vez odorizado, el gas natural debe ser detectable por una persona con un sentido de olfato normal al 20% de su límite inferior de explosión (LIE), o al 1% de gas en el aire.

### **1.3. CALIDAD DEL GAS NATURAL EN COLOMBIA**

Dentro de los aspectos más relevantes envueltos con el tema de la calidad del gas natural se encuentran:

**1.3.1. Transacciones Comerciales:** La calidad del gas natural es el punto de partida a la hora de formalizar un contrato de compra y venta de gas, el cual se lleva a cabo entre un comerciante (Vendedor) quien controla y dispone del gas que se produce y un mayorista (Comprador) quien compra el gas bajo una especificación y tiene la responsabilidad de transportarlo por los gasoductos. La importancia recae sobre los beneficios o dificultades económicas que se puedan presentar, así como del método empleado para determinar la energía contenida en el gas natural, que al final se convierte en parte integral del negocio de distribución y transmisión, donde se comercializa en términos de energía (BTU-KJ).

Obtener medidas confiables es una exigencia en una organización competitiva porque de esos valores dependen decisiones cuyas consecuencias técnicas y económicas son importantes para el negocio, aumentar la productividad, mejorar el producto, ahorrar energía, automatizar procesos, o diseñar nuevos productos, son actividades que requieren datos extraídos de productos y procesos. A medida que se avanza en la cadena de hidrocarburos el poder calorífico aumenta, por tanto cualquier error que se cometa en la determinación de la composición causará grandes inexactitudes. Por tal motivo diferentes entidades incluyendo el laboratorio de gas de la UIS deben trabajar en el mejoramiento de estas mediciones para la determinación adecuada de las propiedades del gas natural.

**1.3.2. Integridad De Los Gasoductos:** El fuerte incremento de la producción de gas natural en el país ha estimulado el desarrollo de una adecuada infraestructura para transportarlo desde los campos de extracción hasta las plantas de tratamiento. Este proceso se logra mediante una red de tubería que exige o requiere el más alto nivel de confiabilidad con el fin de garantizar una entrega del producto a los

usuarios finales en las máximas condiciones de seguridad. Las secciones de tuberías de gas natural localizadas cerca de los campos de extracción y hasta el sitio de entrega para distribución, suelen ser mucho más susceptibles al deterioro y a ocurrencia de fallas. Esta situación se debe a la alta concentración de agentes corrosivos que acompañan la corriente o el flujo de gas natural, tales como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, calcio y tipos de cloruros que promueven el deterioro y afectan la integridad de las tuberías de acero, principalmente por fenómenos de corrosión-erosión, corrosión bajo esfuerzos (Stress Corrosión Cracking, SCC). Por lo tanto es de gran importancia la medición confiable de la concentración de estos componentes corrosivos, para decidir las acciones a tomar que permitan garantizar la integridad del gasoducto.

### **1.3.3. Regulación Nacional**

En el reglamento único de transporte “RUT”, creado por la CREG; se define como las especificaciones y estándares que el gas natural debe cumplir para su transporte y consumo, con el fin de garantizar una apropiada operación de los equipos que lo manejan o una adecuada eficiencia en los procesos de combustión.

Las especificaciones de Calidad del Gas Natural, son las indicadas en la Resolución CREG 071 de 1999 y demás normas que la modifiquen, adicionen, aclaren o sustituyan, en especial la Resolución CREG 054 de 2007. El objetivo de fijar las especificaciones del gas natural conlleva a garantizar la seguridad de los usuarios, proveer los parámetros para la operación segura, económica y proteger la infraestructura de transporte y distribución. De igual manera, las especificaciones del gas fijan las bases y criterios para el procesamiento y tratamiento eficiente del gas natural.

El gas natural que es entregado al transportador por el productor a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución, debe cumplir como mínimo, con las siguientes especificaciones de calidad mostradas en la tabla 2.

**Tabla 2.** Calidad del Gas Natural en Colombia.

| ESPECIFICACIONES                                             | Sistema Internacional  | Sistema Inglés           |
|--------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Máximo poder calorífico bruto (GHV) (Nota 1)                 | 42.8 MJ/m <sup>3</sup> | 1150 BTU/ft <sup>3</sup> |
| Mínimo poder calorífico bruto (GHV) (Nota 1)                 | 35.4 MJ/m <sup>3</sup> | 950 BTU/ft <sup>3</sup>  |
| Contenido de líquido (Nota 2)                                | Libre de líquidos      | Libre de líquidos        |
| Contenido total de H <sub>2</sub> S máximo                   | 6 mg/m <sup>3</sup>    | 0.25grano/100PCS         |
| Contenido total de azufre máximo                             | 23 mg/m <sup>3</sup>   | 1.0 grano/100PCS         |
| Contenido CO <sub>2</sub> , máx.[% volumen]                  | 2%                     | 2%                       |
| Contenido de N <sub>2</sub> , máx. [% volumen]               | 3                      | 3                        |
| Contenido de inertes máximo en % volumen (Nota 3)            | 5%                     | 5%                       |
| Contenido de oxígeno máximo en % volumen                     | 0.1%                   | 0.1%                     |
| Contenido máx. de vapor de agua                              | 97 mg/m <sup>3</sup>   | 6.0 Lb/MPCS              |
| Temperatura de entrega máximo                                | 49 °C                  | 120°F                    |
| Temperatura de entrega mínimo                                | 7.2 °C                 | 45 °F                    |
| Contenido máximo de polvos y material en suspensión (Nota 4) | 1.6 mg/m <sup>3</sup>  | 0.7 grano/1000 pc        |

Fuente: Resolución CREG 071 de 1999, y Resolución CREG 054 de 2007.

**Nota 1:** Todos los datos sobre metro cúbico ó pie cúbico de gas están referidos a Condiciones Estándar.

**Nota 2:** Los líquidos pueden ser: hidrocarburos, agua y otros contaminantes en estado líquido.

**Nota 3:** Se considera como contenido de inertes la suma de los contenidos de CO<sub>2</sub>, nitrógeno y oxígeno.

**Nota 4:** El máximo tamaño de las partículas debe ser 15 micrones.

En los contratos de compra -venta de gas se debe definir la calidad esperada por el precio pactado, y las sanciones por su incumplimiento. El transportador podrá rehusar aceptar el gas en el punto de entrada si el gas natural entregado por el agente no se ajusta a alguna de las especificaciones establecidas en el RUT, además este también nos indica que es responsabilidad del transportador determinar la calidad, gravedad específica y otras variables del gas natural que entra y sale del sistema de transporte. En aquellos casos en donde se conectan dos o más sistemas de transporte, el sistema de medición será acordado entre los transportadores involucrados.

En las unidades siguientes se estudiarán los parámetros seleccionados para medir la calidad del gas, los equipos necesarios y los procedimientos para realizar las pruebas, con el fin de dejar sentados las bases del montaje del laboratorio de gas en la escuela de ingeniería de petróleos; por ahora se analizarán cada una de las propiedades exigidas en el RUT.

**Poder Calorífico.** La importancia de la medición y verificación, radica en la cantidad de energía que recibe el consumidor para satisfacer sus necesidades a un costo aceptable y garantizando la seguridad y vida útil de sus equipos en donde se emplea este importante recurso energético. La determinación de la energía del gas natural se está convirtiendo en parte integral del negocio de transmisión y distribución en el mercado actual. La mayoría de los contratos de compraventa de gas están en términos de MM Btu en lugar de volúmenes de gas.

**Punto de rocío de los hidrocarburos.** Esta variable busca prevenir la formación de condensados de hidrocarburos que puedan originar problemas de taponamiento, corrosión, falla en los equipos de medición y combustión incompleta, todo ello con severas implicaciones en la seguridad. La condensación de los hidrocarburos se puede dar por:

**Condensación retrógrada.** Ocurre cuando una mezcla gaseosa a alta presión y una temperatura dada pueda entrar en la zona de dos fases, gas y líquido, a una reducción de presión aguas abajo en el sistema de transporte.

**Efecto Joule – Thompson.** Ocurre por el efecto de enfriamiento que experimenta el gas natural al disminuir su presión o al fenómeno de expansión o reducción brusca de presión. Existen gráficos que indican la disminución de temperatura del gas en una reducción de presión.

El RUT exige que el gas a transportar esté libre de hidrocarburos líquidos, para lo cual estipula una serie de temperaturas máximas y mínimas, de tal forma que al combinar con la presión de operación, estén por fuera de la cricondentérmica.

**Punto de rocío del agua.** Busca prevenir la condensación de agua en el sistema y la consiguiente formación de hidratos y la ocurrencia de corrosión en presencia de gases ácidos, se establece como la masa de agua por unidad de volumen de gas o como la temperatura mínima permitida en el gas a una presión específica.

**Puntos de condensación.** El punto de condensación es la temperatura a la cual el líquido se condensa del gas a una presión determinada. Así, el punto de condensación del agua es la temperatura a la cual esta se condensa el agua, y el de los hidrocarburos es el punto al cual éstos se condensan. Un punto de condensación más alto indica la presencia de hidrocarburos más pesados o de mayor contenido de agua. Se emplean tablas para determinar el contenido de agua, una vez conocidas la temperatura y presión de condensación.

**Los Hidratos.** Bajo presión, los hidrocarburos más pesados pueden combinar con el vapor de agua en la corriente de gas y formar sólidos que se denominan

hidratos. Estos son capaces de reducir el flujo u obstruir completamente la corriente de gas, y pueden ocurrir a temperaturas mayores al punto de congelamiento del agua. Por lo tanto, bajo las condiciones de baja temperatura y alta presión que se encuentran en las estaciones de regulación, a veces se inyecta alcohol en la corriente, o se calienta el gas para evitar la formación de hidratos.

**Gases ácidos.** Generalmente el gas natural que se produce a nivel mundial, contiene CO<sub>2</sub>, además en algunos casos, como sucede en el norte de la línea ecuatorial, el gas contiene H<sub>2</sub>S. Ambos compuestos son ligeramente solubles en agua. Cuando estos gases se disuelven en agua forman una solución medianamente acidificada, razón por la que estos compuestos son llamados gases ácidos. Las especificaciones máximas para CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S como vimos son “% y 6 mgr/m<sup>3</sup> respectivamente. Es importante mantener el gas natural por debajo de estas especificaciones (gas dulce), pues así se evita un mayor deterioro de las tuberías de transporte del gas natural, por corrosión.

- ✓ El sulfuro de hidrogeno: es un gas extremadamente tóxico e inflamable que huele a huevo podrido a bajas concentraciones. Con una mayor concentración el H<sub>2</sub>S vence el olfato de tal forma que ya no se puede detectar. Es extremadamente corrosivo en tuberías y equipos húmedos, pues forma ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en contacto con el agua.
- ✓ El azufre: es un producto no deseado en el gas porque puede formar sulfuro de hidrogeno. Como se describe anteriormente, el sulfuro de hidrogeno puede formar ácidos capaces de ocasionar resquebrajamiento de tensión y corrosión en tuberías, y es extremadamente peligroso.

Gases inertes CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>.

- ✓ Nitrógeno: este compuesto es bastante inerte y no contribuye al poder calorífico del gas. En grandes concentraciones genera la formación de

óxidos de nitrógeno al momento de la combustión, mismos que conducen a la producción de ozono en la atmósfera y resultan en compuestos contaminantes.

- ✓ El bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ): no agrega al valor calorífico del gas. Debido a su densidad aumenta los costos de transporte. En presencia del agua, el bióxido de carbono forma ácido carbónico débil que resulta corrosivo. El  $\text{CO}_2$ , a una concentración mayor al 2% por volumen, es inaceptable.

**Material particulado.** El gas natural en los sistemas de gasoductos, no debe contener arena, polvo, aceite lubricante de los compresores, u otras impurezas en cantidades que puedan interferir con la eficiente operación de los gasoductos o redes de distribución, con la medición o con el uso comercial del gas. En caso de presentarse se deben tomar todas las medidas conducentes a la identificación.

**Temperatura de operación.** El reglamento único de transporte estipula como temperatura mínima 7.2 °C, esta temperatura debe ser controlada pues, es necesario evitar la formación de condensados en la línea de transporte del gas, la temperatura máxima debe ser controlada pues está en juego la composición del gas, si esta se eleva demasiado.

#### **1.3.4. Tratamiento Y Procesamiento Del Gas Natural**

El propósito de tratar un gas natural es asegurar una calidad para que cumpla con las especificaciones que exige el ente regulador, para entrar al mercado; lo que es fundamental para diseñar una planta de gas teniendo en cuenta las especificaciones del gas de venta, el volumen de gas y la composición de los fluidos que salen del separador. El gas proveniente del sistema de recolección puede contener agua, condensados y gas. El flujo multifásico entra a un separador a una temperatura de control de formación de hidratos y a una presión de diseño, para ser separada en dos o tres fracciones diferentes: gas, condensado y agua.

**Separación gas – líquido.** Es una operación frecuente en una planta de procesamiento de gas. Hay diferentes tipos de separadores a saber: separadores verticales, horizontales, esféricos y centrífugos.

**Planta de procesamiento.** Aquí el gas se somete a tratamiento, de tal forma que cumpla las especificaciones del gas de venta, el volumen de gas y la composición de los fluidos que salen del separador.

**Remoción de gases ácido:** El gas natural dentro de su composición puede contener  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ , estos gases disueltos en agua son altamente corrosivos y perjudiciales para el sistema. El gas natural cuya concentración exceda las especificaciones límites expuestas por el RUT, debe ser tratado mediante la remoción de dichos gases.

**Deshidratación del gas natural:** Es un proceso mediante el cual se extrae agua del gas a un límite de contenido máximo especificado. Existen varios procesos de deshidratación disponibles en el mercado entre los más comunes están la absorción con glicol, adsorción con desecantes sólidos y la expansión-refrigeración.

**Fraccionamiento y control de hidrocarburos líquidos:** En este procesamiento se extraen los componentes pesados del gas natural, obteniendo así los componentes primordiales de la gasolina natural y algunos componentes usados en petroquímica.

Se puede resumir que la Cadena de tratamiento y procesamiento del gas natural consta de los siguientes procesos: Producción de pozos de petróleo y gas, Separación, Endulzamiento, Deshidratación, Recobro de líquidos, Fraccionamiento y Transporte del gas seco por gasoductos para centros de consumo, pero no siempre en ese orden específico.

#### **1.4. EQUIPOS DEL LABORATORIO DE GAS**

El Laboratorio de Gas de La Escuela de Ingeniería de Petróleos para la ejecución de las pruebas anteriormente descritas que permiten medir parámetros que determinan la calidad del gas natural tiene a su disposición los siguientes dispositivos:

**1.4.1. Medidor Digital de Punto de Rocío de Hidrocarburos.** Este es uno de los aparatos más simple y más ampliamente utilizados desde 1930, cuya función principal es determinar la temperatura a la cual se condensa la primera gota de hidrocarburo contenido en una muestra de gas; y es considerado por muchos como el factor estándar en la industria. Este medidor en particular está avalado por el Buro de minas de Estados Unidos y cumple con la norma ASTM D11-95, ya que es capaz de reproducir o duplicar las condiciones que por definición requiere el punto de rocío de hidrocarburos.

En la figura 1 se pueden apreciar las principales partes que conforman el medidor de punto de rocío de hidrocarburos: Un dispositivo el cual involucra una cámara para el espejo la cual permite iluminar y amplificar la observación, un sensor de temperatura electrónico (RTD) conectado a una pantalla LED, un trípode de aluminio (1), un cilindro de propano (2) como refrigerante al igual que una botella de  $CO_2$  (3) para alcanzar temperaturas más bajas, un enfriador de tipo regular un manómetro de 0 a 3000 psig conectado a la cámara donde se encuentra el espejo y ocurre la condensación.

**Figura 1.** Medidor punto de rocío de hidrocarburos Chanscope II 13-1200-CN2.



**Fuente:** Autores

**Principio.** Es un equipo que utiliza como principio de detección del punto de rocío, el método del espejo enfriado. Hay dos cámaras dentro del instrumento. Una de ellas es la de la muestra adaptada para manejar altas presiones hasta de 3000 psig, con un espejo que es visible mediante un ocular. Una segunda cámara que permite que el refrigerante que puede ser o propano o dióxido de carbono, pueda ser llevado a la parte posterior del espejo, para enfriarlo; y un detector de temperatura resistivo (RTD, resistance temperature detection), que registra una única temperatura de rocío, hasta en decimas de grado en una pequeña pantalla LED, y está certificado por el NIST. Posteriormente, el operador modera tasa de refrigerante a través de una válvula, y cuando en el espejo en contacto con la muestra de gas se observa el punto de rocío, ya sean con gotas muy pequeñas o como un anillo irisado, se lee de inmediato el valor de la temperatura.

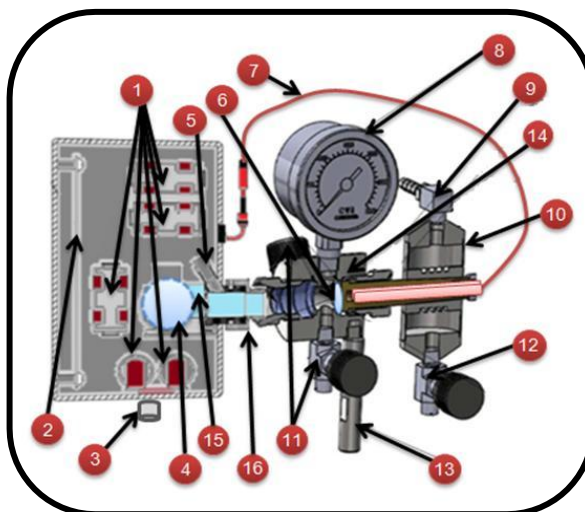
### **Especificaciones Técnicas**

|                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| ✓ <b>Marca</b>  | : Chandler Engineering.      |
| ✓ <b>Modelo</b> | : Chanscope II 13-1200-C-N-2 |
| ✓ <b>Peso</b>   | : 11 Kilogramos.             |

|                                          |                               |
|------------------------------------------|-------------------------------|
| ✓ <b>Tamaño</b>                          | : 14 x 18 x 16 in             |
| ✓ <b>Rango de Presión</b>                | : 0 - 3000psig (0 a 20.7mpa)  |
| ✓ <b>Temperatura Ambiente De Trabajo</b> | : -4°F a 158°F (-20°C a 70°C) |
| ✓ <b>Rango Punto De Rocío</b>            | : -200°F (-129°C) - Ambiente. |
| ✓ <b>Potencia Requerida</b>              | : 115 o 230 V, 50/60 Hz       |
| ✓ <b>N° De Inventario</b>                | : 70536.                      |

En la figura 2 se observa a detalle las partes que conforman el medidor del punto de rocío de hidrocarburos escribiendo cada uno de los nombres en la tabla 3.

**Figura 2.** Partes del medidor digital de punto de rocío de hidrocarburos.



**Fuente:** Autores.

**Tabla 3.** Lista de partes del medidor de punto de rocío de hidrocarburos.

| ITEM     | DESCRIPCIÓN                                        | ITEM      | DESCRIPCIÓN                          |
|----------|----------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| <b>1</b> | Celdas de la batería de NiCad                      | <b>9</b>  | Codo para manguera.                  |
| <b>2</b> | Ensamble de la Board                               | <b>10</b> | Cuerpo del enfriador regular.        |
| <b>3</b> | Conector para el cable del cargador de la batería. | <b>11</b> | Válvulas de entrada y salida de gas. |
| <b>4</b> | Ocular                                             | <b>12</b> | Válvula entrada refrigerante.        |
| <b>5</b> | Lámpara.                                           | <b>13</b> | Poste de funda para el trípode.      |
| <b>6</b> | Espejo                                             | <b>14</b> | Cuerpo.                              |
| <b>7</b> | Cable de tensión del RTD.                          | <b>15</b> | Prisma                               |
| <b>8</b> | Manómetro.                                         | <b>16</b> | Tuerca ventana                       |

**Fuente:** Autores

**1.4.2. Medidor de Punto de Rocío Para Aplicación en Laboratorio.** Este es un instrumento de naturaleza primaria para medir el contenido de agua para cualquier tipo de gas natural, y de hecho es utilizado para calibrar otros equipos que cumplen una función similar, y para verificar las respuestas de instrumentos electrónicos menos confiables. Cuenta con el visto bueno del Buro de Minas de Estados Unidos y cumple con la norma ASTM D11-95.

Es un equipo estático cuya principal función es analizar la temperatura a la cual se forma la primera gota de líquido en una muestra de gas, para determinar el punto de rocío para el agua. En la figura 3 se puede observar las principales partes que conforman el medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio: un trípode de aluminio (1), un cilindro de propano (2) como refrigerante al igual que una botella de CO<sub>2</sub> (3) para alcanzar temperaturas más bajas, dos termómetros graduados de -35°C a 50°C con una sensibilidad de 1° para controlar la temperatura del punto de rocío, un arreglo que permite de forma significativa mejorar, amplificar e iluminar la observación de la formación del punto de rocío.

**Figura 3.** Medidor de punto de rocío para aplicación en laboratorio.



**Fuente:** Autores

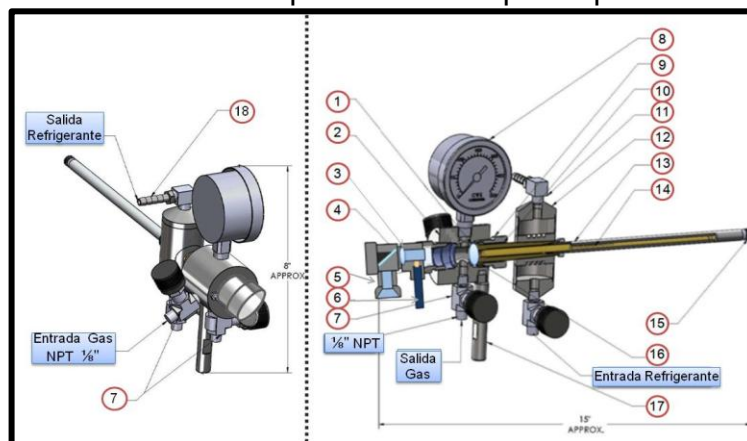
## Especificaciones Técnicas

|                                          |                                |
|------------------------------------------|--------------------------------|
| ✓ <b>Marca</b>                           | : Chandler Engineering.        |
| ✓ <b>Modelo</b>                          | : 13-100-C-N-060               |
| ✓ <b>Peso</b>                            | : 11 Kilogramos.               |
| ✓ <b>Tamaño</b>                          | : 14 x 18 x 16 in              |
| ✓ <b>Rango de Presión</b>                | : 0 - 3000psig (0 a 20.7mpa)   |
| ✓ <b>Temperatura Ambiente De Trabajo</b> | : -31°F a 122°F (-35°C a 50°C) |
| ✓ <b>Rango Punto De Rocío</b>            | : -31°F (-35°C) - Ambiente.    |
| ✓ <b>N° De Inventario</b>                | : 70537                        |

**Principio:** El medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio trabaja bajo el principio del espejo enfriado; funciona haciendo pasar el gas a evaluar por un compartimiento capaz de manejar hasta 3000 psig, en donde se encuentra un espejo que es enfriado por un refrigerante cuya tasa se controla por medio de una válvula, el espejo al recibir las moléculas de vapor de agua, las condensa y se torna opaco, reflejándose así el punto de rocío del vapor de agua

En la figura 4 se observa a detalle las partes que conforman el medidor del punto de rocío para aplicación en el laboratorio escribiendo cada uno de los nombres en la tabla 4.

**Figura 4.** Partes del medidor de punto de rocío para aplicación en laboratorio.



**Fuente:** Autores.

**Tabla 4.** Partes del medidor de punto de rocío para aplicación en laboratorio.

| ITEM     | DESCRIPCIÓN                        | ITEM      | DESCRIPCIÓN                      |
|----------|------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| <b>1</b> | Espejo                             | <b>10</b> | Manga aislante del espejo.       |
| <b>2</b> | Cuerpo.                            | <b>11</b> | Codo con salida para manguera    |
| <b>3</b> | Lente.                             | <b>12</b> | Cuerpo del enfriador regular..   |
| <b>4</b> | Arreglo amplificador e iluminador. | <b>13</b> | Adaptador para el termómetro.    |
| <b>5</b> | Visor.                             | <b>14</b> | Termómetro.                      |
| <b>6</b> | Iluminador.                        | <b>15</b> | Perilla de ajuste del termómetro |
| <b>7</b> | Válvulas de entrada-salida de gas. | <b>16</b> | Anillo aislante del espejo.      |
| <b>8</b> | Manómetro.                         | <b>17</b> | Poste de funda para el trípode.  |
| <b>9</b> | Tuerca contenedora del espejo.     | <b>18</b> | Adaptador para manguera.         |

**Fuente:** Autores.

**1.4.3. Calorímetro De Gas.** Suministrado por Cussons Technology el calorímetro de gas Boys P615 está diseñado a partir del aparato construido por Sir Charles Boys F.R.S. Este suministra un método simple y preciso para la determinación del poder calorífico de una amplia gama de combustibles gaseosos que van desde el gas de ciudad (400-600 BTU/SCF), gas natural y metano, butano y mezclas aire/propano, hasta mezclas de propano/etileno, acetileno (1200-3500 BTU/SCF).

En la figura 5 se pueden apreciar las principales partes que componen el calorímetro de gas como son: un calorímetro de gas Boys (1) que no registra directamente el poder calorífico, un gasómetro tipo Hyde (2) que permite conocer la cantidad de gas que se quema, un embudo de sobre flujo (3) que garantiza una circulación continua de agua, una válvula reguladora de flujo “cuadrante” (4) , un reductor de presión (5), y un recipiente graduado de 3 litros (6) para medir la cantidad de agua usada en la prueba y uno de 50 ml (7) para los condensados, un recipiente metálico (8) para contener una solución alcalina en donde reposará el serpentín del calorímetro cuando no se encuentra en uso.

**Figura 5.** Calorímetro de gas Boys P5615.



**Fuente:** Autores.

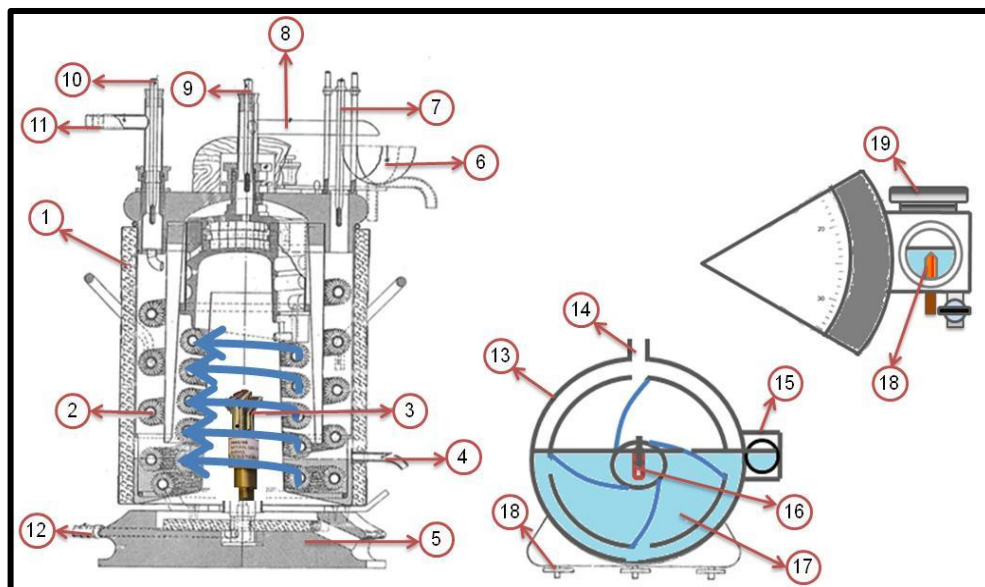
**Principio:** El calorímetro a usar está basado en el método de Sir Charles Boys, el cual consiste en quemar un combustible en una cámara de combustión, la cual se encuentra inmersa en un recipiente más grande, que está provisto de agua, en este recipiente se encuentran ubicados dos termómetros que miden el agua que entra al recipiente y la temperatura del agua en el recipiente, esto permite determinar el calor agregado por el combustible al agua.

### Especificaciones Técnicas

|                                          |                           |
|------------------------------------------|---------------------------|
| ✓ <b>Marca</b>                           | : Cussons Technology Ltd. |
| ✓ <b>Modelo</b>                          | : P5615.                  |
| ✓ <b>Peso:</b>                           | : 60 lb (27 Kg)           |
| ✓ <b>Tamaño</b>                          | : 24 x 20 x 22 in         |
| ✓ <b>Presión De Trabajo</b>              | : Atmosférica             |
| ✓ <b>Temperatura Ambiente De Trabajo</b> | : Ambiente (15-25°C).     |
| ✓ <b>Rango</b>                           | :400-3500 BTU/SCF         |

En la figura 6 se observa a detalle las partes que conforman el calorímetro de gas Boys escribiendo cada uno de los nombres en la tabla 5.

**Figura 6.** Partes del calorímetro de gas Boys P5615.



**Fuente:** Autores.

**Tabla 5.** Lista de partes del calorímetro de gas Boys P5615.

| ITEM      | DESCRIPCIÓN                   | ITEM      | DESCRIPCIÓN                       |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| <b>1</b>  | Calorímetro.                  | <b>11</b> | Entrada de agua.                  |
| <b>2</b>  | Serpentín.                    | <b>12</b> | Entrada de gas.                   |
| <b>3</b>  | Quemador.                     | <b>13</b> | Medidor de gas tipo Hyde.         |
| <b>4</b>  | Salida de condensados.        | <b>14</b> | Entrada de gas.                   |
| <b>5</b>  | Base del calorímetro.         | <b>15</b> | Caja de visión.                   |
| <b>6</b>  | Embudo de conversión.         | <b>16</b> | Salida de gas.                    |
| <b>7</b>  | Termómetro para gases escape. | <b>17</b> | Agua.                             |
| <b>8</b>  | Salida de agua.               | <b>18</b> | Pies ajustables.                  |
| <b>9</b>  | Termómetro agua de salida.    | <b>19</b> | Guía ajustable del nivel de agua. |
| <b>10</b> | Termómetro agua entrada.      | <b>20</b> | Tapa cromada de la caja de visión |

**Fuente:** Autores.

**1.4.4. Medidor Portátil de Humedad PM880.** Es un completo sistema versátil que está diseñado para tomar medidas in situ y determinar el punto de rocío de una manera rápida, fácil y práctica, junto con el contenido de agua ya sea en ppm o en lb/MMSCF de una corriente de gas presente en una línea de flujo ya sea de transporte o de tratamiento. Con unas 20 horas en promedio de autonomía que le

ofrece su batería recargable y el bajo peso de sus componentes puede ser manipulado fácilmente en campo y su interface gráfica que se puede visualizar en una gran pantalla LCD es muy amigable con el usuario.

Se puede apreciar en la figura 7 los principales accesorios que conforman el medidor portátil de humedad como son: Una maleta (1) que permite un fácil transporte, una manguera trenzada de acero inoxidable (2) para conectar el sistema de muestreo con la línea para la fuente de gas, una batería de NI-MH recargable (3) con su respectivo cargador (4), un adaptador de puerto infrarrojo (5) para conectar y transferir datos al PC, un sistema de muestreo (6) que acondiciona la corriente de gas para que la sonda tipo TF (7) pueda de una manera correcta medir el contenido de humedad y opcionalmente la presión y la temperatura, y el PM880 (8) que permite interpretar y visualizar el punto de rocío y el contenido de humedad ya sea en ppm en volumen y en peso o en Lb/MMSCF en una pantalla LCD de 240 x 200 pixeles con una gran capacidad de memoria que le permite registrar hasta 100000 datos de humedad.

**Figura 7.** Medidor portátil de humedad PM880.



**Fuente:** Autores.

**Principio:** El gas entra en contacto con una sonda de humedad de óxido de aluminio en el sistema de muestreo, la cual es monitoreada por el sistema patentado de GE Sensing hygrometers que utiliza una serie de correlaciones para calcular el punto de rocío in situ.

### Especificaciones Técnicas:

|                                          |                                    |
|------------------------------------------|------------------------------------|
| ✓ <b>Marca</b>                           | : General Electric Company Sensing |
| ✓ <b>Modelo</b>                          | : PM 880.                          |
| ✓ <b>Peso: PM 880</b>                    | : 2.5 lb (1.13 Kg).                |
| ✓ <b>Sistema de muestreo</b>             | : 4 lb (1.8 Kg).                   |
| ✓ <b>Tamaño</b>                          | : 9.4 x 5.5 x 1.5 in.              |
| ✓ <b>Rango de Presión</b>                | : 0 - 3000psig (0 a 20.7mpa).      |
| ✓ <b>Temperatura Ambiente De Trabajo</b> | : 14 a 122°F (-10°C a 50°C)        |
| ✓ <b>Potencia Requerida</b>              | : 120 o 230 V, 50/60 Hz.           |
| ✓ <b>Rango Punto De Rocío</b>            | :-166 a 68°F (-110 a 20°C).        |
| ✓ <b>N° De Inventario</b>                | : 69056                            |

En la figura 8 se observa a detalle las partes que conforman el medidor portátil de humedad escribiendo cada uno de los nombres en la tabla 6.

**Figura 8.** Partes del medidor portátil de humedad PM880.



**Fuente:** Autores.

**Tabla 6.** Lista de partes del medidor portátil de humedad PM880.

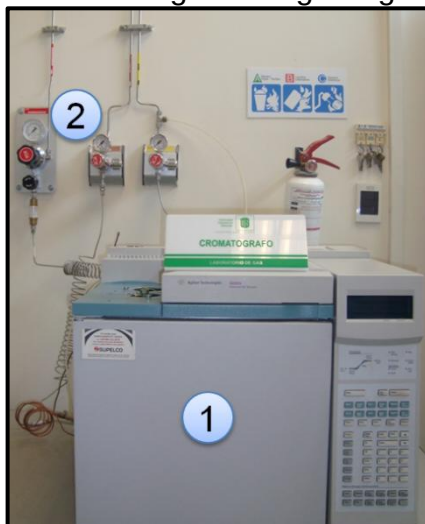
| ITEM     | DESCRIPCIÓN                      | ITEM      | DESCRIPCIÓN                         |
|----------|----------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| <b>1</b> | Higrómetro PM880.                | <b>8</b>  | Válvula del filtro de coalescencia. |
| <b>2</b> | Pantalla LCD 240 x 200 pixeles.  | <b>9</b>  | Válvula de salida de gas.           |
| <b>3</b> | Carcasa protectora.              | <b>10</b> | Manómetro.                          |
| <b>4</b> | Teclado.                         | <b>11</b> | Conexión para la sonda.             |
| <b>5</b> | Conexión para cable de la sonda. | <b>12</b> | Sonda de humedad tipo TF..          |
| <b>6</b> | Puerto infrarrojo.               | <b>13</b> | Carcasa de acero protectora.        |
| <b>7</b> | Válvulas de entrada de gas.      | <b>14</b> | Sensor de óxido de aluminio.        |

**Fuente:** Autores.

**1.4.5. Cromatógrafo de gas Agilent 6890.** Es un equipo cuya función principal es la determinar e individualizar la mayor cantidad de compuestos gaseosos en este caso hidrocarburos, contenidos dentro de una pequeña muestra, para llegar a decir con certeza en qué proporción se encuentran (concentración) y establecer su composición.

En la figura 9 se puede apreciar las partes principales partes del cromatógrafo de gas como son el horno (1) donde va la columna cromatográfica, el inyector o vaporizador para la muestra de gas, el gas de arrastre con su respectivo regulador de presión (2).

**Figura 9.** Cromatógrafo de gas Agilent 6890



**Fuente:** Autores.

**Principio:** La separación de una mezcla compleja de compuestos, en sus componentes individuales o puros, con el objeto de identificarlos y establecer la concentración de cada uno de ellos. La separación ocurre debido a las diferencias de las velocidades de migración (afinidad) de cada uno de los componentes de una mezcla a través de una fase estacionaria, que posee una superficie de exposición muy grande, sobre la cual los componentes son arrastrados o

transportados gracias al empuje dado por una fase móvil o gas de arrastre (gas carrier), el cual fluye continuamente a través de la columna.

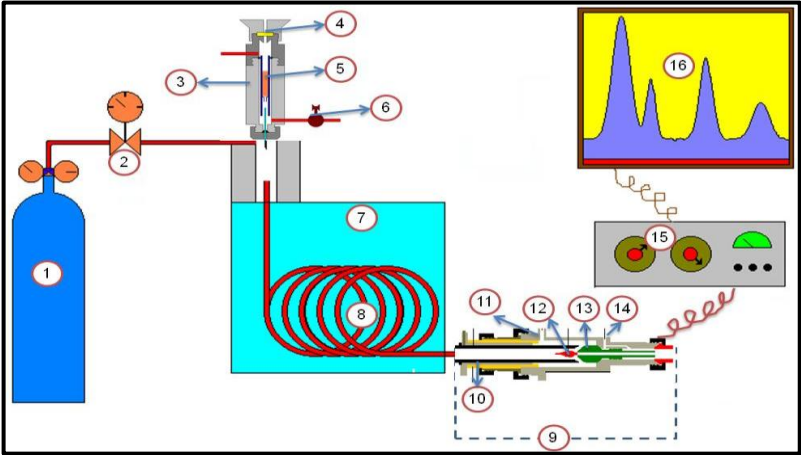
### Especificaciones Técnicas

|                                          |                         |
|------------------------------------------|-------------------------|
| ✓ <b>Marca</b>                           | : Agilent technologies. |
| ✓ <b>Modelo</b>                          | : 6890N.                |
| ✓ <b>Tamaño</b>                          | : 50 x 58 x 54 cm       |
| ✓ <b>Voltaje</b>                         | : +/- 5 del nominal.    |
| ✓ <b>Presión Ambiente De Trabajo</b>     | : Atmosférica           |
| ✓ <b>Temperatura Ambiente De Trabajo</b> | : Ambiente (15-35°C).   |
| ✓ <b>Rango</b>                           | : C14+                  |

De una forma general, el cromatógrafo de gas funciona de la siguiente forma (figura 10): Un gas inerte (1) fluye en forma continua desde un cilindro de gas a través del inyector (3), la columna (8) y el detector (9). La velocidad de flujo del gas carrier se controla para asegurar tiempos de retención reproducibles y minimizar las variaciones y ruidos en el detector. La muestra se inyecta (normalmente con una micro jeringa) en el inyector que se encuentra a alta temperatura donde se vaporiza y es transportada a la columna, en general de 15 a 30 m de largo, cubierta en la parte interior por un film de un líquido de alto punto de ebullición (la fase estacionaria). La muestra se reparte entre la fase móvil y la estacionaria de modo de que los componentes individuales se separen en base a su solubilidad relativa en la fase líquida y sus presiones de vapor relativas. Luego de la columna, el gas carrier y la muestra pasan a través de un detector, que mide la cantidad de cada componente generando una señal eléctrica. Esta señal se transmite a un sistema de registro de integración (15), que genera un cromatograma (16) o análisis del registro. En la mayor parte de los casos, el sistema integra automáticamente el área de cada pico, realiza los cálculos e imprime un reporte con los resultados cuantitativos y tiempos de retención.

En la figura 10 se observa a detalle las partes que conforman el Cromatógrafo escribiendo cada uno de los nombres en la tabla 7.

**Figura 10.** Sistema cromatográfico.



**Fuente:** Autores

**Tabla 7.** Partes del sistema cromatográfico.

| ITEM     | DESCRIPCIÓN                       | ITEM      | DESCRIPCIÓN                      |
|----------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| <b>1</b> | Cilindro de gas inerte.           | <b>9</b>  | Detector de ionización de llama. |
| <b>2</b> | Regulador de presión y volumen.   | <b>10</b> | Colector.                        |
| <b>3</b> | Sistema inyección capilar Split.  | <b>11</b> | Entrada de aire.                 |
| <b>4</b> | Septa.                            | <b>12</b> | Llama de aire e hidrogeno.       |
| <b>5</b> | Liner (miturador).                | <b>13</b> | Quemador jet.                    |
| <b>6</b> | Válvula de purga gas de arrastre. | <b>14</b> | Entrada de hidrogeno.            |
| <b>7</b> | Horno de la columna.              | <b>15</b> | PC para tratamiento de señal.    |
| <b>8</b> | Columna cromatográfica.           |           |                                  |

**Fuente:** Autores.

## 2. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Los laboratorios en general se rigen bajo la Norma Técnica NTC-ISO/IEC 17025 “*Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*”, la cual se complementa con la NTC-ISO 9000:2000 “*Sistema de gestión de calidad. Fundamentos y vocabulario*” y por la NTC-ISO 9001:2000 “*Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*”. Integrando los principios de gestión para sus actividades administrativas y técnicas.

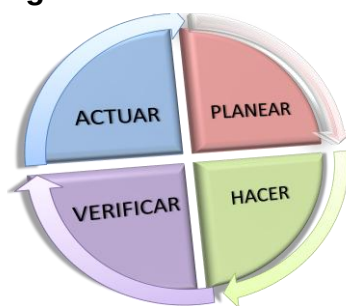
En estas norma se integran los principios de gestión como: liderazgo, participación del personal, enfoque basado en los procesos, toma de decisiones y relaciones humanas del personal que labora en el laboratorio.

### 2.1. GENERALIDADES SISTEMA GESTIÓN DE CALIDAD

Es el conjunto de actividades y funciones orientadas a cumplir con la calidad del laboratorio. El diseño y la implementación del SGC están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares y por la estructura organizacional.

En la norma ISO 9000 se emplea el ciclo de Deming o PDCA (figura 11) que consiste en:

**Figura 11.** Ciclo PDCA.



**Fuente:** Autores

Para definir cada uno de estos elementos se establecen unas políticas y objetivos de calidad, dando claridad a las actividades del personal del laboratorio a la hora de dirigir y contralar la organización de este, siendo de forma eficiente y eficaz la utilización de todos sus recursos.

Se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Planeación: está orientada a la elaboración de los objetivos y especificaciones de los procesos y los recursos.
- Control: orientada al cumplimiento de los requisitos.
- Aseguramiento: generar confianza en que se cumplirán los requisitos.
- Mejora: aumentar la capacidad para cumplir con los requisitos.

Cada uno de estos parámetros del Sistema de Gestión de Calidad busca la satisfacción del cliente, mejorar la competitividad del laboratorio y darle un alto grado de confiabilidad al laboratorio.

## **2.2. PRINCIPIO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**

Con el fin de que las organizaciones sean dirigidas de forma clara y ordenada es necesario que este dirigida y controlada de forma honesta y transparente; para poder lograr esto se debe verificar que el sistema de gestión que se aplica este satisfaciendo las necesidades de las partes interesadas y que este desempeñándose con los últimos parámetros establecidos por la ley.

Con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en su desempeño se han generado ocho principios de gestión de calidad siendo estos la base de la norma:

- **Enfoque al Cliente:** La organización depende de los clientes por lo cual debe garantizar su satisfacción en los requerimientos solicitados esforzándose por mejorar las expectativas a corto y largo plazo.
- **Liderazgo:** Los líderes de la organización deben crear y mantener un ambiente interno en el que el personal esté involucrado en el cumplimiento de los objetivos trazados por la organización.
- **Participación del personal:** Son la base y esencia de la organización por lo cual su compromiso y sentido de pertenencia deben ser dirigidos hacia el mejoramiento y el alcance de los objetivos de la organización.
- **Enfoque basado en Procesos:** Para poder alcanzar de forma satisfactoria y eficiente un resultado toda actividad que se realice debe de estar basadas o gestionadas como un proceso.
- **Enfoque de sistema para la Gestión:** Con el fin de cumplir satisfactoriamente cada uno de los objetivos de la organización se busca generar un sistema de procesos y así obtener mejores resultados.
- **Mejora continua:** La organización debe tener como objetivo primordial el de mejorar constantemente dándole competitividad y confiabilidad a sus prácticas.
- **Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** La organización analiza los datos obtenidos y basado en ellos toma las decisiones pertinentes de forma eficaz y objetiva.
- **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** La organización como los proveedores tienen una relación interdependiente y una buena relación mejora las oportunidades de que ambos se beneficien.

### **2.3. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Las normas ISO 9000, ISO 9001, ISO 1725 tienen aplicación en:

- Organizaciones que deseen tener ventajas en la implementación del SGC.
- Organizaciones que buscan confianza con los proveedores y clientes donde los requisitos para los productos y resultados serán satisfactorios.
- Todos los que de forma directa o indirecta asesoran y forman al personal sobre el adecuado sistema de gestión de calidad que requiere dicha organización.

### **2.4. ENFOQUE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**

Ya que es una entidad dedicada al préstamo de un servicio, que busca la satisfacción del cliente en el sector público como privado el sistema de gestión de calidad ayuda a que la organización aumente la satisfacción del cliente.

Para implementar un sistema de gestión de calidad se debe tener en cuenta las siguientes etapas:

- Determinar las necesidades y expectativas de los clientes y de otras partes interesadas.
- Establecer la política y objetivos de calidad de la organización.
- Determinar los procesos y la responsabilidad necesarios para el logro de los parámetros del sistema de calidad.
- Determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los parámetros del sistema de calidad.
- Establecer los métodos de medición para la eficiencia y la calidad de los procesos realizados en la organización.

- Aplicar los métodos establecidos para determinar la eficacia y eficiencia de cada proceso.
- Determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas.
- Establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de calidad.

## **2.5. DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**

La elaboración de un documento permite la comunicación del propósito y coherencia de las acciones que realice la organización estructurado según la figura 12. Su utilización contribuye a:

- Lograr una conformidad con los requisitos del cliente
- Mejora de la calidad.
- Proveer una formación al personal adecuada
- Evaluar la eficacia y adecuada continuidad del sistema de gestión de calidad.

**Figura 12.** Estructura de la Documentación.



**Fuente:** Autores

**2.5.1. Manual De Calidad.** Para una organización el manual de calidad es el documento donde se encuentran especificadas la misión, visión de la organización, la política y objetivos de calidad que siempre deben estar dirigidos al cumplimiento de todos los parámetros establecidos.<sup>1</sup>

En el manual de calidad también debe tener incluido:

- El alcance del Sistema de Gestión de Calidad, incluyendo todos los requisitos y detalles de la organización.
- El objetivo por el cual se realiza el documento.
- Descripción del laboratorio.
- Referencias a los procedimientos documentados.

Este manual se elaboro durante la instalación de los equipos del laboratorio de gas con la finalidad de verificar que cada parámetro que se establecía en el manual se cumpliera a cabalidad, teniendo posteriormente definido el alcance del laboratorio y su respectivo manual de procedimientos.

**Política de Calidad:** Basados en la Norma NTC ISO 9001 es creada por las altas directivas de la organización con el fin de proporcionar un eje de referencia a la hora de dirigirla, debe cumplir con los siguientes parámetros:

***“Alcanzar el mejor nivel hacia la prestación de servicios y garantizar los resultados de la pruebas y ensayos realizados en el laboratorio, cumpliendo con las exigencias de calidad por la industria y con la misión y objetivos establecidos previamente en el Laboratorio de Gas de la Universidad Industrial de Santander”.***

---

<sup>1</sup> Anexo 1 Manual de Calidad M001

**Objetivos de la Calidad.** Las directivas del laboratorio deben asegurarse de que los objetivos de la calidad, sean establecidos en las funciones y niveles pertinentes dentro de la organización. Estos objetivos se establecen bajo los parámetros de la política de calidad.

Los objetivos de calidad del Laboratorio de Gas son los siguientes:

- ✓ Servir como práctica de las pruebas de laboratorio requeridas por la industria para los estudiantes de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander.
- ✓ Satisfacer las necesidades de los clientes.
- ✓ Actualizar regularmente la documentación correspondiente al sistema de calidad.
- ✓ Llevar un control sobre los recursos utilizados del laboratorio y poder controlar de forma satisfactoria su utilización.

**2.5.2. Manual De Procedimientos.** Con este manual se busca controlar todos los documentos que necesita y maneja el Laboratorio de Gas. Este manual contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad administrativa, y las actividades que deben seguirse en el funcionamiento de las funciones y pruebas del laboratorio.

Cada actividad administrativa y técnica tiene establecido su formato con el fin de estandarizar la documentación.<sup>2</sup> Estructurado por capítulos.

**Capítulo 1.** Se encuentran los procedimientos de control de registros de calidad, selección y compra de suministros, clasificación y evaluación de proveedores, revisión por la dirección, control de documentos, no conformidades, y se desarrolla cada hoja de vida de cada equipo disponible en el laboratorio.

---

<sup>2</sup> Aneo 2 Manual de Procedimientos M002

**Capítulo 2.** Se encuentran los procedimientos técnicos generales para evaluar la conformidad en el laboratorio, como Recepción, identificación y manejo de muestras, verificación de resultados, validación de métodos.

**Capítulo 3.** Se encuentran los procedimientos técnicos de ensayo, son los utilizados para realizar las pruebas y satisfacer al cliente.

**Capítulo 4.** Se encuentran los procedimientos técnicos de operación de equipos, en el que se especifica el debido manejo y operación de los equipos para evitar resultados erróneos en las pruebas y el deterioro de los mismos.

**Capítulo 5.** Muestra una lista de normas que ayudan a la orientación y desarrollo de los métodos utilizados en el laboratorio.

**Capítulo 6.** Se encuentra todo tipo de formato utilizado para el cuidado del laboratorio, formatos de calibración, formatos de pruebas y formatos de gestión.

**2.5.3. Manual De Funciones.** En este manual se encuentra el conjunto de normas y tareas desarrolladas por cada uno de los funcionarios en sus actividades cotidianas. Ofrece un apoyo en la gestión del recurso humano para la selección del personal elegido para cada cargo teniendo como juicio de selección la incidencia de su labor en la calidad de los servicios ofrecidos.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Anexo 3 Manual de Funciones M003

### **3. ASPECTOS GENERALES DEL LABORATORIO**

El laboratorio de gas se crea con el fin de que los estudiantes de pregrado y posgrado puedan afianzar sus conocimientos en el área del gas. El laboratorio fue instalado en la ciudad de Piedecuesta, en la Universidad Industrial de Santander sede Guatiguará. (Ver M002 Anexo1). Plano físico del laboratorio de Gas.

#### **3.1. ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS**

Para el año de 1954, la industria del Petróleo Colombiano, encuentra en la Universidad Industrial de Santander una respuesta a sus necesidades de capacitación y formación de mano de obra calificada, puesto que esta empresa auspició la creación de la Facultad de Petróleos en nuestra alma máter, con miras a preparar su propio personal especializado, bajo el Acuerdo N° 34 emanado del Consejo Directivo. Su Decano inicial fue el Dr. Juan Francisco Villarreal quien dedicó toda su capacidad orientadora para hacer de ésta facultad una de las mejores de su género.

Sus primeros profesores fueron contratados por la Empresa Colombiana de Petróleos y se mantuvieron en su nómina durante varios años, hasta que se hizo posible el montaje de los laboratorios de Refinación, Producción y Geología, creando Ingenieros con una visión clara y objetiva de cada una de las diferentes ramas de la industria, además de planear su operación eficiente, buscando la optimización de recursos económicos, sin olvidar el recurso humano y la ética.

**3.1.1. Misión De La Escuela De Ingeniería De Petróleos.** Formar, dentro del espacio brindado por la academia y la investigación, profesionales con gran capacidad humana, científica y de gestión, que contribuyan a solucionar los problemas técnicos y conceptuales de la industria de hidrocarburos, en armonía con el ecosistema, además de la responsabilidad ética y social.

Con base en la realización de la misión, la Escuela de Ingeniería de Petróleos define los siguientes propósitos misionales:

- Capacitar al estudiante en los conocimientos básicos de la exploración y suficientes de la explotación de hidrocarburos tanto técnica como económicamente.
- Permitirle al estudiante de pregrado la profundización voluntaria en áreas como yacimientos, producción, perforación, completamiento, gas o simulación.
- Proporcionar al estudiante conocimientos en relación con los fundamentos físicos y matemáticos que le han de servir como herramienta para un mejor desarrollo de sus estudios profesionales.
- Brindar al estudiante oportunidades teórico – prácticas para que adquiera los conocimientos y desarrolle la práctica suficiente para proponer y ejecutar soluciones técnicas concernientes a la industria petrolera.
- Incorporar al individuo en la comunidad, relacionándolo con las necesidades de la sociedad en aspectos industriales, comerciales, ambientales y energéticos.

Implementar la formación de los profesionales que laboran en la Industria Petrolera, con postgrados y diplomados en las áreas que las necesidades del país lo exijan y la escuela pueda soportar con calidad académica y científica.

**3.1.2. Visión de la Escuela de Ingeniería de Petróleos.** La Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander busca consolidarse como líder en el contexto nacional y una de las de mayor trascendencia internacional, propiciando el mejoramiento continuo de la calidad mediante la implementación de contenidos actualizados en el plan de estudio de nuestros programas, para formar aptitudes técnicas, científicas, sociales, ecológicas y humanísticas en nuestros educandos a nivel de pregrado y posgrado.

### **3.2. MISIÓN DEL LABORATORIO**

El Laboratorio de Gas de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito compaginar las actividades académicas y comerciales de la escuela de Ingeniería de Petróleos contando con personal calificado y con sentido de pertenencia que contribuya a la solución de problemas técnicos y conceptuales en la industria bajo los estándares reglamentarios con el fin de prestar servicios en el análisis del gas.

### **3.3. VISIÓN DEL LABORATORIO**

El Laboratorio de Gas de la Universidad Industrial de Santander busca ser reconocido a nivel nacional mediante el mejoramiento de la calidad basadas en las normas que rigen la acreditación de los laboratorios, implementando nuevas tecnologías y mejorando su prestación de servicios técnicos.

### **3.4. POLÍTICA DEL LABORATORIO**

El Laboratorio De Gas de la Universidad Industrial de Santander busca alcanzar el mejor nivel hacia la prestación de servicios y garantizar los resultados de las pruebas y ensayos realizados en el laboratorio, cumpliendo con las exigencias de calidad por la industria satisfaciendo las necesidades de sus clientes mediante el mejoramiento continuo de la norma ISO/IEC 17025. El personal del laboratorio se encuentra capacitado para cumplir con las normas de calidad de servicio, implementar las mejoras necesarias de forma continua y así tener un mejor desempeño profesional. El laboratorio de gas medirá propiedades que definen la calidad del gas establecidas en el RUT (Reglamento Único De Transporte) como el punto de rocío y cricondenterma del gas natural, poder calorífico, análisis composicional por cromatografía de gases, contenido de humedad o vapor de agua en el gas natural y contenido de sólidos en el gas natural.

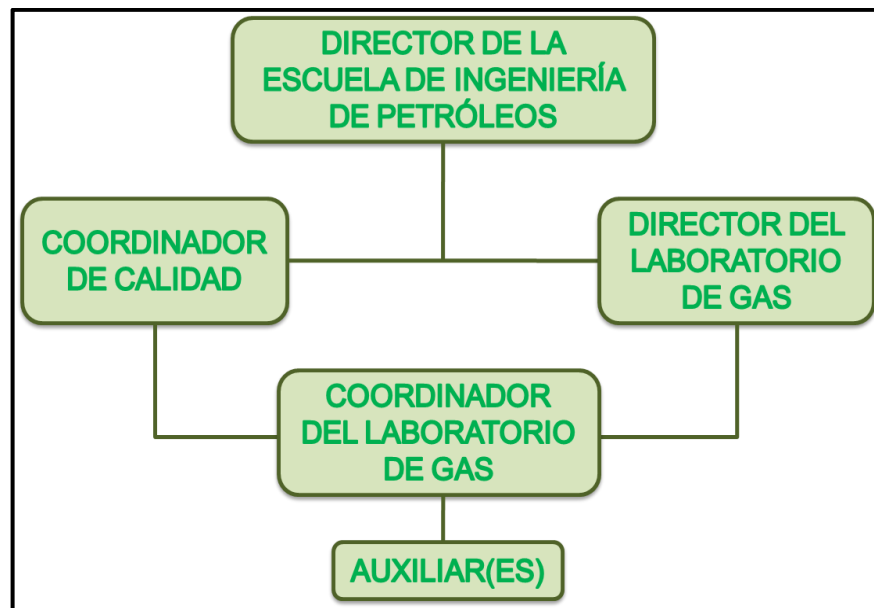
### 3.5. OBJETIVOS GENERALES DEL LABORATORIO

- ✓ Mejorar el nivel humano, técnico y organizacional del laboratorio.
- ✓ Actualizar regularmente la documentación correspondiente al sistema de calidad.
- ✓ Desarrollar e implementar programas de capacitación para el personal.
- ✓ Mantener en óptimas condiciones los equipos y elementos del laboratorio.

### 3.6. ORGANIGRAMA DEL LABORATORIO DE GAS

El laboratorio de gas tiene un organigrama preestablecido para su funcionamiento mostrado en la figura 13.

**Figura 13.** Organigrama del Laboratorio de Gas.



Fuente: **Autores**

### **3.7. PRUEBAS DEL LABORATORIO DE GAS**

Para dar un eficaz y correcto cumplimiento a las disposiciones de la CREG (comisión de regulación eléctrica y gas), establecidas en el RUT de tal forma que se le dé una evaluación adecuada a cada una de las propiedades que definen la calidad del gas natural que se comercializa, es necesaria la ejecución de ciertas pruebas de laboratorio.

**3.7.1. Medición Del Punto De Rocío.** Dentro de la caracterización de una muestra de gas, el análisis del punto de rocío cobra gran relevancia, ya que por medio de esta prueba de laboratorio se determina la temperatura a la cual se forma la primera gota de agua en una muestra de gas representativa, cuyo reporte advierte al productor de gas para que tome los correctivos necesarios con el fin de evitar problemas como formación de ácidos e hidratos, incluso de posibles explosiones por ejemplo un bache de agua en un caldera.

Para la prueba se debe emplear en lo posible el Medidor De Punto De Rocío Para Aplicación en el Laboratorio, también se puede emplear el Medidor De Punto De Rocío Para Hidrocarburos, siempre y cuando se tenga en cuenta sus correspondientes procedimientos técnicos tanto de operación como de ensayo presentes en el manual de procedimientos. La prueba se encuentra enmarcada dentro de la norma ASTM D 1142-95 (re aprobada en 2006) y GPA 2140 las cuales presentan el método estándar para la determinación del contenido de humedad por medio del cálculo de la temperatura de rocío.

Antes de estudiar el método o sensor que permite hallar la humedad o contenido de vapor de agua, del medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio conviene definir y aclarar algunos conceptos, cuyos significados pueden estar desorientados, en vista que existen acepciones populares que distan del significado científico real. Por ello a continuación se entrega una lista con la terminología que será empleada en el presente documento.

**Contenido de humedad o vapor de agua en el gas natural:** La humedad es un fenómeno natural, que se presenta a nivel molecular y es básicamente la cantidad de moléculas de agua presentes que saturan el gas en una línea o gasoducto. La máxima presión del vapor de agua en el gas, se llama presión de saturación y depende de la temperatura de la mezcla. En las operaciones de las facilidades de superficie se combinan factores tales como presión de operación, temperatura del suelo, variación de presión, temperatura ambiente que determina la variación del contenido del vapor de agua del gas.

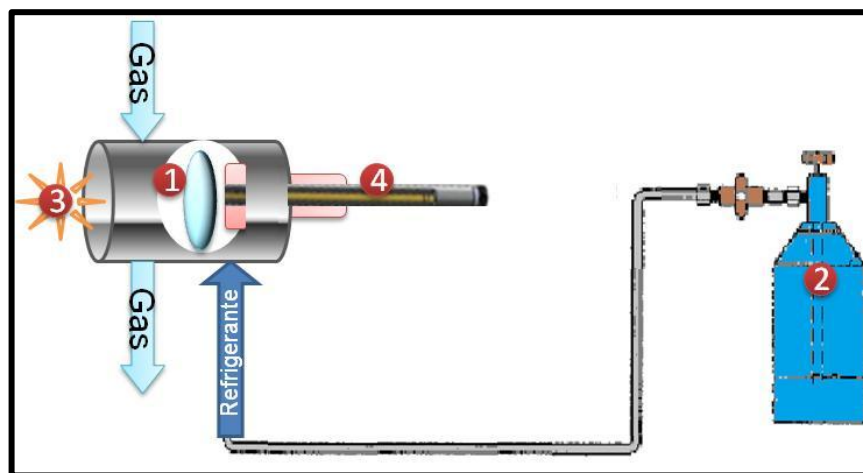
**Higrometría o Psicrometría.** Se refiere al estudio y medición de la cantidad de agua presente en una mezcla de sustancias, ya sea sólida o gaseosa.

**Higrómetro o Psicrómetro.** Dispositivo capaz de medir la humedad.

**Temperatura de bulbo seco.** Es la temperatura que tiene la mezcla (con vapor de agua), y generalmente es medida por un termómetro.

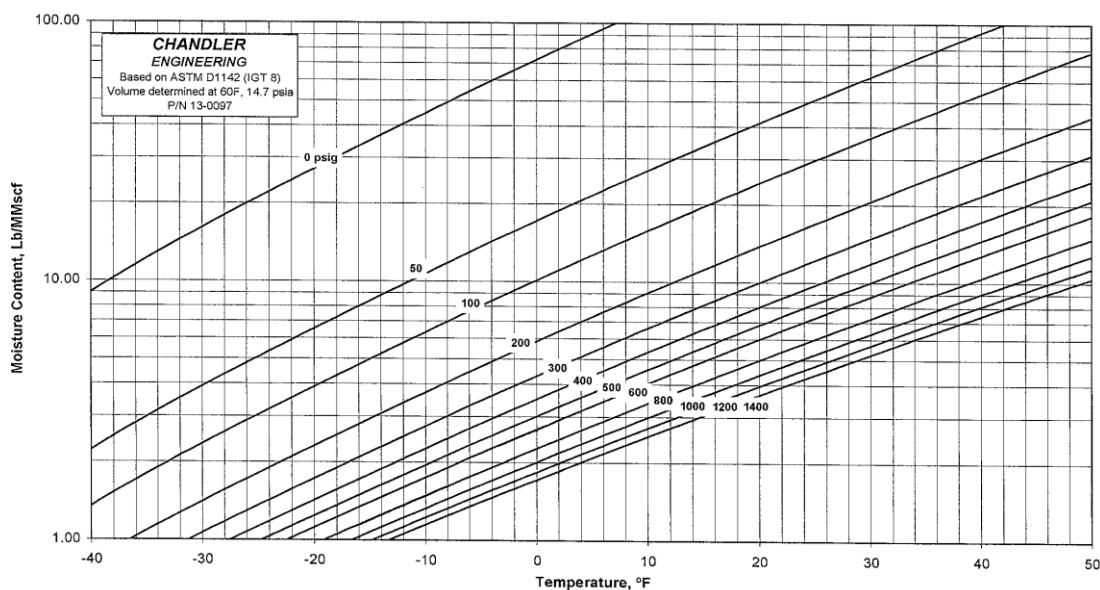
**Método del espejo.** Este método se basa en la utilización de sensores de condensación, a través del cual se halla el punto de rocío de la muestra. Para medir esta variable se emplea un dispositivo como el que se ilustra en la figura 14. Se hace circular la mezcla gaseosa por una cámara provista en su interior de un espejo (1) el cual puede ser enfriado o calentado por un equipo de refrigeración (2), controlando la tasa de circulación, con la finalidad de poder lograr que el vapor se condense en el espejo o el agua se evapore de él. Además se cuenta con una fuente luminosa (3) que permite una mejor visualización, en resumen es un lazo cerrado de control que logra temperar la superficie del espejo hasta llegar al punto de rocío, basta medir el valor de la temperatura superficial que se hace con un termómetro (4) y acudir, a la figura 15 con la temperatura y presión del punto de rocío para obtener el contenido de humedad.

**Figura 14.** Esquema del sensor de condensación del medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio.



**Fuente:** Autores

**Figura 15.** Contenido de humedad del Gas Natural como función de la presión y temperatura.



**Fuente:** Manual de operación medidor de punto de rocío de Chandler Engineering.

En la figura 16 se puede apreciar la corrida típica de un punto de rocío que se utiliza como punto de referencia para tener una lectura más clara y precisa durante la realización de la prueba.

**Figura 16.** Formación típica del Punto de rocío



**Fuente:** CVS Controls Ltd, Dew Pt Tester June2010

La realización de la prueba transcurre a condiciones ambientales de presión y temperatura propias del laboratorio de gas.<sup>4</sup>

**3.7.2. Medición Del Contenido De Humedad Usando El Medidor Portátil De Humedad PM880 Para Aplicación En Campo.** El laboratorio de gas está concebido como una entidad capaz de prestar sus servicios no solo para la academia sino también a la industria, en la cual hallar el contenido de humedad en una línea de gas directamente en el campo representa una ventaja ya que el

<sup>4</sup> Ver Manual de procedimientos PTE-02 el procedimiento completo de la prueba.

resultado y la interpretación son instantáneos sin ocasionar mayores interrupciones, cambios e inconvenientes en la operación cotidiana; es así como esta prueba cobra un carácter importante dentro del laboratorio de gas.

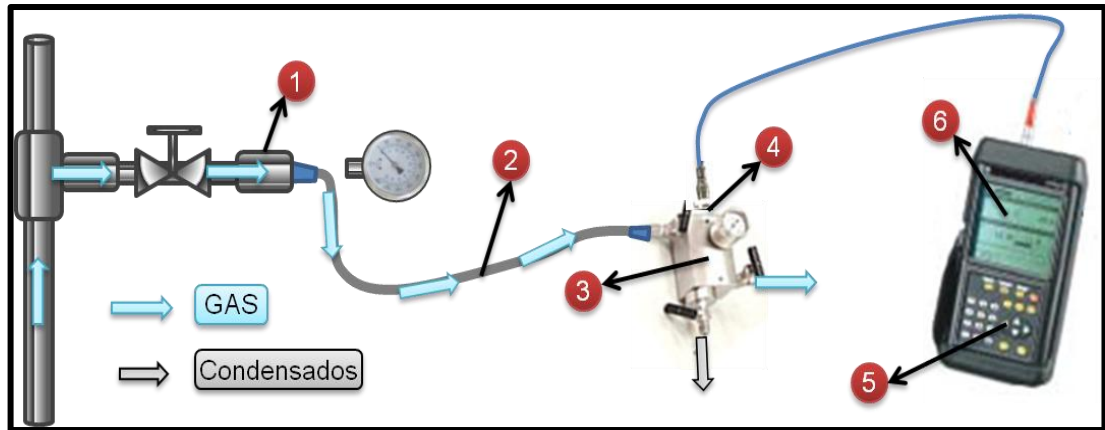
Básicamente la prueba busca determinar el contenido de humedad de una corriente de gas presente en una línea ya sea de tratamiento o de transporte, directamente en el campo empleando el medidor portátil PM880. En general se deben evitar las grandes longitudes de conexión, los materiales corrosivos, presiones por encima de 3000psig y se debe asegurar que la temperatura este por lo menos 10° por encima de la temperatura de punto de rocío; el rango de temperatura para la prueba es bastante amplio (-58 a 149°F) lo que permite un mayor campo de acción favoreciendo la atención que puede ofrecer el laboratorio.

En la figura 17 se puede apreciar el esquema básico a la hora de correr la prueba, el gas se toma de una conexión fuente (1), y pasa a través de la manguera trenzada de acero inoxidable (2) hasta llegar al sistema de muestreo (3), en el cual una sensor de óxido de aluminio o sonda de humedad (4) le transmitirá una señal al PM880 (5) que depende del contenido de agua en fase vapor en el gas que circula por ella, el PM880 interpreta estas señales para mostrar en una pantalla (6) el contenido de humedad en las unidades que se prefieran, también reporta el punto de rocío la presión y temperatura a la cual se presenta. La realización de la prueba transcurre a condiciones ambientales de presión y temperatura propias del un campo o lugar donde se corra.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Ver Manual de procedimientos PTE-06 el procedimiento completo de la prueba.

**Figura 17** Arreglo típico de una prueba de humedad con el medidor portátil PM880



**Fuente:** Autores

**3.7.3. Medición Del Punto De Rocío de Hidrocarburos.** Consiste en una prueba de laboratorio en la cual se determina la temperatura a la cual se forma la primera gota de hidrocarburo en una muestra de gas representativa, para lo cual se empleara el Medidor Digital De Punto De Rocío Para Hidrocarburos, también se puede emplear el Medidor De Punto De Rocío Para Aplicación El Laboratorio; siempre y cuando se tenga en cuenta sus correspondientes procedimientos técnicos tanto de operación como de ensayo presentes en el manual de procedimientos.

**Punto de rocío de hidrocarburo:** Para una mezcla gaseosas, es la temperatura a la cual aparece la primera gota de hidrocarburo por causa de un descenso en la temperatura que ocurre a presión constante. La experiencia dice que esto no es una definición práctica. Una definición de trabajo es la temperatura a la cual los hidrocarburos que primero se condensan, comienzan a formar un depósito visible sobre una superficie, cuando el gas es enfriado a una presión constante. Esto se complica por la naturaleza de gas natural en sí, ya que no puede ser descrito por un nombre químico y de hecho tiene muchas fracciones tanto de compuestos

hidrocarburos como químicos; pero una cosa que es consistente es que los componentes más pesados se condensaran en primer lugar.

Al igual que el medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio, el medidor digital de punto de rocío para hidrocarburos, también utiliza el Método Del Espejo Enfriado, reduciendo gradualmente la temperatura a una presión constante (la de la muestra); logrando así la condensación de las moléculas de vapor de hidrocarburos que se encuentran saturando la corriente de gas en el espejo, con la diferencia que en esta prueba de detección este punto de rocío de los hidrocarburos aparece, como una mancha o tinte turbio de ligero color azul. El primer color aparece como un contorno circular concéntrico claramente definido de color azul, castaño o rojo, que comienza en el centro del espejo, en un estrecho margen de temperatura. Esta variedad de colores indica contaminación con aceite o similares. Un tinte castaño generalmente es indicativo de glicol o un contaminante similar. Para facilitar la identificación o análisis del punto de rocío de hidrocarburo en las figuras 18 y 19 se aprecia la forma típica del punto de rocío usando propano y gasolina respectivamente.

**Figura 18.** Punto de rocío de hidrocarburo usando propano.



**Fuente:** CVS Controls Ltd, Dew Pt Tester June2010

**Figura 19.** Punto de rocío de hidrocarburo usando gasolina.



**Fuente:** CVS Controls Ltd, Dew Pt Tester June2010

La prueba se corre a condiciones ambientales de presión y temperatura propias del laboratorio de gas.<sup>6</sup>

**3.7.4. Medición del Poder Calorífico.** Es una prueba del laboratorio de gas cuyo objetivo principal es determinar el poder calorífico de una muestra de gas, utilizando el calorímetro de gas Boys de Cussons Technology.

El poder calorífico se asocia con la energía que pueda suministrar el gas al someterse al proceso de combustión. El poder calorífico mínimo se establece con el fin de satisfacer los requerimientos energéticos del consumidor a un costo comercialmente aceptable. Por ello se hace indispensable una determinación exacta del contenido de Btu en el gas. De otra parte, es importante tener en cuenta que los costos de los combustibles intervienen en un alto porcentaje en los costos de producción de las diferentes industrias donde un energético es utilizado y la determinación de la energía del gas natural se está convirtiendo en parte integral del negocio de transmisión y distribución en el mercado actual. La mayoría de los contratos de compraventa de gas están en términos de MM Btu en lugar de volumen de gas.

**Poder Calorífico Bruto.** Es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión donde todos los productos de combustión son enfriados a 60° F y el agua producto de la reacción ha sido condensada.

**Poder Calorífico neto.** Es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión pero el agua que se forma en la combustión permanece en la fase vapor. La diferencia entre calor bruto y neto es el calor latente de condensación del agua producida en el proceso de combustión.

---

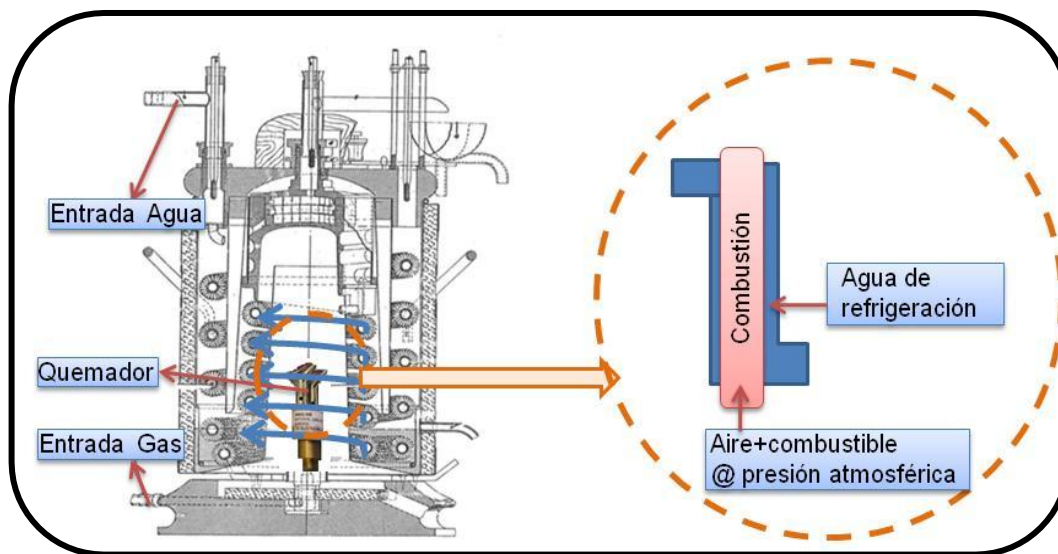
<sup>6</sup> Ver Manual de procedimientos PTE-03 el procedimiento completo de la prueba.

Hay dos formas de calcular el poder calorífico de una mezcla gaseosa, como lo es el gas natural, Primero en una forma indirecta, se puede calcular conociendo previamente la composición y los poderes caloríficos de los componentes individuales. La composición se determina mediante un análisis cromatográfico para la cuantificación de los componentes. Otra técnica para determinar el poder calorífico es mediante el uso de calorímetros o de forma directa, que es la que se aplicará en este caso.

**Medición directa del poder calorífico.** La medición directa del poder calorífico se hace a través de calorímetros, los cuales existen de dos tipos, calorímetros a presión constante y calorímetros a volumen constante, para el laboratorio de gas se empleara el Calorímetro de Boys P5615 de presión constante que conceptualmente es el más sencillo para medir el poder calorífico de combustibles gaseosos ( ver figura 20). En este aparato la reacción de combustión se mantiene a una atmósfera de presión. El calorímetro esta refrigerado con agua, cuyo caudal y temperatura de entrada y salida pueden ser registrados de manera que, por definición el poder calorífico es igual al calor entregado al refrigerante. Esta energía se calcula como el producto del flujo másico del agua por su diferencia de entalpía.

Para el caso específico del gas natural, el poder calorífico expresado en Btu por pie cúbico de gas a condiciones base, corresponde a la cantidad de Btu's producidos por la combustión completa del pie cúbico de gas a presión constante, con aire a la misma presión y temperatura del gas, siendo los productos de la combustión enfriados a la temperatura inicial del gas y el aire, y el agua formada por la combustión condensada al estado líquido a la temperatura inicial del gas. Correspondiendo esta definición a la del poder calorífico total, denominado también como bruto o superior ("gross").

**Figura 20.** Calorímetro a presión constante.



**Fuente:** Modificado P5615 – Cussons Technology – Boys Calorieter.

Siempre que se hable de poder calorífico en este caso, se estará definiendo el poder calorífico total, teniendo en cuenta que es el que se utiliza para procesos de facturación o de comercialización del gas, según lo establecido por las regulaciones gubernamentales tanto en Colombia como en el exterior.

En la prueba como tal se halla el poder calorífico bruto, pero también es posible hallar el poder calorífico neto si dado el caso se llegara a requerir, basta con la aplicación de unas sencillas correlaciones que implican tener en cuenta parámetros como el volumen corregido de agua, la humedad relativa del sitio de trabajo, para restar del poder calorífico superior el calor cedido por el agua luego de pasar a estado líquido. La realización de la prueba transcurre a condiciones ambientales de presión y temperatura propias del laboratorio de gas.<sup>7</sup>

**3.7.5. Análisis Composicional por Cromatografía de Gases.** Para llevar a cabo el análisis composicional del gas natural se hace a través del cromatógrafo

<sup>7</sup> Ver Manual de procedimientos PTE-04 el procedimiento completo de la prueba.

de gases Agilent 6890. La cromatografía es una técnica analítica que permite la separación de una mezcla compleja de compuestos en estado líquido o vapor, en sus componentes individuales o puros, con el objeto de identificarlos y establecer la concentración de cada uno de ellos.

La separación ocurre debido a las diferencias de las velocidades de migración (afinidad) de cada uno de los componentes de una mezcla a través de una fase estacionaria (líquida), que posee una superficie de exposición muy grande, sobre la cual los componentes son arrastrados o transportados gracias al empuje dado por una fase móvil o gas de arrastre (gas carrier), el cual fluye continuamente a través de la columna. El reparto o partición de los componentes de la muestra con la fase estacionaria, se basa en sus diferentes solubilidades en esta fase a una temperatura dada. Por lo tanto, los componentes de la mezcla (solutos o analitos) se separan entre sí en base a sus presiones de vapor relativas y de acuerdo a sus afinidades con la fase estacionaria.

Este tipo de proceso cromatográfico se denomina elusión. Los compuestos separados salen de la columna y pasan por un censor (detector) generando una señal eléctrica que es proporcional a su concentración. Los diferentes componentes son identificados por el tiempo que toman para eluir o salir de la columna (tiempos de retención), por lo tanto un cromatograma representa este tiempo versus la intensidad de la señal. Como gas de arrastre se utiliza normalmente nitrógeno, helio, hidrógeno o argón.

Para el análisis del gas natural por cromatografía de gases, las principales normas que se tienen como referencia son la GPA 2261-95, ASTM D 1945-96 y GPA 2286-95. Las dos primeras cubren el análisis del gas hasta hidrocarburos C6+ ó C7+, el cual se conoce como análisis de gas natural normal; mientras que la última

norma permite determinar componentes hasta C14+, y se denomina normalmente como gas natural extendido o ampliado. Estos procedimientos aplican tanto para el análisis de una muestra de gas a nivel de laboratorio como a nivel de campo (cromatógrafos en línea), cubriendo igualmente el análisis de mezclas gaseosas similares al gas natural, tales como el gas combustible. Para el caso del cromatógrafo del laboratorio de gas que cuenta con la capacidad para determinar componentes hasta de C14+ gracias a su detector FID, el análisis que se realizara es el del gas natural extendido o ampliado.

**Gas natural extendido ó ampliado.** La identificación detallada de los componentes y el agrupamiento que se muestra en algunos de ellos, va a depender de la configuración general del equipo (tipo de columnas, número de válvulas, tipo y número de detectores), de las condiciones de operación utilizadas para el análisis y el estándar que se utilice para calibrarlo.

En forma general se puede decir que el método consiste en tomar un volumen fijo de muestra en fase gaseosa en una sección tubular o "loop" del sistema de inyección de muestra, e introducido dentro del gas de arrastre delante de la columna cromatográfica. Los componentes a ser determinados son físicamente separados por la columna y comparados con los datos de una mezcla de calibración, obtenidos bajo las mismas condiciones de análisis. Los compuestos más pesados de la muestra pueden ser agrupados en picos irregulares, cambiando la dirección de flujo del gas de arrastre a través de la columna en un tiempo tal que los más pesados sean agrupados bien sea como C7+, C12+ o C14+. Sin embargo es importante tener en cuenta que entre más detallada sea la composición que se pueda obtener en el análisis mucho mejor, y más exactos serán los cálculos de propiedades que se hagan a partir de estos datos. La

realización de la prueba transcurre a condiciones ambientales de presión y temperatura propias del laboratorio de gas.<sup>8</sup>

### **3.8. INFRAESTRUCTURA Y CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO DE GAS.**

El laboratorio de Gas de la Universidad Industrial de Santander, debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

Se debe tener en cuenta los espacios de trabajo, los equipos para los procesos, los servicios de apoyo, contar con las fuentes de energía adecuadas, suficiente iluminación, garantizando que sus condiciones ambientales no comprometen la validez de los resultados ni comprometen la calidad requerida de las mediciones.

Se deben tomar medidas para prevenir la contaminación de la muestra al realizar actividades incompatibles cerca, controlando el acceso y uso de las áreas vecinas, asegurando el orden y la limpieza del laboratorio y si es necesario se deben preparar los procedimientos especiales.

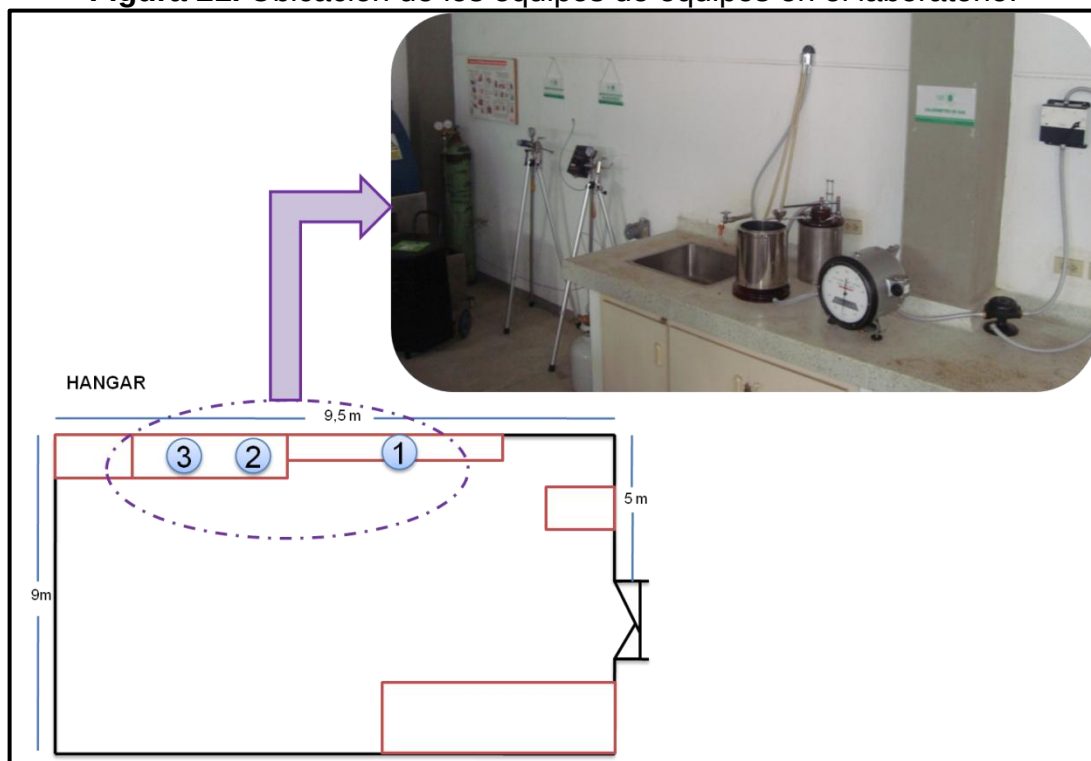
### **3.9. UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL LABORATORIO DE GAS**

Los equipos empleados en el laboratorio de gas se encuentran ubicados dentro del área diseñada para el manejo de gas localizado en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander sede Guatiguará, distribuidos de la siguiente forma (figura 21):

---

<sup>8</sup> Ver Manual de procedimientos PTE-07 el procedimiento completo de la prueba.

**Figura 21.** Ubicación de los equipos de equipos en el laboratorio.



**Fuente:** Autores

- 1. Calorímetro de Gas:** Se debe instalar en un mesón preferiblemente acondicionado contra una pared, con suficiente espacio para la fuente y vertimiento de agua. Está en capacidad de operar a condiciones ambientales.
- 2. Medidor Punto De Rocío Para Aplicación en el Laboratorio:** No requiere instalaciones especiales lo único que se debe tener en cuenta es que su operación involucra un venteo de gas que se debe hacer en instalaciones libre de riesgo de explosiones Se debe instalar lo más cercano posible al gas refrigerante y al gas de prueba cuyos cilindros deben estar asegurados, la única restricción sobre las condiciones de operación es que la temperatura ambiente no debe estar por debajo del punto de rocío esperado a la condición de presión de interés.

**3. Medidor de Punto de Rocío de Hidrocarburos:** Aparte de los requerimiento del numeral 2 se debe contar con una toma corriente de 110V para recargar la batería del equipo.

**4. Cromatógrafo:** Requiere un mesón o un mueble donde ubicar tanto el equipo de cómputo como el horno de forma estable, con facilidad de una toma corriente cerca de 110V y la facilidad de las conexiones para el gas de arrastre. En cuanto a condiciones ambientales de presión y temperatura debe operar a las condiciones estándar del laboratorio. Se encuentra ubicado en la oficina del CIG.

## **4. VALIDACIÓN DE LOS EQUIPOS Y DEMOSTRACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DEL LABORATORIO DE GAS, APLICACIÓN CAMPO ESCUELA COLORADO**

### **4.1. MUESTREO DE GAS**

La caracterización del gas que se produce, transporta o trata se realiza mediante la medición de sus propiedades sean físicas o químicas, a pesar de que algunas propiedades pueden medirse en campo directamente, las mejores estimaciones se obtienen de pruebas realizadas en el laboratorio a muestras específicas obtenidas por medio de técnicas de muestreo que no son otra cosa que procedimientos que permiten tomar una cantidad representativa, es decir que tenga las mismas características de la fuente, de fluido de una corriente de gas en un punto determinado para que pueda ser analizada posteriormente. Es allí donde radica la importancia de realizar un adecuado muestreo de fluidos que garantice confiabilidad y exactitud de los datos obtenidos de un análisis de laboratorio.

Las muestras son recolectadas por técnicos de laboratorio especialmente entrenados para la realización de esta operación, sin embargo los ingenieros de campo y de yacimiento deben conocer las técnicas de muestreo y los diferentes análisis que se realizan en el laboratorio, para deducir cuando se requiere una muestra, que técnicas y como debe acondicionarse el lugar para el muestreo, ya sea en el pozo o en el separador. De otro lado el conocer los pormenores de la operación ayuda a evaluar la exactitud de los datos reportados por el laboratorio.

### **4.2. PLANEACIÓN DEL MUESTREO**

La planeación del muestreo juega un papel importante para la realización de un adecuado estudio de fluidos del yacimiento, por lo cual la recolección de muestras debe hacerse antes de que la presión caiga de manera considerable, por lo tanto se recomienda que las muestras de fluido sean tomadas una vez descubierto el

yacimiento, su producción haya sido el resultado de la operación de limpieza de los pozos, y solo después de haberse establecido un cuidadoso programa de selección, acondicionamiento y prueba del pozo a muestrear.

#### **4.2.1. Selección de los Pozos**

Cuando se desee seleccionar los pozos a los que se les realizará un muestreo se debe tener en cuenta:

**Número y Localización de los Pozos de Muestreo:** Está determinado por el grado de variabilidad de los fluidos en el subsuelo y la precisión deseada para describir sus propiedades, como mínimo es recomendable muestrear dos pozos para un yacimiento, por otro lado yacimientos que presenten características estructurales como fallas, barreras de permeabilidad, secciones muy gruesas, buzamientos muy altos o grandes exenciones superficiales, las propiedades del fluido varían de un punto a otro requiriendo así un mayor número de pozos a muestrear. Se logra una mejor selección de estos teniendo en cuenta la definición geológica del yacimiento.

**Características de los Pozos de Muestreo:** Al seleccionar los pozos a muestrear se deben considerar aspectos tales como que tengan un alto índice de productividad, que no haya sido producido a tasas excesivamente altas ni por un periodo largo de tiempo, que su terminación este alejada de los contactos, que no produzca agua y con una relación gas-aceite estable.

Conocer la historia de producción y realizar pruebas de productividad son de gran ayuda a la hora de la selección de los pozos a muestrear. Una vez seleccionado el pozo se procede al acondicionamiento para la recolección de la muestra que depende del método de muestreo a utilizar que a su vez está condicionada al tipo de fluido que produzca el yacimiento.

### 4.3. MÉTODOS DE MUESTREO

Existen dos métodos aceptados para el muestreo de los fluidos del yacimiento con el fin de medir posteriormente las propiedades físicas y químicas del crudo y gas, estos son el muestreo de fondo y el muestreo de superficie. Cualquiera sea el caso siempre hay que tener en cuenta principalmente el tipo de yacimiento. Basado en las condiciones iniciales de presión y temperatura existen 5 tipos de yacimientos descritos en los diagramas de fase, que son: de gas seco, gas húmedo, gas condensado, petróleo volátil y de petróleo negro; pero en general, los yacimientos de gas seco y húmedo las muestras de fluido se puede hacer mediante métodos de superficie o de fondo. En yacimientos de gas condensado, típicamente el muestreo se realiza en superficie. Es importante aclarar, que hasta este punto, los métodos prescritos para estos yacimientos están basados en una gruesa generalización. Existen un gran número de factores que influyen la selección de la técnica de muestreo para cualquier yacimiento, como el comportamiento de producción del pozo, equipos mecánicos en el fondo del pozo, el costo de preparación del pozo para el muestreo, condiciones mecánicas del separador de superficie, la disponibilidad de equipos de muestreo, y aspectos de seguridad. Todos estos factores, adicionalmente el estado del yacimiento, influyen la selección del método de muestreo.

**Muestreo de Fondo:** Consiste en recoger muestras de fluido dentro del pozo, en un punto cercano a la cara de la formación ya sea en hueco abierto o revestido, mediante un equipo especializado bajado al pozo por una unidad de wireline. Esta técnica no se debe utilizar en yacimientos de condensado, ya que la fase líquida estacionaria dentro del tubing, al cierre del pozo no es representativa del fluido del yacimiento, además si ya presenta condición bifásica, así se realice un muestreo de superficie será imposible recrear las propiedades del fluido original del yacimiento por ello se recomienda muestrear este tipo de yacimientos en una fase temprana de desarrollo. Tampoco se debe utilizar el muestreo de fondo en pozos que produzcan cantidades significativamente altas de agua.

**Muestreo de Superficie:** Se puede realizar en varios puntos, tales como: el cabezal de pozo, líneas de producción, separadores, tanques de almacenamiento, etc. (cuando se esté seguro que el fluido se conserva en estado monofásico). Dentro de las principales ventajas del muestreo de superficie se encuentran la facilidad no solo de recolectar la muestra sino también de obtener grandes volúmenes, el costo de recolección es menor y no hay interrupción de la producción durante el periodo de prueba. Los principales problemas que presenta son que existe un alto riesgo de contaminación en el muestreo del separador, también hay riesgo de contaminación asociada a químicos agregados para prevenir la formación de hidratos y de espumas, y si el separador no está bien diseñado o si el líquido presenta una considerable formación de espumas, se podrá obtener líquido en la muestra de gas del separador.

El muestreo en el separador es uno de los más comunes y plantea que por lo general se tome la muestra en el primer separador si es posible y el gas no se encuentre arrastrando hidrocarburos líquidos (cuando se cuenta con sistemas de varias etapas de separación). Así mismo antes de tomar la muestra se debe observar que haya un flujo o relación gas-aceite estable.

Ya que el comportamiento de los fluidos producidos por un yacimiento de gas húmedo no cambia con el tiempo, estos pueden ser muestreados sin que sea necesario algún tipo de acondicionamiento de pozo. Sin embargo, el afluente del pozo debe ser procesado a través de un separador convencional debido a la condensación de pequeñas cantidades de líquido a presión y temperatura de superficie, y se toma una vez definido la RGP de producción. Así mismo los yacimientos de gas seco no requieren ningún tipo de acondicionamiento de pozo y la muestra puede ser tomada en cualquier punto de la línea de conducción en superficie.

Para información más detallada acerca de los dos métodos de muestreo, de superficie y de fondo, consultar la norma API RP 44 de 2003.

#### 4.3.1. Muestreo Puntual de Gas Natural

Debido a las condiciones en que es transportado el gas natural se tiene en cuenta principalmente 8 procedimientos que buscan generar soluciones para la realización del muestreo puntual (GPA STD 2166 y API MPMS Cap. 14. Sec. 1).

**Figura 22.** Métodos puntuales para el muestreo de gas.

|   |                                          |
|---|------------------------------------------|
| 1 | • Método del Cilindro Evacuado.          |
| 2 | • Método de Presión Reducida.            |
| 3 | • Método del Globo de Helio.             |
| 4 | • Método del Cilindro de Pistón Flotante |
| 5 | • Método de Desplazamiento de Agua.      |
| 6 | • Método de Desplazamiento de Glicol.    |
| 7 | • Método de Purga; Llenado y Vaciado.    |
| 8 | • Método de Purga; Tasa controlada.      |

**Fuente:** API MPMS Cap. 14, sec. 1-12

**Método del Cilindro Evacuado:** Requiere un vacío de 1 mm Hg o menos de presión absoluta, las válvulas y accesorios en el cilindro de muestra deben estar en buenas condiciones y no debe presentar fugas; para garantizar una muestra representativa hay que tener en cuenta la discusión general del calentamiento (API MPMS Cap. 14 Sec. 1 6.6) cuya premisa sostiene mantener la temperatura del gas que se muestrea por lo menos 30°F por encima del punto de rocío de hidrocarburos esperado en todo el sistema de muestreo. El procedimiento para el muestreo se detalla en el manual de procedimientos PTE-05.

**Método de Presión Reducida:** similar al método del cilindro evacuado excepto que no permite llenar el cilindro con la presión de la línea, se llena lentamente con aproximadamente  $\frac{1}{3}$  de la presión. Puesto que la temperatura del punto de rocío de hidrocarburos del gas cambia con la presión, llenando el cilindro con  $\frac{1}{3}$  de la presión de la línea, no se garantiza que no habrá condensación.

**Método del Globo de Helio:** Lo único que lo diferencia del método del cilindro evacuado es el uso de una carga de helio para mantener el contenedor libre de aire antes del muestreo. En este método se reducirá el porcentaje total sin normalizar, que se calcula en un análisis de cromatografía de gases. Por lo tanto, el porcentaje total sin normalizar no puede ser utilizado en diagnóstico cromatógrafo de gases.

**Método del Cilindro de Pistón Flotante:** Consta principalmente de un cilindro que mantiene la muestra a una presión constante, la de la línea. En el laboratorio el cilindro debe ser calentado para garantizar la vaporización completa de cualquier líquido. El mecanismo de sellado del pistón requiere que el pistón separe totalmente el gas natural muestreado del gases de pre cargado. El material utilizado para el mecanismo de sellado y el lubricante usado no debe adsorberse o de cualquier otra manera distorsionara cualquiera de los componentes en la mezcla de gas natural.

**Métodos de Desplazamiento:** Consisten en recoger la muestra de gas desplazando un líquido desde un contenedor de muestras inicialmente lleno así la muestra se colecta a la mayor presión posible, por lo tanto no hay enfriamiento por estrangulación y no se condensan líquidos por caída de presión.

Típicamente se usan líquidos como agua glicol o una salmuera. En el método de desplazamiento de agua, esta puede absorber o desorber  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y otros componentes en función de la calidad del agua y el tiempo de contacto. El uso de agua destilada evita la desorción, pero no la absorción de  $\text{CO}_2$  y otros componentes; lo mismo sucede con el método de desplazamiento con Glicol debido a que comúnmente se utilizan mezclas de 50/50 de agua y glicol además el fluido puede contaminar los sistemas de muestreo y columnas del cromatógrafo.

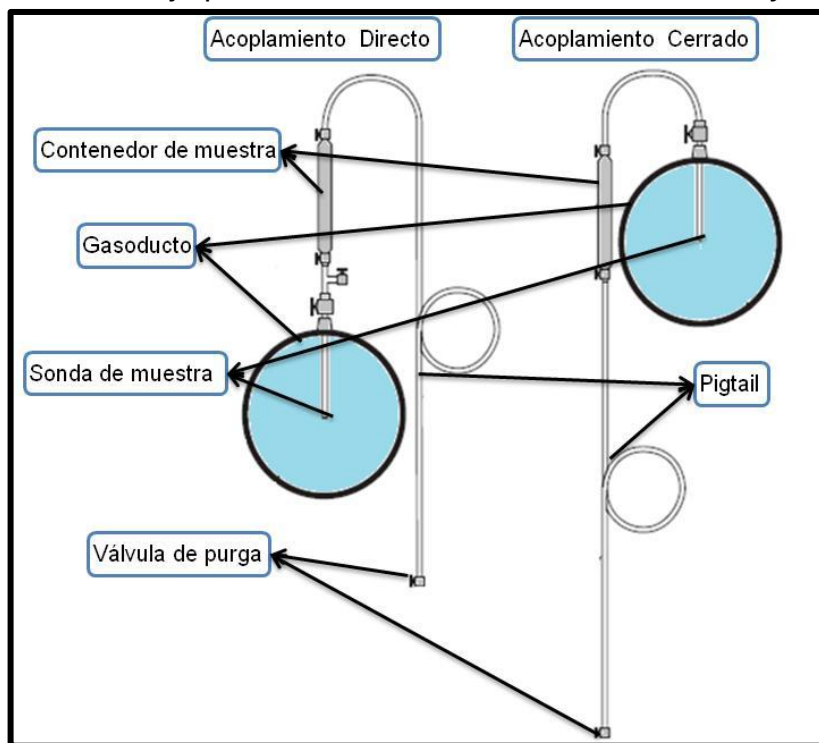
**Método de Purga; Llenado y Vaciado:** Requiere de varios ciclos de llenado y vaciado del cilindro de muestra para eliminar las impurezas residuales. La Tabla 8 muestra el número de ciclos de llenado y vaciado necesario para eliminar suficientemente las impurezas residuales del cilindro. El método requiere que el cilindro este acoplado al punto de muestra como lo indica la figura 23 y una pigtail a la salida del cilindro, con una restricción de flujo al final; el factor clave es que el enfriamiento producido por el efecto Joule-Thomson debe situarse en el extremo de la "pigtail". Es recomendable el acople directo cuando la fuente de muestra se encuentra cerca del punto de rocío de hidrocarburos.

**Tabla 8.** Número de Ciclos de llenado.

| Presión máxima del gas | 15-29 | 30-59 | 60-89 | 90-149 | 150-500 | >500 |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|---------|------|
| Número de ciclos de    | 13    | 8     | 6     | 5      | 4       | 3    |

**Fuente:** API MPMS Cap. 14, sec. 1-12

**Figura 23.** Montaje para el método de muestreo de llenado y vaciado.



**Fuente:** API MPMS Cap. 14, sec. 1-12

**Método de Purga; Tasa Controlada:** Debido a que emplea una purga continua se puede acumular líquido en el cilindro de muestra y en la extensión en espiral del tubo a la salida del cilindro lo que causa un enriquecimiento del gas y por lo tanto una sobrestimación del poder calorífico y la densidad del gas en la línea; esto no debería ocurrir si todas las partes del equipo de muestra se conservan por encima de la temperatura del punto de rocío de hidrocarburos.

#### **4.4. FACTORES A TENER EN CUENTA PARA REALIZAR UN MUESTREO DE GAS**

Se deben tener en cuenta el estado de los cilindros de muestreo ya que hay dos tipos de impurezas que pueden afectar notoriamente la calidad de una muestra de gas, el aire y los hidrocarburos líquidos.

La contaminación con aire es un problema de importancia cuando los sistemas de análisis no discriminan entre Nitrógeno y Oxígeno. Como los gases asociados a las mezclas naturales de hidrocarburos no contienen oxígeno libre, en la cromatografía estándar se asume que la señal generada por el oxígeno es parte de la señal correspondiente al nitrógeno. Como resultado la presencia de aire en la muestra hay una sobre-estimación del contenido de Nitrógeno en la misma.

Si el cilindro de muestreo contiene líquidos hidrocarburos (en general como resultado de muestreos previos y limpieza inadecuada) suelen presentarse problemas como la disolución de los componentes pesados del gas en el líquido retenido en el cilindro, ocasionando una menor proporción de dichos componentes en el análisis de la muestra; o la vaporización del líquido durante el calentamiento del cilindro, provocando un exceso de componentes pesados provenientes de la fracción líquida calentada para cumplir las normas de muestreo.

Otros problemas adicionales que pueden llegar a presentarse son por ejemplo: Temperaturas de rocío superiores a la de muestreo. En este caso debe suponerse que, por alguna razón, en el cilindro existe una fracción líquida que incrementa la proporción de componentes pesados durante el calentamiento. Y temperaturas de rocío inferiores a la de muestreo. Si el gas estaba en contacto con líquido a la temperatura de muestreo (caso típico de separadores gas-líquido) esta situación es anómala. En general indica una mala técnica de análisis (sistemas mal calibrados, no calentamiento de los cilindros o líneas de conducción, etc.).

#### 4.5. VALIDACIÓN EQUIPOS DE LABORATORIO

Con el fin de validar los equipos presentes en el laboratorio de gas de la escuela de ingeniería de petróleos UIS se corrieron pruebas usando un gas de referencia, propano grado 2, suministrado por PRAXAIR, que presenta una composición determinada y con propiedades de nuestro interés preestablecidas como por ejemplo: el poder calorífico, o el contenido de agua, ver tabla 9.

**Tabla 9.** Propiedades gas de referencia.

| COMPOSICIÓN            | Fracción molar |
|------------------------|----------------|
| Metano                 | 0,0008         |
| Etano                  | 0,0008         |
| Propano                | 0,9955         |
| Isobutano              | 0,0023         |
| n-butano               | 0,0000         |
| Propileno              | 0,0004         |
| Agua                   | 3 ppm          |
| Azufre                 | 1ppm           |
| Total                  | 1              |
| Poder Calorífico Bruto | 2560 [BTU/SCF] |
| Poder Calorífico Neto  | 2355 [BTU/SCF] |
| Contenido de agua      | 0,2 [LB/MMSCF] |

**Fuente:** Datos suministrados por Praxair.

Como primer paso se determinó el poder calorífico del gas de referencia con el calorímetro de Boys cuyos resultados se muestran en la tabla 10:

**Tabla 10.** Resultados poder calorífico del gas de referencia (Propano).

|                                                                                                         |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      |                          |           |           |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|------|--------------------------|-----------|-----------|------|
| <br>CONSTRUIMOS FUTURO | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |                                                         |           |                              |                        |                             |      | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS |           |           |      |
|                                                                                                         | MEDICIÓN DEL PODER CALORÍFICO                         |                                                         |           |                              |                        |                             |      | REVISIÓN: 00             |           | FP04      |      |
|                                                                                                         |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      | Página 1 de 1            |           |           |      |
| Fecha: 23/ 01/2012                                                                                      |                                                       | Identificación del informe: Calorimetría gas Referencia |           |                              |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| Dirección del laboratorio:                                                                              |                                                       |                                                         |           | UIS Guatiguará - Piedecuesta |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| Nombre y dirección del cliente:                                                                         |                                                       |                                                         |           | Laboratorio Gas EIP UIS      |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| Descripción de la muestra:                                                                              |                                                       |                                                         |           | Cilindro propano a 130 psig. |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| Revisa:                                                                                                 |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| Aprueba:                                                                                                |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| DATOS SUMINISTRADOS                                                                                     |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| Condiciones estándar de presión y temperatura                                                           |                                                       |                                                         |           |                              |                        | 15,5 [°C]                   |      | 760 [mmHg]               |           |           |      |
| Temperatura del Laboratorio                                                                             |                                                       |                                                         | 21,5 [°C] |                              | Presión de laboratorio |                             |      | 759 [mmHg]               |           |           |      |
| Temperatura del Gas                                                                                     |                                                       |                                                         | 296,2[°K] |                              | Factor volumétrico del |                             |      | 1,029                    |           |           |      |
| DATOS DE LA PRUEBA                                                                                      |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| Agua colectada                                                                                          |                                                       | [L]                                                     |           | 2,751[Kg]                    |                        | Temperatura gases efluentes |      |                          |           | 28,5 [°C] |      |
| Gas Quemado                                                                                             |                                                       | [L]                                                     |           | Volumen condensados          |                        |                             |      | 9 [ml]                   |           |           |      |
| # revoluciones                                                                                          |                                                       | 0                                                       | 0,2       | 0,5                          | 0,8                    | 1                           | 1,2  | 1,4                      | 1,6       | 1,8       | 2    |
| T H2O intel [°C]                                                                                        |                                                       | 59,2                                                    | 59,3      | 59,1                         | 59,2                   | 59,1                        | 59   | 59,1                     | 59,2      | 59,2      | 59,2 |
| T H2O out [°C]                                                                                          |                                                       | 22,7                                                    | 22,6      | 22,7                         | 22,6                   | 22,5                        | 22,5 | 22,6                     | 22,5      | 22,5      | 22,5 |
| # revoluciones                                                                                          |                                                       | 2,2                                                     | 2,4       | 2,6                          | 2,8                    | 3                           | 3,2  | 3,4                      | 3,6       | 3,8       | 4    |
| T H2O intel [°C]                                                                                        |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| T H2O out [°C]                                                                                          |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      |                          |           |           |      |
| Diferencia promedio de temperaturas del agua de entrada y salida                                        |                                                       |                                                         |           |                              |                        |                             |      |                          | 36,6 [°C] |           |      |
| Corrección por humedad del aire (dHg)                                                                   |                                                       |                                                         |           |                              |                        | +0,34879 [MJ/m3]            |      |                          |           |           |      |
| Corrección por temperatura agua entrada                                                                 |                                                       |                                                         |           |                              |                        | +0,2013 [MJ/m3]             |      |                          |           |           |      |
| Poder calorífico bruto(CVB)                                                                             |                                                       |                                                         |           |                              |                        | 92,046 [MJ/M3]              |      |                          |           |           |      |
| Calor cambio fase del vapor de agua (CA)                                                                |                                                       |                                                         |           |                              |                        | 4,67 [MJ/M3]                |      |                          |           |           |      |
| Poder calorífico bruto total(CVBtotal)                                                                  |                                                       |                                                         |           |                              |                        | 92,59 [MJ/M3]               |      | 2485 [BTU/SCF]           |           |           |      |
| Poder calorífico neto (CVN)                                                                             |                                                       |                                                         |           |                              |                        | 87,92 [MJ/M3]               |      | 2360 [BTU/SCF]           |           |           |      |

**Fuente:** Autores

Si se comparan los poderes caloríficos brutos del gas de referencia teórico y el obtenido con el calorímetro de Boys se aprecia un porcentaje de error de aproximadamente 3%, que es aceptable, además hay que tener en cuenta que el poder calorífico teórico del gas de referencia se determina en base seca, sin tener en cuenta la presencia de agua, lo que contribuye también un poco al porcentaje de error a pesar de que el propano podría considerarse seco debido al bajo contenido de agua que presenta. Por otro lado el poder calorífico neto presenta menos porcentaje de error aproximadamente del 0,2%; debido principalmente a que el poder calorífico neto teórico se acerca más a las condiciones reales bajo las cuales ocurre la combustión.

Se puede apreciar el montaje que se realizó para llevar a cabo las pruebas de calorimetría figura 24, con la necesidad de usar el regulador en el cilindro para poder trabajar a menos de 1 psi para no dañar el medidor de gas, antes de la prueba se hizo la respectiva prueba de fugas y se utilizó un termómetro digital para obtener datos precisos de la temperatura de los gases efluentes y del agua de salida; el punto crítico de la prueba es registrar los datos de temperatura mientras se está pendiente de las revoluciones del gasómetro y controla el flujo de gas.

**Figura 24.** Montaje para la prueba de poder calorífico.



**Fuente:** Autores

Posteriormente se realizó la prueba de punto rocío; con el Medidor de Punto de Rocío para Aplicación en Laboratorio, y los resultados se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11.** Resultados medición de punto de rocío del agua para el gas de referencia (Propano)

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                              |                                 |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b> |                              | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>LABORATORIO DE GAS</b>              |                              | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FP02</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>MEDICIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO</b>     |                              | <b>Página 1 de 1</b>            |             |
| <b>Fecha: 31/ 01/2012</b>                                                                                                                                                                                                           |                                        |                              |                                 |             |
| <b>Identificación del informe:</b> Punto Rocío gas referencia                                                                                                                                                                       |                                        |                              |                                 |             |
| <b>Dirección del laboratorio:</b>                                                                                                                                                                                                   |                                        | UIS Guatiguará - Piedecuesta |                                 |             |
| <b>Nombre y dirección del cliente:</b>                                                                                                                                                                                              |                                        | Laboratorio Gas EIP UIS      |                                 |             |
| <b>Descripción de la muestra:</b>                                                                                                                                                                                                   |                                        | Cilindro propano a 130 psig. |                                 |             |
| <b>Revisa:</b>                                                                                                                                                                                                                      |                                        | <b>Aprueba:</b>              |                                 |             |
| <b>DATOS SUMINISTRADOS</b>                                                                                                                                                                                                          |                                        |                              |                                 |             |
| Condiciones de presión y temperatura del Laboratorio                                                                                                                                                                                |                                        | 27 [°C]                      | 14,63 [Psia]                    |             |
| <b>DATOS DE LA PRUEBA</b>                                                                                                                                                                                                           |                                        |                              |                                 |             |
| Presión medidor punto de rocío para aplicación en el laboratorio[Psig]                                                                                                                                                              |                                        |                              | 0                               |             |
| Temperaturas de punto de rocío observadas [°F]                                                                                                                                                                                      |                                        | -----                        | -----                           | -----       |
| <b>Temperatura de punto de rocío [°F]</b>                                                                                                                                                                                           |                                        | No se observo                |                                 |             |
| Observación:                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                              |                                 |             |
| La temperatura máxima alcanzada es de -27°C, sin obtener condensación de agua, se presume que el punto de rocío se encuentra a temperaturas más bajas.                                                                              |                                        |                              |                                 |             |

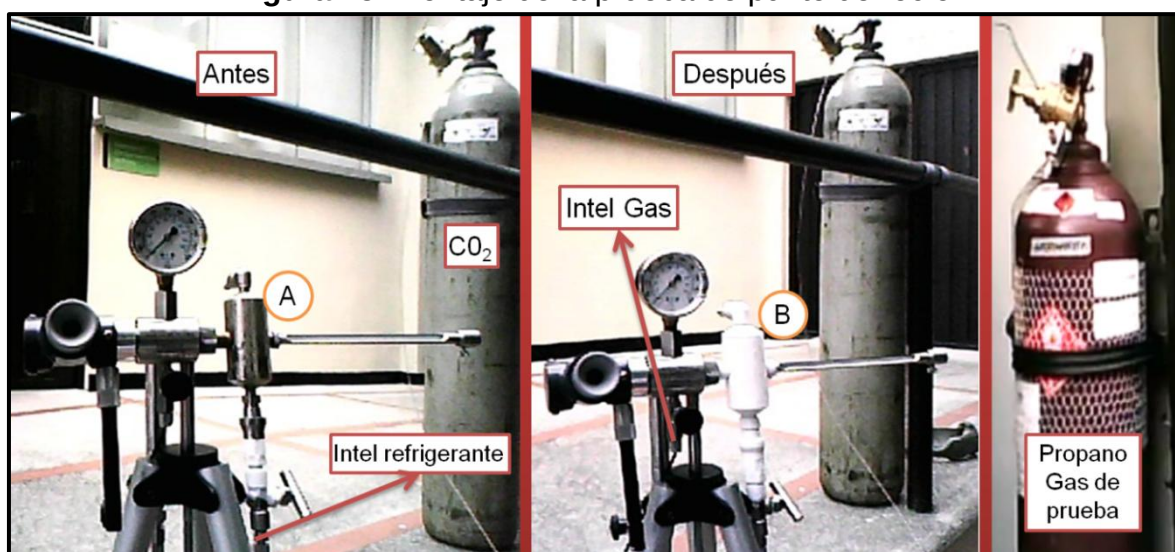
**Fuente:** Autores

La prueba se llevó hasta alcanzar -27°C (-16,6°F), que fue la temperatura más baja que se pudo lograr con el refrigerante del cual se disponía (CO<sub>2</sub>), sin que se observara el punto de rocío, lo que indica en primer lugar que el gas de referencia cumple con las especificaciones ya que el Propano comercial se considera seco si el punto de rocío se encuentra a -15°F o menos<sup>9</sup>. En segundo lugar, el hecho de que no se apreciara el punto de rocío a lo largo de la prueba no indica que el equipo no funcione; simplemente se necesitaba generar un mayor descenso en de temperatura para alcanzar el punto de rocío debido al bajo contenido de agua del gas de referencia (0,2 Lb/MMSCF).

<sup>9</sup> GPA 2140-80 Liquid Petroleum Gas Specification and Test Methods

En la figura 25 se encuentra el montaje de la prueba de punto de rocío, utilizando el medidor para aplicación en el laboratorio; debido al venteo de gas y refrigerante presentes en la prueba esta se llevo a cabo fuera del laboratorio al aire libre. Se puede apreciar como la caída de presión que se le genera al refrigerante ( $\text{CO}_2$ ), gradualmente provoca el enfriamiento del refrigerador de tipo regular, de esta forma el gas contenido en la cámara del espejo descenderá su temperatura para encontrar el punto de rocío.

**Figura 25.** Montaje de la prueba de punto de rocío.



**Fuente:** Autores

Donde A es la cámara refrigerante al inicio de la prueba y en B se observa el enfriamiento que sufre la cámara del refrigerante.

De igual forma se utilizó el Medidor Digital de punto de Rocío Para Hidrocarburos; y el montaje para de la prueba se puede apreciar en la figura 26; mientras se corre la prueba se carga la batería del medidor digital, sin ningún tipo de inconveniente tanto en la lectura como en el descenso de la temperatura, que claramente se observa en el refrigerador. Esta prueba se realizó al aire libre por el venteo de gas involucrado como en la anterior. Los resultados se muestran en la tabla 12.

**Tabla 12.** Resultados punto de rocío de Hidrocarburos gas de referencia.  
(Propano)

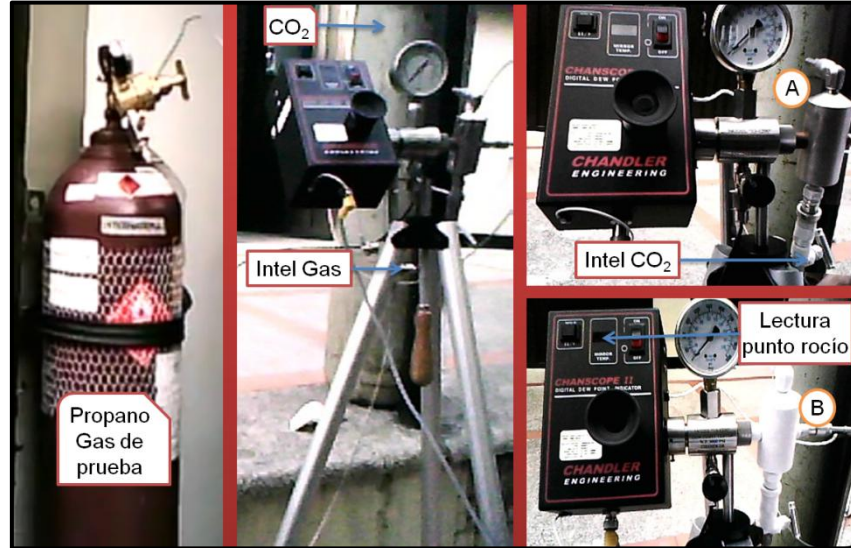
|                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                              |                             |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|
| <br>CONSTRUIMOS FUTURO                                                                                               | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |                              | MANUAL DE<br>PROCEDIMIENTOS |       |
|                                                                                                                                                                                                       | MEDICIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO DE<br>HIDROCARBUROS       |                              | REVISIÓN: 00                | FP03  |
|                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                              | Página 1 de 1               |       |
| Fecha: 31/ 01/2012                                                                                                                                                                                    |                                                       |                              |                             |       |
| Identificación del informe: Punto Rocío HC gas referencia                                                                                                                                             |                                                       |                              |                             |       |
| Dirección del laboratorio:                                                                                                                                                                            |                                                       | UIS Guatiguará - Piedecuesta |                             |       |
| Nombre y dirección del cliente:                                                                                                                                                                       |                                                       | Laboratorio Gas EIP UIS      |                             |       |
| Descripción de la muestra:                                                                                                                                                                            |                                                       | Cilindro propano a 130 psig. |                             |       |
| Revisa:                                                                                                                                                                                               |                                                       | Aprueba:                     |                             |       |
| DATOS SUMINISTRADOS                                                                                                                                                                                   |                                                       |                              |                             |       |
| Condiciones de presión y temperatura del Laboratorio                                                                                                                                                  |                                                       | 27 [°C]                      | 14,63 [Psia]                |       |
| DATOS DE LA PRUEBA                                                                                                                                                                                    |                                                       |                              |                             |       |
| Presión medidor punto de rocío para aplicación en el laboratorio[Psig]                                                                                                                                |                                                       |                              | 0                           |       |
| Temperaturas punto de rocío HC observadas [°F]                                                                                                                                                        |                                                       | -----                        | -----                       | ----- |
| Temperatura de punto de rocío [°F]                                                                                                                                                                    |                                                       | No se observo                |                             |       |
| Observaciones:<br>La temperatura máxima que se obtuvo en el laboratorio es de -27°C sin obtener condensados de hidrocarburos, se presume que el punto de rocío se encuentra a temperaturas más bajas. |                                                       |                              |                             |       |

**Fuente:** Autores

La temperatura más baja alcanzada -16,6°F no fue suficiente para determinar el punto de rocío ni mucho menos el punto de rocío de hidrocarburos; pero se recalca que de ninguna manera significa que el equipo no funciona o esta defectuoso.

Si el medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio y el medidor digital, hubieran registrado algún punto de humedad seguramente estarían defectuosos. Por último la principal razón por la que no se presentó el punto de rocío de hidrocarburos es la composición del gas de referencia, que es en su mayor parte propano el cual a presión atmosférica se condensa a -44°F; temperatura que no se alcanzó con el refrigerante disponible CO<sub>2</sub>.

**Figura 26.** Montaje de la prueba de punto de rocío de hidrocarburos.



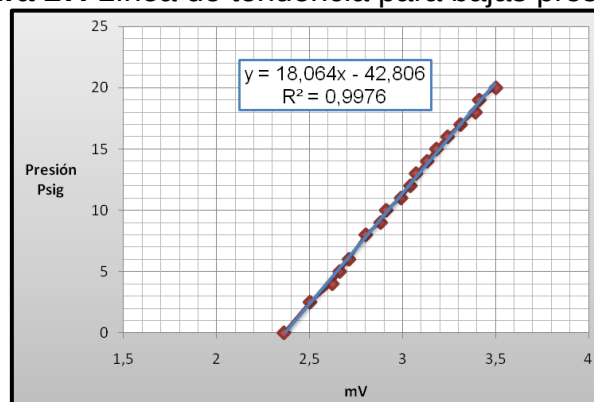
**Fuente:** Autores

Donde A es la cámara refrigerante al inicio de la prueba y en B se observa el enfriamiento que sufre la cámara del refrigerante.

El medidor portátil de humedad PM880 a pesar de que había pasado la inspección previa, cuando se intentó correr la prueba al gas de referencia se notó que no registraba el punto de rocío, la presión y el contenido de humedad, se consultó los datos de calibración del equipo para verificar que tuviera la capacidad de medir a las condiciones de la prueba y se concluyó en primer lugar que la sonda no está en capacidad de registrar presiones menores de 300 Psig ni mayores de 3000 Psig, este inconveniente se solucionó al notar que el equipo registra datos de voltaje que le transmite la sonda y por medio de una serie de ecuaciones, los convierte en unidades de presión, de esta forma se puede generar una ecuación propia para bajas presiones, ya que el equipo permite programar funciones<sup>10</sup>, se toman los datos de voltaje que se generan a presiones controladas por medio de un regulador en el gas de referencia, para generar una curva con los datos de presión del regulador en un eje, y el voltaje que indica el medidor en el otro lo que permite trazar una línea de tendencia cuya ecuación se plantea. Ver fig. 27.

<sup>10</sup> Manual del medidor portátil de humedad PM880, Cap. 4 Sec. 8.

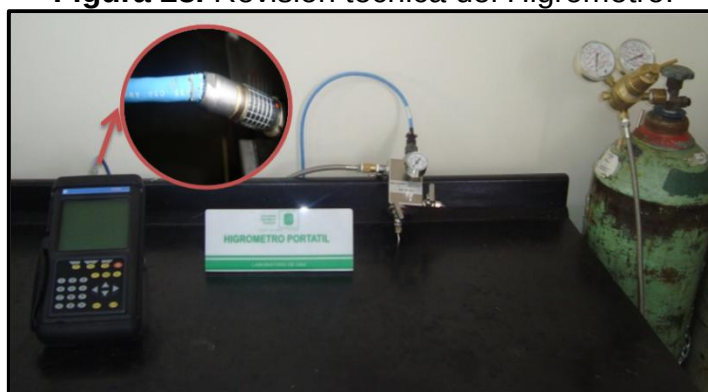
**Figura 27.** Línea de tendencia para bajas presiones.



**Fuente:** Autores

Cuando se corroboraron los datos de calibración para punto de rocío se logró apreciar que tenían un rango bastante amplio, (20°C a -110°C), por tanto el higrómetro debería marcar la humedad del gas de referencia o al menos la del ambiente, por ello se consultó con la fabrica y la recomendación era que antes de establecer que la sonda presentaba algún defecto o el sistema del PM880 estuviera fallando, se debía revisar el cable que va de la sonda al equipo (Figura 28) para constatar que tuviera continuidad; revisando la continuidad eléctrica del cable se determinó que un pin no tenia continuidad. De esta forma el equipo queda fuera de servicio temporalmente.

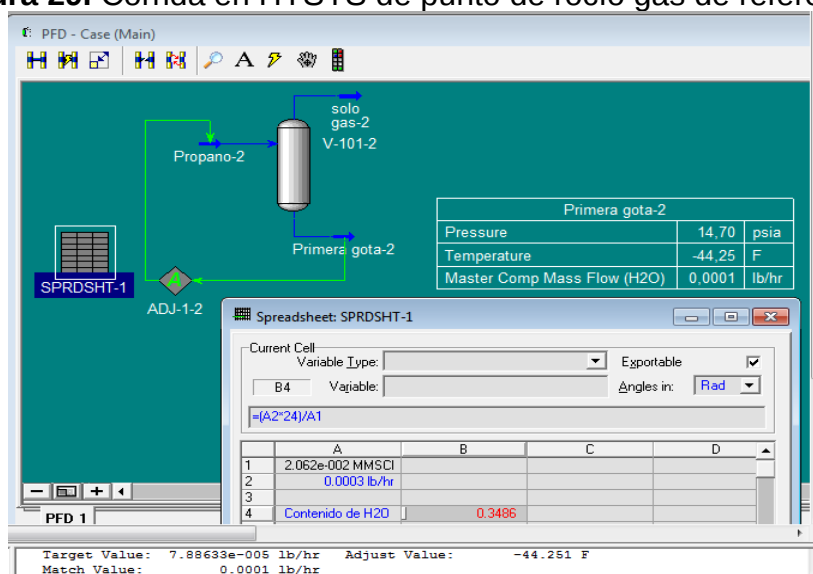
**Figura 28.** Revisión técnica del Higrómetro.



**Fuente:** Autores

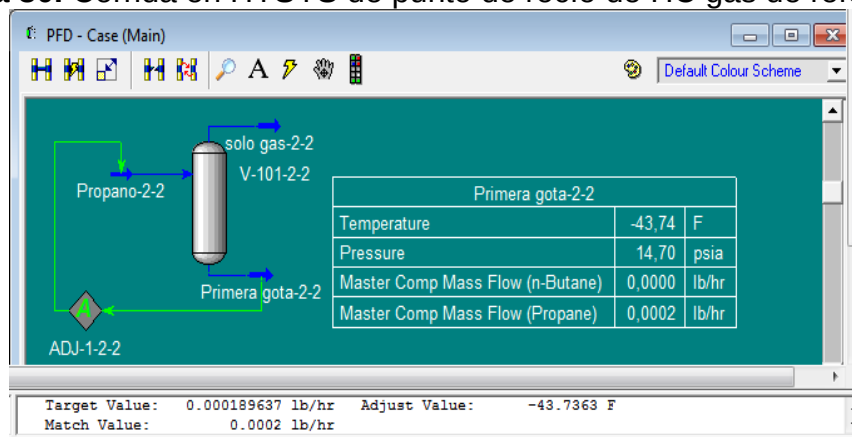
Ante este panorama en el cual el laboratorio de gas de la Escuela de Ingeniería de petróleos de la Universidad Industrial de Santander no tenia como establecer los resultados de las pruebas de humedad para el gas de referencia; se considero el uso de un simulador, que sirva como apoyo sustento y complemento de todos los procedimientos y resultados que allí se generan, de esta forma se decidió utilizar HYSYS, un programa que permite una poderosa aproximación al modelamiento de procesos en estado estacionario y dinámico, que a un nivel básico permite seleccionar métodos de cálculo de propiedades y operaciones de forma confiable; además la universidad cuenta con licencia y el uso de esta herramienta se ha venido incentivando en la escuela como una buena alternativa para el modelamiento de procesos. Tomando como punto de partida la composición del gas de referencia se establece el punto de rocío y el contenido de agua; por medio de una corriente simulada que ingresa a un separador bifásico y por medio de un proceso iterativo se define la temperatura a la cual se presenta la primera gota de agua a una presión de interés en este caso 14,7psia ver figura 29. De igual forma se estableció el punto de rocío de hidrocarburos ver figura 30.

**Figura 29.** Corrida en HYSYS de punto de rocío gas de referencia.



**Fuente:** Autores

**Figura 30.** Corrida en HYSYS de punto de rocío de HC gas de referencia.



**Fuente:** Autores

Los resultados que se encontraron en el laboratorio son comparados con los datos suministrados por la empresa como se observa en la tabla 13.

**Tabla 13.** Resultados entre gas referencia y datos obtenidos en el laboratorio.

| PRUEBA                        | PRAXAIR      | LABORATORIO. GAS UIS |
|-------------------------------|--------------|----------------------|
| <b>Contenido de agua</b>      | 0.2 LB/MSCF  | 0,35                 |
| <b>Poder Calorífico Bruto</b> | 2560 BTU/SCF | 2485 BTU/SCF         |
| <b>Poder Calorífico Neto</b>  | 2355 BTU/SCF | 2360 BTU/SCF         |
| <b>Punto de rocío</b>         | < 15°F       | -44,3 °F             |
| <b>Punto de rocío de HC</b>   | < 40°F       | -43,7 °F             |

**Fuente:** Autores

Como se puede apreciar, los resultados obtenidos por el laboratorio de gas de la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la universidad industrial de Santander, son bastante consistentes con el valor de las propiedades que trae el gas de referencia; lo que comprueba no solo la buena calibración que poseen los equipos presentes en el laboratorio, sino también el buen estado y la fiabilidad de sus resultados, de esta manera se puede afirmar que quedan en condiciones optimas de operación y listos para prestar sus servicios tanto a la escuela de Ingeniería Petróleos como a la UIS y a la industria.

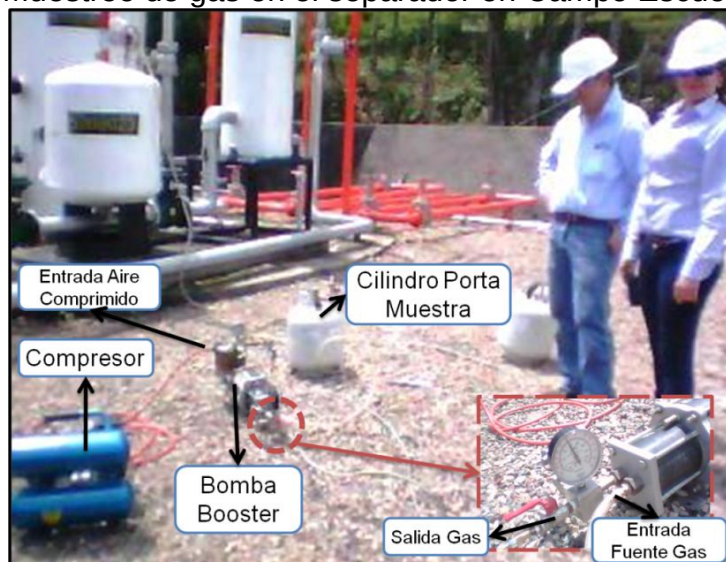
Los posibles porcentajes de error principalmente se deben a las condiciones propias de ensayo en donde interviene el componente humano en la toma de mediciones, como por ejemplo en la determinación del poder calorífico, en el cual en un momento determinado hay que hacer varias lecturas de temperatura sobre termómetros de vidrio, mientras se está al pendiente del flujo de gas, lo que afecta en cierta medida la precisión de dichas lecturas; ó, en el medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio hay que estar pendiente de la formación de un punto de humedad en el espejo mientras se revisa la temperatura en un termómetro de vidrio y se controla el caudal de refrigerante, lo que afecta de alguna manera la lectura del punto de rocío.

#### **4.6. MUESTREO DE GAS NATURAL EN CAMPO ESCUELA COLORADO**

Como primer paso para demostrar la funcionalidad del laboratorio de gas se debe contar con el hidrocarburo gaseoso, en este caso el gas del Campo Escuela Colorado el cual se obtuvo mediante un muestreo de superficie en el separador de la estación; tomando la muestra desde la conexión de  $\frac{1}{2}$  del manómetro. La presión de la fuente de gas fue de 20 psig por lo que se empleo una bomba Booster para elevar su presión a 60 psig (figura 31), el separador se encontraba a una temperatura de 86°F. El procedimiento paso a paso se especifica en el PTE-05, se llenaron dos cilindros de 20 lb cada uno a los cuales se les había realizado la operación de vacío correspondiente (figura 32); y se trasladaron al laboratorio en sus respectivos cofres de seguridad (figura 33).

Estos recipientes o cofres de seguridad fueron diseñados y contruidos en este proyecto, a fin de cumplir con las especificaciones de seguridad para el transporte de muestras.

**Figura 31.** Muestreo de gas en el separador en Campo Escuela Colorado.



**Fuente:** Autores. Tomado en C.E.C.

**Figura 32.** Procedimiento de vacio del cilindro.



**Fuente:** Autores

**Figura 33.** Cofres de seguridad para el transporte de muestra de gas.



**Fuente:** Autores

Una vez en el laboratorio se realizaron las respectivas pruebas, empezando con la de calorimetría (tabla 14) en la cual se empleó el gas que se encontraba en uno de los dos cilindros, obtenido por medio del muestreo de superficie en Campo Escuela Colorado.

**Tabla 14.** Resultados poder calorífico del Gas del Campo Colorado.

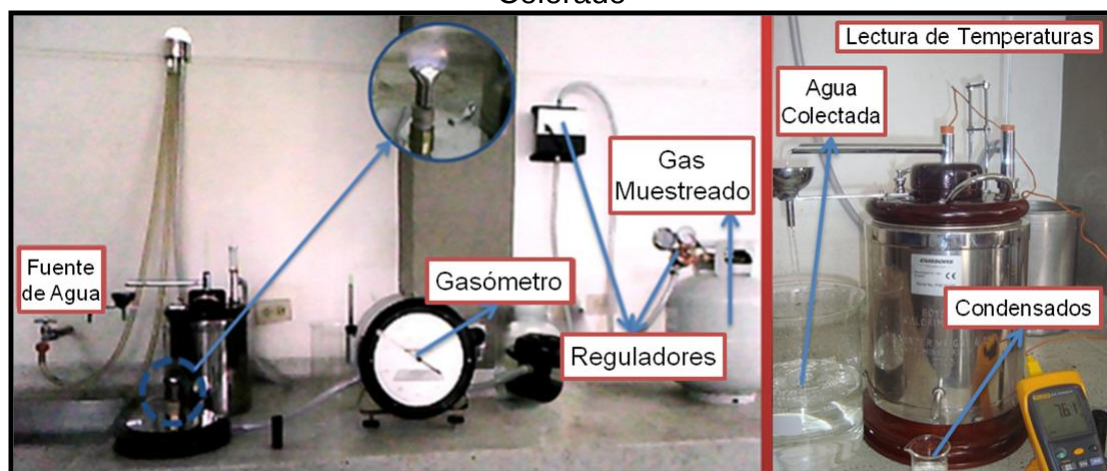
|                                                                                                         |                                                       |     |      |                                     |                 |                             |                             |                |            |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----|------|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------------|-----------|
| <br>CONSTRUIMOS FUTURO | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |     |      |                                     |                 |                             | MANUAL DE<br>PROCEDIMIENTOS |                |            |           |
|                                                                                                         | MEDICIÓN DEL PODER CALORÍFICO                         |     |      |                                     |                 |                             | REVISIÓN: 00                |                | FP04       |           |
|                                                                                                         |                                                       |     |      |                                     |                 |                             | Página 1 de 1               |                |            |           |
| Fecha: 02/ 02/2012   Identificación del informe: Calorimetría gas Colorado                              |                                                       |     |      |                                     |                 |                             |                             |                |            |           |
| Dirección del laboratorio:                                                                              |                                                       |     |      | UIS Guatiguará - Piedecuesta        |                 |                             |                             |                |            |           |
| Nombre y dirección del cliente:                                                                         |                                                       |     |      | Campo Escuela Colorado              |                 |                             |                             |                |            |           |
| Descripción de la muestra:                                                                              |                                                       |     |      | Cilindro porta muestras a 20 psig.. |                 |                             |                             |                |            |           |
| Revisa:                                                                                                 |                                                       |     |      |                                     |                 | Aprueba:                    |                             |                |            |           |
| DATOS SUMINISTRADOS                                                                                     |                                                       |     |      |                                     |                 |                             |                             |                |            |           |
| Condiciones estándar de presión y temperatura                                                           |                                                       |     |      |                                     |                 | 15,5 [°C]                   |                             | 760 [mmHg]     |            |           |
| Temperatura del Laboratorio [°C]                                                                        |                                                       |     |      | 24                                  |                 | Presión de laboratorio      |                             |                | 759 [mmHg] |           |
| Factor volumétrico del Gas                                                                              |                                                       |     |      | 1,033                               |                 | Temperatura del Gas         |                             |                | 297,15     |           |
| DATOS DE LA PRUEBA                                                                                      |                                                       |     |      |                                     |                 |                             |                             |                |            |           |
| Agua colectada                                                                                          |                                                       | [L] |      | 2,653 [Kg]                          |                 | Temperatura gases efluentes |                             |                |            | 28,5 [°C] |
| Gas Quemado                                                                                             |                                                       | [L] |      | Volumen condensados                 |                 |                             |                             | 5 [ml]         |            |           |
| # revoluciones                                                                                          | 0                                                     | 0,2 | 0,5  | 0,8                                 | 1               | 1,2                         | 1,4                         | 1,6            | 1,8        | 2         |
| T H2O intel [°C]                                                                                        | 64,5                                                  |     | 64,7 |                                     | 64,9            | 65,3                        |                             | 65,7           |            | 65,9      |
| T H2O out [°C]                                                                                          | 28                                                    |     | 28   |                                     | 28              | 28                          |                             | 28             |            | 28        |
| # revoluciones                                                                                          | 2,2                                                   | 2,4 | 2,6  | 2,8                                 | 3               | 3,2                         | 3,4                         | 3,6            | 3,8        | 4         |
| T H2O intel [°C]                                                                                        | 66,8                                                  |     | 67,1 |                                     | 67,2            |                             | 67,4                        |                | 67,5       | 67,8      |
| T H2O out [°C]                                                                                          | 28                                                    |     | 28   |                                     | 28              | 28                          |                             | 28             |            | 28        |
| Diferencia promedio de temperaturas del agua de entrada y salida                                        |                                                       |     |      |                                     |                 |                             |                             | 38,23 [°C]     |            |           |
| Corrección por humedad del aire (dHg)                                                                   |                                                       |     |      |                                     | +0,3488 [MJ/m3] |                             |                             |                |            |           |
| Corrección por temperatura agua entrada                                                                 |                                                       |     |      |                                     | +0,2684 [MJ/m3] |                             |                             |                |            |           |
| Poder calorífico bruto(CVB)                                                                             |                                                       |     |      |                                     | 46,51 [MJ/M3]   |                             |                             |                |            |           |
| Calor cambio fase del vapor de agua (CA)                                                                |                                                       |     |      |                                     | 1,298 [MJ/M3]   |                             |                             |                |            |           |
| Poder calorífico bruto total(CVBtotal)                                                                  |                                                       |     |      |                                     | 47,13 [MJ/M3]   |                             |                             | 1265 [BTU/SCF] |            |           |
| Poder calorífico neto (CVN)                                                                             |                                                       |     |      |                                     | 45,8 [MJ/M3]    |                             |                             | 1230 [BTU/SCF] |            |           |

**Fuente:** Autores

El poder calorífico bruto del gas de campo escuela colorado que se determinó es de 1.265 BTU/SCF, pero el que realmente importa y el que se utiliza como referencia ya sea para transportar ó comercializar es el neto en este caso es de 1.230 BTU/SCF. Este gas se encuentra fuera de las especificaciones de RUT, debido a que no ha sido sometido a un proceso de tratamiento.

En la figura 34 se puede apreciar el montaje del calorímetro de gas de Boys, durante el análisis del gas de Campo Escuela Colorado.

**Figura 34.** Montaje prueba de poder calorífico del gas de Campo Escuela Colorado



**Fuente:** Autores

Si se toma como referencia una cromatografía realizada al gas de Campo Escuela Colorado por el ICP en enero del 2008 (tabla 15) en la cual el poder calorífico fue de 1082 BTU/SCF, se puede apreciar que el dato obtenido por el laboratorio de gas de la escuela de ingeniería de petróleos es congruente y la diferencia se debe principalmente a que la muestra de gas proviene del separador en donde convergen el gas de varios pozos incluyendo los reactivados últimamente, además hay que tener en cuenta que las cromatografías se corren en base seca.

**Tabla 15.** Composición del gas de los pozos, Col 25.

| Componente | Pozo Col 25, Bloque 1, arena B* Enero 2008 lab PVT ICP |
|------------|--------------------------------------------------------|
|            | %VOL                                                   |
| N2         | 0.362                                                  |
| O2         | 0                                                      |
| CO2        | 0.007                                                  |
| C1         | 83.407                                                 |
| C2         | 10.344                                                 |
| C3         | 3.906                                                  |
| iC4        | 0.526                                                  |
| nC4        | 0.835                                                  |
| iC5        | 0.200                                                  |
| nC5        | 0.187                                                  |
| C6+        | 0.595                                                  |
| Gr. Sp.    | 0.677                                                  |
| M.W        | 19.592                                                 |
| B.T.U.     | 1082.182                                               |
| G.P.M.     | 1.745                                                  |

**Fuente:** Procedimientos metodológicos para la caracterización de fluidos de campos maduros. Aplicación a los fluidos del campo colorado.

Posteriormente se realizo la prueba de punto de rocío del agua al gas de Campo Escuela Colorado se obtuvieron como resultados (tabla 16):

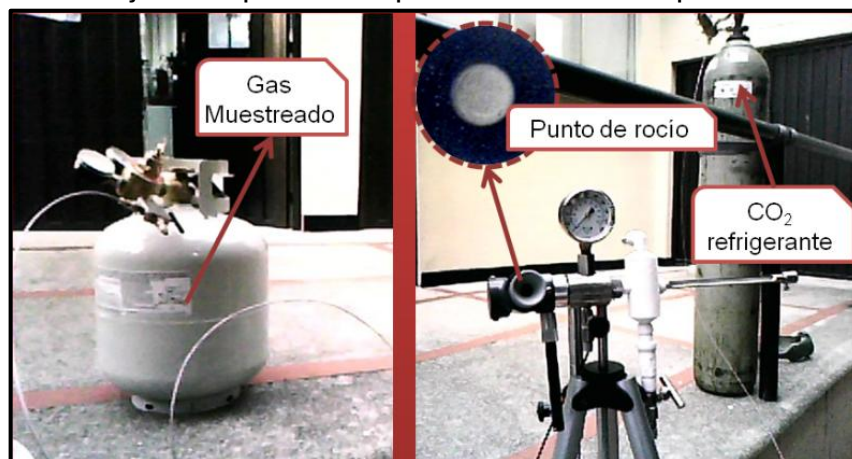
**Tabla 16.** Resultados medición de punto de rocío del agua al gas de Campo Escuela Colorado.

|                                                                                                           |                                                       |                                                      |                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------|------|
| <br>CONSTRUIMOS FUTURO | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |                                                      | MANUAL DE<br>PROCEDIMIENTOS |      |
|                                                                                                           | MEDICIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO                           |                                                      | REVISIÓN: 00                | FP02 |
|                                                                                                           |                                                       |                                                      | Página 1 de 1               |      |
| Fecha: 02/ 02/2012                                                                                        |                                                       | Identificación del informe: Punto Rocío gas Colorado |                             |      |
| Dirección del laboratorio:                                                                                |                                                       | UIS Guatiguará - Piedecuesta                         |                             |      |
| Nombre y dirección del                                                                                    |                                                       | Campo Escuela Colorado                               |                             |      |
| Descripción de la muestra:                                                                                |                                                       | Cilindro porta muestras a 20 psig                    |                             |      |
| Revisa:                                                                                                   |                                                       | Aprueba:                                             |                             |      |
| DATOS SUMINISTRADOS                                                                                       |                                                       |                                                      |                             |      |
| Condiciones de presión y temperatura del Laboratorio                                                      |                                                       | 26 [°C]                                              | 14,63 [Psia]                |      |
| Presión de la muestra [Psig]                                                                              |                                                       | 20                                                   |                             |      |
| DATOS DE LA PRUEBA                                                                                        |                                                       |                                                      |                             |      |
| Presión medidor punto de rocío para aplicación en el laboratorio[Psig]                                    |                                                       |                                                      |                             | 20   |
| Temperaturas de punto de rocío observadas [°C]                                                            |                                                       | 16                                                   | 16                          |      |
| Temperatura punto Rocío [°C]                                                                              | 16                                                    | Contenido de Humedad [Lb/MMSCF]                      |                             | 400  |

**Fuente:** Autores

En la figura 35 se observa el montaje realizado para la prueba del punto de rocío del agua al gas de Campo Escuela Colorado.

**Figura 35** Montaje de la prueba de punto de rocío Campo Escuela Colorado.



**Fuente:** Autores

El gas de campo escuela colorado muestra un contenido de agua bastante alto que desde luego se encuentra fuera de las especificaciones del RUT y en cuanto a la temperatura de punto de rocío es relativamente alta a la presión de operación del separador.

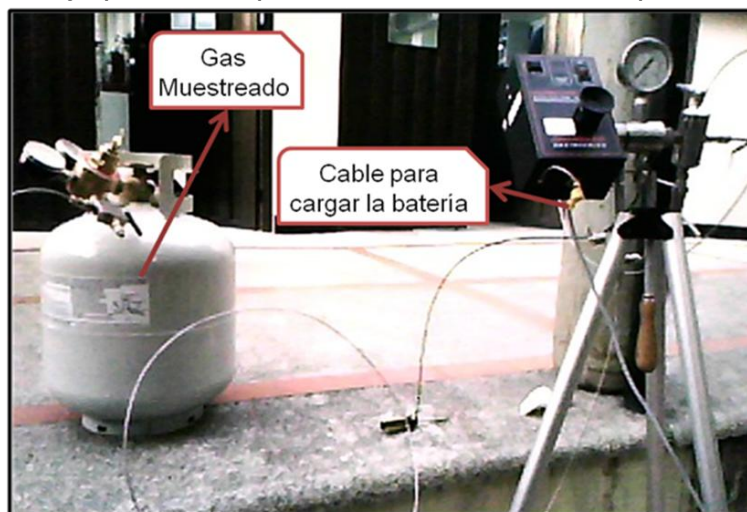
Se corrió la prueba de punto de rocío de hidrocarburos con el medidor digital de punto de rocío (figura 36) registrando los datos en la Tabla 17. La temperatura más baja que se alcanzó en esta prueba fue de  $-15^{\circ}\text{C}$  sin que se apreciara ningún condensado de hidrocarburo, esto indica que el porcentaje de hidrocarburos intermedios como propano y butano es bajo y en su mayor parte se encuentra constituido por metano y etano, lo que se puede corroborar en la cromatografía tomada al gas de Campo Escuela Colorado por el ICP en 2008 ver Tabla 15.

**Tabla 17.** Medición de punto de rocío de HC del gas de Campo Escuela Colorado  
Condiciones del Separador.

|                                                                                                                     |                                                                     |                                    |                                 |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b>      | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |                                    | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                     | <b>MEDICIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS</b>                 |                                    | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FP03</b> |
| <b>Fecha: 15/ 02/2012</b>   <b>Identificación del informe:</b> Punto Rocío HC gas colorado                          |                                                                     |                                    |                                 |             |
| <b>Dirección del laboratorio:</b>                                                                                   |                                                                     | UIS Guatiguará - Piedecuesta       |                                 |             |
| <b>Nombre y dirección del cliente:</b>                                                                              |                                                                     | Campo Escuela Colorado             |                                 |             |
| <b>Descripción de la muestra:</b>                                                                                   |                                                                     | Cilindro porta muestras a 60 psig. |                                 |             |
| <b>Revisa:</b>                                                                                                      |                                                                     | <b>Aprueba:</b>                    |                                 |             |
| <b>DATOS SUMINISTRADOS</b>                                                                                          |                                                                     |                                    |                                 |             |
| Condiciones de presión y temperatura del Laboratorio                                                                |                                                                     | 26 [°C]                            | 14,63 [Psia]                    |             |
| <b>DATOS DE LA PRUEBA</b>                                                                                           |                                                                     |                                    |                                 |             |
| Presión medidor punto de rocío para aplicación en el laboratorio[Psig]                                              |                                                                     |                                    | 20                              |             |
| Temperaturas punto de rocío HC observadas [°F]                                                                      |                                                                     |                                    | -----                           | -----       |
| <b>Temperatura de punto de rocío [°F]</b>                                                                           |                                                                     |                                    | No se observo                   |             |
| <b>Observaciones:</b><br>Se obtuvo una temperatura mínima de -15°C sin observar el punto de rocío del Hidrocarburo. |                                                                     |                                    |                                 |             |

**Fuente:** Autores

**Figura 36** Montaje prueba de punto de rocío de HC Campo Escuela Colorado



**Fuente:** Autores

Adicionalmente se corrió una prueba de punto de rocío a la presión de operación del Scrubber de la estación Tabla 18, y una prueba de control a 5 psig tabla 19.

**Tabla 18.** Punto de rocío gas Campo Escuela Colorado a condiciones del Scrubber

|                                                                                                                                                                           |                                                       |                                                      |                              |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------|------|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIMOS FUTURO</div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |                                                      | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS     |      |
|                                                                                                                                                                           | MEDICIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO                           |                                                      | REVISIÓN: 00                 | FP02 |
|                                                                                                                                                                           |                                                       |                                                      | Página 1 de 1                |      |
| Fecha: 15/ 02/2012                                                                                                                                                        |                                                       | Identificación del informe: Punto Rocío gas Colorado |                              |      |
| Dirección del laboratorio:                                                                                                                                                |                                                       | UIS Guatiguará - Piedecuesta                         |                              |      |
| Nombre y dirección del cliente:                                                                                                                                           |                                                       | Campo Escuela Colorado                               |                              |      |
| Descripción de la muestra:                                                                                                                                                |                                                       | Cilindro porta muestras a 40 psig                    |                              |      |
| Revisa:                                                                                                                                                                   |                                                       | Aprueba:                                             |                              |      |
| DATOS SUMINISTRADOS                                                                                                                                                       |                                                       |                                                      |                              |      |
| Condiciones de presión y temperatura del Laboratorio                                                                                                                      |                                                       | 28 [°C]                                              | 14,63 [Psia]                 |      |
| DATOS DE LA PRUEBA                                                                                                                                                        |                                                       |                                                      |                              |      |
| Presión medidor punto de rocío para aplicación en el laboratorio[Psig]                                                                                                    |                                                       |                                                      |                              | 10   |
| Temperaturas de punto de rocío observadas [C]                                                                                                                             |                                                       | 13                                                   | 13                           |      |
| Temperatura punto rocío [°C]                                                                                                                                              |                                                       | 13                                                   | Contenido Humedad [Lb/MMSCF] |      |
|                                                                                                                                                                           |                                                       |                                                      | 400                          |      |

Fuente: Autores

**Tabla 19.** Punto de rocío de control gas Campo Escuela Colorado. A una presión de control.

|                                                                                                           |                                                       |                                   |                                 |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|
| <br>CONSTRUIMOS FUTURO | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |                                   | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS        |              |
|                                                                                                           | MEDICIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO                           |                                   | REVISIÓN: 00                    | FP0          |
|                                                                                                           |                                                       |                                   | Página 1 de 1                   |              |
| Fecha: 15/ 02/2012    Identificación del informe: Punto Rocío gas Colorado                                |                                                       |                                   |                                 |              |
| Dirección del laboratorio:                                                                                |                                                       | UIS Guatiguará - Piedecuesta      |                                 |              |
| Nombre y dirección del cliente:                                                                           |                                                       | Campo Escuela Colorado            |                                 |              |
| Descripción de la muestra:                                                                                |                                                       | Cilindro porta muestras a 20 psig |                                 |              |
| Revisa:                                                                                                   |                                                       |                                   | Aprueba:                        |              |
| DATOS SUMINISTRADOS                                                                                       |                                                       |                                   |                                 |              |
| Condiciones de presión y temperatura del Laboratorio                                                      |                                                       |                                   | 27 [°C]                         | 14,63 [Psia] |
| DATOS DE LA PRUEBA                                                                                        |                                                       |                                   |                                 |              |
| Presión medidor punto de rocío para aplicación en el laboratorio[Psig]                                    |                                                       |                                   |                                 | 5            |
| Temperaturas de punto de rocío observadas [C]                                                             |                                                       | 9                                 | 9                               |              |
| Temperatura punto rocío [°C]                                                                              |                                                       | 9                                 | Contenido de Humedad [Lb/MMSCF] | 400          |

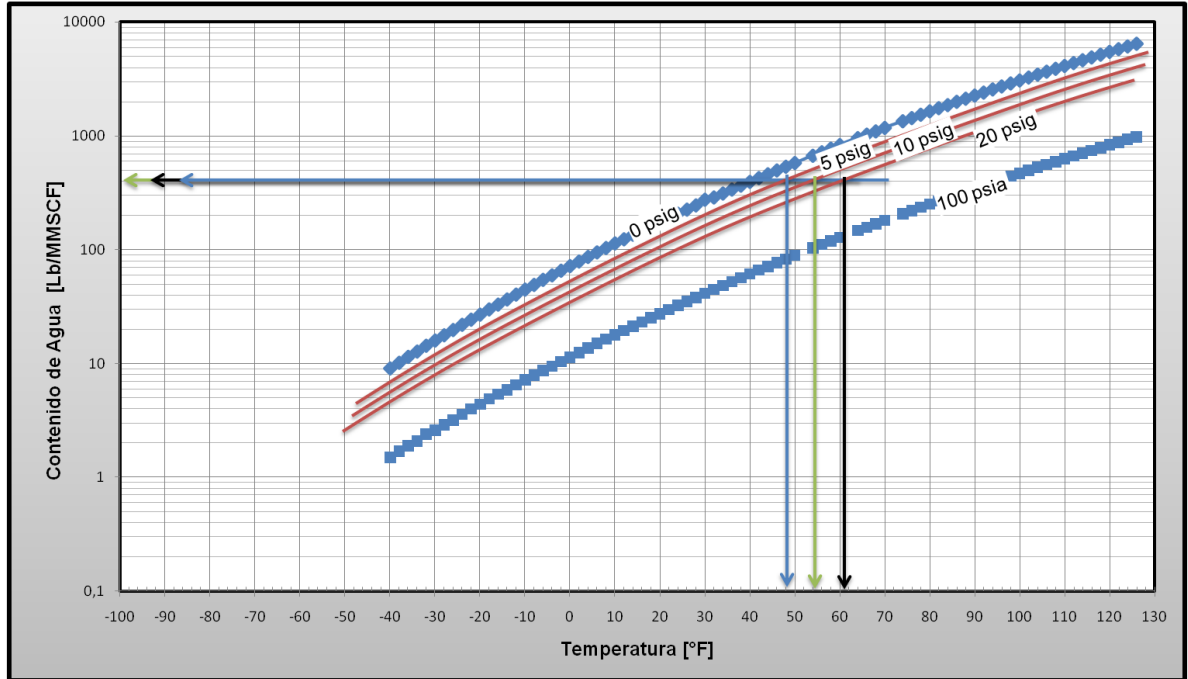
Fuente: Autores

Los datos de contenido de humedad se obtuvieron de la gráfica suministrada por el distribuidor del equipo de medidor de punto de rocío Chandler Engineering basadas en ASTM D1142 ver figura 37; y se puede observar que permanecen prácticamente constantes como es de esperar ya que el contenido de agua no solo es función de la presión y temperatura sino también de la composición del gas, de esta forma hay una cantidad fija o constante de agua en forma de vapor que él puede soportar. También se podría establecer la curva de punto de rocío determinando para varias presiones de interés la temperatura de rocío, la cual es vital a la hora de establecer condiciones de operación, definir el comportamiento termodinámico del fluido sobre el diagrama de fases, incluso permite ver el impacto del contenido de agua sobre el comportamiento de fases de los hidratos. En la figura 38 se aprecia una pequeña curva de punto de rocío con los 3 puntos hallados en el laboratorio; la envolvente de fases (BP Curva de puntos de burbuja y DP curva de puntos de rocío) junto con la curva de formación de hidratos hechas en HYSYS tomando como base la cromatografía tomada al gas del Campo Colorado en el año 2008 la cual fue realizada en los laboratorios del ICP. La curva de punto de rocío (WD) en este caso se ubica a la derecha de la formación de hidratos (HF) indicando que primero tendremos agua libre en nuestro sistema y posteriormente se formaran los hidratos; y que el estado meta estable no se presentará<sup>11</sup>.

---

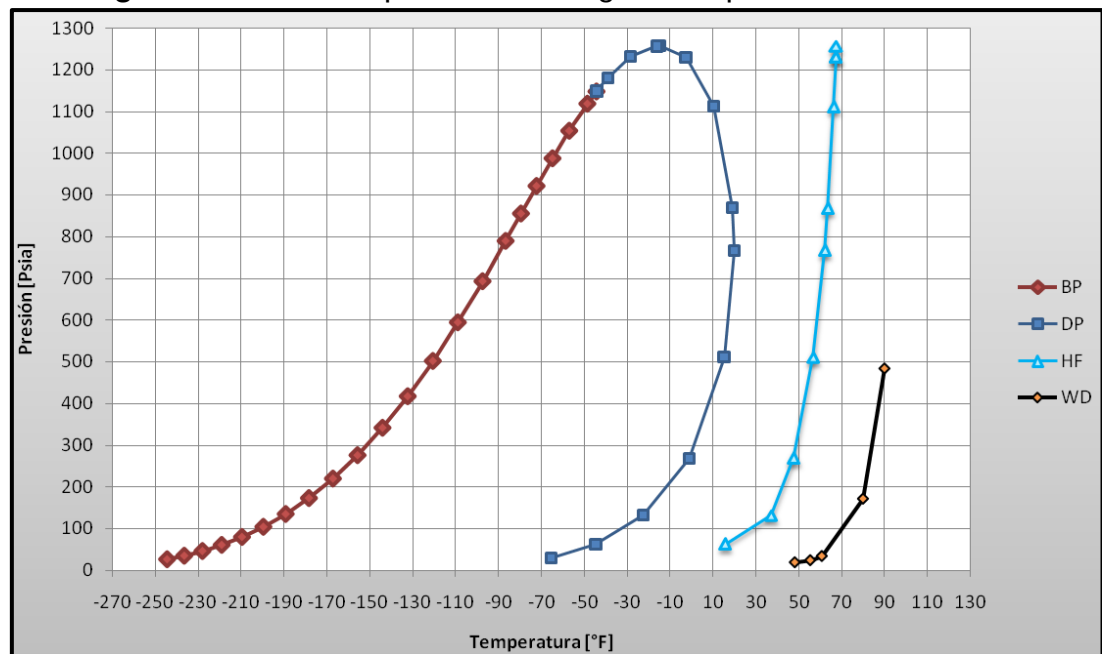
<sup>11</sup> John M. Campbell & Co. ¿Cuál es el Impacto del Contenido de Agua sobre el Punto de Rocío y Comportamiento de Fases de los Hidratos? <http://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/spanish/?p=814>

**Figura 37.** Carta de Contenido de humedad.



**Fuente:** Modificada del manual del punto de rocío de Chandler Engineering.

**Figura 38.** Curva de punto de rocío gas Campo Escuela Colorado.



**Fuente:** Autores

Según los datos comparativos presentados en la tabla 20 se puede inferir que el gas de campo escuela colorado presenta un alto contenido de agua, con un poder calorífico que hay que tener en cuenta por ejemplo para usarlo como combustible en la generación de energía para el propio campo como alternativa a quemarlo en la tea, ya que el volumen de producción no se presta para comercializarlo; y con temperaturas de punto de rocío del agua relativamente altas pero que muy probablemente no se lleguen a presentar debido a las condiciones ambientales propias de la región.

**Tabla 20.** Resultados de pruebas corridas al gas de campo escuela colorado.

| PRUEBA                                 | GAS Separador Campo Escuela Colorado |
|----------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Contenido de agua</b>               | 400[Lb/MSCF]                         |
| <b>Poder Calorífico Bruto</b>          | 1265 [BTU/SCF]                       |
| <b>Poder Calorífico Neto</b>           | 1230 [BTU/SCF]                       |
| <b>Punto de rocío del agua @20psig</b> | 60,8 [°F]                            |
| <b>Punto de rocío de hidrocarburos</b> | < -15°C                              |

**Fuente:** Autores

Con un conocimiento detallado del comportamiento de la curva de punto de rocío en relación con el diagrama de fases del gas de Campo Escuela Colorado le permitirá al ingeniero de diseño, procesos u operador de las facilidades, tomar decisiones para prevenir la corrosión y posible formación de hidratos producto de la formación de agua libre; manteniendo alejado de estas condiciones tanto a los equipos como las líneas de producción; impactando significativamente el funcionamiento rendimiento y la vida útil de las facilidades de producción.

## 5. CONCLUSIONES

La Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander queda dotada con un laboratorio de Gas enmarcado bajo las principales normas que garantizan la calidad de sus procedimientos como son ICONTEC, API, ASTM y GPA; para el soporte de la investigación de estudiantes y docentes tanto de pregrado como posgrado en un hidrocarburo como el gas natural.

El laboratorio de Gas está en capacidad de realizar las siguientes pruebas: Medición del poder calorífico, Medición del contenido de humedad, Medición del punto de rocío y Medición del punto de rocío de hidrocarburos.

La implementación de un sistema de gestión de calidad para el laboratorio asegura el funcionamiento y la calidad de los ensayos y sus respectivos resultados porque plantea en los manuales de procedimientos, calidad y funciones, los protocolos de calibración y mantenimiento de los equipos, así como la metodología a seguir para llevar a cabo el muestreo y la realización de las diferentes pruebas.

Se demostró la operatividad del laboratorio trabajando con gas de Campo Escuela Colorado, obtenido por medio de un muestreo de superficie realizado en el separador, se realizaron las respectivas pruebas, determinando así las principales propiedades que definen la calidad del gas natural.

El gas de campo escuela colorado tiene un apreciable poder calorífico neto de 1.230 BTU/SCF a pesar del alto contenido de agua de 400 lb/MSCF los parámetros anteriores se encuentran fuera del RUT. El gas a las condiciones que se podrían presentar en la estación no condensa líquidos tanto de agua como de hidrocarburo debido a sus bajos puntos de rocío.

## RECOMENDACIONES

Con el fin de mejorar y ampliar los servicios que ofrece el laboratorio de Gas de la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander se recomienda:

- Se requiere que la Escuela asigne un espacio físico con las instalaciones sanitarias, eléctricas, gases de presión y otras para que el laboratorio pueda funcionar correctamente.
- Adquirir el bloque de distribución EPC para capilares necesario para que el cromatógrafo de gases pueda entrar en operación.
- Reparar o comprar el cable que va de la sonda al medidor portátil de Humedad PM880. El grupo Atlas S.A. antes Equipem S.A a quien se le compro el higrómetro son una buena alternativa para adquirirlo.
- Adquirir al menos dos termómetros graduados de 0°C a 105°C necesarios para el calorímetro para registrar la temperatura del agua de salida, así como una balanza electrónica con al menos una capacidad de 1000gr para determinar la masa del agua utilizada en la prueba.
- Realizar un estudio de mercado en el cual se pueda llegar a establecer parámetros como el valor que se podría llegar a cobrar por la realización de las pruebas, los principales competidores etc. pensando en el laboratorio para prestar sus servicios a la industria.

Para garantizar el funcionamiento y facilitar la operatividad del laboratorio de Gas de la Escuela de ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander se recomienda:

- Adquirir repuestos de las partes de los equipos más susceptibles a sufrir desgaste o ruptura como son: Los conectores o racores necesarios en el montaje de los equipos, así como mangueras ya sean de alta o baja presión.
- Cargar los cilindros que vienen para CO<sub>2</sub> que son pequeños y de fácil manejo, para cuando se requiera correr pruebas de punto de rocío en campo.
- Emplear un simulador como HYSYS, en el cual se pueda modelar el fluido de estudio a partir de ciertas propiedades previamente establecidas, como complemento y soporte de las pruebas que se realicen en el laboratorio.

Con respecto a la implementación del sistema de gestión de calidad bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025:2005 se recomienda:

- Mantener siempre los documentos del sistema de gestión de calidad actualizados, ya sea por algún cambio o la generación de un documento nuevo siempre siguiendo la norma fundamental para su elaboración.
- Todos los documentos (registros, normas, informes etc.) deben estar debidamente archivados y dispuestos de tal modo que facilite la consulta a las partes interesadas y autorizadas.
- Realizar capacitaciones referentes tanto a los lineamientos técnicos del laboratorio como a los fundamentos de gestión de calidad, al personal respectivo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

GPSA. Engineering Data Book 12th Edition, 2004

David O, Eduardo C. Estudio para el Montaje del Laboratorio de Gas en la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la UIS. Bucaramanga, 2002, Tesis Pregrado (Ingeniería de petróleo) Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería de Petróleos.

### **ARTÍCULOS TÉCNICOS:**

- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025:2005. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.
- John M. Campbell & Co. ¿Cuál es el Impacto del Contenido de Agua sobre el Punto de Rocío y Comportamiento de Fases de los Hidratos? <http://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/spanish/?p=814>
- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE API RP 44 segunda edición: Abril 2003. Sampling Petroleum Reservoir Fluids.
- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE API MPMS Chapter 14:2006. Natural Gas Fluids Measurement, section 1- Collecting and Handling of Natural Gas Samples for Custody Transfer.
- GAS PROCESSORS ASSOCIATION GPA 2166:2005. Obtaining Natural Gas Samples for Analysis by Gas Chromatography.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS ASTM D1142 reapproved 2006. Standard Test Method for Water Vapor Content of Gaseous Fuels by Measurement of Dew Point Temperature.

## **LEYES Y RESOLUCIONES:**

- Resolución CREG 071 de 1999. Por la cual se establece el Reglamento Único de Transporte de Gas Natural.
- Resolución CREG 054 de 2007. Por la cual se complementan las especificaciones de calidad del gas natural inyectado al sistema nacional de Transporte, definidas en la resolución CREG 071 de 1999.

## **PÁGINAS WEB**

Comisión de Regulación de Energía y Gas, (CREG). [www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co)

Ecopetrol, Energía para el futuro. [www.ecopetrol.com.co](http://www.ecopetrol.com.co)

## **ANEXOS**

## **ANEXO A. MANUAL DE CALIDAD**

# **LABORATORIO DE GAS**

## **MANUAL DE CALIDAD**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**INGENIERIA DE PETROLEOS**

**Bucaramanga, Marzo del 2012**

|                                                                                                                |                                                               |  |                              |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>CONTENIDO</b>                                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>          | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>         |             |

## CONTENIDO

### INTRODUCCION.

1. Política De Calidad.
2. Objetivo de calidad.
3. Términos Y Definiciones.
  - 3.1. Términos Relativos de Calidad.
  - 3.2. Términos Relativos a la Gestión.
  - 3.3. Términos Relativos a la Organización.
  - 3.4. Términos Relativos al Proceso y al Producto.
  - 3.5. Términos Relativos a las Características.
  - 3.6. Términos Relativos a la Conformidad.
  - 3.7. Términos Relativos a la Documentación.
4. Requisitos Relativos a la Gestión.
  - 4.1. Organización
  - 4.2. Sistema de Calidad.
  - 4.3. Control de documentos.
  - 4.4. Revisión de los pedidos, ofertas y contratos.
  - 4.5. Subcontratación de ensayos y calibraciones.
  - 4.6. Compras de servicios y suministros.
  - 4.7. Servicio al cliente.
  - 4.8. Quejas.
  - 4.9. Control de trabajos de ensayo y/o calibraciones no conformes.
  - 4.10. Mejora.
  - 4.11. Acciones correctivas.
  - 4.12. Acciones preventivas.
  - 4.13. Control de los registros.

|                                                                                                                |                                                               |  |                              |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>CONTENIDO</b>                                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>          | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>         |             |

4.14. Auditorías internas.

4.15. Revisiones por la dirección.

5. Requisitos Técnicos.

5.1. Generalidades.

5.2. Personal.

5.3. Instalaciones y condiciones ambientales.

5.4. Métodos de ensayo y de calibración, validación de los métodos.

5.5. Equipos.

5.6. Trazabilidad de las mediciones.

5.7. Muestreo.

5.8. Manipulación de los ítems de ensayo y de calibración.

5.9. Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración.

5.10. Informe de resultados.

|                                                                                                                                                |                                                               |  |                          |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |      |
|                                                                                                                                                | <b>INTRODUCCION</b>                                           |  | REVISIÓN: 00             | M001 |
|                                                                                                                                                |                                                               |  | PÁGINA 1 DE 2            |      |

## INTRODUCCION

La Universidad Industrial de Santander implemento un Sistema De Gestión De Calidad para el laboratorio de gas según la norma NTC ISO 17025:2005 la cual representa la organización desde el punto de vista gerencial donde se tienen en cuenta tanto los aspectos humanos como técnicos, orientando sus actividades en un escenario de calidad, bajo el compromiso de los estudiantes y el personal que de una u otra forma se encuentran relacionados en los procesos que se realizan.

En el manual de calidad se encuentran las políticas, objetivos, sistemas, programas, y requisitos para asegurar la calidad de los resultados y así poder brindarle a sus clientes resultados supervisados y certificados legalmente.

Mediante este documento se pretende dar una mejor utilización de los recursos disponibles y establecer las normas para un buen desempeño tanto de los equipos como entre el mismo personal del laboratorio.

### 1. POLITICA DE CALIDAD.

Bajo los parámetros de la norma NTC ISO 17025:2005 se establece el compromiso de las directivas del laboratorio tanto en el ámbito personal como el desarrollo de las prácticas siendo estas declaraciones concisas.

#### ➤ Política de Calidad del Laboratorio de Gas

***“Alcanzar el mejor nivel hacia la prestación de servicios y garantizar los resultados de la pruebas y ensayos realizados en el laboratorio, cumpliendo con las exigencias de calidad por la industria y con la misión y objetivos establecidos previamente en el Laboratorio de Gas de la Universidad Industrial de Santander”.***

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>INTRODUCCION</b>                                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>     |             |

## 2. OBJETIVOS DE LA POLÍTICA DE CALIDAD.

- ✓ Servir como practica de las pruebas de laboratorio requeridas por la industria para los estudiantes de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander.
- ✓ Satisfacer las necesidades de los clientes.
- ✓ Actualizar regularmente la documentación correspondiente al sistema de calidad.
- ✓ Llevar un control sobre los recursos utilizados del laboratorio y poder controlar de forma satisfactoria su utilización.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  |                          |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TERMINOS Y DEFINICIONES</b>                                      |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  | <b>PÁGINA 1 DE 5</b>     |             |

### 3. TERMINOS Y DEFINICIONES.

#### 3.1. Términos Relativos de Calidad.

- ✓ **Calidad.** Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. Puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como pobre, buena o excelente.
- ✓ **Requisito.** Expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria. Pueden ser generados por las diferentes partes.
- ✓ **Clase.** Categoría o rango dado a diferentes requisitos de la calidad para productos, procesos o sistemas que tienen el mismo uso funcional.
- ✓ **Satisfacción del cliente.** Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.
- ✓ **Capacidad.** Aptitud de una organización, sistema o proceso para realizar un producto que cumple los requisitos para ese producto.

#### 3.2. Términos Relativos a la Gestión.

- ✓ **Sistema.** Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.
- ✓ **Sistema de Gestión.** Sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos.
- ✓ **Sistema de Gestión de la Calidad.** Sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.
- ✓ **Política de Calidad.** Intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad tal como se expresan formalmente por la alta dirección.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  |                          |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |      |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TERMINOS Y DEFINICIONES</b>                                |  | REVISIÓN: 00             | M001 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  | PÁGINA 2 DE 5            |      |

- ✓ **Objetivo de la Calidad.** Algo ambicionado o pretendido, relacionado con la calidad.
- ✓ **Gestión.** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.
- ✓ **Alta Dirección.** Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización.
- ✓ **Gestión de la Calidad.** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.
- ✓ **Planificación de la Calidad.** Parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad.
- ✓ **Control de la Calidad.** Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.
- ✓ **Aseguramiento de la Calidad.** Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.
- ✓ **Mejora de la Calidad.** Parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos.
- ✓ **Mejora Continua.** Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.
- ✓ **Eficacia.** Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.
- ✓ **Eficiencia.** **Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.**

### 3.3. Términos Relativos a la Organización.

- ✓ **Organización.** Conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  |                          |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |      |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TERMINOS Y DEFINICIONES</b>                                |  | REVISIÓN: 00             | M001 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  | PÁGINA 3 DE 5            |      |

- ✓ **Estructura de la Organización.** Disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones entre el personal.
- ✓ **Infraestructura.** Sistema de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de una organización.
- ✓ **Ambiente de trabajo.** Conjunto de condiciones bajo las cuales se realiza el trabajo.
- ✓ **Cliente.** Organización o persona que recibe un producto.
- ✓ **Proveedor.** Organización o persona que proporciona un producto.

### 3.4. Términos Relativos al Proceso y al Producto.

- ✓ **Proceso.** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
- ✓ **Producto** resultado de una proceso.
- ✓ **Procedimiento.** Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

### 3.5. Términos Relativos a las Características.

- ✓ **Características.** Rasgo diferenciador.
- ✓ **Características de la Calidad.** Característica inherente de un producto, proceso o sistema relacionada con un requisito.
- ✓ **Seguridad de Funcionamiento.** Término colectivo utilizado para describir el desempeño de la disponibilidad y los factores que la influyen: desempeño de la confiabilidad, de la capacidad de mantenimiento y de mantenimiento de apoyo.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  |                          |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |      |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TERMINOS Y DEFINICIONES</b>                                |  | REVISIÓN: 00             | M001 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  | PÁGINA 4 DE 5            |      |

- ✓ **Trazabilidad.** Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración.

### 3.6. Términos Relativos a la Conformidad.

- ✓ **Conformidad.** Cumplimiento de un requisito.
- ✓ **No conformidad.** Incumplimiento de un requisito.
- ✓ **Defecto.** Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado.
- ✓ **Acción Preventiva.** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencia u otra situación potencialmente indeseable.
- ✓ **Acción correctiva.** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.
- ✓ **Corrección.** Acción tomada para eliminar una no conformidad detectada.
- ✓ **Reproceso.** Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos
- ✓ **Reclasificación.** Variación de la clase de un producto no conforme, de tal forma que sea conforme con requisitos que difieren de los iniciales.
- ✓ **Reparación.** Acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista.

### 3.7. Términos Relativos a la Documentación.

- ✓ **Información.** Datos que poseen significado.
- ✓ **Documento.** Información y su medio de soporte.
- ✓ **Especificación.** Documento que establece requisitos.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  |                          |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>TERMINOS Y DEFINICIONES</b>                                |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  | <b>PÁGINA 5 DE 5</b>     |             |

- ✓ **Manual de Calidad.** Documento que especifica el sistema de gestión de la calidad de una organización.
- ✓ **Plan de Calidad.** Documento que especifica que procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quien debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico.
- ✓ **Registro.** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

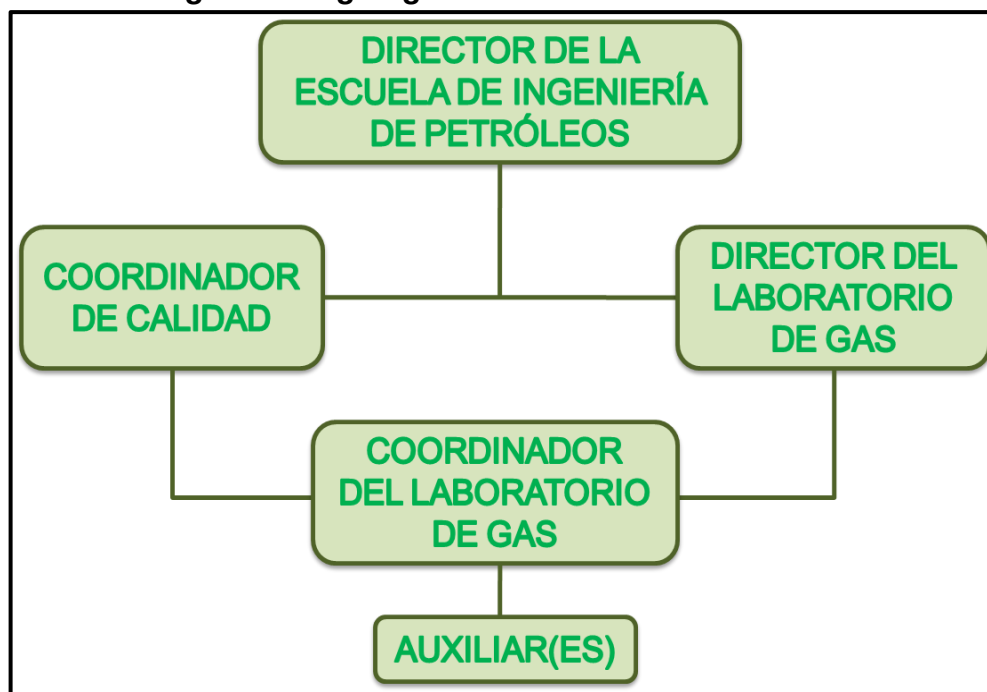
|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>ORGANIZACION</b>                                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 6</b>     |             |

#### 4. REQUISITOS RELATIVOS A LA GETIÓN.ORGANIZACIÓN.

**4.1.1.** El laboratorio de gas es parte de la Universidad Industrial de Santander, siendo una entidad de carácter oficial, es un organismo que debe actuar bajo las políticas y reglamentos que rigen a las Instituciones De Educación Superior en Colombia. Constituida según la matrícula #890201213-4 de la Cámara de Comercio de Bucaramanga.

El laboratorio de gas se encuentra en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander sede Guatiguara- Piedecuesta. Su estructura jerárquica se encuentra compuesta por figura 1:

**Figura 1. Organigrama del laboratorio de Gas.**



**Fuente: Autores.**

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  |                          |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>ORGANIZACION</b>                                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 6</b>     |             |

#### **4.1.2, Norma aplicada para un Sistema de Gestión de Calidad.**

La norma que se debe aplicar para que el laboratorio cumpla con los requerimientos de sistema de gestión de calidad es la Norma NTC-ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos Generales Para La Competencia De Los Laboratorios De Ensayo Y Calibración”.

#### **4.1.3 Sistema de Gestión del Laboratorio.**

El laboratorio de gas se desarrolla completamente en las instalaciones de la Universidad industrial de Santander sede Guatiguará Piedecuesta.

**4.1.2. Desarrollo Organizacional del Personal.** Las funciones y responsabilidades del laboratorio de gas tanto de los directivos, personal y auxiliares del laboratorio se encuentran definidas en el manual de Funciones (M 003).

#### **4.1.3. Normas del Laboratorio.**

**4.1.3.1.** El laboratorio de gas cuenta con un director encargado de solicitar y supervisar los recursos necesarios para desarrollar el laboratorio, debe asignar y delimitar las funciones del personal que se encuentra bajo su cargo. El director o encargado del laboratorio debe implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de calidad y realizar acciones preventivas para minimizar o evitar errores.

#### **4.1.3.2. Medidas de Seguridad.**

El director y/o encargado del laboratorio debe verificar que el personal que contrata este supervisado, sea competente y que desarrolle su trabajo bajo las especificaciones del sistema de gestión de calidad, que se encuentren libres de presión o chantaje de ninguna índole logrando una mejor calidad del trabajo desarrollado.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                          |  |                              |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE CALIDAD</div> |                 |
|                                                                                                                                                                                     | <div>ORGANIZACION</div>                                                  |  | <div>REVISIÓN: 00</div>      | <div>M001</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                          |  | <div>PÁGINA 3 DE 6</div>     |                 |

- ✓ Para ingresar al laboratorio deben presentar un documento que los identifique como trabajador del laboratorio o como estudiante.
- ✓ Personas no autorizadas solo pueden ingresar al laboratorio con una autorización debidamente diligenciada y firmada por el director y/o encargado del laboratorio.

#### **4.1.3.3 Seguridad para los Documentos.**

- ✓ Todo documento debe estar firmado por el director y/o encargado del laboratorio ya sea para el ingreso de pruebas o para la finalización del análisis de una muestra.
- ✓ Los resultados generados deben ser escritos en los formatos previamente establecidos en el laboratorio y entregados directamente al solicitante de dicha prueba.

#### **4.1.3.3. Seguridad Muestras y Procedimientos.**

- ✓ Toda muestra que ingrese al laboratorio debe ser marcada con un código especial dado por el director y/o encargado del laboratorio.
- ✓ Ninguna muestra puede ser manipula sin antes ser autorizado su análisis por el director y/o encargado del laboratorio.
- ✓ La información suministrada por el cliente y la muestra deben permanecer bajo confidencialidad y solo pueden tener acceso a esos datos el director del laboratorio.
- ✓ El personal técnico que se encuentre laborando en el laboratorio debe cumplir con un perfil ético y profesional requerido e idóneo para la realización de sus funciones.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  |                          |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>ORGANIZACION</b>                                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  | <b>PÁGINA 4 DE 6</b>     |             |

#### 4.1.3.4. Estructura Gestión de Calidad.

La organización y estructura de gestión del laboratorio fueron previamente establecidas en un organigrama del Laboratorio De Gas en la sección organización del laboratorio Figura 1.

El encargado de velar y proteger los intereses del laboratorio y realizar las actividades de contratación de servicios y personal, compras, tramites, recepción de equipos y materiales para el laboratorio es la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander.

**4.1.3.5. Responsabilidades del Personal.** Todo el personal debe cumplir con los parámetros establecidos bajo la norma NTC – ISO/IEC 17025:2005.

- **Director de Escuela Ingeniería de Petróleos:** Especificado en el Manual de Funciones, Fichas Puesto de Trabajo. F001.
- **Director del Laboratorio de Gas:** Especificado en el Manual de Funciones, Fichas Puesto de Trabajo. F002.
- **Coordinador Calidad:** Especificado en el Manual de Funciones, Fichas Puesto de Trabajo. F003.
- **Coordinador de Laboratorio de Gas:** Especificado en el Manual de Funciones, Fichas Puesto de Trabajo. F004.
- **Auxiliar(es):** Especificado en el Manual de Funciones, Fichas Puesto de Trabajo. F005.

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>ORGANIZACION</b>                                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 5 DE 6</b>     |             |

#### 4.1.3.6. Supervisión y Entrenamiento del Personal.

El director del laboratorio es el encargado de supervisar las actividades del personal bajo los siguientes parámetros:

- Dictar charlas técnicas de actualización y refuerzo de las normas aplicadas al laboratorio de forma periódica.
- Verificar los reportes realizados por el personal.
- Establecer programas de repetibilidad y reproducibilidad.

Se establecerán parámetros de entrenamiento teniendo en cuenta las necesidades que se presentan entre el personal para desempeñar los diferentes cargos.

- Inducción.
- Estudio del Manual de Calidad.
- Estudio de Normas Técnicas de Pruebas.
- Estudio Manuales de Equipos.
- Observación de Pruebas.
- Realización de Pruebas.
- Evaluación de Repetibilidad.

La capacitación no tiene un tiempo de duración establecido ya que este depende de la cantidad de equipos y métodos que requiere el personal utilizar.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  |                          |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>ORGANIZACION</b>                                                 |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  | <b>PÁGINA 6 DE 6</b>     |             |

Una vez se tomen estas medidas se procede a realizar pruebas evaluatorias sin ayuda con la finalidad de verificar si el entrenamiento fue aprovechado y asimilado de forma correcta, dejando una constancia por escrito una vez sea finalizada la capacitación.

**4.1.3.7.** El director del laboratorio es el responsable de las operaciones técnicas y todas las gestiones que se requieren en el laboratorio, solicitar al director de escuela todos los recursos que sean necesarios para cumplir satisfactoriamente con la calidad de las pruebas.

#### **4.1.3.8. Coordinador de Calidad.**

El laboratorio de Gas cuenta con un responsable de calidad quien es el encargado de vigilar y hacer cumplir las normas de calidad establecidas para los laboratorios.

#### **4.1.3.9. Sustitutos.**

El laboratorio no cuenta con sustitutos.

**4.1.3.10.** El director del laboratorio debe proporcionar al personal los medios para que tengan conciencia de la importancia de las actividades desarrolladas en el laboratorio mediante la formación de comités de calidad y charlas motivacionales.**Normas De Comunicación.**

El director del laboratorio debe establecer un proceso de comunicación interna tanto de forma escrita como verbal, con el fin de mejorar la relación del personal y cumplir eficazmente con el Sistema de Gestión de Calidad.

#### **Control de cambios**

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                              |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE CALIDAD</div> |                 |
|                                                                                                                                                                                    | <div>SISTEMA DE GESTION</div>                                            |  | <div>REVISIÓN: 00</div>      | <div>M001</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | <div>PÁGINA 1 DE 6</div>     |                 |

## 4.2 SISTEMA DE GESTIÓN.

### UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

#### Misión

La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad.

Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo.

Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales y la construcción de una cultura de visa.

#### Visión

Como visión general en el año 2018, la Universidad Industrial de Santander se habrá fortalecido en su carácter público, aportando al desarrollo político, cultural, social y económico del país, como resultado de un proceso de generación y adecuación del conocimiento en el cual la investigación constituye el eje articulador de sus funciones misionales.

La Universidad habrá desarrollado exitosamente una política de crecimiento vertical, mediante la cual se crearan y consolidarán programas de maestría y doctorado de alta calidad, sustentados en procesos de investigación pertinente para la región y el país.

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>SISTEMA DE GESTION</b>                                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 6</b>     |             |

La institución habrá contribuido al desarrollo regional, mediante la formación del talento humano, la investigación y la extensión, reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida, la competitividad internacional y el crecimiento económico.

Como parte de este proceso, se ampliarán la cobertura con la creación y consolidación de programas misionales pertinentes y soportes estratégicos en su sede central y en sus sedes regionales tanto a nivel profesional como a nivel tecnológico, atendiendo a la política de formación pro ciclos aprobada por el Consejo Superior.

La Universidad habrá consolidado una política de articulación global que le ha permitido incrementar de manera significativa los resultados de sus procesos misionales mediante la cooperación con instituciones educativas y de investigación de alto prestigio, empresas, entidades gubernamentales, egresados y otros entes públicos y privados nacionales e internacionales.

La Universidad habrá fortalecido en toda su organización una cultura de gestión de alta calidad de los procesos misionales, estratégicos y de apoyo.

Como resultado de la actualización permanente de sus programas académicos. La Universidad forma personas con las competencias apropiadas para liderar el desarrollo económico y social y para realizar proyectos educativos e investigativos, que contribuyen al logro de las metas de desarrollo del país y a la consolidación de una sociedad del conocimiento a nivel regional, nacional e internacional.

La Institución habrá consolidado su estabilidad financiera y modernizado su infraestructura física y tecnológica.

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>SISTEMA DE GESTION</b>                                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 3 DE 6</b>     |             |

## ESCUELA INGENIERIA DE PETROLEOS

### Misión

Formar, dentro del espacio brindado por la academia y la investigación, profesionales con gran capacidad humana, científica y de gestión, que contribuyan a solucionar los problemas técnicos y conceptuales de la industria de hidrocarburos, en armonía con el ecosistema y con responsabilidad ética y social.

### Visión

La Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander busca consolidarse como líder en el contexto nacional y una de las de mayor

trascendencia internacional, propiciando el mejoramiento continuo de la calidad mediante la implementación de contenidos actualizados en el plan de estudio de nuestro programa, para formar aptitudes técnicas, científicas, sociales, ecológicas y humanísticas en nuestros educandos, tanto a nivel de pregrado como de posgrado”.

## LABORATORIO DE GAS

### Misión

El Laboratorio de Gas de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito compaginar las actividades académicas y comerciales de la escuela de Ingeniería de Petróleos contando con personal calificado y con sentido de pertenencia que contribuya a la solución de problemas técnicos y conceptuales en la industria bajo los estándares reglamentarios con el fin de prestar servicios en el análisis del gas.

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>SISTEMA DE GESTION</b>                                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 4 DE 6</b>     |             |

## Visión

El Laboratorio de Gas de la Universidad Industrial de Santander busca ser reconocido a nivel nacional mediante el mejoramiento de la calidad basadas en las normas que rigen la acreditación de los laboratorios, implementando nuevas tecnologías y mejorando su prestación de servicios técnicos.

### 4.1.5. Sistema De Gestión.

Los parámetros de un Sistema de Gestión de calidad se encuentran establecido en el manual de calidad, cuyo propósito es el de satisfacer las necesidades de los clientes cumpliendo con la Norma ISO/IEC 17025 y dar garantía de los resultados.

### 4.1.6. Políticas y Objetivos de Calidad.

#### ✓ Política de Calidad.

El Laboratorio De Gas de la Universidad Industrial de Santander busca alcanzar el mejor nivel hacia la prestación de servicios y garantizar los resultados de las pruebas y ensayos realizados en el laboratorio, cumpliendo con las exigencias de calidad por la industria satisfaciendo las necesidades de sus clientes mediante el mejoramiento continuo de la norma ISO/IEC 17025. El personal del laboratorio se encuentra capacitado para cumplir con las normas de calidad de servicio, implementar las mejoras necesarias de forma continua y así tener un mejor desempeño profesional. El laboratorio de gas medirá propiedades que definen la calidad del gas establecidas en el RUT (Reglamento Único De Transporte) como el punto de rocío y cricondenterma del gas natural, poder calorífico, análisis composicional por cromatografía de gases, contenido de humedad o vapor de agua en el gas natural y contenido de sólidos en el gas natural.

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>SISTEMA DE GESTION</b>                                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 5 DE 6</b>     |             |

#### ➤ **Objetivos de Calidad**

- Mejorar el nivel humano, técnico y organizacional del laboratorio.
- Satisfacer las necesidades de los clientes.
- Actualizar regularmente la documentación correspondiente al sistema de calidad.
- Desarrollar e implementar programas de capacitación para el personal.
- Mantener en óptimas condiciones los equipos y elementos del laboratorio.

Las pruebas del laboratorio deben ser realizadas bajo los parámetros establecidos en la norma y en el laboratorio, el director del laboratorio es el responsable de garantizar y verificar que todas las actividades del laboratorio sean realizadas de forma organizada y profesional, brindando apoyo mediante los auxiliares, capacitando y asegurando el cumplimiento de los parámetros técnicos y normativos según la norma NTC ISO/IEC 17025:2005.

Cualquier modificación y actualización de los parámetros normativos de calidad deben ser difundidas de forma clara y visible a todo el personal del laboratorio para su conocimiento y cumplimiento.

#### **4.1.7. Desarrollo e Implementación del Sistema de Gestión.**

El director del laboratorio comprometido con el desarrollo e implementación de las normas de calidad cumple con los objetivos de calidad, mejorando y manteniendo el sistema de gestión de calidad a través de charlas motivacionales al personal, difusión del sistema de gestión de calidad.

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>SISTEMA DE GESTION</b>                                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 6 DE 6</b>     |             |

#### 4.1.8. Requisitos legales.

Este requisito se puede ver cumplido a través de la política de calidad, los objetivos de calidad, revisiones por las directivas, charlas de motivación, circulares y mediante la prestación de servicios.

#### 4.1.9. Documentación Sistema de Gestión.

El Sistema de Gestión del laboratorio se encuentra fundamentado en los siguientes documentos:

- Norma ISO 9000:2000
- Norma ISO 9001:2000
- Norma NTC ISO/IEC 17025:2005
- Manuales de operación de los equipos
- Formatos

#### 4.1.10. Funciones y Responsabilidades.

Las funciones y responsabilidades que deben cumplir cada uno de los directivos del laboratorio para llevar a cabo el Sistema de Gestión de Calidad se encuentran establecidas en el Manual de Funciones y Responsabilidades del Laboratorio de Gas. Ver Manual de Funciones (M003).

El director de la escuela junto con el director del laboratorio mediante actas, dejan constancia de los cambios efectuados al Sistema de Gestión del laboratorio, dándolos a conocer al personal y en caso de realizar modificación en el actual Sistema de Gestión realizar una revisión y evaluar los impactos positivos y negativos ocasionados

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>CONTROL DE DOCUMENTOS</b>                                  |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>     |             |

## 4.2. CONTROL DE DOCUMENTOS

La elaboración y control de documentos se encuentran descritos en el Manual de Procedimientos M002 en la sección PSG-005.

### 4.2.1. Generalidades

El laboratorio de gas elabora procedimientos de control de los documentos que forman parte del sistema de gestión como reglamentos, normas y otros documentos normativos que no son elaborados por el laboratorio siendo revisados y aprobados por el coordinador de calidad.

### 4.2.2. Aprobación y Emisión De Los Documentos

**4.2.2.1.** Una vez estén elaborados los documentos deben ser revisados por el director del laboratorio antes de ser emitidos y dados a conocer por el personal del laboratorio para su correcto uso.

**4.2.2.2.** Los procedimientos deben asegurar que:

- Las emisiones de los documentos autorizados deben estar disponibles para un buen funcionamiento del laboratorio.
- Los documentos deben ser revisados periódicamente (mínimo una vez al año), si es necesario realizar modificaciones para mejorar y asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad.
- Los documentos obsoletos o no válidos deben ser retirados inmediatamente del laboratorio y así evitar su uso involuntario.
- Los documentos obsoletos o no válidos que deben permanecer en el laboratorio por motivos legales o de preservación deben ser marcados por el coordinador de calidad del laboratorio y solo puede tener acceso a estos documentos.

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>CONTROL DE DOCUMENTOS</b>                                  |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>     |             |

- Todo nuevo documento aprobado que ingresa al laboratorio debe ser notificado y registrado en el Listado Maestro de Documentos.

#### **4.2.2.3. Documentos Generados**

Los documentos del Sistema de Gestión que se generan en el laboratorio deben ser identificados de forma única, indicando el final del documento, y debe incluir la fecha de emisión y/o identificación de revisión, numeración y total de páginas, y la(s) personas que lo realizaron, aprobaron y emitieron.

#### **4.2.3. Cambios a los documentos**

**4.2.3.1.** Cualquier modificación a los documentos debe ser revisada y aprobada por quien realizo la revisión original o por la persona designada.

**4.2.3.2.** Toda modificación del texto o nuevo aporte debe ser identificada previamente en el documento o como un anexo.

**4.2.3.3.** La modificación de los documentos se puede realizar a mano, hasta que se realice una nueva edición, estas modificaciones deben ser claramente identificadas, firmadas y fechadas.

**4.2.3.4.** Los parámetros establecidos para el control de los documentos se encuentra descrito en el Manual De Procedimientos en el capítulo 2 sección PSG-002.

#### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                                                                                     |                                                       |  |                   |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|-------------------|------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |  | MANUAL DE CALIDAD |      |
|                                                                                                                                                                                     | REVISION PEDIDOS, OFERTAS Y CONTRATOS                 |  | REVISIÓN: 00      | M001 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                       |  | PÁGINA 1 DE 3     |      |

### 4.3. REVISION DE LOS PEDIDOS, OFERTAS Y CONTRATOS

El Director del Laboratorio es el responsable de definir y establecer los parámetros de contrato con los clientes elaborando un documento que será dirigido al Director de Escuela para su aprobación.

#### 4.3.1. Procedimiento para Revisión de Pedidos, Ofertas y Contratos

El laboratorio de gas, está en capacidad de prestar servicios tanto a clientes internos y clientes externos.

El laboratorio se encuentra en capacidad de cumplir satisfactoriamente con todos los requisitos pedidos por sus clientes bajo los más altos estándares de calidad y cumpliendo a cabalidad con las normas y manuales establecidos en el laboratorio.

Clientes Internos. La solicitud u oferta para la prestación de un servicio interno se lleva a cabo bajo los siguientes parámetros:

- ✓ El interesado debe generar una orden de prestación de servicios bajo el Formato Orden Prestación De Servicios. Ver M002, FT010.
- ✓ El director del laboratorio o el responsable del laboratorio, recibe la notificación de la solicitud o pedido del servicio, para revisarlo, modificarlo y aceptar o rechazar la solicitud del servicio.
- ✓ Una vez se ha revisado la solicitud del servicio, se le informa al cliente la fecha de respuesta y los cambios que se realizaron, en caso de rechazo los motivos generados para negar la solicitud.
- ✓ Las pruebas se realizan de acuerdo a los métodos establecidos por el laboratorio escogiendo el mejor y poder satisfacer los requisitos de los clientes garantizando los resultados de las pruebas, reportándolos en los formatos previamente establecidos.

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>REVISION PEDIDOS, OFERTAS Y CONTRATOS</b>                  |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 3</b>     |             |

Clientes Externos o Particulares: Para este tipo de clientes existen unos parámetros dependiendo de si el servicio es solicitado en forma verbal o escrita.

Para Solicitudes Verbales:

- ✓ Diligenciar y firmar el contrato de prestación de servicios, señalando la aceptación por parte del cliente.
- ✓ Definir tiempo de respuesta.
- ✓ Si se realiza subcontratación de trabajo informar a su cliente.
- ✓ Visto bueno del director del laboratorio.
- ✓ Aceptación de la oferta por parte del cliente.
- ✓ Recepción de la muestra.

Para Solicitudes Escritas:

- ✓ Recibida la solicitud de servicio vía fax u otro, el director de laboratorio prepara y envía una respuesta u oferta en donde se estipulan los siguientes pasos:
  - ✓ Variables para analizar y norma técnica utilizada.
  - ✓ Tiempo de Respuesta.
  - ✓ Tipos de Ensayos.
  - ✓ Forma de Pago.
  - ✓ Validez de la Oferta.
  - ✓ Aceptación de la oferta por parte del cliente.
  - ✓ Diligenciar y firmar el contrato de prestación del servicio.
  - ✓ Recepción de la muestra.

#### **4.3.2. Registros de Revisiones.**

Todos los registros de las revisiones deben ser conservados en el laboratorio, incluyendo las modificaciones que se realizan en ellas.

|                                                                                                                                                                                     |                                                       |  |                   |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|-------------------|------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |  | MANUAL DE CALIDAD |      |
|                                                                                                                                                                                     | REVISION PEDIDOS, OFERTAS Y CONTRATOS                 |  | REVISIÓN: 00      | M001 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                       |  | PÁGINA 3 DE 3     |      |

Las conversaciones mantenidas con los clientes sobre los requisitos o los resultados del trabajo realizado debe quedar registrado en el laboratorio de forma escrita.

Para revisión de tareas rutinarias, tareas simples, es suficientes con registrar la fecha y la identificación de la persona encargada de realizar el trabajo y si son tareas rutinarias repetitivas solo se necesita hacer la revisión en la etapa inicial de consulta.

#### **4.3.3. Revisión Trabajo Subcontratado.**

El laboratorio de gas no tiene previsto la subcontratación de trabajo para la realización de las pruebas que se realizan en este.

#### **4.3.4. Desviación del Contrato.**

En caso de haber una desviación en el contrato pactado se le debe informar al cliente mediante un comunicado que hace referencia a la oferta inicial. Si el contrato es de forma verbal se le comunicará al cliente de forma directa.

#### **4.3.5. Modificación del Contrato.**

Una vez se haya iniciado el trabajo y se requiera modificar el contrato se realiza todo el proceso de revisión de contrato y una vez modificado el contrato se notifica al cliente de forma escrita referenciando el documento original. Si las modificaciones son hechas por el cliente en forma verbal el encargado del laboratorio se encargara de diligenciar estas modificaciones de forma escrita, firmando y registrando la fecha de modificación.

#### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                                                                                    |                                                       |  |                   |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|-------------------|------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |  | MANUAL DE CALIDAD |      |
|                                                                                                                                                                                    | SUBCONTRATACION DE ENSAYOS Y DE CALIBRACIÓN           |  | REVISIÓN: 00      | M001 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                       |  | PÁGINA 1 DE 2     |      |

#### **4.4. SUBCONTRATACION DE ENSAYOS Y DE CALIBRACION.**

Por política él laboratorio de gas no realiza labores de subcontratación para realizar las pruebas. En caso de requerir los servicios de otro laboratorio se debe verificar que dicho laboratorio tenga documentado el sistema de gestión de calidad bajo los parámetros de la norma ISO/IEC 17025:2005.

El director del laboratorio debe gestionar mediante el director de escuela los trámites necesarios para la contratación de los servicios con otro laboratorio.

##### **4.4.1. Requerimientos de Subcontratación.**

En caso de realizarse un subcontratación de trabajo esta se debe encargar a un subcontratista competente que cumpla con los siguientes requerimientos:

- Verificar que cumpla con un Sistema de Gestión de Calidad bajo los parámetros establecidos para en la Norma ISO/IEC 17025:2005 o que se encuentre acreditado nacional o internacionalmente.
- Utilizar métodos y equipos conformes con las normas técnicas nacionales y/o internacionales.
- Deben tener una trayectoria en el desarrollo de las pruebas que se requieran.

##### **4.4.2. Notificación al Cliente.**

Si el laboratorio realiza una subcontratación debe informarle al cliente de forma escrita sobre el acuerdo, y si es correspondiente esperar la aprobación del cliente de forma escrita.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>SUBCONTRATACION DE ENSAYOS Y DE CALIBRACIÓN</b>            |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                                          |  |                          |             |

#### 4.4.3. Responsabilidad.

Si se realiza una subcontratación con un laboratorio externo, el Laboratorio de Gas será el responsable ante el cliente por los resultados del trabajo solo en caso de que el cliente halla especificado sobre el laboratorio a subcontratar, el laboratorio no tiene ninguna responsabilidad sobre los resultados a entregar.

#### 4.4.4. Registro de Subcontratación.

El Laboratorio de Gas debe llevar un registro de las entidades competentes para realizar el servicio solicitados y de su cumplimiento con las Normas Internacionales establecidas.

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                     |                                                       |  |                   |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|-------------------|------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |  | MANUAL DE CALIDAD |      |
|                                                                                                                                                                                     | COMPRAS DE SERVICIOS Y SUMINISTROS                    |  | REVISIÓN: 00      | M001 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                       |  | PÁGINA 1 DE 2     |      |

#### **4.5. COMPRAS DE SERVICIOS Y DE SUMINISTROS.**

##### **4.5.1. Políticas de Compras de Servicios y Suministros.**

El Laboratorio de Gas tiene como política seleccionar proveedores que suministren productos que cumplan especificaciones técnicas y de calidad.

##### **Procedimiento de Selección y Compra.**

- El Director del Laboratorio se encarga de elaborar un listado de las necesidades del laboratorio. Ver M002 PSG-002.
- Seleccionar el proveedor. Ver M002 FT023.
- Remite el listado de necesidades y proveedores al Director de Escuela para su aprobación.
- El Responsable del proceso de compras envía la solicitud para su adquisición.

##### **4.5.2. Inspección de los suministros.**

Todo suministro, material y/o reactivo que ingrese al laboratorio debe ser inspeccionado antes de su utilización con el fin de poder garantizar la calidad de los resultados de las pruebas sin importar que estos hayan sido adquiridos a proveedores confiables.

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>COMPRAS DE SERVICIOS Y SUMINISTROS</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>     |             |

#### 4.5.3. Documentos de Compra.

Estos documentos se encuentran establecidos en el Manual De Procedimientos (M002) descritos en el formato Procedimientos de Compras y de Suministros PSG-002.

#### 4.5.4. Evaluación de Proveedores.

Con el fin de garantizar la calidad de los equipos que se adquieran en el laboratorio se debe realizar una evaluación a los proveedores del laboratorio definidos en el formato Selección de proveedores. Ver M002 FT023.

#### Control de cambios

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>SERVICIO AL CLIENTE</b>                                    |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

#### 4.6. SERVICIO AL CLIENTE.

El Laboratorio De Gas maneja unos parámetros de cooperación con sus clientes con el fin de tener un mejor desempeño con el trabajo realizado.

##### 4.6.1. Políticas y Responsabilidad.

La cooperación que el laboratorio ofrece a sus clientes se basa en los siguientes aspectos:

- El laboratorio garantiza confidencialidad hacia otros posibles clientes.
- Permitir el acceso al laboratorio con el fin de observar el progreso de las pruebas con previa solicitud y cumpliendo con las normas de seguridad para el ingreso en el laboratorio.
- El cliente no puede interactuar con el analista ni perturbar el desarrollo de las pruebas.
- Se le entregaran los artículos necesarios de ensayo y calibración para que el cliente pueda inspeccionar la prueba.
- Mantener una comunicación constante con el cliente durante el desarrollo de todo el trabajo solicitado.
- El analista debe informar a los clientes de todas las posibles demoras que se presentan o desviaciones importantes en el desempeño de las pruebas.

##### 4.6.2. Información de Retorno.

Una vez finalice el trabajo solicitado por un cliente el laboratorio debe tratar de recolectar información tanto positiva como negativa, con el fin de mejorar el sistema de gestión, las actividades de ensayo y calibración y el servicio al cliente. El laboratorio maneja un formato de Encuesta de Satisfacción del cliente.

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>QUEJAS</b>                                                 |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

#### 4.7. QUEJAS

Como política el laboratorio establece un margen de ocho (8) días hábiles para dar respuesta a las quejas o reclamos que se hayan recibido.

Para la emisión de quejas y reclamos el cliente debe llenar un formato denominado Sugerencias FT025 y deben ser presentadas al Director Del Laboratorio con copia al Director De Escuela, el cual se encargara de dar solución a estos inconvenientes e informarle al cliente que la queja ha sido recibida.

Una vez analizadas las quejas y reclamos recibidos se deben tomar acciones correctivas estableciendo las causas que generaron tales quejas, reclamos y corregirlas, una vez se hallan corregidos estos inconvenientes se le comunica al cliente las acciones correctivas que se aplicaron.

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                       |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>         |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>CONTROL DE TRABAJOS DE ENSAYO Y/O<br/>CALIBRACIÓN NO CONFORMES</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                       |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

#### **4.8. CONTROL DE TRABAJOS DE ENSAYO Y/O DE CALIBRACION NO CONFORMES.**

##### **4.8.1. Política.**

El Laboratorio de Gas mantiene un interés por observar todas las pruebas que se realizan y verificar que se lleven bajo las normas de calidad tanto nacionales e internacionales como lo pactado con los clientes.

Procedimientos De Manejo Y Detección De Documentos No Conformes.

- Al identificar una prueba no Conforme el laboratorio establece responsabilidades y gestiona acciones para mejorar la calidad, se retienen los trabajos e informes de las pruebas no conformes antes de ser comunicadas al cliente.
- Evaluar la no Conformidad del trabajo investigando las causas y sus efectos.
- Realizar las correcciones necesarias inmediatamente.
- Repetir la prueba con el fin de comprobar la eliminación de la no conformidad y garantizar los siguientes trabajos.
- Informarle al cliente sobre la no conformidad y las correcciones aplicadas.
- El director del laboratorio dictamina si se continúa, se repite o se suspende la prueba, en caso de informársele al cliente este debe dar un aval al director del laboratorio para que se continúe con la realización de las pruebas.

**4.8.2.** Si al evaluarse la no conformidad se observa que se puede volver a presentar se debe proceder a las acciones correctivas de la sección 4.11. de este manual.

Nota: Ver manual de procedimientos M002 control de producto no conforme PSG-006.

##### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>MEJORA</b>                                                 |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

#### 4.9. MEJORA.

El Laboratorio de Gas mejora continuamente su sistema de gestión mediante el uso de las acciones correctivas, acciones preventivas, análisis de los datos, auditorios, políticos y objetivos de calidad y revisión por la dirección.

- Acciones correctivas: Implementadas cuando se identifican no conformidades y problemas con las políticas y procedimientos del S.G.C.
- Acciones preventivas: Mediante el desarrollo, implementación y realización de planes de acción se puede reducir la ocurrencia de las no conformidades del S.G.C.
- Análisis de los datos: Herramienta estadística que permite demostrar a las directivas del laboratorio la suficiencia y eficacia del S.G.C. e identificar donde se requiere realizar una mejora.
- Auditorias: Verifica que las operaciones del laboratorio cumplan con los requisitos del S.G.C.
- Política y objetivo de calidad: Componentes necesarios para el direccionamiento el S.G.C. del laboratorio.
- Revisión por la dirección: Espacio en el que el Director del Laboratorio supervisa, verifica y hace un seguimiento anual de la eficiencia del Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio.

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>                                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>     |             |

#### **4.10. ACCIONES CORRECTIVAS.**

##### **4.10.1. Generalidades.**

La dirección del laboratorio realiza acciones correctivas para prevenir y eliminar las causas de la no conformidad de las pruebas y/o ensayos del laboratorio y del sistema de gestión de calidad.

El procedimiento para las acciones correctivas es:

- ✓ Revisar las no conformidades incluyendo las quejas de los clientes.
- ✓ Determinar las causas de las no conformidades.
- ✓ Designar las posibles acciones preventivas.
- ✓ Elaborar un plan de acción para las correcciones.
- ✓ Registrar los resultados de las acciones implementadas.
- ✓ Revisar la eficacia de las acciones correctivas tomadas.

##### **4.10.2. Análisis de la Causas.**

Una vez identificadas las no conformidades se debe analizar las causas verificando los siguientes aspectos:

- ✓ Revisar los requisitos pedidos por el cliente.
- ✓ Analizar los resultados de las pruebas para descartar errores de cálculo o de transcripción.
- ✓ Revisar las características físicas y todas las especificaciones de la muestra.
- ✓ Verificar los métodos y procedimientos que se utilizaron.
- ✓ Revisar el buen funcionamiento de los equipos y su calibración.

##### **4.10.3. Selección e Implementación de las Acciones Correctivas.**

El Director del Laboratorio con conocimiento de la prueba no conforme debe elaborar un informe escrito detallado dando una explicación técnica clara acerca de las causas, adjuntando los resultados y justificación de reprocesamiento de datos y/o repetición de ensayos si es necesario e identificar y registrar las acciones correctivas que sean posiblemente aplicadas a esta no conformidad, y su

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>                                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>     |             |

seguimiento en el formato Informe de No Conformidad en el Manual de Procedimientos. Ver M002 FT032.

Los resultados de este informe serán presentados y discutidos con el director de escuela, guardando una copia de este informe en el archivo del laboratorio.

El director del laboratorio debe comunicarle a todo el personal las acciones correctivas aplicadas como aprendizaje y evitar recurrencias en esta no conformidad.

#### **4.10.4. Seguimiento de las Acciones Correctivas.**

El Director del Laboratorio hará seguimiento a las acciones correctivas tomadas, Ver Procedimiento Acciones Correctivas PPTG010 M002.

#### **4.10.5. Auditorias Adicionales.**

Cuando la identificación de no conformidades o desviaciones genere dudas acerca del cumplimiento por parte del laboratorio de sus propias políticas y procedimientos o de alguno de sus documentos de calidad, se programarán auditorias adicionales a las áreas que así lo requieran.

#### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>ACCIONES PREVENTIVAS</b>                                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>     |             |

#### **4.11. ACCIONES PREVENTIVAS**

**4.11.1.** Se quiere una vez identificadas las no conformidades buscar las oportunidades de mejora, la implementación de acciones preventivas y llevar el mejoramiento continuo del laboratorio. Las fuentes principales de no conformidades son los procedimientos técnicos, verificación y calibración de los equipos, actualización de las normas técnicas, y las observaciones o sugerencias de los clientes.

##### **4.11.2. Procedimientos.**

El Laboratorio de Gas se guía por el siguiente procedimiento para iniciar y aplicar las acciones preventivas:

##### ➤ Identificar Acciones Preventivas.

- ✓ Pruebas de repetibilidad y reproducibilidad.
- ✓ Charlas técnicas.
- ✓ Capacitación del personal.
- ✓ Auditorías Internas.
- ✓ Control de trabajo no conforme.
- ✓ Revisión gerencial del laboratorio.
- ✓ Revisión de los Procedimientos Técnicos.
- ✓ Documentación y divulgación de las acciones correctivas realizadas.
- ✓ Verificación de resultados como iniciativa del laboratorio.

##### ➤ Implementación Acciones Preventivas.

El Director del Laboratorio documentara la causa potencial de la posible no conformidad, registrando la acción preventiva propuesta y su seguimiento según el procedimiento PTG009 del manual de procedimientos.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>ACCIONES PREVENTIVAS</b>                                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>     |             |

Esta información se divulgará al personal del laboratorio para un aprendizaje y así evitar las no conformidades.

➤ Seguimiento Acciones Preventivas.

El Director del Laboratorio realizará un seguimiento a las acciones preventivas para garantizar la no ocurrencia en las no conformidades.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>CONTROL DE LOS REGISTROS</b>                               |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>     |             |

## 4.12. CONTROL DE LOS REGISTROS

### 4.12.1. Generalidades.

El laboratorio establece y mantiene procedimientos para la identificación, la recopilación, la codificación, el acceso, el archivo, el almacenamiento, el mantenimiento y la disposición de los registros de la calidad y los registros técnicos descritos en el manual de procedimientos Ver M002

**4.12.1.1.** El laboratorio de gas cuenta con documentos de registros de calidad como:

- ✓ Reportes de resultados de pruebas. Formato de pruebas (FT009), Manual de Procedimientos.
- ✓ Registros de no conformidades. Formato FT011. Manual de Procedimientos.
- ✓ Registro de acciones correctivas. Formato FT032. Manual de Procedimientos.
- ✓ Registro de acciones preventivas. Formato FT032. Manual de Procedimientos.
- ✓ Registro de pruebas repetitibilidad y reproductibilidad.
- ✓ Registros de recepción de muestras. Formato FT002. Manual de Procedimientos.

La responsabilidad del control de registros del laboratorio esta descrito en el Manual de Procedimientos en el Capitulo 2 en “control de registros de calidad”. PSG-001.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>CONTROL DE LOS REGISTROS</b>                               |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>     |             |

**4.12.1.2.** Los Registros Técnicos y de Calidad deben de ser elaborados de forma legible y ordenada, y son almacenados en sitios donde no se dañen o se pierdan. Los registros técnicos y de calidad permanecen archivados en el laboratorio hasta que expire el periodo de prueba, estos registros se pueden encontrar en cualquier tipo de soporte (papel, informático).

**4.12.1.3.** Los registros deben ser archivados en sitios seguros y confiables asignado por el director de laboratorio.

**4.12.1.4.** El laboratorio de Gas con el fin de proteger los registros que se encuentran almacenados en sus bases de datos debe tener una clave que permita el acceso a ellos y así prevenir el uso no autorizado o una modificación en la información de los registros.

#### **4.12.2. REGISTROS TECNICOS.**

**4.12.2.1.** El Laboratorio de Gas conserva un registro de las observaciones originales con el fin de establecer un protocolo de control, un registro de personal y copias de reportes de pruebas. Cada registro debe contener la identidad del personal encargado de realizar la prueba y verificar los resultados.

**4.12.2.2.** Los registros se realizan de forma clara y legible, deben ser registrados al finalizar una prueba, estos deben contener: fecha del análisis, identificación de la muestra, parámetros a analizar, cálculos, datos, y observaciones.

**4.12.2.3.** Al cometerse un error al escribir un dato, debe ser tachado y el valor correcto se escribe al lado, los errores no deben ser borrados, eliminados o ilegibles. Cada modificación que se realice a un registro debe ser firmada por la persona que realiza la corrección y la fecha en la cual se elabora.

#### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>AUDITORIAS</b>                                             |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

#### **4.13. AUDITORÍAS INTERNAS.**

**4.13.1.** El Laboratorio de Gas efectuará auditorías internas una vez al año o antes si el laboratorio así lo requiera, con el fin de verificar que sus operaciones cumplan con los requerimientos del sistema de gestión de calidad. Se debe contratar personal especializado y calificado quien siempre será independiente de la actividad a ser auditada. Esta auditoría debe ser programada y organizada por el responsable de calidad cumpliendo con el calendario establecido y por lo solicitado por el director del laboratorio.

**4.13.2.** Si se encuentran errores durante la auditoria que pongan en duda la eficacia y exactitud de las pruebas, la validez de los resultados del laboratorio de gas, se deben tomar las acciones correctivas necesarias. En caso de verse afectados los resultados el laboratorio debe notificarle a los clientes de forma escrita.

**4.13.3.** Todo hallazgo realizado durante la auditoria debe ser registrado en el sector que ha sido auditado al igual que las acciones correctivas ejecutadas y su efectividad. Especificado en el manual de procedimientos PSG-007. Auditoría Interna.

**4.13.4.** Se cumplieran auditorias de seguimiento o complementarias para verificar y registrar la adecuada implementación de las acciones correctivas basadas en las auditorías internas.

#### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>REVISIONES POR LA DIRECCION</b>                            |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

#### 4.14. REVISIONES POR LA DIRECCIÓN.

**4.14.1.** Las directivas del Laboratorio de Gas deben efectuar la revisión del sistema de gestión de calidad periódicamente así como las actividades de ensayo y calibración. Este procedimiento esta descrito en el manual de procedimientos PSG-004 Revisión por la dirección.

La revisión debe tener en cuenta los siguientes elementos:

- ✓ Adecuación de las políticas y los procedimientos.
- ✓ Informes del personal directivo y de supervisión.
- ✓ Resultado de las auditorías internas y externas recientes.
- ✓ Acciones correctivas y preventivas.
- ✓ Evaluaciones de los organismos externos.
- ✓ Todo cambio en el volumen y el tipo de trabajo efectuado.
- ✓ Retroalimentación de los clientes.
- ✓ Quejas.
- ✓ Recomendaciones para la mejora.
- ✓ Actividades de control de calidad, los recursos y formación de personal.

**4.14.2.** Los resultados de las revisiones deben ser registradas por la dirección del laboratorio. Se encuentran establecidas en el formato revisiones por la dirección FT027.

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>REQUISITOS TÉCNICOS</b>                                    |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

## 5. REQUISITOS TÉCNICOS.

### 5.1. GENERALIDADES.

**5.1.1.** El Laboratorio de Gas para el desarrollo de sus procesos, métodos y procedimientos establece unos criterios de confiabilidad para cada uno de los equipos e instrumentos con los que cuenta el laboratorio.

Estos factores están descritos en la norma NTC ISO-IEC 17025, los factores considerados son:

- ✓ Factores Humanos.
- ✓ Instalaciones y condiciones ambientales.
- ✓ Métodos de ensayo y validación de los métodos.
- ✓ Equipos.
- ✓ Trazabilidad de las mediciones.
- ✓ Muestreo.
- ✓ Manipulación de elementos de ensayo y de calibración.

**5.1.2.** El laboratorio debe tener en cuenta los factores que contribuyen a al incertidumbre de la medición al desarrollar los métodos y procedimientos de ensayo y calibración, la formación del personal y la selección y calibración de los equipos a emplear en el laboratorio.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>PERSONAL</b>                                               |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

## 5.2. PERSONAL.

**5.2.1.** Al escoger el personal que labora en el Laboratorio de Gas las Directivas deben asegurar la competencia de todos los que operan los equipos, evalúan resultados y firman los informes y certificados de calibración. El personal debe contar con un estudio básico de laboratorio, contar con experiencia apropiada según sea requerido.

**5.2.2.** Las directivas del Laboratorio de Gas, establecen políticas y procedimientos para identificar las necesidades de formación del personal y proporcionarles las capacitaciones y actividades instructivas requeridas para las tareas presentes y futuras del laboratorio. Ver PSG-008.

**5.2.3.** El personal del Laboratorio es contratado por la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER; en caso de requerirse personal adicional la Escuela de Ingeniería de Petróleos puede solicitar la incorporación de este personal, asegurando que cumplan con los aspectos establecidos por el sistema de gestión de calidad del laboratorio, y toda actividad realizada por el personal adicional debe ser supervisadas y controladas por el director del laboratorio.

**5.2.4.** El laboratorio actualizara los perfiles del personal y directivos, periódicamente, su perfil y responsabilidades están establecidas en el manual de calidad en el formato FT021.

**5.2.5.** Las directivas del laboratorio son las encargadas de autorizar la emisión de informes, y certificados de calibración, permitir al personal el manejo de los equipos del laboratorio. El laboratorio tiene un registro de cada uno de las autorizaciones expedidas, de las capacitaciones y estudios del personal del laboratorio así como sus respectivas calificaciones académicas y profesionales.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                              |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES</b>                |  | <b>REVISIÓN: 00</b>          | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>         |             |

### 5.3. INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES.

**5.3.1.** El laboratorio de gas cuenta con unas instalaciones que garantizar la comodidad tanto del personal como del los equipos y muestras. Ver plano del laboratorio, M002.

Los requerimientos mínimos con los que cuenta el laboratorio para el cumplimiento de sus actividades son:

✓ **Planta Física:**

- Energía eléctrica.
- Extractor de gases.
- Agua potable.
- Mesones
- Cajoneras.

✓ **Elementos de seguridad:**

- Extintores.

✓ **Elementos de protección personal.**

- Gafas.
- Batas.
- Zapatos punta de acero.
- Guantes
- Overoles.
- Mascara de protección.

**5.3.2.** Con el fin de garantizar los resultados de las pruebas el laboratorio de gas controla la temperatura a la cual se encuentra el laboratorio teniendo en cuenta la temperatura a la cual se requiera trabajar los equipos del laboratorio.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES</b>                |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                                          |  |                          |             |

**5.3.3.** Las instalaciones del laboratorio de gas deben tener delimitadas las áreas de trabajo del laboratorio de Hangar con quien comparte las instalaciones, con el fin de poder garantizar los resultados de las pruebas y evitar posibles contaminantes.

**5.3.4.** En las instalaciones del laboratorio de gas solo se permite el acceso al personal que labora en el, el ingreso al área del laboratorio debe ser previamente autorizado por el director del laboratorio.

**5.3.5.** El orden y limpieza del laboratorio como los equipos, mesones y todo instrumento utilizado para una prueba está a cargo del personal que labora en ella, quienes deben asegurar que su puesto de trabajo este en las mejores condiciones y que todo se encuentre en su lugar designado.

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                              |                              |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>     | <div>MANUAL DE CALIDAD</div> |                 |
|                                                                                                                                                                                    | <div>METODOS DE ENSAYO Y CALIBRACION,</div> <div>VALIDACION DE METODOS</div> | <div>REVISIÓN: 00</div>      | <div>M001</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                              | <div>PÁGINA 1 DE 3</div>     |                 |

## **5.4. METODOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS.**

### **5.4.1. Generalidades.**

Las normas y métodos reconocidos para aplicar los procedimientos apropiados a los ensayos y calibraciones incluyendo el muestreo, manipulación, transporte, y almacenamiento con el fin de asegurar los resultados de las pruebas están previamente establecidas en el manual de procedimientos, en el capítulo 4 procedimientos técnicos de ensayo (PTE).

### **5.4.2. Selección de los métodos.**

Las directivas del laboratorio son las responsables de actualizar las normas y los procedimientos técnicos del laboratorio para garantizar que sus pruebas son realizadas bajo los últimos parámetros de las normas nacionales e internacionales. Si el cliente no especifica el método a utilizar, el laboratorio debe seleccionar el método más apropiado según normas internacionales, en caso del cliente sugerir un método no apropiado o desactualizado el laboratorio debe informarle.

### **5.4.3. Métodos desarrollados por el laboratorio.**

El laboratorio de gas se rige por los métodos establecidos por las normas para cada una de las pruebas que se realizan, en caso del laboratorio modificar o implementar una nueva prueba esta debe ser una actividad planificada documentando cada una de las variables a aplicar en los procesos.

### **5.4.4. Métodos no normalizados.**

Por seguridad y por las especificaciones del laboratorio de gas no se ejecutan pruebas no normalizadas; si el cliente solicita realizar una prueba con un método no normalizado, para poderse realizar debe contar con el visto bueno del director del laboratorio y el director de la Escuela de Ingeniería de Petróleos. En el informe y el registro se especifica que este tipo de prueba fue solicitada por el cliente.

|                                                                                                                 |                                                                   |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>     |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>METODOS DE ENSAYO Y CALIBRACION,<br/>VALIDACION DE METODOS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                                   |  | <b>PÁGINA 2 DE 3</b>     |             |

El procedimiento que se debe emplear a la hora de utilizar métodos no normalizados es:

- ✓ Identificación.
- ✓ Objetivo.
- ✓ Descripción del ensayo.
- ✓ Parámetros a ser determinados.
- ✓ Tipo de muestra.
- ✓ Rango de medición.
- ✓ Requisitos técnicos de funcionamiento de los equipos a emplear.
- ✓ Condiciones ambientales.
- ✓ Descripción del procedimiento.
- ✓ Datos a ser registrados
- ✓ Incertidumbre.

#### **5.4.5. Validación de los métodos.**

El laboratorio de gas no utiliza métodos no normalizados, por lo cual no es necesario validar las pruebas, en caso de necesitarse el procedimiento a seguir esta en el PTG003.

#### **5.4.6. Estimación de la incertidumbre de la medición.**

El procedimiento de la incertidumbre esta documentado mediante el análisis de la repetitividad y reproducibilidad de los ensayos. Ver PTG 004

|                                                                                                                                                                                     |                                                                              |  |                              |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>     |  | <div>MANUAL DE CALIDAD</div> |                 |
|                                                                                                                                                                                     | <div>METODOS DE ENSAYO Y CALIBRACION,</div> <div>VALIDACION DE METODOS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>      | <div>M001</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                              |  | <div>PÁGINA 3 DE 3</div>     |                 |

#### 5.4.7. Control de los Datos.

**5.4.7.1.** El control de los cálculos y la transferencia de los datos se verifica mediante:

- ✓ Revisión de los registros de pruebas realizadas.
- ✓ Revisión de los datos reportados por parte del director del laboratorio.

El manejo, control de acceso, confidencialidad e integridad de los registros esta definido en el PSG001, y PSG-005 Ver M002.

**5.4.7.2.** Si los datos son registrados en un computador la Universidad Industrial de Santander debe hacerle mantenimiento a los equipos y actualizaciones al software.

#### Control de cambios

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>EQUIPOS</b>                                                |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>     |             |

## 5.5. EQUIPOS

**5.5.1.** El laboratorio se encuentra provisto con todos los equipos y elementos necesarios para la adecuada ejecución de las pruebas, con sus respectivos manuales de operación y mantenimiento.

**5.5.2.** Existe un programa de calibración y mantenimiento de los equipos desarrollado por el laboratorio, con un archivo de los certificados emitidos por los laboratorios de calibración. Cada equipo del laboratorio antes de ser utilizado es verificado su calibración mediante el uso de patrones de referencia con el fin de asegurar su desempeño y exactitud.

**5.5.3.** Los equipos son operados por personal autorizado, altamente capacitado, que cuentan con la experiencia y el conocimiento sobre su funcionamiento. Los procedimientos de operación y mantenimiento de los equipos están disponibles en el laboratorio.

**5.5.4.** Todos los elementos y equipos del laboratorio están debidamente identificados.

**5.5.5.** La información de los equipos es documentada de forma detallada, incluyendo la siguiente información:

- ✓ Fecha.
- ✓ Nombre del fabricante.
- ✓ Numero de serie.
- ✓ Manual de instrucciones.
- ✓ Ubicación actual del equipo.
- ✓ Certificados de calibración.
- ✓ Plan de mantenimiento
- ✓ Daños, y reparaciones del equipo.

|                                                                                                                |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                | <b>EQUIPOS</b>                                                |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>     |             |

**5.5.6.** El laboratorio cuenta con un procedimiento para la manipulación, almacenamiento y funcionamiento correcto de los equipos, en el manual de procedimientos, Capítulo 2 hojas de vida de los equipos, y capítulo 5 procedimientos técnicos de operación.

**5.5.7.** Todo equipo desajustado, o en uso inadecuado es separado para su no utilización e identificado como “Fuera De Servicio” hasta su reparación y sea verificado.

La verificación del equipo se realiza utilizando estándares de referencia y pruebas de repetitividad para establecer las desviaciones.

**5.5.8.** Todos los equipos deben tener una etiqueta donde detalle su calibración, fecha de la última calibración y fecha de vencimiento de la misma.

**5.5.9.** Todo equipo que salga del laboratorio (mantenimiento, préstamos, muestreos, etc) deben ser sometidos a verificación antes de su uso por el director del laboratorio, mediante chequeos con patrones de referencia y ejecutando la calibración respectiva.

**5.5.10.** El laboratorio tiene procedimientos de verificación de equipos mediante pruebas de repetitividad o estándares de referencia.

**5.5.11.** El laboratorio no realiza calibraciones, ya que se contrata a un ente externo para dicha tarea.

**5.5.12.** Para salvar la información de hardware y software, se realizan los backups correspondientes.

#### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                 |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES</b>                         |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

## **5.6. .TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES.**

### **5.6.1. Generalidades.**

El laboratorio establece un programa y procedimiento para la calibración de los equipos con el fin de tener un mejor manejo y desempeño de todos los equipos e instrumentos de medición del laboratorio

### **5.6.2. Requisitos específicos.**

La calibración de los equipos es realizada en laboratorios acreditados o certificados que permitan obtener resultados trazables a patrones nacionales e internacionales.

### **5.6.3. Patrones de referencia y materiales de referencia.**

**5.6.3.1.** El laboratorio cuenta con materiales de referencia certificados, empleados para efectos de verificación y dentro del tiempo de vencimiento especificado en el certificado.

**5.6.3.2.** El laboratorio no cuenta con materiales de referencia secundarios.

**5.6.3.3.** Todos los patrones de referencia son utilizados para verificaciones internas de calibración.

**5.6.3.4.** El laboratorio cuenta con un procedimiento para la manipulación, transporte, almacenamiento y uso de los patrones y materiales de referencia y poder prevenir su contaminación o deterioro.

### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                          |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>MUESTREO</b>                                               |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

### 5.7. MUESTREO.

El laboratorio de gas de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, por el tipo de pruebas que lleva a cabo no realiza operaciones de muestreo. Pero cuenta con un procedimiento para el muestreo en superficie en caso de llegar a necesitarlo VER PTE005.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                               |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>MANIPULACION DE LOS ITEMS DE ENSAYO Y CALIBRACION</b>      |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

## **5.8. MANIPULACION DE LOS ITEMS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN.**

**5.8.1.** El laboratorio de gas, cuenta con procedimientos para recepción y manejo de las muestras recibidas.

**5.8.2.** El laboratorio ha establecido en el manual de procedimientos, la recepción de muestras, su identificación mediante un único número consecutivo que permite identificarlos durante el procedimiento de ensayo y en los registros y reportes.

**5.8.3.** La muestra es verificada en el momento de la recepción, en el formato FT002 basados en el procedimiento PTG001. Una muestra al presentar condiciones que no permitan la ejecución normal de la prueba se debe contactar al cliente e informarle de dichas anomalías y dejar registro del acuerdo establecido con el cliente.

**5.8.4.** No se requieren condiciones especiales de manejo o almacenamiento.

### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                     |  |                          |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                       |  | <b>MANUAL DE CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS<br/>RESULTADOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>      | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                     |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>     |             |

## 5.9. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.

**5.9.1.** El laboratorio de gas para asegurar sus resultados aplica el procedimiento de control de calidad establecido en el PTE001 teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- ✓ Uso de patrones de referencia certificados.
- ✓ Programas de repetibilidad y reproducibilidad.
- ✓ Verificación y calibración de los instrumentos de medida.

**5.9.2.** Los datos de control de calidad son analizados y registrados en el laboratorio, en caso de que no se satisfagan los criterios predefinidos se procede a tomar las respectivas acciones correctivas o preventivas.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                 |                                                               |  |                              |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>CALIDAD</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>INFORME DE RESULTADOS</b>                                  |  | <b>REVISIÓN: 00</b>          | <b>M001</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>         |             |

## **5.10. INFORME DE RESULTADOS.**

### **5.10.1. Generalidades.**

Los informes deben ser hechos de forma clara, exacta, con una identificación única y cumpliendo con las instrucciones especificadas por las respectivas normas. Los reportes de resultados incluyen la información requerida por el cliente y necesaria para la interpretación de resultados.

### **5.10.2. Informes de resultados:**

Los informes de resultados deben incluir:

- ✓ Título del informe.
- ✓ Nombre del laboratorio.
- ✓ Fecha emisión del informe.
- ✓ Identificación del informe.
- ✓ Nombre y dirección del cliente.
- ✓ Descripción precisa de las muestras.
- ✓ Metodologías empleadas.
- ✓ Resultados (unidades de campo).
- ✓ Nombre y función de quien revisa y aprueba el ensayo.

En el pie de página se especifica con una nota que los resultados corresponden únicamente a las muestras analizadas y que no pueden ser ni parcial ni totalmente reproducidos.

### **5.10.3. Informes de ensayos.**

En caso de que sea requerido el informe debe incluir las desviaciones de los métodos de prueba, aceptación o rechazo de la muestra de acuerdo con los requisitos de las normas técnicas utilizadas.

|                                                                                                                                                                           |                                                                          |  |                              |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-----------------|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIMOS FUTURO</div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE CALIDAD</div> |                 |
|                                                                                                                                                                           | <div>INFORME DE RESULTADOS</div>                                         |  | <div>REVISIÓN: 00</div>      | <div>M001</div> |
|                                                                                                                                                                           |                                                                          |  | <div>PÁGINA 2 DE 2</div>     |                 |

#### **5.10.4. Certificados de calibración.**

El laboratorio no realiza calibraciones de ningún equipo.

#### **5.10.5. Opiniones e interpretaciones.**

El laboratorio realiza observaciones que considere pertinentes de acuerdo con los resultados de los ensayos, pero no debe incluir en los informes su opinión o interpretación.

#### **5.10.6. Resultados de ensayo obtenidos de subcontratistas.**

Si el laboratorio realizara subcontratación se mantendrán los mismos estándares del reporte anteriormente mencionados, identificando estos resultados de forma clara en el informe.

#### **5.10.7. Transmisión electrónica de resultados.**

La transmisión es realizada según lo establecido en la sección 5.4.7 del presente manual.

#### **5.10.8. Formato de resultados.**

Son diseñados para incluir de forma clara, sencilla y fácil los resultados de los ensayos, permitiendo entender toda la información requerida por el cliente.

#### **5.10.9. Modificaciones a los informes de pruebas.**

Las modificaciones a un informe después de haber sido emitido solo pueden ser realizadas por el director del laboratorio, como un documento adicional, denominado como suplemento al informe de ensayo, con el mismo código del documento original.

#### **Control de cambios**

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

## **ANEXO B. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS**

# **LABORATORIO DE GAS**

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS**

A decorative graphic at the bottom of the page consisting of several overlapping green polygons of various shades, creating a layered, architectural effect. A white rectangular box is superimposed on the center of this graphic.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**INGENIERIA DE PETROLEOS**

**Bucaramanga, Marzo del 2012**

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                | <b>CONTENIDO</b>                                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 5</b>                |             |

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCION

#### CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES

1. OBJETIVOS.
  - 1.1. Objetivo Principal.
  - 1.2. Objetivo Específico.
  - 1.3. Alcance del Manual.
  - 1.4. Limitaciones del Manual.
  - 1.5. Revisión y Mejoramiento.

#### CAPITULO 2. PROCEDIMIENTO DE GESTION.

- PSG-001. Control de Registros de Calidad.
- PSG-002. Selección y compra de suministros.
- PSG-003. Clasificación y evaluación de proveedores.
- PSG-004. Revisión por la dirección.
- PSG-005. Control de los documentos.
- PSG-006. Control de producto no conforme.
- PSG-007. Auditoría interna.
- PSG-008. Capacitación del personal.
- PSG-009. Acciones preventivas.
- PSG-010. Acciones correctivas.
- Hojas de vida de los equipos del laboratorio.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>CONTENIDO</b>                                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 5</b>                |             |

### **CAPITULO 3. PROCEDIMIENTOS TECNICOS GENERALES.**

|        |                                                 |
|--------|-------------------------------------------------|
| PTG001 | Recepción, Identificación y Manejo de Muestras. |
| PTG002 | Verificación de resultados.                     |
| PTG003 | Validación de métodos.                          |
| PTG004 | Cálculo de la incertidumbre.                    |
| PTG005 | Procedimientos Reclamaciones Técnicas.          |
| PTG006 | Procedimiento Acceso al Laboratorio.            |
| PTG007 | Procedimientos Compras y Suministros.           |
| PTG008 | Procedimientos Revisiones por la Dirección.     |
| PTG009 | Procedimientos Acciones Preventivas.            |
| PTG010 | Procedimientos Acciones Correctivas.            |
| PTG011 | Procedimiento Auditorías Internas.              |

### **CAPITULO 4. PROCEDIMIENTOS TECNICOS DE ENSAYO.**

|        |                                            |
|--------|--------------------------------------------|
| PTE001 | Control De Calidad Muestras De Laboratorio |
| PTE002 | Punto De Rocío.                            |
| PTE003 | Punto De Rocío Para Hidrocarburos          |
| PTE004 | Poder Calorífico Del Gas.                  |
| PTE005 | Muestreo De Gas En Superficie (Separador)  |
| PTE006 | Contenido De Humedad.                      |
| PTE007 | Cromatografía De Gas Natural.              |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>CONTENIDO</b>                                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 3 DE 5</b>                |             |

## **CAPITULO 5. PROCEDIMIENTOS TECNICOS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS.**

|        |                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------|
| PTO-01 | Medidor Digital De Punto De Rocío Para HC'S                  |
| PTO-02 | Medidor De Punto De Rocío Para Aplicación En El Laboratorio. |
| PTO-03 | Calorímetro De Gas.                                          |
| PTO-04 | Medidor Portátil De Humedad Pm880                            |

## **CAPITULO 6 FORMATOS DE TRABAJO.**

|       |                                               |
|-------|-----------------------------------------------|
| FT001 | Acta de Trabajo.                              |
| FT002 | Control De Calidad Y Recibo De Muestras.      |
| FT003 | Medición Del Punto De Rocío.                  |
| FT004 | Medición Del Punto De Rocío De Hidrocarburos. |
| FT005 | Medición Del Poder Calorífico.                |
| FT006 | Muestreo En Superficie (Separador).           |
| FT007 | Medición del Contenido de Humedad. PM880.     |
| FT008 | Elaboración Documento Del S.G.C               |
| FT009 | Informe de Resultados.                        |
| FT010 | Orden Prestación De Servicios.                |
| FT011 | Informe De No Conformidad.                    |
| FT012 | Plan Auditoría Interna.                       |
| FT013 | Hoja Especificación De Equipos.               |
| FT014 | Control Calibración De Equipos.               |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>CONTENIDO</b>                                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 4 DE 5</b>                |             |

|        |                                                    |
|--------|----------------------------------------------------|
| FT015  | Daño O Accidente De Equipos                        |
| FT016. | Listado Maestro de Documentos Internos.            |
| FT017. | Notificación de emisión y modificación de equipos. |
| FT018  | Control de Registros.                              |
| FT019  | Programa Auditoría Interna.                        |
| FT020  | Programa Revisión Por La Escuela.                  |
| FT021. | Calificación del Personal.                         |
| FT022. | Inspección Trabajo de Laboratorio.                 |
| FT023. | Selección de Proveedores.                          |
| FT024. | Solicitud de Compra.                               |
| FT025. | Sugerencias.                                       |
| FT026  | Control Acceso Al Laboratorio                      |
| FT027  | Revisión Por Dirección                             |
| FT028  | Informe De Auditoría Interna.                      |
| FT029. | Listado Maestro de Documentos Externos.            |
| FT030  | Listado De Productos Y Servicios Críticos.         |
| FT031  | Registro Modificaciones                            |
| FT032  | Informe De Acción.                                 |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>CONTENIDO</b>                                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 5 DE 5</b>                |             |

## ANEXOS.

**Anexo 1.** Plano de Distribución de equipos del laboratorio.

## Control de cambios

| Versión   | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|-----------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| <b>00</b> |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                 |                                                               |  |                                     |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>INTRODUCCION</b>                                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>                |             |

## INTRODUCCION.

En el manual de procedimientos se describen los parámetros a seguir en el laboratorio de gas de la Universidad Industrial de Santander, cumpliendo con los requisitos establecidos en la norma NTC ISO/IEC 17025, y siguiendo con las recomendaciones de la norma API RP 40, en los procedimientos técnicos y administrativos descritos en el contenido del presente manual.

Este manual busca garantizar el cumplimiento de los pasos necesarios en la realización de una prueba y la obtención de resultados dentro de las tolerancias especificadas en cada caso. Contribuyendo a la comprensión del desarrollo de la prueba y el control de los parámetros de ensayo.

Los procedimientos de ensayo y operación de los equipos han sido basados en las recomendaciones, en los catálogos e instrucciones técnicas expedidos por los fabricantes.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  |                                 |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |      |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>ASPECTOS GENERALES.</b>                                          |  | REVISIÓN: 00                    | M002 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  | PÁGINA 2 DE 3                   |      |

## **1. OBJETIVOS.**

### **1.1 Objetivo Principal.**

Describir los procedimientos a seguir en el Laboratorio de Gas de la Universidad Industrial de Santander bajo los lineamientos de las normas API junto con la norma ISO/IEC 17025.

### **1.2 Objetivos específicos.**

- ✓ Cumplir con los lineamientos de las normas API para la manipulación de muestras de gas.
- ✓ Seguir los procedimientos establecidos, y así poder garantizar los resultados de las pruebas.

### **1.3 Alcance del Manual.**

Este manual contiene las pruebas de ensayo realizadas, el procedimiento de operación de los equipos, formatos y normas que rigen en el laboratorio de gas con el fin de obtener los resultados representativos esperados.

### **1.4 Limitaciones del Manual.**

El manual esta aplicado a los parámetros de las normas API RP 40 y a la NTC ISO/IEC 17025, por lo cual no debe ser utilizado por personal que desconozca o no este familiarizado con las pruebas a realizar y los equipos a emplear.

### **1.5 Revisión y Mejoramiento.**

El manual será revisado mínimo una vez al año con el fin de que los procedimientos implementados estén sometidos a las mejoras que puedan incidir en la precisión de los resultados cumpliendo con los parámetros establecidos por las normas.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>ASPECTOS GENERALES.</b>                                    |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 3 DE 3</b>                |             |

El director del laboratorio junto con su auxiliar serán las personas encargadas del control y mejoramiento de los procedimientos técnicos y operaciones de los equipos del laboratorio, y difundirlos con todo el personal que labora en el.

#### Control de cambios

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                                |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|---------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |         |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN.</div>                                     |  | REVISIÓN: 00                                   | PSG-001 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | PÁGINA 1 DE 3                                  |         |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **PROCEDIMIENTO DE GESTION**

|                                                                                                                                                       |                                                               |  |                                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                                                       | <b>CONTROL REGISTROS DE CALIDA</b>                            |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-001</b> |
|                                                                                                                                                       |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 3</b>                |                |

## **1 Objetivo.**

Instaurar procedimientos para controlar los registros del sistema de gestión de calidad que son generados en el laboratorio de gas.

## **2 Alcance.**

Aplicar los procedimientos establecidos en este manual a los registros del sistema de calidad y técnicos del laboratorio de gas.

## **3 Desarrollo del Proceso.**

### **3.1 Identificación de los registros de calidad y técnicos.**

Los registros son enumerados para su fácil y correcta identificación en el momento de ser necesario utilizar uno de estos, siendo especificada esta numeración en el procedimiento de control de documentos.

### **3.2 Recolección de los Registros de calidad y técnicos.**

El director del laboratorio y/o el asistente del laboratorio son los encargados de recolectar los registros del sistema de gestión de calidad.

El tiempo para mantener los registros es decisión del director del laboratorio en caso de cualquier inquietud del cliente o de presentarse una no conformidad, siendo guardados por los auxiliares del laboratorio.

### **3.3 Acceso, archivo y almacenamiento de los registros de calidad y técnicos.**

Los registros son ordenados en un archivador rotulados según su ítem (informes de auditorías internas, revisiones de gerencia, resultados de cada prueba, acciones correctivas y preventivas, etc.), estos solo pueden ser revisados por el director de laboratorio, y su acceso esta limitado por el director del laboratorio.

|                                                                                                                                                                                    |                                                       |  |                          |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|--------------------------|---------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |  | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS |         |
|                                                                                                                                                                                    | CONTROL REGISTROS DE CALIDA                           |  | REVISIÓN: 00             | PSG-001 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                       |  | PÁGINA 3 DE 3            |         |

### 3.4 Mantención de los registros de calidad y técnicos.

El periodo mínimo de retención de los registros de calidad y técnicos es de 3 años, su extensión depende del director del laboratorio.

Cuando se determine que el archivo no es necesario su conservación este es eliminado de la base de datos del laboratorio, dejando un registro en el listado de archivos recientes. Al realizarse un arreglo a los archivos debe quedar este cambio reportado.

## 4 Responsabilidades.

Director y/o Responsable del Laboratorio.

Responsable de calidad.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>SELECCIÓN Y COMPRA DE SUMINISTROS.</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 3</b>                |                |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **SELECCIÓN Y COMPRA DE SUMINISTROS**

|                                                                                                                 |                                                               |  |                                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                 | <b>SELECCIÓN Y COMPRA DE SUMINISTROS.</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-002</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 3</b>                |                |

## 1 Objetivo.

Verificar que todo material y/o reactivo adquirido por el laboratorio cumpla con las especificaciones establecidas, garantizando la calidad de las pruebas.

## 2 Alcance.

Este procedimiento aplica a toda compra que realice el laboratorio, tanto de reactivos como de elementos empleados en las pruebas y que puedan afectar su calidad.

## 3 Normas.

Basados en los lineamientos de la NTC ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.

## 4 Procedimiento.

- ✓ Los materiales y reactivos son solicitados por le Director del Laboratorio.
- ✓ Al solicitar el producto los auxiliares verifican la orden de compra y las especificaciones técnicas de los productos.
- ✓ La orden de compra es revisada y aprobada por el director del laboratorio.
- ✓ El director de escuela contacta a los proveedores.
- ✓ El director del laboratorio verifica los productos recibidos, y firma el recibido del producto.
- ✓ Todo producto comprado es ingresado en el formato FT024

## 5 Responsables.

Director del Laboratorio.

Director de escuela

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>SELECCIÓN Y COMPRA DE SUMINISTROS.</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-002</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 3 DE 3</b>                |                |

Responsables del laboratorio

Auxiliares.

## 6 Registros.

Orden de pedido.

FT024 “SOLICITUD DE COMPRA”

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                                |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|---------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |         |
|                                                                                                                                                                                    | <div>CLASIFICACION Y EVALUACION DE</div> <div>PROVEEDORES.</div>         |  | REVISIÓN: 00                                   | PSG-003 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | PÁGINA 1 DE 3                                  |         |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **CLASIFICACION Y EVALUACION DE PROVEEDORES.**

|                                                                                                                                                        |                                                               |  |                                     |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |         |
|                                                                                                                                                        | <b>CLASIFICACION Y EVALUACION DE<br/>PROVEEDORES.</b>         |  | REVISIÓN: 00                        | PSG-003 |
|                                                                                                                                                        |                                                               |  | PÁGINA 2 DE 3                       |         |

## **1 Objetivo.**

Evaluar a los proveedores de productos y servicios adquiridos por el laboratorio de gas.

## **2 Alcance.**

Aplicarse a los proveedores cuyos servicios o productos pueden afectar la calidad de las pruebas.

## **3 Evaluación de proveedores.**

A la hora de evaluar a los proveedores conforme a las necesidades y expectativas del laboratorio con los insumos, reactivos y equipos que puedan ofrecernos se debe tener en cuenta la antigüedad, el precio y el catálogo de productos.

### **3.1 Aprobación de un proveedor.**

Para considera un proveedor aprobado se debe verificar que cumpla con.

- Certificado por la serie de normas ISO 9000-9001
- Certificado de control de calidad de cada equipo adquirido por el laboratorio.
- Acreditado por el organismo nacional de acreditación.

### **3.2 Antecedentes Históricos de un Proveedor.**

Se verifica y se califica la capacidad del proveedor de entregar lo solicitado teniendo como bueno, regular o deficiente teniendo en cuenta:

- Oportunidad de la entrega.
- Entrega del pedido completa.
- Calidad de acuerdo a lo solicitado.

### **3.3 Control y seguimiento del proveedor escogido.**

El director del laboratorio es el encargado de evaluar y registrar la entrega de los suministros en el formato FG002 “seguimiento de calificación de proveedores”.

|                                                                                                                                                       |                                                               |  |                                     |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |         |
|                                                                                                                                                       | <b>CLASIFICACION Y EVALUACION DE<br/>PROVEEDORES.</b>         |  | REVISIÓN: 00                        | PSG-003 |
|                                                                                                                                                       |                                                               |  | PÁGINA 3 DE 3                       |         |

En caso de no cumplir con lo especificado en la orden de compra se designa como no conforme.

Se debe registrar toda desviación detectada en las respectivas áreas, cuando un producto modificara las especificaciones de la prueba, en el formato FT030

Los auxiliares del laboratorio deben estar pendientes de las no conformidades que se presenten durante una prueba e inmediatamente informarle al director del laboratorio, quien será el encargado de informarle al proveedor lo ocurrido y solucionar los inconvenientes presentados.

### **3.4 Descalificación del Proveedor.**

Cuando se presentan no conformidades el director del laboratorio debe descalificar al proveedor.

### **3.5 Actualización de proveedores.**

La lista de proveedores debe ser actualizada una vez al año.

## **4 Responsables.**

Director del laboratorio.

Responsable del laboratorio.

Auxiliares.

## **5 Registros.**

FT030 “Listado de productos o servicios críticos”.

FT023 “Selección de proveedores”.

### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                                |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|---------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |         |
|                                                                                                                                                                                    | <div>REVISION POR LA DIRECCION</div>                                     |  | REVISIÓN: 00                                   | PSG-004 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | PÁGINA 1 DE 3                                  |         |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

**REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN.**

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  |                                 |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|----------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN</b>                                    |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PSG-004</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  | <b>PÁGINA 2 DE 3</b>            |                |

## 1 Objetivo.

Verificar la efectividad del sistema de gestión de calidad, en el alcance de los objetivos del laboratorio como los requisitos de la norma NTC ISO/IEC 17025.

## 2 Alcance.

Ser aplicado a las revisiones anuales de las directivas

## 3 Revisiones Gerenciales.

Las revisiones son coordinadas y programadas por el director de escuela, en conjunto con el coordinador de calidad. Se registra en FT027.

### 3.1 Programación de la revisión.

Mediante un documento el director de la escuela notifica a todo el personal del laboratorio la fecha y hora programada para la revisión, así como las personas que deben asistir y los puntos a ser tratados.

### 3.2 Temas a ser analizados en las revisiones.

- ✓ Cumplimiento de objetivos según políticas del laboratorio y temas pendientes de la revisión anterior.
- ✓ Informes de auditorías externas, clientes u otros organismos.
- ✓ Resultados de auditorías internas. FT012
- ✓ Implementación de acciones correctivas.
- ✓ Documentación del sistema y cambios a realizar.
- ✓ No conformidades de los clientes y acciones correctivas.
- ✓ Resultados de verificaciones internas.
- ✓ Revisiones de políticas y objetivos.
- ✓ Capacitación y entrenamiento del personal.
- ✓ Planes futuros y estimaciones de nuevos trabajos, nuevo personal y/o equipos.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-004</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 3 DE 3</b>                |                |

### 3.3 Registro de la revisión de gerencia.

Es registrada en el formato FT027, firmada por el director del laboratorio y el director de escuela.

## 4 Responsables.

Director de Escuela.

Director del Laboratorio.

Responsable de la calidad.

## 5 Registros.

FT027 “Revisión por dirección”.

FT012 “Plan Auditorias Internas”.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                                |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|---------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |         |
|                                                                                                                                                                                    | <div>CONTROL DE LOS DOCUMENTOS</div>                                     |  | REVISIÓN: 00                                   | PSG-005 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | PÁGINA 1 DE 7                                  |         |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **CONTROL DE LOS DOCUMENTOS.**

|                                                                                                                |                                                               |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>CONTROL DE LOS DOCUMENTOS</b>                              | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-005</b> |
|                                                                                                                |                                                               | <b>PÁGINA 2 DE 7</b>                |                |

## 1 Objetivos.

Cerciorar que los documentos se preparan, revisan, aprueban, publican, distribuyen y administran bajo los lineamientos establecidos en este manual.

## 2 Alcance.

Verificar que todos los documentos generados internamente en el laboratorio de gas aplican los procedimientos establecidos en los manuales que hacen parte del Sistema de Gestión de Calidad.

## 3 Documentos.

Los documentos donde se describen las tareas y características del personal que labora en el laboratorio son:

- ✓ Manual de Calidad (M001): en este documento se describe el sistema de calidad establecido en el laboratorio, así como sus políticas de calidad y su alcance del sistema.
- ✓ Manual de Procedimientos (M002): en el se describen los procedimientos generales, técnicos y operacionales, formatos, que describen en forma general las pautas para asegurar y controlar la calidad de las pruebas.
- ✓ Manual de Funciones (M003): se establecen los formatos donde se describen las características, y funciones que deben cumplir el personal del laboratorio.

## 4 Formato, identificación y elaboración de los documentos.

**4.1** Si el documento que se va a elaborar es un manual debe contener la siguiente información:

- ✓ Nombre del Documento.
- ✓ Código.
- ✓ Fecha.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b>                   |
|                                                                                                                | <b>CONTROL DE LOS DOCUMENTOS</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00   PSG-005</b><br><b>PÁGINA 3 DE 7</b> |

- ✓ Numero de Revisión.
- ✓ Elaboró
- ✓ Revisó y aprobó.
- ✓ Copia controlada.
- ✓ Objetivo
- ✓ Alcance
- ✓ Contenido basados en la NTC ISO 9001
- ✓ Lista de distribución
- ✓ Informe de revisión.
- ✓ Paginación.

Si el documento a elaborar es un procedimiento o instructivo la información solicitada es:

- ✓ Nombre del documento.
- ✓ Código.
- ✓ Fecha.
- ✓ Número de revisión.
- ✓ Elaboró.
- ✓ Revisó y aprobó.
- ✓ Copia controlada.
- ✓ Propósito u objetivo.
- ✓ Alcance.

|                                                                                                                                                |                                                               |  |                                 |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |         |
|                                                                                                                                                | <b>CONTROL DE LOS DOCUMENTOS</b>                              |  | REVISIÓN: 00                    | PSG-005 |
|                                                                                                                                                |                                                               |  | PÁGINA 4 DE 7                   |         |

- ✓ Procedimientos e instrucciones.
- ✓ Lista de distribución.
- ✓ Historial de revisiones.
- ✓ Paginación.

Y si el documento a elaborar es un formato se debe conocer.

- ✓ Nombre del documento.
- ✓ Código.
- ✓ Fecha.
- ✓ Número de Revisión.
- ✓ Contenido y diseño según las necesidades de cada procedimiento.

#### 4.2 Formato encabezado y pie de pagina

El encabezado de la página fue diseñado de la siguiente forma:

|          |          |  |          |          |
|----------|----------|--|----------|----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> |  | <b>4</b> |          |
|          | <b>3</b> |  | <b>5</b> | <b>6</b> |
|          |          |  | <b>7</b> |          |

- ✓ **Casilla 1:** Logotipo de la Universidad Industrial de Santander, UIS.
- ✓ **Casilla 2:** Nombre de la entidad a la que pertenece el manual; Escuela de Ingeniería de Petróleos, y el laboratorio al que se designo el manual; Laboratorio de gas.
- ✓ **Casilla 3:** Nombre del procedimiento indicando si es de ensayo, general o de operación de equipos.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>CONTROL DE LOS DOCUMENTOS</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-005</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 5 DE 7</b>                |                |

- ✓ **Casilla 4:** Identificación de la hoja a que manual pertenece, calidad, procedimientos o funciones.
- ✓ **Casilla 5:** Identifica el número de veces que ha sido revisado el documento.
- ✓ **Casilla 6:** Código del documento.
- ✓ **Casilla 7:** Número de página de la hoja específica y número total de páginas del documento.

El pie de página fue diseñado de la para colocarse al final de cada página de procedimiento, fichas y formatos de la siguiente forma:

|          |          |          |          |           |
|----------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>1</b> | <b>3</b> | <b>5</b> | <b>7</b> | <b>9</b>  |
| <b>2</b> | <b>4</b> | <b>6</b> | <b>8</b> | <b>10</b> |

- ✓ **Casilla 1:** Título versión.
- ✓ **Casilla 2:** Inscribe el número de la versión del documento.
- ✓ **Casilla 3:** Fecha de aprobación.
- ✓ **Casilla 4:** Se escribe la fecha de aprobación del documento.
- ✓ **Casilla 5:** Revisó.
- ✓ **Casilla 6:** Persona o área encargada de revisar el documento.
- ✓ **Casilla 7:** Descripción de los cambios realizados.
- ✓ **Casilla 8:** Se escriben los detalles de los cambios realizados en el documento.
- ✓ **Casilla 9:** Aprobó.
- ✓ **Casilla 10:** Persona o área encargada de aprobar el documento.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                                |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|---------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |         |
|                                                                                                                                                                                    | <div>CONTROL DE LOS DOCUMENTOS</div>                                     |  | REVISIÓN: 00                                   | PSG-005 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | <div>PÁGINA 6 DE 7</div>                       |         |

### 4.3 Aprobación y emisión de documentos.

Los documentos del laboratorio de gas son revisados y aprobados por personal autorizado, el manual de calidad es revisado por el director de tesis, su aprobación es dada por el responsable de calidad; el manual de procedimientos es revisado por el responsable del laboratorio y su aprobación es dada por el director del laboratorio.

Una vez el documento haya sido revisado y aprobado el documento estará en vigencia y será denominado documento público.

Todos los documentos, procedimientos del sistema de calidad y de trabajo están en poder del responsable de calidad, especificando nombre del documento, versión vigente y distribución, con una copia en el laboratorio de gas rotulado con el nombre “Listado documentos del sistema de calidad” siendo actualizado anualmente.

En caso de encontrar documentos obsoletos serán retirados oportunamente de todos los puntos de emisión y uso y se les colocara como título “Documento Obsoleto”.

### 4.4 Cambios en los Documentos.

En caso de requerirse hacerle alguna modificación ya sea remplazar o agregar algo será escrito o indicado de color rojo con el fin de resaltar y destacar los cambios realizados.

Todo cambio a realizar en un documento debe ser revisado y aprobado por el mismo personal que aprobó el documento originalmente, dejando copia en el formato FT031”.

Se pueden efectuar modificaciones de los documentos de forma manual mientras su uso, firmadas con las iniciales del responsable del laboratorio y fechadas, realizando los cambio posteriores a todas las copias distribuidas.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>CONTROL DE LOS DOCUMENTOS</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-005</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 7 DE 7</b>                |                |

## 5 Responsables.

Director de calidad

Responsable de calidad.

## 6 Registros.

FT031 “Registros Modificados”.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                               |  |                                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                                                       |                                                                                   | <b>CONTROL PRODUCTO NO CONFORME</b>                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-006</b> |
|                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 3</b>                |                |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **CONTROL PRODUCTO NO CONFORME.**

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                                |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|--------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                    |
|                                                                                                                                                                                    | <div>CONTROL PRODUCTO NO CONFORME</div>                                  |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PSG-006</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | <div>PÁGINA 2 DE 3</div>                       |                    |

## **1 Objetivo.**

Establecer el procedimiento de control utilizada por el laboratorio de gas para tratar los productos y procesos no conformes hallados en el sistema de gestión de calidad.

## **2 Alcance.**

Determinar todos los productos y procesos que no cumplan los requisitos establecidos por el sistema de gestión de calidad.

## **3 Sistema de operación.**

### **3.1 Detección y Registro de no conformidades.**

Durante la instalación o producción se verifica el cumplimiento de los requisitos pedidos por el cliente y por el sistema de gestión de calidad, ya que se puede ver afectado tanto la calidad del producto como el resultado y el cumplimiento del plazo establecido.

En caso de detectarse un incumplimiento de los requisitos se registra en el formato FT011.

### **3.2 Comunicación y control de no conformidades.**

Las no conformidades detectadas deben ser comunicadas prontamente al responsable del laboratorio o al encargado del proceso o prueba donde se detectaron las inconformidades, una vez se halla comunicado de forma verbal se procede a ser el informe adecuado según el formato anteriormente referenciado.

Una vez haya sido notificado el director del laboratorio y el responsable del laboratorio la no conformidad es comunicada al responsable de calidad, quien inicia un proceso de seguimiento según lo descrito en acciones correctivas y preventivas.

|                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                               |                      |                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |                      | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |  |
|                                                                                                                                                       |                                                                                   | <b>CONTROL PRODUCTO NO CONFORME</b>                           | <b>REVISIÓN: 00</b>  | <b>PSG-006</b>                      |  |
|                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                               | <b>PÁGINA 3 DE 3</b> |                                     |  |

### 3.3 Identificación productos no conformes.

Todo producto no conforme es identificado para evitar su utilización o confusión. Este producto debe ser retirado de las instalaciones del laboratorio, en caso de no poder ser retirado se debe señalar como producto no conforme.

## 4 Responsables.

Director del laboratorio.

Responsable del laboratorio.

Auxiliares.

## 5 Registros.

FT011. “Informe No conformidades”.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |                                                |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                    |
|                                                                                                                                                                                    | <div>AUDITORIA INTERNA</div>                                             | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PSG-007</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          | <div>PÁGINA 1 DE 5</div>                       |                    |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **AUDITORIA INTERNA.**

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  |                                 |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |         |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>AUDITORIA INTERNA</b>                                      |  | REVISIÓN: 00                    | PSG-007 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |  | PÁGINA 2 DE 5                   |         |

## 1 Objetivo.

Realizar auditorías internas y verificar el cumplimiento de los requerimientos de la Norma ISO/IEC 17025.

## 2 Alcance.

Aplicar el procedimiento en la realización de las auditorías internas del laboratorio de gas.

## 3 Proceso.

En el proceso de auditoría interna se sigue un proceso PHVA basados en la norma ISO 9001. Las auditorías son registradas según los formatos FT012 “PLAN DE AUDITORIA INTERNA”.

### 3.1 Preparación.

#### a) Plan Auditoría.

- ✓ Verificar fecha de auditoría.
- ✓ Elaborar plan de auditoría.
- ✓ Especificar objetivo y alcance de la auditoría.
- ✓ Identificar responsables del cumplimiento de los objetivos.
- ✓ Establecer áreas a ser auditadas e identificar el equipo auditor.
- ✓ Establecer confidencialidad de auditoría.
- ✓ Distribución del informe de auditoría y fecha de edición.

#### b) Revisión y análisis de los registros de auditorías internas efectuadas anteriormente.

#### c) Revisión de auditoría por parte del organismo audita, en caso de realizar observaciones, se resuelven entre el auditor y el auditado antes de realizada.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>AUDITORIA INTERNA</b>                                      |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-007</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 3 DE 5</b>                |                |

d) El encargado de calidad designará a los auditores para cada área específica junto con los informes de auditorías correspondientes.

### 3.2 Ejecución.

#### ✓ Reunión inicial:

- Presentar los auditadores, y revisar objetivos y alcance de la auditadura.
- Entrega de un resumen sobre métodos y procedimientos que se usarán en la ejecución de la auditadura.
- Confirmar la disponibilidad de los recursos e instalaciones que usara el grupo auditor y aclarar dudas del plan de auditoría.

#### ✓ Recolección de evidencia.

- Recolectar información mediante encuestas, examen de documentos, observación de actividades y condiciones del área auditada.
- Anotar cada indicio de no conformidades.
- La información obtenida en las encuestas debe ser comprobada por medio de observación física, mediciones y registros.

#### ✓ Observaciones de auditoría.

- Documentar todos los hallazgos en el formato FT012
- Una vez finalice la auditoria, el auditor o auditores deben revisar todas las observaciones con el fin de determinar si son no conformidades.
- Identificar las no conformidades por número o ítems que corresponde de la norma ISO/IEC 17025.
- Todas las observaciones deben ser dadas a conocer al líder del auditado.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>AUDITORIA INTERNA</b>                                      |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-007</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 4 DE 5</b>                |                |

✓ Reunión final.

- Aclara dudas del auditado e informarle las observaciones para asegurarse que sean comprendidas claramente.
- Presentar conclusiones del grupo auditor y asegurar que los objetivos de calidad se cumplan. Guardar registros de la reunión final.

### 3.3 Informe auditoria.

- ✓ Los informes son preparados bajo la supervisión del auditor líder, quien será el responsable de que se haga con exactitud y de forma completa.
- ✓ Contenido del informe:
- Debe reflejar el sentido y contenido de la auditoria.
  - Fecha de la auditoria.
  - Firma del auditor líder.
  - Alcance y objetivos de la auditoria.
  - Detalles plan de auditoría.
  - Nombres del grupo auditor.
  - Identificación del representante del auditado.
  - Identificación de la organización y área auditada.
  - Documentos de referencia con los que se efectuó la auditoría.
  - Observaciones de no conformidad.
  - Juicio del auditor con respecto a la norma y documentación pertinente.
  - Cumplimiento de los objetivos de calidad definidos.

|                                                                                                                 |                                                               |  |                                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                 | <b>AUDITORIA INTERNA</b>                                      |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-007</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 5 DE 5</b>                |                |

✓ Distribución del informe.

- El auditor debe enviar el informe directamente al director del laboratorio.
- Todo informe con contenido confidencial o reservado debe ser guardado apropiadamente por el auditor líder.
- Este informe debe ser entregado en un plazo máximo de 15 días.

### 3.4 Terminó de la auditoria.

La auditoria se da por finalizada con la entrega del informe de auditoria a las directivas del laboratorio.

### 3.5 Seguimiento de las acciones correctivas.

La organización auditada debe determinar las causas e iniciar las acciones correctivas, y el auditor es responsable de realizar el seguimiento de las acciones correctivas verificar que se implementen.

## 4 Responsable.

Responsable de calidad.

## 5 Registros.

FT012 “Plan De Auditoría Interna”.

FT019 “Programa Auditoría Interna”.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>CAPACITACION DEL PERSONAL</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-008</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 3</b>                |                |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **CAPACITACIÓN DEL PERSONAL**

|                                                                                                                 |                                                               |                                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                 | <b>CAPACITACION DEL PERSONAL</b>                              | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-008</b> |
|                                                                                                                 |                                                               | <b>PÁGINA 2 DE 3</b>                |                |

## 1 Objetivo.

Instruir al personal que labora en el laboratorio de gas, identificando las necesidades de formación, para mejorar las aptitudes, y desarrollar habilidades intelectuales y tecnológicas.

## 2 Alcance.

Todas las áreas y cargos donde se identifiquen necesidades de capacitación dentro del laboratorio.

## 3 Desarrollo.

Se debe identificar las necesidades del personal del laboratorio tanto administrativo como técnico mediante.

- ✓ Evaluación del desempeño personal.
- ✓ Realización de pruebas de aptitud.
- ✓ Proyectos futuros del laboratorio.
- ✓ Necesidades individuales.
- ✓ Planeación estratégica.

Una vez se hallan realizado estas pruebas se define: Tema, actividad de capacitación a programar, curso, seminario, taller, congreso entre otro, y el director del laboratorio se encargara de gestionar el desarrollo del programa, teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos.

Se realiza la gestión con la facultad o escuela que esta capacitada para ofrecer el programa, se solicita una propuesta académica, se analiza y se evalúa que la propuesta cumpla con los objetivos propuestos por el laboratorio de gas.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>CAPACITACION DEL PERSONAL</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-008</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 3 DE 3</b>                |                |

#### **4 Responsable.**

Director del laboratorio.

Responsable de calidad.

#### **5 Registros.**

Control de asistencia

Fotos

Certificados.

#### **Control de cambios**

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>ACCIONES PREVENTIVAS</b>                                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-009</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>                |                |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **ACCIONES PREVENTIVAS**

|                                                                                                                 |                                                               |  |                                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                 | <b>ACCIONES PREVENTIVAS</b>                                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-009</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                |                |

## 1 Objetivo.

Prevenir las situaciones que afectan la calidad de los resultados del laboratorio.

## 2 Alcance.

Analizar los procedimientos del laboratorio de gas y aplicar estas acciones preventivas.

## 3 Desarrollo.

- Verificar mensualmente los registros de calidad con el fin de realizar trazabilidad de la información.
- Gráficos de control que permiten visualizar puntos fuera de control o tendencias.
- Ubicar los equipos de forma estable en los mesones para evitar golpes y caídas, y controlar condiciones de manejo y almacenamiento del material.

Para implementar las acciones preventivas el laboratorio usa el formato FT034 “informe de Acción”.

## 4 Responsabilidades.

Director del laboratorio.

Responsable del laboratorio.

Auxiliares del laboratorio.

## 5 Registros.

FT032. Informe de Acción.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>                                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-010</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 3</b>                |                |

# **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

## **CAPITULO 2.**

### **ACCIONES CORRECTIVAS**

|                                                                                                                                                                                    |                                                       |  |                          |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|--------------------------|---------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |  | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS |         |
|                                                                                                                                                                                    | ACCIONES CORRECTIVAS                                  |  | REVISIÓN: 00             | PSG-010 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                       |  | PÁGINA 2 DE 3            |         |

## 1 Objetivos.

Desarrollar e implementar un procedimiento de acciones correctivas en el laboratorio de gas.

## 2 Alcance.

Aplicar los procedimientos en caso de presentarse no conformidades en el laboratorio de gas con respecto a los procedimientos del sistema de gestión de calidad o en las operaciones técnicas y operacionales de los equipos.

## 3 Desarrollo.

Para identificar los problemas operacionales o del sistema de calidad se desarrollan las siguientes actividades:

- ✓ Control de trabajo no conforme.
- ✓ Auditorias internas y externas.
- ✓ Revisiones por el director del laboratorio.
- ✓ Quejas de clientes.
- ✓ Observaciones del personal o de los clientes.

Toda acción correctiva es anotada en el formato FT032 “informe de acción”.

Al implementar las acciones correctivas se debe realizar:

- ✓ Análisis de la causa: las directivas del laboratorio de gas deben analizar las causas potenciales que originan el problema, si como los requerimientos de los clientes, las muestras, las especificaciones, los métodos y procedimientos aplicados, habilidades y capacitación del personal, anotando todo en el formato FT032 “informe de acción”.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                |
|                                                                                                                | <b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>                                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PSG-010</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 3 DE 3</b>                |                |

- ✓ Selección e implementación de acciones correctivas: una vez identificadas las causas de las no conformidades el director del laboratorio debe identificar la acción correctiva correspondiente, seleccionar las que tienen más probabilidades de eliminar el problema y prevenir su ocurrencia e implementarla.
- ✓ Seguimiento de las acciones correctivas: se realiza un seguimiento con el fin de asegurar que las acciones fueron tomadas correctamente y han sido efectivas.
- ✓ Auditorías adicionales: en caso de surgir dudas con respecto a las acciones correctivas y su efectividad se pueden realizar auditorías adicionales.

#### 4 Responsables.

Director del laboratorio.

Responsable de calidad.

#### 5 Registros.

FT032 “informe de acción”.

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                               |  |                                     |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                                                       |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS</b>                                |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>MP001</b> |
|                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 27</b>               |              |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 2.**

### **HOJA DE VIDA DE EQUIPOS**

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>CONTENIDO HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS</div>                            |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>HVE-01</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | <div>PÁGINA 2 DE 27</div>           |                   |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                       | PÁG.      |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                                   |           |
| <b>1. MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HIDROCARBUROS</b>        | <b>4</b>  |
| 1.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO                                       | 4         |
| 1.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO                                            | 4         |
| 1.3 APLICACIÓN                                                        | 5         |
| 1.4 PRINCIPIO                                                         | 5         |
| 1.5 MANTENIMIENTO                                                     | 6         |
| <b>2. MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO PARA APLICACIÓN EN EL LABORATORIO</b> | <b>9</b>  |
| 2.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO                                       | 9         |
| 2.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO                                            | 9         |
| 2.3 APLICACIÓN                                                        | 10        |
| 2.4 PRINCIPIO                                                         | 11        |
| 2.5 MANTENIMIENTO                                                     | 11        |
| <b>3. MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD</b>                                 | <b>13</b> |
| 3.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO                                       | 13        |
| 3.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO                                            | 13        |
| 3.3 APLICACIÓN                                                        | 14        |
| 3.4 PRINCIPIO                                                         | 15        |
| 3.5 MANTENIMIENTO                                                     | 15        |
| <b>4. CALORÍMETRO DE GAS</b>                                          | <b>18</b> |
| 4.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO                                       | 18        |
| 4.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO                                            | 18        |
| 4.3 APLICACIÓN                                                        | 19        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>CONTENIDO HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PÁGINA 3 DE 27</b>                                         |  |                                     |               |

|                                                                                                 | <b>PÁG.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>4.4 PRINCIPIO</b>                                                                            | <b>19</b>   |
| <b>4.5 MANTENIMIENTO</b>                                                                        | <b>20</b>   |
| <b>5. CROMATÓGRAFO DE GAS</b>                                                                   | <b>23</b>   |
| <b>5.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO</b>                                                          | <b>23</b>   |
| <b>5.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO</b>                                                               | <b>23</b>   |
| <b>5.3 APLICACIÓN</b>                                                                           | <b>24</b>   |
| <b>5.4 PRINCIPIO</b>                                                                            | <b>24</b>   |
| <b>6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DEL LABORATORIO DE GAS</b> | <b>26</b>   |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>INTRODUCCIÓN HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS</div>                         |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>HVE-01</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | <div>PÁGINA 4 DE 27</div>           |                   |

## INTRODUCCIÓN

En el laboratorio de gas habrá diferentes equipos, cada uno para diferentes aplicaciones, de ahí la necesidad de contar con una hoja de vida de cada uno de ellos para conocer su utilidad y la de cada uno de sus componentes que cubrirán los requerimientos y exigencias de cada de las pruebas a realizar.

Aquí se encontrara consignada información de los equipos que describen las características más importantes como: la marca, el modelo, condiciones de operación tanto de presión como de temperatura, peso neto, fecha de compra, numero de inventario... entre otras.

Además la hoja de vida contiene el principio bajo el cual trabaja el equipo, y en algunos casos cuidados especiales que hay que tenerles para el correcto desarrollo de las pruebas a realizar. En el anexo se observa el formato para realizar el debido control de mantenimiento de los equipos y accesorios utilizados en el laboratorio de gas.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>      |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>     |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HIDROCARBUROS</b> |  | <b>N° INVENTARIO: 70536</b>         |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  | <b>REVISIÓN: 00</b>   <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  | <b>PÁGINA 5 DE 27</b>               |

## 1. MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HIDROCARBUROS

### 1.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

|                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| ✓ Marca                           | : Chandler Engineering.       |
| ✓ Modelo                          | : Chanscope II 13-1200-C-N-2  |
| ✓ Peso                            | : 11 Kilogramos.              |
| ✓ Tamaño                          | : 14 x 18 x 16 in             |
| ✓ Rango de Presión                | : 0 - 3000psig (0 a 20.7mpa)  |
| ✓ Temperatura Ambiente De Trabajo | : -4°F a 158°F (-20°C a 70°C) |
| ✓ Rango Punto De Rocío            | : -200°F (-129°C) - Ambiente. |
| ✓ Potencia Requerida              | : 115 o 230 V, 50/60 Hz       |
| ✓ Estado Actual                   | : Bueno.                      |
| ✓ N° De Inventario                | : 70536                       |
| ✓ Ultima Calibración              | : Enero 27 De 2006            |
| ✓ Fecha De Compra                 | : Enero 27 De 2006            |
| ✓ Proveedor De Repuestos          | : Panamericana de Ing. LTDA   |
| ✓ Listado De Repuestos            | : Ver Catalogo                |

### 1.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Está compuesto por las siguientes partes y accesorios:

- Un sensor de temperatura electrónico (RTD) que registra una única temperatura de rocío, hasta en decimas de grado en una pequeña pantalla LED, y esta certificado por el NIST.
- Una cámara para el espejo la cual permite iluminar y amplificar la observación de la formación del punto de rocío.
- Una cámara de presión la cual contiene el gas o el vapor de muestra para la prueba con su respectiva válvula para controlar el flujo de gas.
- Un enfriador de tipo regular que usa ya sea propano líquido o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), para controlar la temperatura del espejo, a mayor tasa de flujo de refrigerante más baja será la temperatura.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                          |  |                                 |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>      |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HIDROCARBUROS</b> |  | <b>N° INVENTARIO: 70536</b>     |               |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                          |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                          |  | <b>PÁGINA 6 DE 27</b>           |               |

- Un trípode de aluminio rígido pero liviano, que soporta el medidor de punto de rocío, sus patas son de dos secciones que se extienden hasta 54 ½ In.
- Un cilindro de propano de 20 lb para usar como refrigerante para temperaturas de rocío hasta de -20°F.
- Una botella de **CO<sub>2</sub>** como refrigerante opcional para temperaturas de punto de rocío hasta -80°F con su respectiva válvula y adaptador macho de ¼ In.
- Un acople para el filtro de glicol para cuando haya necesidad de retirar trazas de glicol de la muestra de gas.
- Diez cartuchos para filtrar glicol que se pueden ensamblar en el arreglo cuando el gas o la muestra de gas contenga glicol que podría afectar la interpretación de su punto de rocío.
- Batería de Ni-MH (Níquel e Hidruro Metálico), 115-230VAC, 50/60 Hz y un cargador ligero, que es la que le da la energía necesaria para que trabaje correctamente el sensor de temperatura, ilumine la cámara del espejo e indique la temperatura en la pantalla.

### 1.3 APLICACIÓN

Su principal función es determinar la temperatura a la cual se condensa la primera gota de hidrocarburo contenido en una muestra de gas, que inicialmente se encontraba toda en estado gaseoso.

### 1.4 PRINCIPIO

Es un equipo que utiliza como principio de detección del punto de rocío, el método del espejo enfriado. Funciona haciendo pasar el gas a evaluar por un compartimiento en donde se encuentra un espejo que es enfriado por un refrigerante, este espejo al recibir las moléculas de vapor de hidrocarburo condensado se tornará de un color oscuro a demás de opaco, reflejándonos así el punto de rocío de los hidrocarburos.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                          |  |                                 |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>      |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HIDROCARBUROS</b> |  | <b>N° INVENTARIO: 70536</b>     |               |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                          |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                          |  | <b>PÁGINA 7 DE 27</b>           |               |

## 1.5 MANTENIMIENTO

Para realizarlo se requiere de las siguientes herramientas:

- ✓ Llaves mecánicas de  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{1}{4}$ "
- ✓ Llave ajustable de 10".
- ✓ Eje hexagonal largo de  $\frac{1}{8}$ " $\times$ 3".
- ✓ Destornillador de pala, y de estrella.
- ✓ Prensa de banco.
- ✓ Alcohol isopropílico al 99,5%.
- ✓ Soplador de aire para limpiar.
- ✓ Cinta teflón.
- ✓ Algodón.
- ✓ Llave mecánica hexagonal (Bristol) de  $\frac{1}{8}$ ".

El Mantenimiento Preventivo incluye la limpieza del espejo y la ventana en donde ocurre la condensación para poder apreciar el punto exacto de rocío, y el apropiado manejo de la batería.

- El espejo y la ventana pueden ser removidos fácilmente para limpiarlos con un algodón, un copito de algodón o una paño suave pero se debe tener cuidado para evitar rayar sus superficies. Si una ventana esta rayada debe ser reemplazada, porque una fractura se puede desarrollar desde el rayón cuando el instrumento es sometido a altas presiones. Si un hidrocarburo o cualquier otro contaminante permanecen, use un paño suave con jabón y agua, seguida por un enjuague con alcohol isopropílico.
- Para limpiar la ventana de alta presión, remueva el tornillo y extraiga la unidad de la cámara de la ventana.
- El medidor de punto de rocío digital CHANSCOPE es alimentado por una batería y debe ser recargada si la pantalla LED queda en blanco. Su autonomía le da para unas 12H si está cargada completamente para lo cual requiere 7.5 a 8.25H, el cargador de la batería necesita 120 VAC y una vez cargada este cesara el proceso de recarga y el indicador verde automáticamente se apagará.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>      |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HIDROCARBUROS</b> |  | <b>N° INVENTARIO: 70536</b>     |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  | <b>PÁGINA 8 DE 27</b>           |               |

Desconecte el cargador de la salida AC para evitar dañar la batería. La unidad puede operar durante el proceso de carga; el cargador no está diseñado para usarse al aire libre. Se recomienda apagar la unidad mientras no se encuentre trabajando para conservar la energía.

El Mantenimiento Correctivo del medidor de punto de rocío para hidrocarburos tiene que ver con el cambio de los filtros de glicol y el cambio del detector de temperatura resistivo (RTD, resistance temperature detection).

- Si un filtro de glicol está siendo usado, eventualmente este se saturara con glicol y debe ser remplazado. Primero se desconecta el tubo de muestra del acople del filtro de glicol, se abre el alojador del filtro y se remueve el viejo cartucho filtrante, y se reemplaza con uno nuevo. Asegúrese de quitar el anillo del filtro viejo y reemplazarlo en el filtro nuevo. Vuelva a ensamblar el alojador del filtro y conéctelo nuevamente a la entrada del tubo de muestra.
- El detector de temperatura puede ser reemplazado en cualquier momento del funcionamiento de la unidad por un termómetro. Primero afloje la prensa estopas (gland nut) y con cuidado retire el RTD y replácelo con el termómetro apropiado. Recuerde que en esta modalidad la pantalla LED indicara la temperatura ambiente.
- La batería debe ser reciclada en un lugar apropiado para baterías de Ni-MH para mayor información puede visitar <http://www.rbrc.org> para encontrar donde pueden ser reciclarlas.

Advertencia: Solo use el cargador y la batería CHANSCOPE, otros causaran daños internos. Utilice el convertidor de voltaje 187-20535 con el cargador para 220 VAC.

- Solo se debe reemplazar la batería por una de Chandler Engineering parte número 13-1274. Otra batería dañaría la electrónica del sistema y anularía la garantía.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>      |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HIDROCARBUROS</b> |  | <b>N° INVENTARIO: 70536</b>     |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                          |  | <b>PÁGINA 9 DE 27</b>           |               |

Advertencia: El reemplazo de baterías y el cambio de las unidades de temperatura en la pantalla LED son las únicas operaciones permitidas, las cuales requieren remover la cubierta posterior del indicador de punto de rocío. Todos los ajustes ópticos y electrónicos solo se deben realizar en la fábrica, su falta de cumplimiento podría anular la garantía.

## EQUIPO

**Figura 1.** Medidor de punto de rocío de hidrocarburos Chanscope II 13-1200-CN2.



**Fuente:** Autores

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                           |  |                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>                       |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>                               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO</b><br><b>PARA APLICACIÓN EN EL LABORATORIO</b> |  | <b>N° INVENTARIO: 70537</b>                                   |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>   <b>HVE-01</b><br><b>PÁGINA 10 DE 27</b> |

## 2 MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO PARA APLICACIÓN EN EL LABORATORIO

### 2.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| ✓ Marca                           | : Chandler Engineering.        |
| ✓ Modelo                          | : 13-100-C-N-060               |
| ✓ Peso                            | : 11 Kilogramos.               |
| ✓ Tamaño                          | : 14 x 18 x 16 in              |
| ✓ Rango de Presión                | : 0 - 3000psig (0 a 20.7mpa)   |
| ✓ Temperatura Ambiente De Trabajo | : -31°F a 122°F (-35°C a 50°C) |
| ✓ Rango Punto De Rocío            | : -31°F (-35°C) - Ambiente.    |
| ✓ Estado Actual                   | : Bueno.                       |
| ✓ N° De Inventario                | : 70537                        |
| ✓ Ultima Calibración              | : Enero 27 De 2006             |
| ✓ Fecha De Compra                 | : Enero 27 De 2006             |
| ✓ Proveedor De Repuestos          | : Panamericana de Ing. LTDA    |
| ✓ Listado De Repuestos            | : Ver catalogo                 |

### 2.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Consta de las siguientes partes y accesorios:

- Un cilindro de propano de 20 lb para usar como refrigerante para temperaturas de rocío hasta de -20°F.
- Una botella de  $CO_2$  como refrigerante opcional para temperaturas de punto de rocío hasta -80°F con su respectiva válvula y adaptador macho de ¼ In.
- Una cámara para el espejo la cual permite iluminar y amplificar la observación de la formación del punto de rocío.
- Una cámara de presión la cual contiene el gas o el vapor de muestra para la prueba con su respectiva válvula para controlar el flujo de gas.

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                |                                     |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIMOS FUTURO</div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                       | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                | <div>N° INVENTARIO: 70537</div>     |                   |
|                                                                                                                                                                           | <div>HOJA DE VIDA MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO</div> <div>PARA APLICACIÓN EN EL LABORATORIO</div> | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>HVE-01</div> |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                | <div>PÁGINA 11 DE 27</div>          |                   |

- Un trípode de aluminio rígido pero liviano, que soporta el medidor de punto de rocío, sus patas son de dos secciones que se extienden hasta 54 ½ In.
- Dos termómetros graduados de -35°C a 50°C con una sensibilidad de 1° para controlar la temperatura del punto de rocío, llenos de un líquido biodegradable eliminando los protocolos de seguridad típicos del mercurio. Con certificado NIST (Instituto nacional de estándares y tecnología del departamento de comercio de EEUU), para RTD (detectores resistivos de temperatura).
- Un acople para el filtro de glicol para cuando haya necesidad de retirar trazas de glicol de la muestra de gas.
- Un enfriador de tipo regular que usa ya sea propano líquido o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), para controlar la temperatura del espejo, a mayor tasa de flujo de refrigerante más baja será la temperatura.
- Diez cartuchos para filtrar glicol que se pueden ensamblar en el arreglo cuando el gas o la muestra de gas contenga glicol que podría afectar la interpretación de su punto de rocío.

### 2.3 APLICACIÓN

El medidor de punto de rocío para laboratorio es un equipo estático cuya principal función es analizar la temperatura a la cual se forma la primera gota de líquido en una muestra de gas, para determinar el punto de rocío ya sea para el agua o para hidrocarburos.

|                                                                                                                                                                            |                                                                                              |                                                                             |  |                          |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|--|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div> | <div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS                       |  | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS |  |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                              | HOJA DE VIDA MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO<br>PARA APLICACIÓN EN EL LABORATORIO |  | N° INVENTARIO: 70537     |  |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                              |                                                                             |  | REVISIÓN: 00             |  |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                              |                                                                             |  | HVE-01                   |  |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                              |                                                                             |  | PÁGINA 12 DE 27          |  |

## 2.4 PRINCIPIO

Es un equipo que utiliza como principio de detección del punto de rocío, el método del espejo enfriado. Funciona haciendo pasar el gas a evaluar por un compartimiento en donde se encuentra un espejo que es enfriado por un refrigerante, este espejo al recibir las moléculas de vapor de agua condensada se torna opaco, reflejándonos así el punto de rocío del vapor de agua.

## 2.5 MANTENIMIENTO

Para realizarlo se requiere de las siguientes herramientas:

- ✓ Llaves mecánicas de  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{1}{4}$ " y una llave ajustable de 10".
- ✓ Destornillador de pala un Eje hexagonal largo de  $\frac{1}{8}$ " $\times$ 3".
- ✓ Prensa de banco y un soplador de aire para limpiar.
- ✓ Alcohol isopropílico al 99,5%, Cinta teflón y Algodón.

El Mantenimiento Preventivo comprende la limpieza del espejo y la ventana en donde ocurre la condensación para poder apreciar el punto exacto de rocío.

- El espejo y la ventana pueden ser removidos fácilmente para limpiarlos con un algodón, un copito de algodón o una paño suave pero se debe tener cuidado para evitar rayar sus superficies. Si una ventana esta rayada debe ser reemplazada, porque una fractura se puede desarrollar desde el rayón cuando el instrumento es sometido a altas presiones. Si un hidrocarburo o cualquier otro contaminante permanecen, use un paño suave con jabón y agua, seguida por un enjuague con alcohol isopropílico. Para limpiar la ventana de alta presión, remueva el tornillo y extraiga la unidad de la cámara de la ventana.

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                |  |                                                                     |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------|--|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIMOS FUTURO</div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                       |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> <div>N° INVENTARIO: 70537</div> |  |
|                                                                                                                                                                           | <div>HOJA DE VIDA MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO</div> <div>PARA APLICACIÓN EN EL LABORATORIO</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div> <div>HVE-01</div>                           |  |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                |  | <div>PÁGINA 13 DE 27</div>                                          |  |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                |  |                                                                     |  |

El Mantenimiento Correctivo del medidor de punto de rocío para hidrocarburos incluye principalmente con el cambio de los filtros de glicol.

- Si un filtro de glicol está siendo usado, eventualmente este se saturara con glicol y debe ser remplazado. Primero se desconecta el tubo de muestra del acople del filtro de glicol, se abre el alojador del filtro y se remueve el viejo cartucho filtrante, y se remplaza con uno nuevo. Asegúrese de quitar el anillo del filtro viejo y reemplazarlo en el filtro nuevo. Vuelva a ensamblar el alojador del filtro y conéctelo nuevamente a la entrada del tubo de muestra.

## EQUIPO

**Figura 2.** Medidor de punto de rocío para aplicación en laboratorio.



**Fuente:** Autores

|                                                                                                                                                                           |                                                                          |                          |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIMOS FUTURO</div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS |        |
|                                                                                                                                                                           |                                                                          | N° INVENTARIO: 69056     |        |
|                                                                                                                                                                           | <div>HOJA DE VIDA MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD</div>                      | REVISIÓN: 00             | HVE-01 |
|                                                                                                                                                                           |                                                                          | PÁGINA 14 DE 27          |        |

### 3. MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD

#### 3.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

- ✓ Marca : General Electric Company Sensing & Inspection Technologies.
- ✓ Modelo : PM 880.
- ✓ Peso:
  - PM 880 : 2.5 lb (1.13 Kg)
  - Sistema de muestreo : 4 lb (1.8 Kg)
- ✓ Tamaño : 9.4 x 5.5 x 1.5 in
- ✓ Rango de Presión : 0 - 3000psig (0 a 20.7mpa)
- ✓ Temperatura Ambiente De Trabajo : 14 a 122°F (-10°C a 50°C)
- ✓ Potencia Requerida : 120 o 230 V, 50/60 Hz
- ✓ Rango Punto De Rocío :-166 a 68°F (-110 a 20°C)
- ✓ Estado Actual : Bueno.
- ✓ N° De Inventario : 69056
- ✓ Ultima Calibración : Diciembre 22 De 2005
- ✓ Fecha De Compra : Diciembre 22 De 2005
- ✓ Proveedor De Repuestos : EQUIPEN S.A
- ✓ Listado De Repuestos : Ver catalogo

#### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Está compuesto por las siguientes partes y accesorios:

- Un Medidor Portátil el cual posee una pantalla LCD de 240 x 200 pixeles; puede hacer lecturas de humedad de gas natural ya sea en puntos de rocío (en grados Fahrenheit o Celsius), ppm volumen, ppm peso o en lb/MMSCF. Cuenta con un menú de navegación grafico y la interface opera mediante un pequeño teclado. Posee una capacidad de memoria para registrar más de 100000 datos de puntos de humedad, además trae incorporado un puerto infrarrojo para transferencia de datos; e incluye protector.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  | <b>N° INVENTARIO: 69056</b>     |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 15 DE 27</b>          |               |

- Una Batería de Ni-MH (Níquel e Hidruro Metálico) recargable que le provee la energía para trabajar con una autonomía de 15-24 h; y un cargador con un interruptor de energía de entrada de 115-230 VAC, 50/60 Hz.
- Un sistema de Muestreo el cual comprende una válvula de aguja en la entrada, un filtro coalescente incorporado, una celda de muestreo con una válvula bypass tipo aguja y un tubo de desfogue para regular el paso de gas a través del dispositivo, un manómetro y en la salida una válvula aguja con un tubo de desfogue. Su función principal es acondicionar o controlar la corriente de muestra dentro de las especificaciones de la sonda de humedad.
- Una sonda de tres funciones (serie TF humedad, temperatura y presión) que va instalado en el sistema de muestreo, o puede ir directamente en la línea de flujo, consiste de un sensor de óxido de aluminio montado en un conector principal y todo el montaje está protegido por una coraza de acero inoxidable. Permite medir el contenido de humedad y opcionalmente mide temperatura y presión.
- Cinco filtros coalescentes, se usan en el sistema de muestreo para remover partículas de la corriente de gas que puedan afectar la medición.
- Un adaptador de puerto infrarrojo para conectar y transferir datos al PC.
- Una manguera flexible en acero inoxidable, trenzada de 10 ft con conexión para tubo de 1/8 in, la cual sirve para interconectar la línea de flujo con el sistema de muestreo.

### 3.3 APLICACIÓN

El higrómetro PM880 es un completo sistema portátil que puede determinar principalmente en una corriente de gas el punto de rocío de una manera rápida fácil y practica, junto con el contenido de agua ya sea en ppm o en lb/MMSCF.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  | <b>N° INVENTARIO: 69056</b>     |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 16 DE 27</b>          |               |

### 3.4 PRINCIPIO

Utiliza sondas de humedad de oxido de aluminio las cuales son monitoreadas por el sistema patentado de GE Sensing hygrometers que emplea una serie de correlaciones para calcular el punto de rocío in situ.

### 3.5 MANTENIMIENTO

El Mantenimiento Preventivo hace referencia al seguimiento que se le puede hacer al equipo por medio de su sistema operativo y al adecuado manejo de la batería.

- Para evaluar el estado de la pantalla: Menú-Service-Test-Screen; la pantalla quedara como un tablero de ajedrez y al presionar cualquier tecla deberá redibujarse apropiadamente, de lo contrario consulte a la fabrica. Guarde presionando el cambio de pantalla.
- Para evaluar el estado del teclado: Menú-Service-Test-Keys; aparecerá en la pantalla un teclado y cada vez que se presione cualquier tecla y se debe poner obscura su correspondiente en la pantalla, de lo contrario consulte con la fabrica.
- Solo se debe reemplazar la batería por una referencia igual (GE parte #705-1023); para retirarla remueva los cuatro tornillos del panel inferior trasero, levante la batería de la unidad e inserte la batería nueva y asegúrela colocando el panel trasero con sus respectivos tornillos.
- La batería debe ser cargada de 4 a 5 horas hasta que se apague el led amarillo del cargador para quedar cargada al máximo. Primero se retira de la parte posterior inferior, se conecta al cargador y este a la fuente (115-230 VAC), automáticamente el led amarillo del cargador se enciende y comienza a cargar la batería.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  | <b>N° INVENTARIO: 69056</b>     |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 17 DE 27</b>          |               |

El mantenimiento correctivo comprende la limpieza del sensor de oxido de aluminio de la sonda.

- Se recomienda que al menos una vez por año la sonda de humedad sea enviado a la fábrica para su re calibración. Si antes de estas calibraciones el sensor se contamina ya sea con partículas conductivas, no conductivas o corrosivas se le puede hacer una limpieza; para lo cual se necesita:
  - ✓ Aprox. 600 ml de hexano o tolueno de grado reactivo en dos cantidades de 300 ml cada una.
  - ✓ Aprox. 300 ml de agua destilada no desionizada.
  - ✓ 3 vasos no metálicos para contener los líquidos anteriores.

Procedimiento:

1. Remueve la sonda del sistema de muestro y registre el punto de rocío del aire del ambiente.
- Importante: Para no dañar el sensor evite tocar las paredes y el fondo de los recipientes en los siguientes pasos.
2. Retirar el cable de la sonda y cuidadosamente removemos la cubierta protectora del sensor sin tocarlo.
  3. Remoje el sensor en uno de los recipientes de hexano o tolueno por 10min.
  4. Remueva el sensor del hexano o tolueno y remójelo en el contenedor de agua destilada por 10min.
  5. Remueva el sensor del agua destilada y remójelo en el segundo contenedor de hexano o tolueno limpio por 10min.
  6. Remueva el sensor del hexano o tolueno y colóquelo boca arriba en un horno a 122°F  $\pm$ 3.6°F (50°C  $\pm$ 2°C), por 24 horas.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>N° INVENTARIO: 69056</b>     |               |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD</b>                     |  | <b>PÁGINA 18 DE 27</b>          |               |

7. Repita los pasos 3-6 para limpiar la cubierta protectora. Para garantizar que se remuevan las partículas contaminantes presentes en las paredes porosas de la cubierta protectora, agitándola en el solvente durante el procedimiento de remojo.
  8. Sin tocar el sensor expuesto reinstale cuidadosamente la cubierta protectora
  9. Conecte el cable a la sonda limpia y mida el punto de rocío del aire del mismo ambiente registrado en el punto 1.
  10. Si se determina una buena calibración de la sonda ( $\pm 3.6^{\circ}\text{F}/\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), esta se ha limpiado correctamente y puede ser reinstalada en el sistema de muestreo.
- Si la sonda no determina una buena calibración seguimos con el paso 11.
11. Repetir los pasos 1- 10 pero usando intervalos de tiempo 5 veces mayores que en la anterior secuencia de limpieza, hasta que las dos limpiezas consecutivas produzcan idénticas respuestas del punto de rocío del ambiente.

## EQUIPO

**Figura 3.** Medidor portátil de humedad PM880.



**Fuente:** Autores.

|                                                                                                                                                                            |                                                                          |                                     |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                            |                                                                          | <div>N° INVENTARIO: xxxxxx</div>    |                   |
|                                                                                                                                                                            | <div>HOJA DE VIDA CALORÍMETRO DE GAS</div>                               | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>HVE-01</div> |
|                                                                                                                                                                            |                                                                          | <div>PÁGINA 19 DE 27</div>          |                   |

#### 4. CALORÍMETRO DE GAS

##### 4.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

|                                   |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| ✓ Marca                           | : Cussons Technology Ltd. |
| ✓ Modelo                          | : P5615.                  |
| ✓ Peso:                           | : 60 lb (27 Kg)           |
| ✓ Tamaño                          | : 24 x 20 x 22 in         |
| ✓ Presión De Trabajo              | : Atmosférica             |
| ✓ Temperatura Ambiente De Trabajo | : Ambiente (15-25°C).     |
| ✓ Rango                           | : 400-3500 BTU/SCF        |
| ✓ Estado Actual                   | : Bueno.                  |
| ✓ N° De Inventario                | :                         |
| ✓ Última Calibración              | : 2006                    |
| ✓ Fecha De Compra                 | : 2006                    |
| ✓ Proveedor De Repuestos          | : Cussons Technology Ltd  |
| ✓ Listado De Repuestos            | : Ver catalogo            |

##### 4.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Consta de las siguientes partes y accesorios:

- Calorímetro de gas Boys que determina con precisión el poder calorífico de una gran gama de combustibles gaseosos. Pero no los registra directamente.
- Un gasómetro tipo Hyde con una capacidad de 2Lt/rev que consta de especialmente de un bidón mensurable colocado en una caja ajustada para el gas y tapada de agua.
- Un juego de cuatro quemadores para el gas que cubren el gas de ciudad (400-600BTU/FT<sup>3</sup>, 14.9-22.3 MW/M<sup>3</sup>), butano y mezcla de aire /propano (600-900 BTU/FT<sup>3</sup>, 22.3-33.5 MW/M<sup>3</sup>), gas natural y metano (900-1200 BTU/FT<sup>3</sup>, 33.5-44.7 MW/M<sup>3</sup>), y mezcla de propano / etileno, acetileno (1200-3500 BTU/FT<sup>3</sup>, 44.7-130 MW/M<sup>3</sup>).

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>N° INVENTARIO: xxxxxx</b>    |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA CALORÍMETRO DE GAS</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 20 DE 27</b>          |               |

- Dos termómetros graduados de -5 a 105 °C que miden la temperatura del agua de entrada y de salida.
- Un recipiente de vidrio graduado con una capacidad de 2400 ml, cuales permiten determinar la tasa de flujo a través el calorímetro.
- Un recipiente de vidrio de 50ml para recolectar los productos condensados que se puedan generar con la combustión.
- Un recipiente metálico cilíndrico que permite contener una solución alcalina en la cual el serpentín del calorímetro es colocado cuando no está en uso.
- Un embudo de sobre flujo que permite una tasa constante de agua hacia el calorímetro conectado por medio de un arreglo de mangueras.
- Dos lentes ajustables de lectura enchapados en cromo con clips para fijar los termómetros.

### 4.3 APLICACIÓN

El calorímetro de gas de Boys P5615 suministra un método simple y preciso para la determinación de los valores caloríficos de una gama amplia de combustibles gaseosos actualmente en uso.

### 4.4 PRINCIPIO

El calorímetro a usar está basado en el método de Sir Charles Boys, el cual consiste en quemar un combustible en una cámara de combustión, la cual se encuentra inmersa en un recipiente más grande, que está provisto de agua, en este recipiente se encuentran ubicados dos termómetros que miden el agua que entra al recipiente y la temperatura del agua en el recipiente, esto nos permite determinar el calor agregado por el combustible al agua.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  | <b>N° INVENTARIO: xxxxxx</b>    |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA CALORÍMETRO DE GAS</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 21 DE 27</b>          |               |

#### 4.5 MANTENIMIENTO

El Mantenimiento Preventivo tiene en cuenta principalmente la limpieza y una breve inspección visual tanto del calorímetro como del gasómetro.

- En el calorímetro de gas es muy poco el mantenimiento que debe ser llevado a cabo excepto por la inspección visual antes de ser usado. Durante la inspección todos los signos de daño y corrosión deben ser evaluados y si estos pueden afectar la exactitud del instrumento las partes deberán ser remplazadas. Después de usarlo, la unidad debe ser limpiada con una solución alcalina y luego limpiada en agua dulce y secada antes del almacenaje.
- El agua en el gasómetro debe ser remplazada en intervalos de aproximadamente 2 meses. y debe ser más frecuente si el gas que circula debido a su composición pudiera reaccionar con el agua creando compuestos ácidos o soluciones corrosivas.
- Si el medidor esta para ser almacenado por cualquier lapso de tiempo después de una serie de pruebas este debe ser drenado, enjuagado con agua limpia y abastecido nuevamente cuando se requiera.
- Si los gases que están siendo medidos son parcialmente solubles en agua será necesario hacer pasar una cantidad a través del gasómetro suficiente para saturar el agua antes de que las medidas precisas puedan ser obtenidas.

El Mantenimiento Correctivo del calorímetro de gas hacer referencia a las fugas de agua que se puedan presentar en el gasómetro.

- Si el agua se filtra en el gasómetro entre el bisel del dial y la caja, esto significa que la tapa del prensaestopas puede necesitar ajustarse para que quede hermético.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |                        |                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|--|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |                        | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |  |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     |                        | <b>N° INVENTARIO: xxxxxx</b>    |  |
|                                                                                                                 | <b>HOJA DE VIDA CALORÍMETRO DE GAS</b>                                            |                                                                     | <b>REVISIÓN: 00</b>    | <b>HVE-01</b>                   |  |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                     | <b>PÁGINA 22 DE 27</b> |                                 |  |

Procedimiento:

- a. Colocar el gasómetro horizontal y retire los 3 tornillos que sujetan la placa plástica frontal en su lugar y cuidadosamente remuévalo de la caja jale el puntero fuera del dial entonces suelte los 2 tornillos que sujetan el dial en su lugar. Cuidadosamente remueva el dial asegurándose que se retengan las 2 arandelas de atrás. Precaución: si un codificador de eje está adaptado para la medición asegúrese que el disco del codificador no esté dañado durante la manipulación de la caja de engranes.
- b. Sujete el índice de la caja de engranes en una mano, remueva los tornillos y las arandelas en cualquier lado y cuidadosamente sáquela. Si un eje codificador está adaptado para la caja de engranes, registre la orientación del conector codificador antes de desconectarlo. La tapa del prensaestopas debe entonces ser girada en el sentido horario hasta que este apretada, entonces gire levemente de regreso en sentido anti horario. Si la tapa del prensaestopas este apretada o cerrada herméticamente esta no detendrá la fuga, remueva la tapa, empaque una pequeña cantidad de vaselina en el prensaestopas entonces remplace la tapa y apriétela hacia abajo en sentido horario. Cuando la tapa este asegurada esta debe ser girada ligeramente en sentido anti horario y cualquier excedente de vaselina debe ser limpiado con un paño.
- c. Las partes deben volverse a colocar como sigue: gire el caja en la parte trasera del índice de la caja de engranes de tal forma que el ultimo digito del contador sea 0. Si un eje codificador está adaptado para la caja de engranes conéctelo con la misma orientación que anoto. Reacondicione la caja de engranes colocando los tornillos y las arandelas entonces asegure lo tornillos hasta que la caja de engranes este libre para moverse en las aberturas acanaladas. Luego mueva la caja de engranes lateralmente como sea necesario para asegurar que en la parte trasera de esta engrane justo con el tambor. Debe quedar un pequeño juego entre los engranajes para la libre rotación del tambor.

|                                                                                                                                                                           |                                                                          |                                     |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIMOS FUTURO</div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                           |                                                                          | <div>N° INVENTARIO: xxxxxx</div>    |                   |
|                                                                                                                                                                           | <div>HOJA DE VIDA CALORÍMETRO DE GAS</div>                               | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>HVE-01</div> |
|                                                                                                                                                                           |                                                                          | <div>PÁGINA 23 DE 27</div>          |                   |

- d. Una vez el caja de engranes este en posición asegure los tornillos y luego instale el dial y asegure los tornillos asegúrese de dejar una arandela entre la caja de engranes y el dial sobre cada hueco del tornillo. Revise que el ultimo dígito del contador del índice este en 0. (gire el engranaje en la parte de atrás de la caja de engranes si es necesario), entonces empuje el puntero sobre el eje de tal forma que este apunte al tope del dial. Instale la placa plástica frontal asegurando los tornillos. No los ajuste demasiado. Corra el gasómetro y revise que el puntero gire suavemente, si el puntero para de girar o fluctúa componga de nuevo la alineación en la caja de engranes como se cito anteriormente. Si el gasómetro todavía sigue con fugas este debe ser regresado a nuestra fabrica para ser reparado.

## EQUIPO

**Figura 4.** Calorímetro de gas Boys P5615.



**Fuente:** Autores.

|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |                 |                                 |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------|--|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |                 | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |  |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |                 | N° INVENTARIO: xxxxxx           |  |
|                                                                                                                                                | <b>HOJA DE VIDA CROMATÓGRAFO DE GAS</b>                                           |                                                                     | REVISIÓN: 00    | HVE-01                          |  |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     | PÁGINA 24 DE 27 |                                 |  |

## 5. CROMATÓGRAFO DE GAS

### 5.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

|                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ✓ Marca                           | : Agilent technologies. |
| ✓ Modelo                          | : 6890N                 |
| ✓ Tamaño                          | : 50 x 58 x 54 cm.      |
| ✓ Presión Ambiente de Trabajo     | : Atmosférica           |
| ✓ Temperatura Ambiente De Trabajo | : Ambiente (15-35°C).   |
| ✓ Rango                           | : C <sub>14</sub> +     |
| ✓ Voltaje                         | : +/- 5 del nominal.    |
| ✓ Estado Actual                   | : Fuera de servicio.    |
| ✓ N° De Inventario                | :                       |
| ✓ Última Calibración              | : 2007                  |
| ✓ Fecha De Compra                 | : 2006                  |
| ✓ Proveedor De Repuestos          | : KHYMOS LTDA           |
| ✓ Listado De Repuestos            | : Ver catalogo          |

### 5.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Está compuesto por las siguientes partes y accesorios:

**Sistema de inyección Split/Splitless.** Permite que la muestra sea introducida al cromatógrafo en forma rápida y cuantitativa, vaporizándola en un inyector a alta temperatura, que luego se divide (split) por lo que sólo una parte conocida de la muestra entra a la columna de separación.

**Columna cromatográfica C3 (empacada).** Contiene la fase estacionaria (medio estático) que permite la separación de los diferentes compuestos presentes en una mezcla de gas desde el C<sub>5</sub> hasta el C<sub>14</sub>+, con base en una propiedad de afinidad física o química.

|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |  |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIAMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>          |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |  | N° INVENTARIO: xxxxxx                    |
|                                                                                                                                                                                                                                      | <b>HOJA DE VIDA CROMATÓGRAFO DE GAS</b>                             |  | REVISIÓN: 00   HVE-01<br>PÁGINA 25 DE 27 |

**Detectores TCD y FID.** Monitorean los componentes que son separados en el efluente del cromatógrafo de gases. El Detector de ionización de llama (FID) mide los cambios de conductividad eléctrica causados por cambios en las corrientes de iones generados en la llama del detector; mientras el Detector de Conductividad Térmica (TCD) mide cuando la conductividad térmica del flujo gaseoso cambia.

**Gas de arrastre gas carrier).** La función principal del gas carrier es transportar la muestra a través de la columna. Es la fase móvil, debe ser inerte en las condiciones usadas y no debe interaccionar químicamente con la muestra.

**Válvulas.** Esta provisto de válvulas de múltiples vías una de seis vías que permitan en forma automática el direccionamiento del flujo a las diferentes columnas, y otra de 10 puertos para inyección de la muestra.

**Un computador.** Pentium 4 con procesador de 3 GHZ cuyo sistema de datos Agilent ChemStation procesa las señales percibidas por los sensores. Estas señales se transmite a un sistema de registro e integración, el cual genera un cromatograma que representa un registro del análisis; integrando automáticamente el área de cada pico, realizando los cálculos e imprimiendo un reporte con los resultados cuantitativos y los tiempos de retención.

### 5.3 APLICACIÓN

Es un equipo cuya función principal es la determinar e individualizar la mayor cantidad de compuestos gaseosos en este caso hidrocarburos, contenidos dentro de una pequeña muestra, para llegar a decir con certeza en qué proporción se encuentran (concentración) y establecer su composición.

### 5.4 PRINCIPIO

La separación de una mezcla compleja de compuestos, en sus componentes individuales o puros, con el objeto de identificarlos y establecer la concentración de cada uno de ellos.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>N° INVENTARIO: xxxxx</b>     |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>HOJA DE VIDA CROMATÓGRAFO DE GAS</b>                             |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 26 DE 27</b>          |               |

La separación ocurre debido a las diferencias de las velocidades de migración (afinidad) de cada uno de los componentes de una mezcla a través de una fase estacionaria, que posee una superficie de exposición muy grande, sobre la cual los componentes son arrastrados o transportados gracias al empuje dado por una fase móvil o gas de arrastre (gas carrier), el cual fluye continuamente a través de la columna.

## EQUIPO

**Figura 5.** Cromatógrafo de gas Agilent 6890



**Fuente:** Autores.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>HVE-01</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 27 DE 27</b>              |               |

## 6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DEL LABORATORIO DE GAS.

| <div> <div>EQUIPOS</div> <div>MES</div> </div> | MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HIDROCARBUROS | MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO PARA APLICACIÓN EN LABORATORIO | MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD | CALORIMETRO DE GAS |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| ENERO                                          | L C                                                  | L C                                                      | L                           | L                  |
| FEBRERO                                        | L                                                    | L                                                        | L                           | L                  |
| MARZO                                          | L                                                    | L                                                        | L                           | L I                |
| ABRIL                                          | L                                                    | L                                                        | L                           | L                  |
| MAYO                                           | L C                                                  | L C                                                      | L                           | L                  |
| JUNIO                                          | L                                                    | L                                                        | L C                         | L C                |
| JULIO                                          | L                                                    | L                                                        | L                           | L                  |
| AGOSTO                                         | L                                                    | L                                                        | L                           | L                  |
| SEPTIEMBRE                                     | L C                                                  | L C                                                      | L                           | L I                |
| OCTUBRE                                        | L                                                    | L                                                        | L                           | L                  |
| NOVIEMBRE                                      | L                                                    | L                                                        | L                           | L                  |
| DICIEMBRE                                      | L                                                    | L                                                        | L                           | L I                |

| PROCEDIMIENTOS                                             |
|------------------------------------------------------------|
| L: Limpieza C:Mantenimiento Correctivo I:Inspección Visual |

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                   |  |                                         |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS GENERALES</div>                      |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                 | <div>PTG001</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                   |  | <div>PÁGINA 1 DE 1</div>                |                   |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 3.**

### **PROCEDIMIENTOS TECNICOS GENERALES**

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                         |  |                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                           |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL RECEPCIÓN,<br/>IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE MUESTRAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG001</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>PÁGINA 1 DE 4</b>                                                                    |  |                                     |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                         | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                      | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                       | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                      | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>        | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>         | <b>2</b>    |
| <b>6. DESARROLLO</b>                    | <b>2</b>    |
| <b>6.1 RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b>      | <b>2</b>    |
| <b>6.2 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA</b> | <b>3</b>    |
| <b>6.3 MANEJO DE LA MUESTRA</b>         | <b>3</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>                     | <b>4</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>                  | <b>4</b>    |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |  |                                 |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                       |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL RECEPCIÓN, IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE MUESTRAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTG001</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |  | <b>PÁGINA 2 DE 4</b>            |               |

## 1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la recepción, identificación y manejo de las muestras que ingresan al laboratorio de gas.

## 2. ALCANCE

Garantizar el adecuado manejo que se debe aplicar a las muestras que llegan al laboratorio de gas.

## 3. GLOSARIO

**Muestra:** Porción o cantidad de un producto determinado que sirve para realizar una prueba o análisis y obtener un resultado

**Identificación:** Caracterización, tipificación o individualización de la muestra.

## 4. REFERENCIA NORMATIVAS

No aplica.

## 5. CONDICIONES GENERALES

## 6. DESARROLLO

### 6.1. RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

- a. Sin excepción, las muestras deben llegar al laboratorio con la solicitud de servicio correspondiente.
- b. La solicitud de servicio oficial pueden realizarla:
  - ✓ INTERNOS UIS Directamente un funcionario de la UIS con número de registro mediante una solicitud de servicio.
  - ✓ PARTICULARES Comunicación escrita solicitando el servicio.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                    |  |                                                |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                           |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL RECEPCIÓN,</div> <div>IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE MUESTRAS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PTG001</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                    |  | <div>PÁGINA 3 DE 4</div>                       |                   |

## 6.2. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

- El Director del laboratorio es el encargado de verificar la identificación de la muestra, revisar y corroborar los datos con el cliente, y solicitar datos adicionales si se requiere.
- La muestra será identificada con el formato único FP001 que garantice la no confusión con otro elemento de ensayo. Este formato especificara el número del cilindro, nombre del proyecto, tipo de muestra, presión y volumen de la muestra, así como la compañía cliente y la fecha de ingreso de la muestra.
- Para efectos de confidencialidad y evitar influencias indebidas en la ejecución de los ensayos, los registros y reportes de ensayo serán guardados dentro del laboratorio y/o archivadores con llave y su disponibilidad y uso será exclusivamente del personal involucrado en las pruebas. El laboratorio permanecerá cerrado y el acceso del personal ajeno al laboratorio será controlado y registrado con el fin de proteger los intereses del cliente.

## 6.3. MANEJO DE LA MUESTRA

- Cilindros que contienen gases y/o líquidos como hidrocarburos, se deben colocar en los estantes asignados para cada tipo de muestra.
- Para la disposición de los residuos del laboratorio se sigue el manejo interno de la Universidad Industrial de Santander que está definido en su manual de calidad.

|                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                                                         |                      |                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                           |                      | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |  |
|                                                                                                                                                       |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL RECEPCIÓN,<br/>IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE MUESTRAS</b> | <b>REVISIÓN: 00</b>  | <b>PTG001</b>                       |  |
|                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                                                         | <b>PÁGINA 4 DE 4</b> |                                     |  |

## 7. REGISTROS

**FP01**

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>       |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL<br/>VERIFICACIÓN DE RESULTADOS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 1 DE 3</b>                |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                             | <b>Pág.</b> |
|---------------------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                          | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                           | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                          | <b>2</b>    |
| <b>4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b>     | <b>2</b>    |
| <b>4.1 SOLICITUD DE VERIFICACIÓN</b>        | <b>2</b>    |
| <b>4.2 VERIFICACIÓN DE DATOS</b>            | <b>3</b>    |
| <b>4.3 REPETICIÓN DE PRUEBAS</b>            | <b>3</b>    |
| <b>4.4 REVISIÓN DE DATOS COMPUTARIZADOS</b> | <b>3</b>    |
| <b>5. REGISTROS</b>                         | <b>3</b>    |
| <b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>                      | <b>3</b>    |

|                                                                                                                                                                                                     |                                                                           |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| <br><br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>       | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                                                                     | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL</b><br><b>VERIFICACIÓN DE RESULTADOS</b> | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTG002</b> |
|                                                                                                                                                                                                     |                                                                           | <b>PÁGINA 2 DE 3</b>            |               |

## 1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la verificación de resultados de las pruebas del laboratorio de gas.

## 2. ALCANCE

Aplicar el adecuado procedimiento que aplica a las pruebas realizadas en el laboratorio de gas cuando un determinado cliente solicita la confirmación de los resultados.

## 3. GLOSARIO

**Resultado:** Información de los ensayos o análisis requerida por el cliente.

**Verificación:** Comprobación o confirmación de los resultados obtenidos inicialmente.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

### 4.1. SOLICITUD DE VERIFICACIÓN

Para realizar una verificación de datos, se requiere la solicitud formal del cliente con la argumentación clara y precisa de las razones por las cuales hace dicha solicitud.

### 4.2. VERIFICACIÓN DE DATOS

La verificación del cálculo y transferencia de los datos generados durante la prueba se desarrolla a partir de la información consignada en los formatos, libretas o bitácoras de trabajo de cada técnico del laboratorio de gas.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                |  |                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>       |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL</div> <div>VERIFICACIÓN DE RESULTADOS</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTG002 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                |  | PÁGINA 3 DE 3                       |        |

### 4.3. REPETICIÓN DE PRUEBAS

Cuando un cliente, con justa causa, solicita la repetición de una prueba, esta debe ser autorizada por el Líder del Laboratorio. Se procede de la siguiente manera:

- Se desarrollan las pruebas.
- Se comparan los valores de los resultados obtenidos.
- El Líder del laboratorio toma las medidas correctivas del caso.

### 4.4. REVISIÓN DE DATOS COMPUTARIZADOS

Los datos generados de pruebas en las cuales hay un procesador electrónico de los datos, se chequean por parte del técnico que ejecuta la prueba y por el Líder del laboratorio de gas.

## 5. REGISTROS

Comunicación del cliente solicitando la verificación.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>  |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL VALIDACIÓN<br/>DE MÉTODOS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG003</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PÁGINA 1 DE 5</b>                                           |  |                                     |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                 | <b>Pág.</b> |
|---------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>              | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>               | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>              | <b>2</b>    |
| <b>4. CONDICIONES GENERALES</b> | <b>2</b>    |
| <b>5. DESARROLLO</b>            | <b>3</b>    |
| <b>6. REGISTROS</b>             | <b>4</b>    |
| <b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>          | <b>4</b>    |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |  |                                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>  |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL VALIDACIÓN<br/>DE MÉTODOS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG003</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |  | <b>PÁGINA 2 DE 5</b>                |               |

## 1. OBJETIVOS

Determinar los parámetros de eficiencia de un método nuevo o modificado, con el fin de documentar la capacidad de desempeño del método.

## 2. ALCANCE

Normalizar todos los procedimientos no normalizados o aquellos normalizados a los cuales es necesario hacerles una variación para su desarrollo.

## 3. GLOSARIO

**Método:** Procedimiento para llevar a cabo una prueba ó análisis y obtener un resultado.

**Validación:** Confirmación a través del examen y el reporte de evidencias objetivas del cumplimiento de los requisitos particulares para un uso específico previsto.

## 4. CONDICIONES GENERALES

Es importante establecer ciertos criterios de eficiencia para la validación del método. Un método válido debe ser capaz de obtener datos de exactitud y precisión conocidas. Los métodos desarrollados o modificados en el laboratorio se validan antes de su uso. Los resultados obtenidos quedan registrados en los instructivos técnicos del laboratorio de gas. Alguno de los siguientes ítems se puede considerar para la validación:

- a. **Selectividad E Interferencias:** El término selectivo se refiere a un método que proporcionar respuestas que pueden o no distinguirse, o como la capacidad para realizar una medición con exactitud en presencia de interferencias. Las interferencias varían dependiendo de la técnica empleada.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  |                                 |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL VALIDACIÓN DE MÉTODOS</b>          |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTG003</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  | <b>PÁGINA 3 DE 5</b>            |               |

- b. Exactitud o Recuperación:** se define como la cercanía entre el valor observado y el valor conocido (verdadero o aceptado como referencia). Esta diferencia constituye el error sistemático del método. La exactitud del método se determina usando material de referencia cuando esté disponible.
- c. Precisión:** está definida como el grado de acercamiento entre los datos generados de medidas repetitivas bajo condiciones especificadas. La desviación estándar se usa para expresar la precisión del método.
- d. Repetibilidad:** Se refiere a pruebas desarrolladas bajo condiciones lo más constantes posibles y durante un intervalo corto de tiempo (resultados de pruebas independientes obtenidos con el mismo método, con la misma muestra, en el mismo laboratorio, con el mismo equipo y realizados por el mismo operador).
- e. Reproducibilidad:** se refiere a pruebas desarrolladas bajo condiciones de reproducibilidad (con el mismo método en muestras idénticas pero en diferentes laboratorios, con diferentes operadores y usando equipos diferentes).

## 5. DESARROLLO

- a. Ver el procedimiento técnico y/o instructivo correspondiente al método a validar.
- b. Seleccionar la(s) muestra(s) de referencia o estándares a utilizar para la validación.
- c. Determinar la selectividad del método analítico comparando resultados de muestras que contengan impurezas, con muestras sin esas impurezas y describirla en el reporte de validación, en términos de las interferencias del método, donde aplique.
- d. Determinar la exactitud del método de la siguiente manera:
  - ✓ Analizar al menos 7 réplicas de la muestra, procesadas a través de todos los pasos del método, independientemente una de otra.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  |                                 |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL VALIDACIÓN DE MÉTODOS</b>          |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTG003</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  | <b>PÁGINA 4 DE 5</b>            |               |

- ✓ Calcular el valor promedio.
- ✓ Calcular el porcentaje de error (%) de la muestra, como:

$$\%error = (Valor\ promedio - Valor\ referencia) * 100$$

Determinar la Precisión del método de la siguiente manera:

- ✓ Analizar al menos 7 réplicas de la muestra, procesadas a través de todos los pasos del método, independientemente una de otra.
- ✓ Calcular la desviación estándar s.
- ✓ Calcular la precisión en términos de Repetibilidad y Reproducibilidad
- ✓ Calcular la repetibilidad r (al 95% de confianza, en condiciones de repetibilidad) con la desviación estándar de 7 o más datos, como:

$$r = 2.8 * S_r$$

- e. Calcular la reproducibilidad R (al 95% de confianza, en condiciones de reproducibilidad) con la desviación estándar de 7 o más datos, como:

$$R = 2.8 * S_R$$

## 6. REGISTROS

No aplica.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Environmental Protection Agency. Definition and Procedure for the determination of the method detection limit. Appendix B to Part 136. Revision 1.11. 1996.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>  |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL VALIDACIÓN<br/>DE MÉTODOS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG003</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                |  | <b>PÁGINA 5 DE 5</b>                |               |

- ✓ Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories. (FAO Soils Bulletin - 74). L.P. van Reeuwijk, V.J.G. Houba. INTERNATIONAL SOIL REFERENCE AND INFORMATION CENTRE. Food and Agriculture Organization of the United Nations- FAO. Rome, 1998.
- ✓ Method Validation. Environmental Technology Centre (ETC). SOP No.2.5/2.2/S. October 23, 2001. Ottawa, Canada.
- ✓ Standard Methods. 1040 Method Development and Evaluation. 20 ed. 1998.

#### Control de cambios

| Versión   | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|-----------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| <b>00</b> |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                      |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>        |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL CÁLCULO DE<br/>LA INCERTIDUMBRE</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG004</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PÁGINA 1 DE 6</b>                                                 |  |                                     |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                 | <b>Pág.</b> |
|---------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>              | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>               | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>              | <b>2</b>    |
| <b>4. CONDICIONES GENERALES</b> | <b>2</b>    |
| <b>5. DESARROLLO</b>            | <b>3</b>    |
| <b>6. REGISTROS</b>             | <b>4</b>    |
| <b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>          | <b>4</b>    |

|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                      |  |                                     |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>        |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL CÁLCULO DE<br/>LA INCERTIDUMBRE</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG004</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                      |  | <b>PÁGINA 2 DE 6</b>                |               |

## 1. OBJETIVO

Cuantificar los factores que inciden en la incertidumbre de los resultados de las pruebas del laboratorio de gas.

## 2. ALCANCE

Establecer las pautas para la determinación del porcentaje de incertidumbre que aplica a los equipos asociados con las pruebas realizadas en el laboratorio de gas.

## 3. GLOSARIO

**Exactitud:** Grado de proximidad entre una medida y el valor verdadero o esperado y está definido por la recuperación.

**Precisión:** Grado de proximidad entre resultados que se efectúan repetitivamente y en forma independiente y está relacionada con el coeficiente de variación.

**Desviación estándar (s):** es una medida de dispersión usada en estadística que nos dice cuánto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio en una distribución. De hecho, específicamente, la desviación estándar es "el promedio de la distancia de cada punto respecto del promedio".

**Coeficiente de variación (RSD):** Equivale a la razón entre la media aritmética y la desviación estándar. El coeficiente de variación permite comparar la dispersión entre dos poblaciones distintas e incluso, comparar la variación producto de dos variables diferentes (que pueden provenir de una misma población).

## 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- ✓ EURACHEM, Quantifying uncertainty in analytical measurements, EUROCHEM secretariat, P.O. Box 46, Teddington, Middlesex, TW11 OLY, UK, 1995.

|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                  |  |                                 |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>    |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTG004</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                  |  | <b>PÁGINA 3 DE 6</b>            |               |

## 5. CONDICIONES GENERALES

Es importante señalar que todas las componentes de incertidumbre deben expresarse como incertidumbre estándar. En el caso de que la incertidumbre se determine experimentalmente, la incertidumbre estándar se obtiene calculando la desviación estándar de los replicados. Si se utiliza información previa, la incertidumbre se suele obtener dividiendo por 3 el intervalo proporcionado por el fabricante (con lo que se asume que el intervalo de confianza sigue una distribución rectangular) [EURACHEM] Suponga que una gran cantidad de mediciones repetidas son realizadas sobre una sola muestra. Si las mediciones están sujetas únicamente a una variación fortuita, se cree generalmente que los datos tienen una distribución normal o Gaussiana con un valor medio  $\bar{X}$ :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Y una desviación estándar,  $s$ :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde  $(X_i - \bar{X})$  es la desviación de una sola medición de la media y  $n$  es el número total de mediciones. El resultado se reporta como  $X \pm s$ . La desviación estándar es una medida de la dispersión o la variación de los datos con respecto a la media. Una distribución normal tiene una probabilidad de que el 68.3 por ciento de las observaciones caerán dentro de los límites de más o menos una desviación estándar de la media. El coeficiente de variación,  $CV$ , es la desviación estándar relativa expresada como un porcentaje:

$$CV = 100 \left( \frac{s}{\bar{X}} \right)$$

|                                                                                                                 |                                                                      |                                     |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>        | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |                      |
|                                                                                                                 |                                                                      | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG004</b>        |
|                                                                                                                 | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL CÁLCULO DE<br/>LA INCERTIDUMBRE</b> |                                     | <b>PÁGINA 4 DE 6</b> |

A menudo, solo un número limitado de mediciones es registrado. Esto quiere decir que estamos tratando con estadísticas de muestras pequeñas y se debe aplicar la distribución - t. A menudo es más pertinente definir los intervalos de certeza de la media en lugar de indicar la desviación. El intervalo de certeza es una estimación de los límites dentro de los cuales muy probablemente se encuentra el valor. Cuando se reportan los resultados se expresan de la siguiente manera:

$$\bar{X} = \pm t \left( s / \sqrt{n} \right)$$

Lo que representa el intervalo de certeza. Los valores de t se encuentran consignados en el anexo 1. Estos valores inclusive se dan para “varios grados de libertad”, para n-1 y para valores diferentes de “niveles de confiabilidad” o probabilidad. Se utiliza comúnmente un nivel de confiabilidad del 95 % (el cual corresponde a las desviaciones estándar, ajustadas de acuerdo al número pequeño de observaciones).

## 6. DESARROLLO

En los ensayos de laboratorio donde se cuenta con instrumentos de medición (Presión, temperatura, peso, etc), se debe considerar también la incertidumbre reportada por estos instrumentos:

$$s_{n-1} = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$s_{n-1}$ : Desviación del método.

$$\mu_A = \left( s_{n-1} / \sqrt{n} \right) \quad (1)$$

$$\mu_B = \left( \text{Error maximo equipo} / \sqrt{3} \right) \quad (2)$$

|                                                                                                                                                |                                                                     |  |  |  |                                 |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  |  |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE</b>    |  |  |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTG004</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                     |  |  |  | <b>PÁGINA 5 DE 6</b>            |               |

$$\mu_{B2} = \left( \gamma/2 / \sqrt{3} \right) \quad (3)$$

El error máximo de los equipos es el reportado por el Laboratorio de Metrología, y el valor  $\gamma$  corresponde a la resolución de los instrumentos de medición. Para las pruebas en las que **NO** hay destrucción o alteración de la muestra se realizan los procedimientos: 1-2-3. Para las pruebas en las que **SI** hay destrucción o alteración de la muestra se realizan los procedimientos: 2-3.

## 7. REGISTROS

No aplica.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

CANOVOS, Jorge C. Probabilidad y estadística. McGraw Hill. 1987 pág. 622

## 9. TABLAS

**Tabla 1.** Valores de cuantiles de la distribución

| V  | t0, 800 | t0, 900 | t0, 950 | t0, 975 | t0, 990 | t0, 995 | t0, 999 |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 1.376   | 3,078   | 6,314   | 12,706  | 31,82   | 63,656  | 318,294 |
| 2  | 1,061   | 1,886   | 2,92    | 4,303   | 6,965   | 9,925   | 22,327  |
| 3  | 0,978   | 1,638   | 2,353   | 3,182   | 4,541   | 5,841   | 10,214  |
| 4  | 0,941   | 1,533   | 2,132   | 2,776   | 3,747   | 4,604   | 7,173   |
| 5  | 0,92    | 1,476   | 2,015   | 2,571   | 3,365   | 4,032   | 5,893   |
| 6  | 0,906   | 1,44    | 1,943   | 2,447   | 3,143   | 3,707   | 5,208   |
| 7  | 0,896   | 1,415   | 1,895   | 2,365   | 2,998   | 3,499   | 4,785   |
| 8  | 0,883   | 1,383   | 1,833   | 2,262   | 2,821   | 3,25    | 4,297   |
| 9  | 0,889   | 1,397   | 1,86    | 2,306   | 2,896   | 3,355   | 4,501   |
| 10 | 0,879   | 1,372   | 1,812   | 2,228   | 2,764   | 3,169   | 4,144   |
| 11 | 0,876   | 1,363   | 1,796   | 2,201   | 2,718   | 3,106   | 4,025   |
| 12 | 0,873   | 1,356   | 1,782   | 2,179   | 2,681   | 3,055   | 3,93    |
| 13 | 0,87    | 1,35    | 1,771   | 2,16    | 2,65    | 3,012   | 3,852   |
| 14 | 0,868   | 1,345   | 1,761   | 2,145   | 2,624   | 2,977   | 3,787   |

|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                  |  |                                 |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>    |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |        |
|                                                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE</b> |  | REVISIÓN: 00                    | PTG004 |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                  |  | PÁGINA 6 DE 6                   |        |

**Tabla 1.** Valores de cuantiles de la distribución continuación.

| V    | t0, 800 | t0, 900 | t0, 950 | t0, 975 | t0, 990 | t0, 995 | t0, 999 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 15   | 0,866   | 1,341   | 1,753   | 2,131   | 2,602   | 2,947   | 3,733   |
| 16   | 0,865   | 1,337   | 1,746   | 2,12    | 2,583   | 2,921   | 3,686   |
| 17   | 0,863   | 1,333   | 1,74    | 2,11    | 2,567   | 2,898   | 3,646   |
| 18   | 0,862   | 1,33    | 1,734   | 2,101   | 2,552   | 2,878   | 3,61    |
| 19   | 0,861   | 1,328   | 1,729   | 2,093   | 2,539   | 2,861   | 3,579   |
| 20   | 0,86    | 1,325   | 1,725   | 2,086   | 2,528   | 2,845   | 3,552   |
| 21   | 0,859   | 1,323   | 1,721   | 2,08    | 2,518   | 2,831   | 3,527   |
| 22   | 0,858   | 1,321   | 1,717   | 2,074   | 2,508   | 2,819   | 3,505   |
| 23   | 0,858   | 1,319   | 1,714   | 2,069   | 2,5     | 2,807   | 3,485   |
| 24   | 0,857   | 1,318   | 1,711   | 2,064   | 2,492   | 2,797   | 3,467   |
| 25   | 0,856   | 1,316   | 1,708   | 2,06    | 2,485   | 2,787   | 3,45    |
| 26   | 0,856   | 1,315   | 1,706   | 2,056   | 2,479   | 2,779   | 3,435   |
| 27   | 0,855   | 1,314   | 1,703   | 2,052   | 2,473   | 2,771   | 3,421   |
| 28   | 0,855   | 1,313   | 1,701   | 2,048   | 2,467   | 2,763   | 3,408   |
| 29   | 0,854   | 1,311   | 1,699   | 2,045   | 2,462   | 2,756   | 3,396   |
| 30   | 0,854   | 1,31    | 1,697   | 2,042   | 2,457   | 2,75    | 3,385   |
| 35   | 0,852   | 1,306   | 1,69    | 2,03    | 2,438   | 2,724   | 3,34    |
| 40   | 0,851   | 1,303   | 1,684   | 2,021   | 2,423   | 2,704   | 3,307   |
| 45   | 0,85    | 1,301   | 1,679   | 2,014   | 2,412   | 2,69    | 3,281   |
| 50   | 0,849   | 1,299   | 1,676   | 2,009   | 2,403   | 2,678   | 3,261   |
| 60   | 0,848   | 1,296   | 1,671   | 2       | 2,39    | 2,66    | 3,232   |
| 70   | 0,847   | 1,294   | 1,667   | 1,994   | 2,381   | 2,648   | 3,211   |
| 80   | 0,846   | 1,292   | 1,664   | 1,99    | 2,374   | 2,639   | 3,195   |
| 90   | 0,846   | 1,291   | 1,662   | 1,987   | 2,368   | 2,632   | 3,183   |
| 100  | 0,845   | 1,29    | 1,66    | 1,984   | 2,364   | 2,626   | 3,174   |
| 200  | 0,843   | 1,286   | 1,652   | 1,972   | 2,345   | 2,601   | 3,131   |
| 500  | 0,842   | 1,283   | 1,648   | 1,965   | 2,334   | 2,586   | 3,107   |
| 1000 | 0,842   | 1,282   | 1,646   | 1,962   | 2,33    | 2,581   | 3,098   |

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                     |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTOS RECLAMACIONES</div> <div>TECNICAS</div>              |  | REVISIÓN: 00                        | PTG005 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | PÁGINA 1 DE 2                       |        |

## 1 Objetivo.

Describir la metodología dispuesta por el laboratorio de gas para responder las reclamaciones técnicas e inquietudes que se pueden presentar por parte de sus clientes en el desarrollo de las pruebas.

## 2 Alcance.

Establecer el correcto procedimiento que el laboratorio de gas debe prestar a las reclamaciones recibidas por parte de los clientes.

## 3 Procedimiento.

- ✓ La reclamación se realizara de forma escrita por parte del cliente dirigida hacia el director del laboratorio o responsable del laboratorio.
- ✓ Analizar el caso, verificando la recepción de la muestra y los resultados obtenidos durante la prueba.
- ✓ Realizar una reunión con el cliente junto con el director o el encargado del laboratorio para discutir las razones del contenido del informe.
- ✓ Hacer una cata con las conclusiones de la reunión en un archivo llamado “Informes Clientes” dando una copia al cliente con los formatos de los registros obtenidos durante las pruebas.
- ✓ En caso de acordarse por ambas partes realizar de nuevo la prueba, se hará con previa autorización del director del laboratorio.

## 4 Lista de distribución del documento.

| EMITIDO A           | FECHA | FIRMA RECIBIDO |
|---------------------|-------|----------------|
| Laboratorio.        |       |                |
| Sistema de calidad. |       |                |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTOS RECLAMACIONES<br/>TECNICAS</b>              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE005</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                |               |

## 5 Historial de Revisión.

| REVISION | FECHA | DESCRIPCION |
|----------|-------|-------------|
|          |       |             |
|          |       |             |

## Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTOS ACCESO AL<br/>LABORATORIO</b>               |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG006</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>                |               |

## 1 Objetivo.

Implantar un procedimiento para el acceso y uso del laboratorio de gas que afecta la calidad de las pruebas realizadas.

## 2 Alcance.

Asegurar un correcto uso de los equipos y elementos del laboratorio y evitar la intervención de personal ajeno a él, que podría afectar los resultados de las pruebas y entorpecer el funcionamiento del laboratorio.

## 3 Procedimiento.

- ✓ La persona interesada en ingresar al laboratorio se debe dirigir al director del laboratorio o al encargado del laboratorio.
- ✓ El director determinara si la visita esta acorde a las actividades y políticas del laboratorio para su aprobación de ingreso.
- ✓ En caso de encontrarse una persona en las instalaciones del laboratorio sin autorización será dirigido inmediatamente al director del laboratorio.
- ✓ Una vez dada la aprobación se procede a llenar el formato FT026, indicando la fecha y hora de ingreso.
- ✓ El interesado debe firmar el formato anteriormente mencionado y continúa con el cumplimiento de la visita al terminar su visita se registra su salida.

## 4 Lista de distribución del documento.

| EMITIDO A           | FECHA | FIRMA RECIBIDO |
|---------------------|-------|----------------|
| Laboratorio.        |       |                |
| Sistema de calidad. |       |                |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTOS ACCESO AL<br/>LABORATORIO</b>               |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE006</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                |               |

## 5 Historial de Revisión.

| REVISION | FECHA | DESCRIPCION |
|----------|-------|-------------|
|          |       |             |
|          |       |             |

## Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO COMPRAS Y SUMINISTROS</b>                    |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTG007</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>                |               |

## 1 Objetivo.

Definir un procedimiento para realizar las compras y suministros necesarios para el correcto funcionamiento y desarrollo de las pruebas realizadas en el laboratorio de gas.

## 2 Alcance.

Aplicar el procedimiento a seguir para realizar compras y suministros del laboratorio de gas.

## 3 Procedimiento.

El laboratorio de gas con el fin de seleccionar proveedores que suministren productos que cumplan especificaciones técnicas y de calidad para su buen desempeño en la realización de pruebas se basa en el siguiente procedimiento:

- El director del laboratorio selecciona a un proveedor calificado y elabora el pedido de acuerdo con las necesidades del laboratorio.
- Se llenan los formatos FT023 y son enviados al coordinador de calidad y al director de escuela para su aprobación.
- El encargado de compras envía su solicitud para su adquisición, de acuerdo con el procedimiento de compras que maneja la escuela de ingeniería de petróleos.

## 4 Lista de distribución del documento.

| EMITIDO A           | FECHA | FIRMA RECIBIDO |
|---------------------|-------|----------------|
| Laboratorio.        |       |                |
| Sistema de calidad. |       |                |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTOS COMPRAS Y SUMINISTROS</b>                   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE007</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                |               |

## 5 Historial de Revisión.

| REVISION | FECHA | DESCRIPCION |
|----------|-------|-------------|
|          |       |             |
|          |       |             |

## Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |                                                |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN</div>                       | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PTE008</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          | <div>PÁGINA 1 DE 2</div>                       |                   |

## 1 Objetivo.

Describir el procedimiento establecido por el laboratorio de gas para realizar la revisión, verificación y actualización del sistema de calidad.

## 2 Alcance.

Aplicar el procedimiento que debe seguir el laboratorio al realizar la revisión del sistema de calidad, haciéndose esa revisión al menos una vez por año.

## 3 Procedimiento.

El procedimiento de revisión es:

- ✓ Las directivas del laboratorio se reúnen anualmente para evaluar y revisar los siguiente documentos:
  - Resultados de auditorias internas y externas.
  - No conformidades.
  - Implementación de acciones correctivas y preventivas.
  - Cumplimiento de políticas y procedimientos del sistema de calidad.
  - Encuestas.
  - Quejas y reclamos.
  - Informes del personal.
- ✓ Después de revisados los documentos se emite un resultado en el formato FT027.
- ✓ Estos informes se deben tener en cuenta para mejorar el sistema de gestión de calidad.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO REVISIÓN POR LA<br/>DIRECCIÓN</b>            |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE008</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                |               |

#### 4 Lista de distribución del documento.

| EMITIDO A           | FECHA | FIRMA RECIBIDO |
|---------------------|-------|----------------|
| Laboratorio.        |       |                |
| Sistema de calidad. |       |                |

#### 5 Historial de Revisión.

| REVISION | FECHA | DESCRIPCION |
|----------|-------|-------------|
|          |       |             |
|          |       |             |

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                 |                                                               |  |                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 | <b>PROCEDIMIENTOS ACCIONES PREVENTIVAS</b>                    |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE009</b> |
|                                                                                                                 |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>                |               |

## 1 Objetivo.

Estipular los lineamientos para identificar, analizar y eliminar las causas de las no conformidades reales y potenciales del sistema de gestión de calidad.

## 2 Alcance.

Aplicar el procedimiento cuando se encuentran no conformidades o desviaciones con respecto a los procedimientos técnicos operacionales.

## 3 Procedimiento.

Las acciones preventivas son planteadas como resultado de las buenas prácticas de laboratorio de gas, para iniciarlas se realiza:

- ✓ Pruebas de repetibilidad y reproducibilidad.
- ✓ Capacitación del personal.
- ✓ Control de trabajo no conforme.
- ✓ Resultados de programas interlaboratorios.
- ✓ Retroalimentación permanente con el cliente.
- ✓ Revisión de los procedimientos técnicos.
- ✓ Comunicación asertiva.
- ✓ Documentación y divulgación de las acciones correctivas realizadas.
- ✓ Verificación de resultados.

Se documentará la posible no conformidad, registrando la acción preventiva propuesta y su seguimiento en el formato FT032, siendo divulgada al personal del laboratorio como aprendizaje para evitarlas.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTOS ACCIONES PREVENTIVAS</b>                    |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE009</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                |               |

El director y/o responsable del laboratorio realizará seguimiento de las acciones preventivas para garantizar la no ocurrencia de no conformidades.

#### 4 Lista de distribución del documento.

| EMITIDO A           | FECHA | FIRMA RECIBIDO |
|---------------------|-------|----------------|
| Laboratorio.        |       |                |
| Sistema de calidad. |       |                |

#### 5 Historial de Revisión.

| REVISION | FECHA | DESCRIPCION |
|----------|-------|-------------|
|          |       |             |
|          |       |             |

#### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO ACCIONES CORRECTIVAS</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE010</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 2</b>                |               |

## 1 Objetivo.

Establecer el procedimiento para la ejecución de las acciones correctivas del sistema de gestión de calidad.

## 2 Alcance.

Identificar y prevenir las fuentes potenciales de no conformidades para asegurar el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad.

## 3 Procedimiento.

- ✓ Analizar los registros de resultados para destacar y evaluar los errores de cálculo o transcripción.
- ✓ Asegurar que se está siguiendo el procedimiento adecuado y chequear que se sigue paso a paso.
- ✓ Verificar el funcionamiento del equipo.
- ✓ Hacer pruebas de repetibilidad, controlando las características del método.
- ✓ Una vez se encuentra el problema se analiza un material de referencia para asegurar que la operación analítica esté bajo control.

El director del laboratorio realizará un informe por escrito detallado dando una explicación técnica de las causas de las no conformidades, adjuntando los resultados y justificando la reproducción de datos o repetición de la prueba, haciendo uso del formato FT032.

El informe será presentado y discutido con el director de escuela y se entregara una copia al coordinador de calidad dejándola archivado.

Se hará un seguimiento de las acciones correctivas tomadas registrado en el formato FT032.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO ACCIONES CORRECTIVAS</b>                     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE010</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                |               |

#### 4 Lista de distribución del documento.

| EMITIDO A           | FECHA | FIRMA RECIBIDO |
|---------------------|-------|----------------|
| Laboratorio.        |       |                |
| Sistema de calidad. |       |                |

#### 5 Historial de Revisión.

| REVISION | FECHA | DESCRIPCION |
|----------|-------|-------------|
|          |       |             |
|          |       |             |

#### Control de cambios

| Versión   | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|-----------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| <b>00</b> |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                     |                                                                          |                                                |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                          |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO AUDITORIAS INTERNAS</div>                             | <div>REVISIÓN: 00</div> <div>PTE011</div>      | <div>PÁGINA 1 DE 2</div> |

## **1 Objetivo.**

Establecer los lineamientos para llevar a cabo las auditorías internas que aseguren el sistema de calidad.

## **2 Alcance.**

Determinar un procedimiento a seguir para realizar una auditoría interna, cada vez que se solicite una.

## **3 Procedimiento.**

Son planificadas por medio de un programa de auditoría autorizado por el coordinador de calidad.

Al momento de realizar una auditoría se hace una reunión de apertura indicando el objetivo y alcance de la auditoria, aclarar dudas, dejando un registro de la asistencia de los involucrados.

Si se encuentra una variable en el sistema de calidad se considera una no conformidad y se indicara inmediatamente al auditado, registrándolo en el formato FT012 quien debe firmar el documento.

El informe resultante de la auditoria se entregara al auditado y una copia al coordinador de calidad.

El responsable del área auditada debe asegurar y formular las acciones correctivas y preventivas para cada no conformidad encontrada, siendo cada una de estas medidas verificadas por el auditor para dar por finalizada su auditoria.

Se deben llevar planes de seguimiento a las acciones correctivas con el fin de no tener residencia y asegurar la eficacia de la acción tomada.

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO AUDITORIA INTERNA</b>                        |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE011</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 2</b>                |               |

#### 4 Lista de distribución del documento.

| EMITIDO A           | FECHA | FIRMA RECIBIDO |
|---------------------|-------|----------------|
| Laboratorio.        |       |                |
| Sistema de calidad. |       |                |

#### 5 Historial de Revisión.

| REVISION | FECHA | DESCRIPCION |
|----------|-------|-------------|
|          |       |             |
|          |       |             |

#### Control de cambios

| Versión   | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|-----------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| <b>00</b> |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |                                                |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                  |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTOS TECNICOS DE ENSAYO.</div>                            | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PTE00</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          | <div>PÁGINA 1 DE 1</div>                       |                  |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 4.**

### **PROCEDIMIENTOS TECNICOS DE ENSAYO**

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                             |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                               |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO CONTROL<br/>DE CALIDAD DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE001</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PÁGINA 1 DE 3</b>                                                                        |  |                                     |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                  | <b>Pág.</b> |
|----------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>               | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>               | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b> | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>  | <b>2</b>    |
| <b>6. DESARROLLO</b>             | <b>2</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>              | <b>3</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>           | <b>3</b>    |

|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                         |  |                                 |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                           |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO CONTROL DE CALIDAD DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE001</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                         |  | <b>PÁGINA 2 DE 3</b>            |               |

## 1. OBJETIVO

Verificar que las muestras que ingresan al laboratorio de gas se encuentren en las condiciones en que se realizó el muestreo.

## 2. ALCANCE

Aplica a muestras de gas que llegan en cilindros al laboratorio de gas comprendiendo la verificación de presión y temperatura y la identificación de componentes representativos.

## 3. GLOSARIO

**Muestra:** Modelo representativo de una variedad mayor.

**Muestreo:** Es un procedimiento para la toma de una muestra representativa de una fuente de hidrocarburos ya sea en fondo o en superficie.

**Control de calidad:** Sistema orientado a producir y suministrar productos y servicios que estén de conforme a las necesidades de los clientes.

## 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- ✓ Listado de manuales de operación de: Punto de rocío para aplicación en laboratorio modelo 13-100-C-N-060 de Chandler Engineering, Medidor digital de punto de rocío Chanscope II modelo 13-1200-C-N-2 y del Calorímetro de gas Boys P5615.

## 5. CONDICIONES GENERALES

No aplica.

## 6. DESARROLLO

- a. Verificar la presión y la temperatura de recibo de los cilindros de gas.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                             |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                               |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO CONTROL<br/>DE CALIDAD DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE001</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PÁGINA 3 DE 3</b>                                                                        |  |                                     |               |

- b. Registrar la información en el formato FP-01

## 7. REGISTROS

**FP-01**

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 12</b>               |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                      | <b>Pág.</b> |
|--------------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                   | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                    | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                   | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>     | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>      | <b>3</b>    |
| <b>5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b> | <b>3</b>    |
| <b>5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO</b>    | <b>3</b>    |
| <b>5.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS</b>  | <b>3</b>    |
| <b>6. DESARROLLO</b>                 | <b>4</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>                  | <b>6</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>               | <b>6</b>    |
| <b>9. GRAFICAS Y TABLAS</b>          | <b>7</b>    |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PUNTO DE ROCÍO</div>     |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE002</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |  | <div>PÁGINA 2 DE 12</div>           |                   |

## 1. OBJETVO

Determinar el punto de rocío de una muestra de gas, empleando el medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio de Chandler Engineering.

## 2. ALCANCE

Realizar la prueba de determinación del punto de rocío que aplica a muestras de superficie de gas, utilizando medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio.

**NOTA:** Se puede utilizar el Medidor De Punto Para Hidrocarburos para determinar el punto de rocío, pero teniendo en cuenta el PTO 01.

## 3. GLOSARIO

**Contenido de humedad o vapor de agua en el gas natural:** La humedad es un fenómeno natural, que se presenta a nivel molecular y es básicamente la cantidad de moléculas de agua presentes que saturan el gas en una línea o gasoducto. La máxima presión del vapor de agua en el gas, se llama presión de saturación y depende de la temperatura de la mezcla.

**Punto de rocío:** Para una mezcla gaseosas, es la temperatura a la cual aparece la primera gota de agua causado por un descenso en la temperatura el cual ocurre a presión constante.

**Temperatura ambiente:** Condición de temperatura de campo.

## 4. REFERENCIA NORMATIVA

- ✓ Manual de operación medidor de punto de rocío para aplicación en laboratorio modelo 13-100-C-N-060 de Chandler Engineering.
- ✓ Norma ASTM D1142 – 95.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                          |  |                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PUNTO DE ROCÍO</div>     |  | REVISIÓN: 00                        | PTE002 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                          |  | PÁGINA 3 DE 12                      |        |

## **5. CONDICIONES GENERALES**

### **5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

- Hacer el control de calidad de la muestra de gas de acuerdo con el procedimiento PTE-01.
- La muestra y la línea de muestreo y no debe contener condensados de agua, hidrocarburos, glicol, etc.
- Definir la cantidad aprox. de gas que se necesita para la prueba.

### **5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO**

- Verificar las condiciones del medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio de Chandler Engineering de acuerdo con el manual de operación del modelo 13-100; y el procedimiento técnico de operación del mismo PTO-02.
- No debe haber reducción apreciable en la presión entre la fuente del gas y el medidor de punto de rocío.
- Cada vez que un filtro es instalado en el medidor para remover glicol del gas, el material en el filtro absorbe ambos glicol y agua. El filtro usualmente se satura con agua en un plazo de 5 minutos, al continuar absorbiendo glicol. Sólo después de que el filtro esté saturado con de agua puede hacer lecturas de punto de rocío precisas.

### **5.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS**

- Establecer las condiciones de ensayo como son:
  - ✓ La presión de la muestra, la temperatura de la línea de la muestra, del medidor de punto de rocío, y del ambiente.

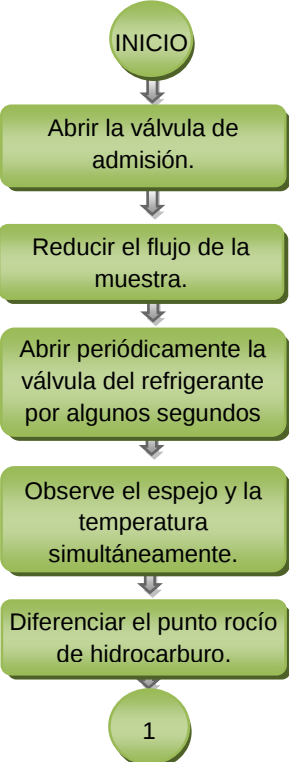
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PUNTO DE ROCÍO</div>     | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE002</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          | <div>PÁGINA 4 DE 12</div>           |                   |

## 6. DESARROLLO

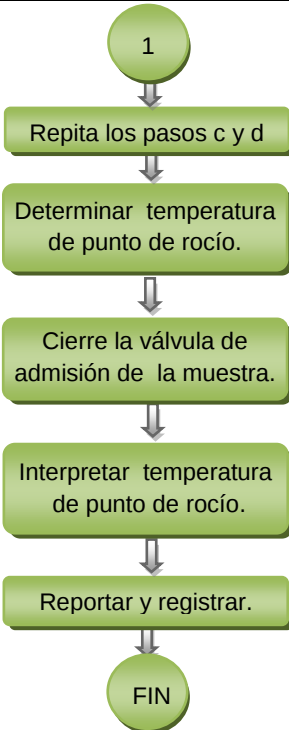
- Abrir la válvula de admisión de muestra y purgar el instrumento fluyendo el gas de prueba a través de la cámara de muestra para expeler todo el aire.
- Reducir el flujo de la muestra de prueba parcialmente cerrando la válvula de salida. Ajuste la salida para asegurar el paso continuo de la muestra a la presión total de la muestra a través de la cámara. Ajuste la válvula de salida de tal forma que el gas de muestra apenas pueda ser detectado en la yema de los dedos. Un aspirador de bulbo o una bomba de vacío pueden ser usadas para bajar la presión de la muestra después del espejo. Se recomienda un flujo por debajo de aproximadamente 5 SCFH.
- Abrir periódicamente la válvula del refrigerante por unos pocos segundos, permitiendo el suficiente tiempo entre las aperturas de la válvula para bajar la temperatura del espejo. Una rápida observación puede ser hecha para determinar aproximadamente el punto de rocío. Sin embargo para la determinación final la temperatura no debe ser aminorada a una tasa de más de uno o dos grados por minuto.
- Observe el espejo y la temperatura en el termómetro simultáneamente, notando la temperatura a la cual el primer punto de humedad aparece en el centro del espejo.
- Diferenciar el punto rocío de hidrocarburo del de agua: El agua de condensación se mantiene concentrada en su centro, mientras el hidrocarburo humedece el espejo, y la película se expande en un anillo irisado para cubrir la superficie del espejo, o aparece como una cascada de gotas, torrencialmente desde el centro del espejo.
- Permita que el espejo se caliente un poco, notando la temperatura a la cual el punto de humedad desaparece.

|                                                                                                                 |                                                                     |  |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                 |                                                                     |  | <b>PÁGINA 5 DE 12</b>           |               |

- g. Repita los pasos d y f hasta que las temperaturas observadas tengan de diferencia 2°F (1°C).
- h. Una vez terminada la prueba cierre la válvula de admisión de la muestra, abra completamente la válvula de salida y asegúrese que la presión de la cámara se reduzca hasta la presión inicial de la prueba.
- i. Determine la temperatura de punto de rocío como la temperatura promedio observada.
- j. Reportar y registrar en el formato FP02 los datos de la prueba como: la temperatura ambiente, la temperatura de punto de rocío, presión, etc.

| DIAGRAMA DE FLUJO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RESPONSABLE                                                                                                                                                                                                  | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <pre> graph TD     INICIO((INICIO)) --&gt; A1[Abrir la válvula de admisión.]     A1 --&gt; A2[Reducir el flujo de la muestra.]     A2 --&gt; A3[Abrir periódicamente la válvula del refrigerante por algunos segundos]     A3 --&gt; A4[Observe el espejo y la temperatura simultáneamente.]     A4 --&gt; A5[Diferenciar el punto rocío de hidrocarburo.]     A5 --&gt; FIN((1))           </pre> | <p>Abrir la válvula de admisión de la muestra.</p> <p>Ajuste la válvula de salida cerrándola parcialmente para asegurar el paso continuo de la muestra.</p> <p>Permitir el suficiente tiempo entre las aperturas de la válvula para bajar la temperatura del espejo.</p> <p>Notar la temperatura a la cual el primer punto de humedad aparece en el centro del espejo.</p> <p>Diferenciar: El agua se condensa concentrada en el centro, y el HC moja el espejo, con una película que se expande en un anillo irisado.</p> | <p>Personal técnico del laboratorio.</p> <p>Personal técnico del laboratorio.</p> <p>Personal técnico del laboratorio.</p> <p>Personal técnico del laboratorio.</p> <p>Personal técnico del laboratorio.</p> | <p>Purgue el instrumento fluyendo gas de prueba.</p> <p>La presión total de la muestra debe ser igual a la de la cámara.</p> <p>En la determinación final la temperatura no debe ser bajada a más de uno o dos grados por minuto.</p> <p>El hidrocarburo también puede aparecer como una cascada de gotas, torrencialmente desde el centro del espejo.</p> |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 6 DE 12</b>               |               |

| DIAGRAMA DE FLUJO                                                                  | ACTIVIDAD                                                                                                       | RESPONSABLE                       | OBSERVACIONES                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Repetir hasta alcanzar una diferencia de temperatura aceptable.                                                 | Personal técnico del laboratorio. | La diferencia entre temperaturas debe ser de 2°F (1°C).                                |
|                                                                                    | Determine la temperatura de punto de rocío como la temperatura promedio observada.                              | Personal técnico del laboratorio. |                                                                                        |
|                                                                                    | Cierre la válvula de admisión de la muestra y abra completamente la válvula de salida                           | Personal técnico del laboratorio. | Asegurar que la presión de la cámara se reduzca hasta la presión inicial de la prueba. |
|                                                                                    | Convertir el punto de rocío se en contenido de agua por medio de graficas.                                      | Personal técnico del laboratorio. | Usar las graficas 13-0095, 13- 0097, y 13-0125.                                        |
|                                                                                    | Registrar los datos de la prueba como: la temperatura ambiente, la temperatura de punto de rocío, presión, etc. | Personal técnico del laboratorio. | Reportar y registrar en el formato FP00.                                               |
|                                                                                    |                                                                                                                 |                                   |                                                                                        |

## 7. REGISTROS

FP02

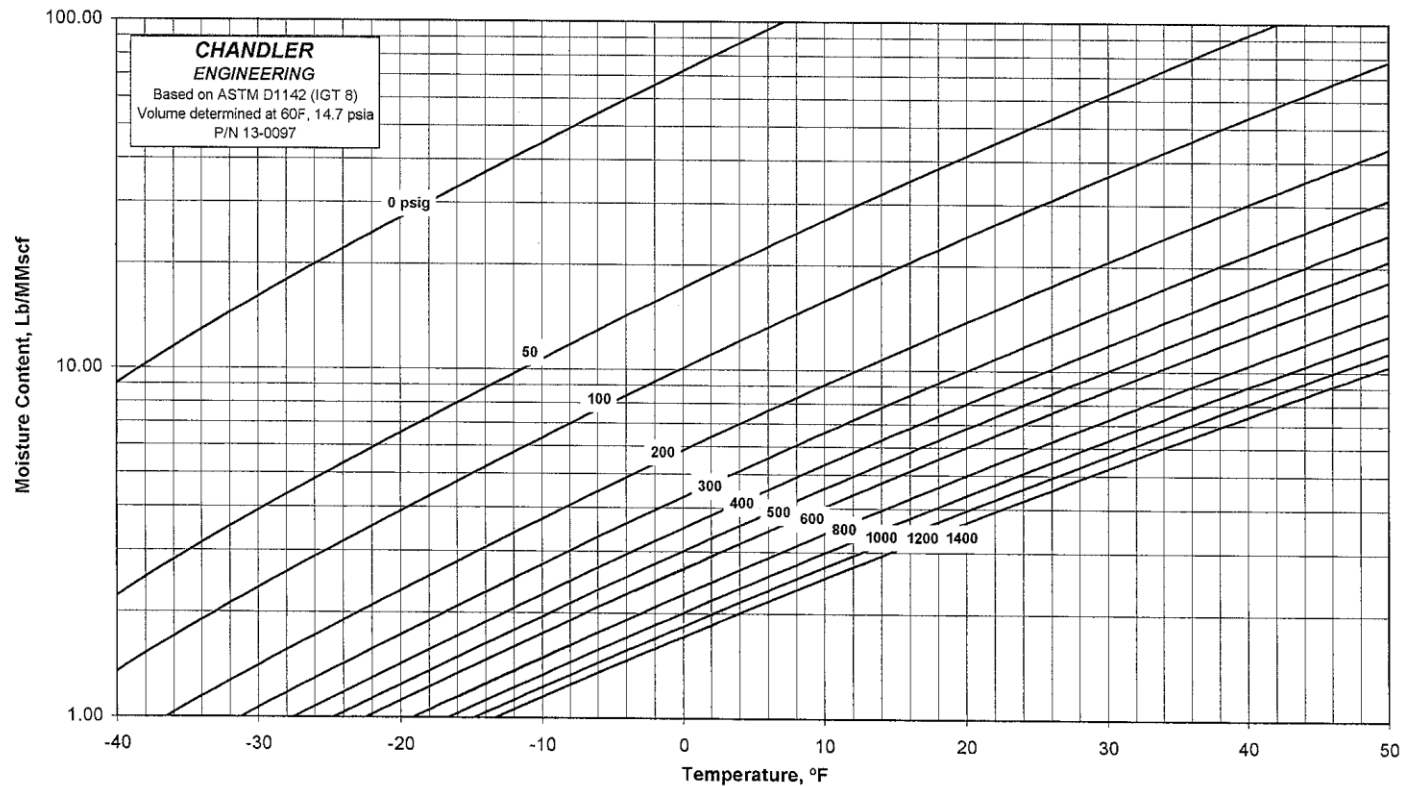
## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  |                                 |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |  | <b>Página 7 de 12</b>           |               |

## 9. GRAFICAS Y TABLAS

**Gráfica 1.** Contenido de humedad del Gas Natural como función de la presión y temperatura.



**Fuente:** Manual de operación del medidor de punto de rocío de Chandler

|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 8 DE 12</b>           |               |

**Tabla 1a.** Vapor de agua contenida en equilibrio en el gas natural por encima de las temperaturas críticas [Lb/MMSCF @ 14,7 y 60°F].

| TEMP<br>°F | PRESIÓN TOTAL [psia] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            | 14.7                 | 100  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700  | 800  | 900  | 1000 |
| -40        | 9.1                  | 1.5  | 0.88 | 0.66 | 0.55 | 0.49 | 0.44 | 0.41 | 0.39 | 0.37 | 0.36 |
| -38        | 10.2                 | 1.7  | 0.98 | 0.73 | 0.61 | 0.54 | 0.49 | 0.45 | 0.43 | 0.41 | 0.39 |
| -36        | 11.5                 | 1.9  | 1.1  | 0.80 | 0.68 | 0.59 | 0.54 | 0.50 | 0.47 | 0.45 | 0.43 |
| -34        | 12.8                 | 2.1  | 1.2  | 0.90 | 0.74 | 0.65 | 0.59 | 0.55 | 0.51 | 0.49 | 0.47 |
| -32        | 14.4                 | 2.4  | 1.3  | 0.99 | 0.82 | 0.72 | 0.65 | 0.60 | 0.57 | 0.54 | 0.51 |
| -30        | 16.0                 | 2.6  | 1.5  | 1.1  | 0.91 | 0.79 | 0.72 | 0.66 | 0.62 | 0.59 | 0.56 |
| -28        | 17.8                 | 2.9  | 1.6  | 1.2  | 1.0  | 0.87 | 0.79 | 0.72 | 0.68 | 0.64 | 0.61 |
| -26        | 19.8                 | 3.2  | 1.8  | 1.3  | 1.1  | 0.96 | 0.86 | 0.79 | 0.74 | 0.70 | 0.67 |
| -24        | 22.0                 | 3.6  | 2.0  | 1.5  | 1.2  | 1.1  | 0.95 | 0.87 | 0.81 | 0.77 | 0.73 |
| -22        | 24.4                 | 4.0  | 2.2  | 1.6  | 1.3  | 1.2  | 1.0  | 0.95 | 0.89 | 0.84 | 0.80 |
| -20        | 27.0                 | 4.4  | 2.4  | 1.8  | 1.5  | 1.3  | 1.1  | 1.0  | 0.97 | 0.92 | 0.87 |
| -18        | 30.0                 | 4.9  | 2.7  | 2.0  | 1.6  | 1.4  | 1.2  | 1.1  | 1.1  | 1.0  | 0.95 |
| -16        | 33.1                 | 5.4  | 3.0  | 2.2  | 1.8  | 1.5  | 1.4  | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 1.0  |
| -14        | 36.7                 | 5.9  | 3.3  | 2.4  | 1.9  | 1.7  | 1.5  | 1.4  | 1.3  | 1.2  | 1.1  |
| -12        | 40.5                 | 6.5  | 3.6  | 2.6  | 2.1  | 1.8  | 1.6  | 1.5  | 1.4  | 1.3  | 1.2  |
| -10        | 44.8                 | 7.2  | 4.0  | 2.9  | 2.3  | 2.0  | 1.8  | 1.6  | 1.5  | 1.4  | 1.3  |
| -8         | 49.3                 | 7.9  | 4.3  | 3.1  | 2.5  | 2.2  | 1.9  | 1.8  | 1.6  | 1.5  | 1.5  |
| -6         | 54.6                 | 8.7  | 4.7  | 3.4  | 2.8  | 2.4  | 2.1  | 1.9  | 1.8  | 1.7  | 1.6  |
| -4         | 59.8                 | 9.5  | 5.2  | 3.7  | 3.0  | 2.6  | 2.3  | 2.1  | 1.9  | 1.8  | 1.7  |
| -2         | 65.7                 | 10.4 | 5.7  | 4.1  | 3.3  | 2.8  | 2.5  | 2.3  | 2.1  | 2.0  | 1.9  |
| 0          | 72.1                 | 11.4 | 6.2  | 4.5  | 3.6  | 3.1  | 2.7  | 2.5  | 2.3  | 2.1  | 2.0  |
| 2          | 79.1                 | 12.5 | 6.8  | 4.9  | 3.9  | 3.3  | 3.0  | 2.7  | 2.5  | 2.3  | 2.2  |
| 4          | 86.8                 | 13.7 | 7.4  | 5.3  | 4.3  | 3.6  | 3.2  | 2.9  | 2.7  | 2.5  | 2.4  |
| 6          | 95.1                 | 15.0 | 8.1  | 5.8  | 4.6  | 4.0  | 3.5  | 3.2  | 2.9  | 2.7  | 2.6  |
| 8          | 104                  | 16.4 | 8.8  | 6.3  | 5.1  | 4.3  | 3.8  | 3.4  | 3.2  | 3.0  | 2.8  |
| 10         | 114                  | 17.9 | 9.6  | 6.9  | 5.5  | 4.7  | 4.1  | 3.7  | 3.4  | 3.2  | 3.0  |
| 12         | 124                  | 19.5 | 10.5 | 7.5  | 6.0  | 5.1  | 4.5  | 4.0  | 3.7  | 3.5  | 3.3  |
| 14         | 136                  | 21.3 | 11.4 | 8.1  | 6.5  | 5.5  | 4.8  | 4.5  | 4.0  | 3.7  | 3.5  |
| 16         | 148                  | 23.2 | 12.4 | 8.8  | 7.0  | 5.9  | 5.2  | 4.7  | 4.3  | 4.0  | 3.8  |
| 18         | 161                  | 25.2 | 13.5 | 9.6  | 7.6  | 6.4  | 5.7  | 5.1  | 4.7  | 4.4  | 4.1  |
| 20         | 176                  | 27.4 | 14.6 | 10.4 | 8.2  | 7.0  | 6.1  | 5.5  | 5.1  | 4.7  | 4.4  |
| 22         | 191                  | 29.8 | 15.9 | 11.3 | 8.9  | 7.5  | 6.6  | 5.9  | 5.5  | 5.1  | 4.8  |
| 24         | 208                  | 32.4 | 17.2 | 12.2 | 9.7  | 8.2  | 7.2  | 6.4  | 5.9  | 5.5  | 5.1  |
| 26         | 226                  | 35.1 | 18.7 | 13.2 | 10.5 | 8.8  | 7.7  | 6.9  | 6.3  | 5.9  | 5.5  |
| 28         | 246                  | 38.1 | 20.2 | 14.3 | 11.3 | 9.5  | 8.3  | 7.5  | 6.8  | 6.3  | 5.9  |
| 30         | 276                  | 41.3 | 21.9 | 15.4 | 12.2 | 10.3 | 9.0  | 8.0  | 7.4  | 6.8  | 6.4  |
| 32         | 289                  | 44.7 | 23.7 | 16.7 | 13.2 | 11.1 | 9.7  | 8.7  | 7.9  | 7.3  | 6.9  |
| 34         | 313                  | 48.4 | 25.6 | 18.0 | 14.2 | 11.9 | 10.4 | 9.3  | 8.5  | 7.9  | 7.4  |
| 36         | 339                  | 52.4 | 27.7 | 19.4 | 15.3 | 12.9 | 11.2 | 10.0 | 9.2  | 8.5  | 7.9  |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 9 DE 12</b>               |               |

| TEMP | PRESIÓN TOTAL [psia] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| °F   | 14.7                 | 100  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700  | 800  | 900  | 1000 |
| 38   | 367                  | 56.6 | 29.9 | 20.1 | 16.5 | 13.9 | 12.1 | 10.8 | 9.8  | 9.1  | 8.5  |
| 40   | 396                  | 61.1 | 32.2 | 22.6 | 17.8 | 14.9 | 13.0 | 11.6 | 10.6 | 9.8  | 9.1  |
| 42   | 428                  | 66.0 | 34.8 | 24.4 | 19.2 | 16.0 | 13.9 | 12.5 | 11.3 | 10.5 | 9.8  |
| 44   | 462                  | 71.2 | 37.5 | 26.2 | 20.6 | 17.2 | 15.0 | 13.4 | 12.2 | 11.2 | 10.5 |
| 46   | 499                  | 76.7 | 40.3 | 28.2 | 22.2 | 18.5 | 16.1 | 14.4 | 13.1 | 12.0 | 11.2 |
| 48   | 538                  | 82.6 | 43.4 | 30.3 | 23.8 | 19.9 | 17.3 | 15.4 | 14.0 | 12.9 | 12.0 |
| 50   | 80                   | 89.0 | 46.7 | 32.6 | 25.6 | 21.3 | 18.5 | 16.5 | 15.0 | 13.8 | 12.9 |
| 54   | 672                  | 103  | 54.0 | 37.6 | 29.4 | 24.5 | 21.3 | 18.9 | 17.2 | 15.8 | 14.7 |
| 56   | 721                  | 111  | 57.9 | 40.3 | 31.5 | 26.7 | 22.8 | 20.3 | 18.3 | 16.9 | 15.7 |
| 58   | 776                  | 119  | 62.1 | 43.2 | 33.8 | 28.1 | 24.4 | 21.7 | 19.6 | 18.0 | 16.8 |
| 60   | 834                  | 128  | 66.6 | 46.3 | 36.2 | 30.1 | 26.1 | 23.2 | 21.0 | 19.3 | 17.9 |
| 64   | 960                  | 147  | 76.5 | 53.1 | 41.4 | 34.4 | 29.8 | 26.4 | 23.9 | 22.0 | 20.4 |
| 66   | 1030                 | 157  | 81.8 | 56.8 | 44.3 | 36.8 | 31.8 | 28.2 | 25.5 | 23.4 | 21.8 |
| 68   | 1100                 | 168  | 87.6 | 60.7 | 47.3 | 39.3 | 33.9 | 30.1 | 27.2 | 25.0 | 23.2 |
| 70   | 1180                 | 180  | 93.7 | 65.0 | 50.6 | 42.0 | 36.2 | 32.1 | 29.0 | 26.6 | 24.7 |
| 74   | 1350                 | 206  | 107  | 74.0 | 57.6 | 47.7 | 41.1 | 36.4 | 32.9 | 30.2 | 28.0 |
| 76   | 1440                 | 220  | 114  | 79.0 | 61.4 | 50.9 | 43.8 | 38.8 | 35.0 | 32.1 | 29.8 |
| 78   | 1540                 | 235  | 122  | 84.2 | 65.5 | 54.2 | 46.7 | 41.3 | 37.3 | 34.2 | 31.7 |
| 80   | 1650                 | 250  | 130  | 89.8 | 69.7 | 57.5 | 49.7 | 44.0 | 39.7 | 36.3 | 33.6 |
| 82   | 1760                 | 267  | 138  | 95.6 | 74.2 | 61.4 | 52.8 | 46.7 | 42.1 | 38.6 | 36.7 |
| 84   | 1870                 | 285  | 148  | 102  | 79.0 | 65.3 | 56.2 | 49.7 | 44.8 | 41.0 | 37.9 |
| 86   | 2000                 | 303  | 157  | 108  | 84.1 | 69.5 | 59.7 | 52.8 | 47.6 | 43.5 | 40.3 |
| 88   | 2130                 | 323  | 167  | 115  | 89.4 | 73.8 | 63.5 | 56.1 | 50.5 | 46.2 | 42.7 |
| 90   | 2270                 | 344  | 178  | 123  | 95.0 | 78.5 | 67.4 | 59.5 | 53.6 | 49.0 | 45.3 |
| 92   | 2410                 | 366  | 189  | 130  | 101  | 83.3 | 71.5 | 63.1 | 56.8 | 51.9 | 48.0 |
| 94   | 2570                 | 389  | 201  | 138  | 107  | 88.4 | 75.9 | 67.0 | 60.3 | 55.0 | 50.9 |
| 96   | 2730                 | 413  | 214  | 147  | 114  | 93.8 | 80.5 | 71.0 | 63.9 | 58.3 | 53.9 |
| 98   | 2900                 | 439  | 227  | 156  | 121  | 99.5 | 85.3 | 75.2 | 67.6 | 61.8 | 57.0 |
| 100  | 3080                 | 466  | 241  | 166  | 12a  | 105  | 90.4 | 79.7 | 71.6 | 65.4 |      |
| 102  | 3270                 | 495  | 256  | 176  | 136  | 112  | 95.8 | 84.4 | 75.9 | 69.2 |      |
| 104  | 3470                 | 525  | 271  | 186  | 144  | 118  | 101  | 89.3 | 80.2 | 73.1 |      |
| 106  | 3680                 | 557  | 287  | 197  | 152  | 125  | 107  | 94.5 | 84.9 | 77.4 |      |
| 10a  | 3900                 | 589  | 304  | 209  | 161  | 133  | 114  | 99.9 | 89.7 | 81.7 |      |
| 110  | 4130                 | 624  | 322  | 221  | 170  | 140  | 120  | 106  | 94.7 | 86.3 |      |
| 112  | 4380                 | 661  | 341  | 234  | 180  | 148  | 127  | 112  | 100  | 91.2 |      |
| 114  | 4640                 | 700  | 360  | 247  | 191  | 157  | 134  | 118  | 106  | 96.2 |      |
| 116  | 4910                 | 740  | 381  | 261  | 201  | 165  | 142  | 124  | 112  | 102  |      |
| 118  | 5190                 | 783  | 403  | 276  | 213  | 175  | 149  | 131  | 118  | 107  |      |
| 120  | 5490                 | 828  | 426  | 292  | 225  | 185  | 158  | 139  | 124  | 113  |      |
| 122  | 5800                 | 874  | 449  | 308  | 237  | 195  | 166  | 146  | 131  | 119  |      |
| 124  | 6130                 | 923  | 474  | 325  | 250  | 205  | 175  | 154  | 138  | 125  |      |
| 126  | 6470                 | 974  | 500  | 343  | 264  | 216  | 185  | 162  | 145  | 132  |      |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 10 DE 12</b>              |               |

| TEMP | PRESIÓN TOTAL [psia] |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
|------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| °F   | 14.7                 | 100  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700  | 800  | 900 | 1000 |
| 128  | 6830                 | 1030 | 528  | 361  | 278  | 228  | 195  | 171  | 153  | 139 |      |
| 130  | 7240                 | 1090 | 559  | 382  | 294  | 241  | 206  | 181  | 162  | 147 |      |
| 132  | 7580                 | 1140 | 585  | 400  | 308  | 252  | 215  | 189  | 169  | 154 |      |
| 134  | 7990                 | 1200 | 617  | 422  | 324  | 266  | 227  | 199  | 178  | 162 |      |
| 136  | 8470                 | 1270 | 653  | 446  | 343  | 281  | 240  | 210  | 188  | 171 |      |
| 138  | 8880                 | 1330 | 684  | 468  | 359  | 294  | 251  | 220  | 197  | 179 |      |
| 140  | 9360                 | 1410 | 721  | 492  | 378  | 310  | 264  | 231  | 207  | 188 |      |
| 142  | 9830                 | 1480 | 757  | 517  | 397  | 325  | 277  | 243  | 217  | 197 |      |
| 144  | 10 400               | 1560 | 799  | 545  | 419  | 343  | 292  | 256  | 229  | 207 |      |
| 146  | 10 900               | 1640 | 840  | 573  | 440  | 360  | 307  | 269  | 240  | 218 |      |
| 148  | 11 500               | 1720 | 882  | 602  | 462  | 378  | 322  | 282  | 252  | 229 |      |
| 150  | 12 100               | 1810 | 928  | 633  | 486  | 397  | 338  | 296  | 264  | 240 |      |
| 154  | 13 300               | 2000 | 1020 | 697  | 534  | 437  | 372  | 325  | 290  | 263 |      |
| 156  | 14 000               | 2100 | 1070 | 732  | 561  | 458  | 390  | 341  | 305  | 276 |      |
| 158  | 14 700               | 2200 | 1130 | 767  | 588  | 480  | 409  | 357  | 319  | 289 |      |
| 160  | 15 400               | 2300 | 1180 | 802  | 615  | 502  | 427  | 374  | 333  | 302 |      |
| 162  |                      | 2410 | 1230 | 841  | 644  | 526  | 447  | 391  | 349  | 316 |      |
| 164  |                      | 2540 | 1300 | 883  | 676  | 552  | 469  | 410  | 366  | 332 |      |
| 166  |                      | 2650 | 1350 | 922  | 706  | 576  | 490  | 428  | 382  | 346 |      |
| 168  |                      | 2780 | 1420 | 967  | 740  | 604  | 514  | 449  | 400  | 363 |      |
| 170  |                      | 2910 | 1490 | 1010 | 775  | 633  | 538  | 470  | 419  | 379 |      |
| 174  |                      | 3190 | 1630 | 1110 | 847  | 691  | 587  | 513  | 457  | 414 |      |
| 176  |                      | 3330 | 1700 | 1160 | 885  | 722  | 613  | 535  | 477  | 432 |      |
| 178  |                      | 3480 | 1780 | 1210 | 925  | 754  | 640  | 559  | 498  | 451 |      |
| 180  |                      | 3640 | 1860 | 1260 | 967  | 789  | 670  | 585  | 521  | 471 |      |
| 182  |                      | 3800 | 1940 | 1320 | 1010 | 821  | 697  | 609  | 542  | 491 |      |
| 184  |                      | 3980 | 2030 | 1380 | 1060 | 860  | 730  | 637  | 567  | 513 |      |
| 186  |                      | 4150 | 2120 | 1440 | 1100 | 897  | 761  | 664  | 591  | 535 |      |
| 188  |                      | 4340 | 2210 | 1500 | 1150 | 936  | 794  | 693  | 617  | 558 |      |
| 190  |                      | 4520 | 2300 | 1570 | 1200 | 974  | 827  | 721  | 642  | 581 |      |
| 192  |                      | 4720 | 2410 | 1630 | 1250 | 1020 | 863  | 753  | 670  | 606 |      |
| 194  |                      | 4920 | 2510 | 1700 | 1300 | 1060 | 900  | 785  | 698  | 631 |      |
| 196  |                      | 5140 | 2620 | 1780 | 1360 | 1110 | 938  | 818  | 728  | 658 |      |
| 198  |                      | 5350 | 2730 | 1850 | 1410 | 1150 | 976  | 851  | 757  | 684 |      |
| 200  |                      | 5570 | 2840 | 1930 | 1470 | 1200 | 1020 | 885  | 788  | 712 |      |
| 202  |                      | 5810 | 2960 | 2010 | 1530 | 1250 | 1060 | 922  | 821  | 741 |      |
| 204  |                      | 6050 | 3080 | 2090 | 1600 | 1300 | 1100 | 960  | 854  | 771 |      |
| 206  |                      | 6310 | 3210 | 2180 | 1660 | 1350 | 1150 | 999  | 889  | 803 |      |
| 208  |                      |      | 3340 | 2270 | 1730 | 1400 | 1190 | 1040 | 924  | 835 |      |
| 210  |                      |      | 3480 | 2360 | 1800 | 1460 | 1240 | 1080 | 961  | 868 |      |
| 214  |                      |      | 3760 | 2550 | 1950 | 1580 | 1340 | 1160 | 1040 | 937 |      |
| 216  |                      |      | 3910 | 2650 | 2020 | 1640 | 1390 | 1210 | 1080 | 973 |      |

|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  |                                 |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 11 DE 12</b>          |               |

| TEMP | PRESIÓN TOTAL [psia] |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| °F   | 14.7                 | 100 | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700  | 800  | 900  | 1000 |
| 218  |                      |     | 4060 | 2760 | 2100 | 1710 | 1450 | 1260 | 1120 | 1010 |      |
| 220  |                      |     | 4220 | 2860 | 2180 | 1780 | 1500 | 1310 | 1160 | 1050 |      |
| 222  |                      |     | 4390 | 2980 | 2270 | 1840 | 1560 | 1360 | 1200 | 1090 |      |
| 224  |                      |     | 4560 | 3090 | 2350 | 1910 | 1620 | 1410 | 1250 | 1130 |      |
| 226  |                      |     | 4730 | 3200 | 2440 | 1990 | 1680 | 1460 | 1300 | 1170 |      |
| 228  |                      |     | 4910 | 3330 | 2540 | 2060 | 1750 | 1520 | 1350 | 1220 |      |
| 230  |                      |     | 5100 | 3460 | 2630 | 2140 | 1810 | 1580 | 1400 | 1260 |      |
| 240  |                      |     |      | 4160 | 3170 | 2570 | 2180 | 1890 | 1680 | 1510 |      |
| 250  |                      |     |      |      | 3770 | 3060 | 2590 | 2250 | 2000 | 1800 |      |

**FUENTE:** ASTM D1142-95 (Reapproved 2006)

**Tabla 1b.** Vapor de agua contenida en equilibrio en el gas natural por encima de las temperaturas críticas [Lb/MMSCF @ 14,7 y 60°F].

| TEMP | PRESIÓN TOTAL [psia] |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| °F   | 1000                 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 |
| 100  | 60.4                 | 45.4 | 37.9 | 33.3 | 30.3 | 28.2 | 26.6 | 25.3 | 24.3 |
| 104  | 67.5                 | 50.6 | 42.1 | 37.0 | 33.6 | 31.2 | 29.4 | 28.0 | 26.9 |
| 106  | 71.4                 | 53.4 | 44.5 | 39.1 | 35.5 | 32.9 | 31.0 | 29.5 | 28.3 |
| 108  | 75.4                 | 56.4 | 46.9 | 41.1 | 37.3 | 34.6 | 32.6 | 31.0 | 29.7 |
| 110  | 79.6                 | 59.4 | 49.4 | 43.3 | 39.3 | 36.4 | 34.2 | 32.5 | 31.2 |
| 112  | 84.1                 | 62.7 | 52.1 | 45.6 | 41.4 | 38.3 | 36.0 | 34.2 | 32.8 |
| 114  | 88.7                 | 66.1 | 54.8 | 48.0 | 43.4 | 40.2 | 37.8 | 35.9 | 34.4 |
| 116  | 93.6                 | 69.7 | 57.7 | 50.5 | 45.7 | 42.3 | 39.8 | 37.8 | 36.2 |
| 118  | 98.7                 | 73.4 | 60.7 | 53.1 | 48.0 | 44.4 | 41.7 | 39.6 | 37.9 |
| 120  | 104                  | 77.3 | 63.9 | 55.9 | 50.5 | 46.7 | 43.8 | 41.6 | 39.8 |
| 124  | 116                  | 85.6 | 70.7 | 61.7 | 55.7 | 51.4 | 48.2 | 45.7 | 43.7 |
| 126  | 122                  | 89.9 | 74.2 | 64.7 | 58.4 | 53.9 | 50.5 | 47.8 | 45.7 |
| 128  | 128                  | 94.7 | 78.0 | 68.0 | 61.3 | 56.6 | 53.0 | 50.2 | 48.0 |
| 130  | 135                  | 99.8 | 82.1 | 71.5 | 64.4 | 59.4 | 55.6 | 52.6 | 50.3 |
| 132  | 141                  | 104  | 85.8 | 74.7 | 67.3 | 62.0 | 58.1 | 55.0 | 52.5 |
| 134  | 149                  | 110  | 90.1 | 78.4 | 70.6 | 65.0 | 60.9 | 57.6 | 55.0 |
| 136  | 157                  | 116  | 94.9 | 82.5 | 74.2 | 68.3 | 63.9 | 60.3 | 57.7 |
| 138  | 164                  | 121  | 99.2 | 86.2 | 77.5 | 71.3 | 66.7 | 63.1 | 60.2 |
| 140  | 173                  | 127  | 104  | 90.4 | 81.3 | 74.7 | 69.9 | 66.0 | 63.0 |
| 144  | 191                  | 140  | 115  | 99.3 | 89.2 | 81.9 | 76.5 | 72.3 | 68.9 |
| 146  | 200                  | 147  | 120  | 104  | 93.0 | 85.7 | 80.0 | 75.6 | 72.0 |
| 148  | 210                  | 154  | 126  | 109  | 97.6 | 89.6 | 83.6 | 78.9 | 75.6 |
| 150  | 220                  | 161  | 132  | 114  | 102  | 93.8 | 87.5 | 82.5 | 78.6 |
| 154  | 242                  | 177  | 144  | 125  | 112  | 102  | 95.4 | 89.9 | 85.6 |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 12 DE 12</b>              |               |

| TEMP | PRESIÓN TOTAL [psia] |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| °F   | 1000                 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 |
| 156  | 253                  | 185  | 151  | 130  | 117  | 107  | 100  | 94.0 | 89.4 |
| 158  | 265                  | 194  | 158  | 136  | 122  | 112  | 104  | 98.0 | 93.2 |
| 160  | 277                  | 202  | 165  | 142  | 127  | 116  | 108  | 102  | 97.1 |
| 166  | 317                  | 231  | 188  | 162  | 145  | 132  | 123  | 116  | 110  |
| 168  | 332                  | 242  | 196  | 169  | 151  | 138  | 128  | 121  | 115  |
| 170  | 348                  | 253  | 205  | 177  | 158  | 144  | 134  | 126  | 120  |
| 172  | 363                  | 263  | 214  | 184  | 165  | 150  | 139  | 131  | 124  |
| 174  | 379                  | 275  | 223  | 192  | 171  | 156  | 145  | 136  | 130  |
| 176  | 396                  | 287  | 233  | 200  | 178  | 163  | 151  | 142  | 135  |
| 178  | 413                  | 299  | 243  | 208  | 186  | 169  | 157  | 148  | 140  |
| 180  | 432                  | 313  | 253  | 217  | 194  | 177  | 164  | 154  | 146  |
| 182  | 449                  | 325  | 263  | 226  | 201  | 184  | 170  | 160  | 152  |
| 184  | 470                  | 340  | 275  | 236  | 210  | 191  | 177  | 167  | 158  |
| 186  | 490                  | 354  | 286  | 245  | 218  | 199  | 184  | 173  | 164  |
| 188  | 511                  | 369  | 298  | 256  | 227  | 207  | 192  | 180  | 171  |
| 190  | 531                  | 384  | 310  | 266  | 236  | 215  | 199  | 187  | 177  |
| 192  | 554                  | 400  | 323  | 277  | 246  | 224  | 207  | 194  | 184  |
| 194  | 578                  | 417  | 336  | 288  | 256  | 233  | 215  | 202  | 191  |
| 196  | 602                  | 434  | 350  | 299  | 266  | 242  | 224  | 210  | 199  |
| 198  | 626                  | 451  | 364  | 311  | 276  | 251  | 232  | 218  | 206  |
| 200  | 651                  | 469  | 378  | 323  | 286  | 260  | 241  | 226  | 213  |
| 202  | 678                  | 488  | 393  | 336  | 298  | 271  | 251  | 235  | 222  |
| 204  | 705                  | 507  | 408  | 349  | 309  | 281  | 260  | 243  | 230  |
| 206  | 734                  | 528  | 425  | 363  | 321  | 292  | 270  | 253  | 238  |
| 208  | 763                  | 548  | 441  | 377  | 334  | 303  | 280  | 262  | 248  |
| 210  | 793                  | 569  | 458  | 390  | 346  | 314  | 290  | 271  | 256  |
| 212  | 824                  | 591  | 475  | 405  | 359  | 325  | 301  | 281  | 266  |
| 214  | 856                  | 614  | 493  | 420  | 372  | 337  | 312  | 291  | 275  |
| 218  | 924                  | 662  | 532  | 453  | 401  | 363  | 335  | 313  | 296  |
| 220  | 959                  | 687  | 551  | 469  | 415  | 376  | 347  | 324  | 306  |
| 222  | 996                  | 713  | 572  | 487  | 431  | 390  | 360  | 336  | 318  |
| 224  | 1030                 | 739  | 593  | 504  | 446  | 404  | 372  | 348  | 328  |
| 228  | 1110                 | 795  | 637  | 542  | 479  | 433  | 400  | 373  | 352  |
| 230  | 1150                 | 824  | 660  | 561  | 495  | 448  | 413  | 385  | 363  |
| 240  | 1380                 | 985  | 787  | 668  | 589  | 532  | 490  | 456  | 430  |
| 250  | 1640                 | 1170 | 932  | 790  | 695  | 628  | 577  | 538  | 506  |

**FUENTE: ASTM D1142-95 (Reapproved 2006)**

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                            |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>              |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE003</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                            |  | <b>PÁGINA 1 DE 6</b>                |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                      | <b>Pág.</b> |
|--------------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                   | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                    | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                   | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>     | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>      | <b>2</b>    |
| <b>5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b> | <b>2</b>    |
| <b>5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO</b>    | <b>3</b>    |
| <b>5.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS</b>  | <b>3</b>    |
| <b>6. DESARROLLO</b>                 | <b>3</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>                  | <b>6</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>               | <b>6</b>    |

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |  |                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>              |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTE003 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |  | PÁGINA 2 DE 6                       |        |

## PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS

### 1. OBJETVO

Determinar el punto de rocío de hidrocarburos de una muestra de gas, empleando el medidor digital de punto de rocío para hidrocarburos Chanscope II de Chandler Engineering.

### 2. ALCANCE

Realizar la prueba de determinación del punto de rocío de hidrocarburos que aplica a muestras de superficie de gas, utilizando medidor digital de punto de rocío para hidrocarburos Chanscope II.

**NOTA:** Se puede utilizar el Medidor De Punto De Rocío Para Aplicación En El Laboratorio para determinar el punto de rocío de hidrocarburos, pero teniendo en cuenta el PTO 02.

### 3. GLOSARIO

**Punto de rocío de hidrocarburo:** Para una mezcla gaseosas, es la temperatura a la cual aparece la primera gota de hidrocarburo causado por un descenso en la temperatura el cual ocurre a presión constante.

**Temperatura ambiente:** Condición de temperatura de campo.

### 4. REFERENCIA NORMATIVA

- ✓ Manual de operación medidor digital de punto de rocío Chanscope II modelo 13-1200-C-N-2.
- ✓ Norma ASTM D1142 – 95.

### 5. CONDICIONES GENERALES

#### 5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- a. Hacer el control de calidad de la muestra de gas de acuerdo con el procedimiento PTE-01.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                       |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>              |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE003</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                       |  | <div>PÁGINA 3 DE 6</div>            |                   |

- b. La muestra y la línea de muestreo y no debe contener condensados de agua, hidrocarburos, glicol, etc.
- c. Definir la cantidad aprox. de gas que se necesita para la prueba.

## 5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO

- a. Verificar las condiciones del medidor digital de punto de rocío para hidrocarburos de Chandler Engineering de acuerdo con el manual de operación del modelo Chanscope II 13-1200; y el procedimiento técnico de operación del mismo PTO-01.
- b. No debe haber reducción apreciable en la presión entre la fuente del gas y el medidor de punto de rocío.
- c. Cada vez que un filtro es instalado en el medidor para remover glicol del gas, el material en el filtro absorbe ambos glicol y agua. El filtro usualmente se satura con agua en un plazo de 5 minutos, al continuar absorbiendo glicol. Sólo después de que el filtro esté saturado con de agua puede hacer lecturas de punto de rocío precisas.

## 5.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

- a. Establecer las condiciones de ensayo como son:
  - ✓ La presión de la muestra, la temperatura de la línea de la muestra, del medidor de punto de rocío, y del ambiente.

## 6. DESARROLLO

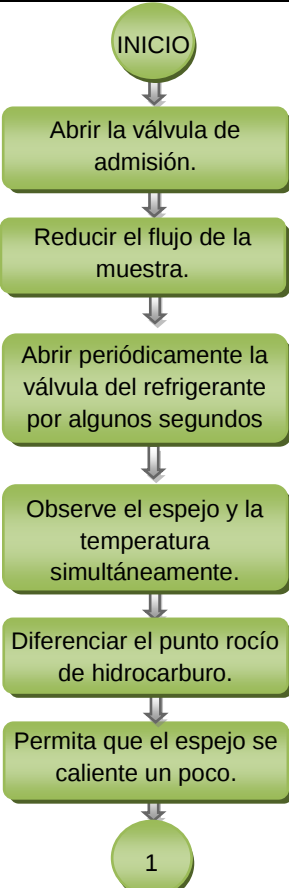
- a. Abrir la válvula de admisión de muestra y purgar el instrumento fluyendo el gas de prueba a través de la cámara de muestra para expeler todo el aire.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |  |                                     |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>              |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE003</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |  | <div>PÁGINA 4 DE 6</div>            |                   |

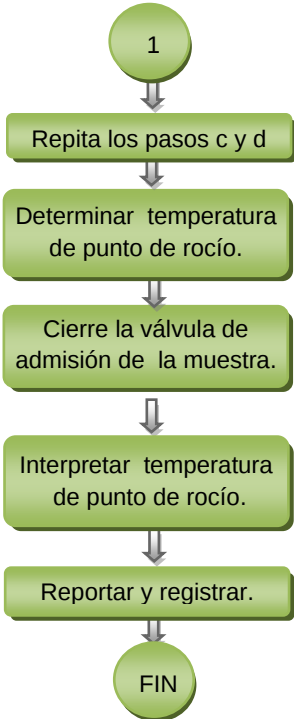
- b. Reducir el flujo de la muestra de prueba parcialmente cerrando la válvula de salida. Ajuste la salida para asegurar el paso continuo de la muestra a la presión total de la muestra a través de la cámara. Ajuste la válvula de salida de tal forma que el gas de muestra apenas pueda ser detectado en la yema de los dedos. Un aspirador de bulbo o una bomba de vacío pueden ser usadas para bajar la presión de la muestra después del espejo. Se recomienda un flujo por debajo de aproximadamente 5 SCFH.
- c. Abrir periódicamente la válvula del refrigerante por unos pocos segundos, permitiendo el suficiente tiempo entre las aperturas de la válvula para bajar la temperatura del espejo. Una rápida observación puede ser hecha para determinar aproximadamente el punto de rocío. Sin embargo para la determinación final la temperatura no debe ser aminorada a una tasa de más de uno o dos grados por minuto.
- d. Observe el espejo y la temperatura en la pantalla simultáneamente, notando la temperatura a la cual el primer punto de humedad aparece en el centro del espejo.
- e. Diferenciar el punto rocío de hidrocarburo del de agua: El hidrocarburo humedece el espejo, y la película se expande en un anillo irisado para cubrir la superficie del espejo, o aparece como una cascada de gotas, torrencialmente desde el centro del espejo. El agua de condensación se mantiene concentrada en su centro.
- f. Permita que el espejo se caliente un poco, notando la temperatura a la cual el punto de humedad desaparece.
- g. Repita los pasos c y f hasta que las temperaturas observadas tengan de diferencia 2°F (1°C).
- h. Una vez terminada la prueba cierre la válvula de admisión de la muestra, abra completamente la válvula de salida y asegúrese que la presión de la cámara se reduzca hasta la presión inicial de la prueba.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                       |  |                                     |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>              |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTE003 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                       |  | PÁGINA 5 DE 6                       |        |

- i. Determine la temperatura de punto de rocío de hidrocarburo como la temperatura promedio observada.
- j. Interpretar la temperatura de punto de rocío: El punto de rocío se puede convertir en contenido de agua por el uso las graficas 13- 0095, desde 13- 0097, y 13- 0125.
- k. Reportar y registrar en el formato FP03 los datos de la prueba como: la temperatura ambiente, la temperatura de punto de rocío, presión, etc.

| DIAGRAMA DE FLUJO                                                                  | ACTIVIDAD                                                                                             | RESPONSABLE                       | OBSERVACIONES                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Abrir la válvula de admisión de la muestra. Inicio.                                                   | Personal técnico del laboratorio. | Purgue el instrumento fluyendo gas de prueba.                                                                 |
|                                                                                    | Ajuste la válvula de salida cerrándola parcialmente para asegurar el paso continuo de la muestra.     | Personal técnico del laboratorio. | La presión total de la muestra debe ser igual a la de la cámara.                                              |
|                                                                                    | Permitir el suficiente tiempo entre las aperturas de la válvula para bajar la temperatura del espejo. | Personal técnico del laboratorio. | En la determinación final la temperatura no debe ser bajada a una tasa de más de uno o dos grados por minuto. |
|                                                                                    | Notar la temperatura a la cual el primer punto de humedad aparece en el centro del espejo.            | Personal técnico del laboratorio. |                                                                                                               |
|                                                                                    | Diferenciar el punto rocío de hidrocarburo del de agua.                                               | Personal técnico del laboratorio. | El hidrocarburo crea una película que se expande en un anillo irizado cubriendo la superficie del espejo.     |
|                                                                                    | Permita que el espejo se caliente un poco.                                                            | Personal técnico del laboratorio. | Notar la temperatura a la cual la humedad desaparece.                                                         |
|                                                                                    | Permita que el espejo se caliente un poco.                                                            | Personal técnico del laboratorio. |                                                                                                               |
|                                                                                    |                                                                                                       |                                   |                                                                                                               |

|                                                                                                                 |                                                                            |  |                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>              |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBUROS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE003</b> |
|                                                                                                                 |                                                                            |  | <b>PÁGINA 6 DE 6</b>                |               |

| DIAGRAMA DE FLUJO                                                                  | ACTIVIDAD                                                                                                       | RESPONSABLE                       | OBSERVACIONES                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Repetir hasta alcanzar una diferencia de temperatura aceptable.                                                 | Personal técnico del laboratorio. | La diferencia entre temperaturas debe ser de 2°F (1°C).                                |
|                                                                                    | Determine la temperatura de punto de rocío como la temperatura promedio observada.                              | Personal técnico del laboratorio. |                                                                                        |
|                                                                                    | Cierre la válvula de admisión de la muestra y abra completamente la válvula de salida                           | Personal técnico del laboratorio. | Asegurar que la presión de la cámara se reduzca hasta la presión inicial de la prueba. |
|                                                                                    | Determinar el hidrocarburo que se ha precipitado.                                                               | Personal técnico del laboratorio. |                                                                                        |
|                                                                                    | Registrar los datos de la prueba como: la temperatura ambiente, la temperatura de punto de rocío, presión, etc. | Personal técnico del laboratorio. | Reportar y registrar en el formato FP00.                                               |

## 7. REGISTROS

FP03

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>       |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PODER CALORÍFICO DEL GAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE004</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                     |  | <b>PÁGINA 1 DE 12</b>               |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                      | <b>Pág.</b> |
|--------------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                   | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                    | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                   | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>     | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>      | <b>3</b>    |
| <b>5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b> | <b>3</b>    |
| <b>5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO</b>    | <b>3</b>    |
| <b>5.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS</b>  | <b>3</b>    |
| <b>6. DESARROLLO</b>                 | <b>4</b>    |
| <b>6.1 PUESTA EN MARCHA</b>          | <b>4</b>    |
| <b>6.2 CORRIENDO LA PRUEBA</b>       | <b>5</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>                  | <b>12</b>   |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>               | <b>12</b>   |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>       | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PODER CALORÍFICO DEL GAS</div> | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE004</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                | <div>PÁGINA 2 DE 12</div>           |                   |

## PODER CALORÍFICO DEL GAS

### 1. OBJETIVO

Determinar el poder calorífico de una muestra de gas, utilizando el calorímetro de gas Boys de Cussons Technology.

### 2. ALCANCE

Realizar la prueba de determinación del poder calorífico que aplica para muestras de superficie de gas empleando el calorímetro de gas Boys.

### 3. GLOSARIO

**Poder calorífico:** Es la energía liberada cuando se quema un volumen estándar de gas y se expresa en Btu / pie<sup>3</sup> o Julios / m<sup>3</sup>.

**Poder Calorífico Bruto:** Es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión donde todos los productos de combustión son enfriados a 60° F y el agua producto de la reacción ha sido condensada.

**Poder Calorífico neto:** Es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión pero el agua que se forma en la combustión permanece en la fase vapor. La diferencia entre calor bruto y neto es el calor latente de condensación del agua producida en el proceso de combustión.

**Calorímetro:** Es un dispositivo capaz de determinar el valor calórico de una serie de combustibles gaseosos.

### 4. REFERENCIA NORMATIVA

- ✓ Manual de operación del calorímetro de gas Boys P5615.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                |  |                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>       |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PODER CALORÍFICO DEL GAS</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTE004 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                |  | PÁGINA 3 DE 12                      |        |

## **5. CONDICIONES GENERALES**

### **5.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

- Hacer un control de calidad de la muestra de gas de acuerdo con el procedimiento PTE-01.
- Definir la cantidad de gas requerida para la prueba.
- Acondicionar y verificar la presión de la muestra al valor adecuado para llevar a cabo la prueba.

### **5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO**

- Verificar las condiciones del calorímetro de gas Boys P5615 según el manual de operación y su procedimiento técnico de operación PTO-03.
- Revisar las conexiones, use los prensadores apropiados para asegurar que allí no hayan fugas.
- Verificar si la calibración del equipo esta actualizada.

### **5.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS**

- Establecer el tipo de gas a quemar.
- Establecer las condiciones de ensayo como son de presión y temperatura del laboratorio y el factor volumétrico del gas correspondientes a la presión atmosférica y la temperatura del gas en el medidor de gas.
- Fijar las condiciones de operación como son la presión y el caudal aproximado de agua que va a circular.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                |  |                                     |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>       |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PODER CALORÍFICO DEL GAS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE004</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                |  | <div>PÁGINA 4 DE 12</div>           |                   |

## 6. DESARROLLO

### 6.1. Puesta en marcha

- Remueva el conjunto calorímetro-serpentín del alojador del calorímetro alzando verticalmente y colóquelos en el baño alcalino.
- Seleccione el quemador apropiado y asegúrelo en posición en la rosca principal en la base del calorímetro.
- Verifique que la presión de la fuente de gas es baja y no supera los 0.7 PSI presión máxima que debe ser aplicada al medidor de gas.
- Acondicione en el circuito, atrás de la válvula reductora de presión de tal forma que no haya flujo de gas a través de la válvula. Abra la válvula de suministro (fuente) y permita que la línea comience a cargarse de gas.
- Lentamente regule el flujo de gas a través de la válvula reductora de presión hasta la presión requerida. Se debe confirmar con un manómetro.
- Lentamente abra la válvula de control de gas (cuadrante) y permita el paso de gas hasta el medidor dejándolo libre de aire. Entonces encienda el quemador y ajuste la tasa de gas a aprox. 135 litros/hora o sea una revolución del puntero del medidor en cerca de 66 segundos. Ajuste el nivel de agua en el medidor de gas (mientras esté en marcha) abriendo llave de purga en el fondo del visor, suspender apenas el punto toque la superficie del agua. Asegúrese que este procedimiento se realice con ventilación presente. Es responsabilidad del usuario asegurar que hay suficiente ventilación dentro del laboratorio y que cualquier gas o vapores son extraídos del laboratorio con toda seguridad.
- Adapte los dos termómetros en los dispositivos tipo te en la entrada y salida de agua en el calorímetro usando los tapones perforados suministrados.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>       |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PODER CALORÍFICO DEL GAS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE004</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                |  | <div>PÁGINA 5 DE 12</div>           |                   |

- h. Acomode el termómetro de escape en el soporte en la parte superior del colorímetro, use los anillos suministrados para asegurar el termómetro en las barras de metal.
- i. Lentamente abra la fuente de agua para el embudo aéreo permitiendo un pequeño drenado al lavamanos por la manguera de desborde.
- j. Cuando el operador esté satisfecho con el flujo estabilizado para el calorímetro, cuidadosamente remueva el serpentín del calorímetro del baño alcalino y permita que este se seque en el mesón por algunos minutos.
- k. Cuidadosamente coloque el serpentín sobre el alojador del calorímetro y ensámblelo lentamente hacia abajo sobre la llama del quemador en la posición correcta dentro del alojamiento del calorímetro. Este proceso debe realizarse con extremo cuidado para no extinguir la llama.
- l. Cuidadosamente vierta agua a través de uno de los huecos exteriores en la cubierta de madera hasta que pueda observar la llegada del chorro en el tubo de drenaje de condensado. Deje desbordar hasta que no salga más.
- m. Deje 45 minutos para estabilizar el aparato antes de seguir con la prueba.

## 6.2. Corriendo la prueba

Para realizar esta prueba usted necesitara acceso a la lectura de presión atmosférica local y un cronómetro.

- a. Asegúrese que el aparato esté instalado correctamente y que el procedimiento de puesta en marcha haya sido efectuado. También asegúrese que la conexión de la salida de agua del calorímetro este colocada sobre la sección de conversión del embudo que drenara en el lavamanos y que los recipientes recolectores estén totalmente vacíos y secos.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>       | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PODER CALORÍFICO DEL GAS</div> | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE004</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                | <div>PÁGINA 6 DE 12</div>           |                   |

- b. Cuando el punto del medidor esté a punto de llegar a la parte superior del dial en el medidor de gas lea la temperatura del gas de entrada.
- c. Cuando el punto del medidor alcance el tope del dial, mueva la conexión de la salida de agua del calorímetro a la sección del embudo de conversión que está dirigida al recipiente colector (3000ml) y coloque el recipiente de 50ml por debajo de la salida de condensado.
- d. Al final de cada revolución completa del medidor de gas registre la temperatura del agua de entrada y cada media revolución la temperatura de salida en el calorímetro. Sobre la determinación del número requerido de revoluciones se recomiendan mínimo cuatro, al finalizar mueva la conexión de salida de agua del calorímetro para la sección del embudo de conversión que drena en el lavamanos y retire el recipiente con los condensados.
- e. Registre lo siguiente:
  - ✓ La cantidad de agua acumulada en el recipiente colector en peso, la presión atmosférica, y la Temperatura de los gases efluentes.
  - ✓ El volumen de gas consumido  $((1/12) \cdot \#rev)/0.0353$  [L].
  - ✓ La temperatura del gas (usando el termómetro en el medidor de gas).
  - ✓ Volumen de condensados colectados. P
  - ✓ Determine el factor volumétrico del gas  $FVG = P_s/P_e \cdot T_e/T_s$  donde, la presión en mmHg y la temperatura en °K, el subíndice “s” condiciones estándar (760mmHg y 60°F) y “e” condiciones del ensayo.
- f. Corrección por humedad del aire: La diferencia entre la temperatura de los gases efluentes  $T_g$  y la  $T_s$  condiciones estándar, da una corrección empírica para tener en cuenta la humedad del aire y la pérdida de calor en los gases de combustión como sigue;

$$dHg \text{ [KJ/m}^3\text{]} = (T_g[\text{°C}] - T_s[\text{°C}]) \cdot 26.83$$

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                |  |                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>       |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PODER CALORÍFICO DEL GAS</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTE004 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                |  | PÁGINA 7 DE 12                      |        |

g. Corrección por la temperatura del agua de entrada (CTAE): si la temperatura de entrada del agua esta 3 °C por encima o por debajo de la temperatura del aire circundante.

- ✓ Sume 67.1 KJ par cada 1°C que la temperatura del agua está por encima de la temperatura del aire
- ✓ Reste 67.1 KJ par cada 1°C que la temperatura del agua está por debajo de la temperatura del aire.

h. Determine el poder calorífico bruto con la siguiente fórmula:

$$CVB[MJ/m^3] = 4,187 * \frac{\text{Diferencia promedio temperatura del agua}[^{\circ}C] * FVG * \text{Masa de agua}[Kg]}{\text{volumen de gas quemado}[L]}$$

Este valor no incluye las correcciones por humedad y temperatura de entrada del agua, →  $CVB_{total} = CVB \pm CTAE \pm dHg$

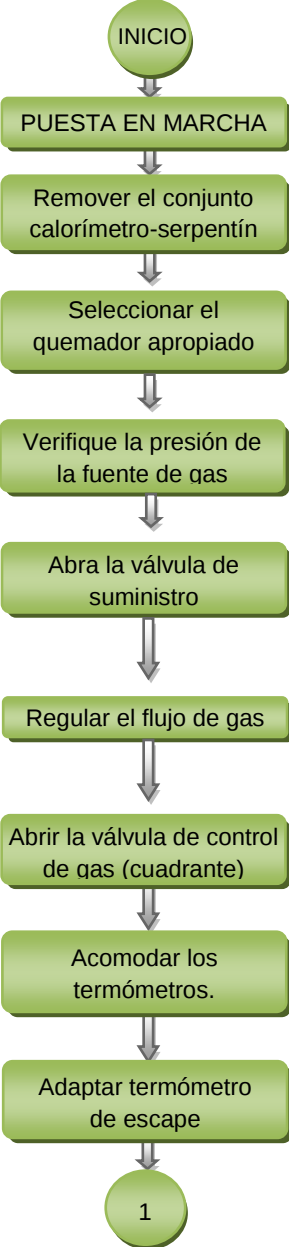
i. Determine el poder calorífico Neto: Hay que restarle al  $CVB_{total}$  el calor producido por el cambio de fase del vapor de agua a liquido presente en el gas durante la combustión que es igual a:

$$CA[MJ/m^3] = \frac{\text{Volumen condensados (ml)} * \text{calor latente de vaporización agua } (2.45 * 10^{-3})}{\text{volumen de gas quemado (m}^3\text{)}}$$

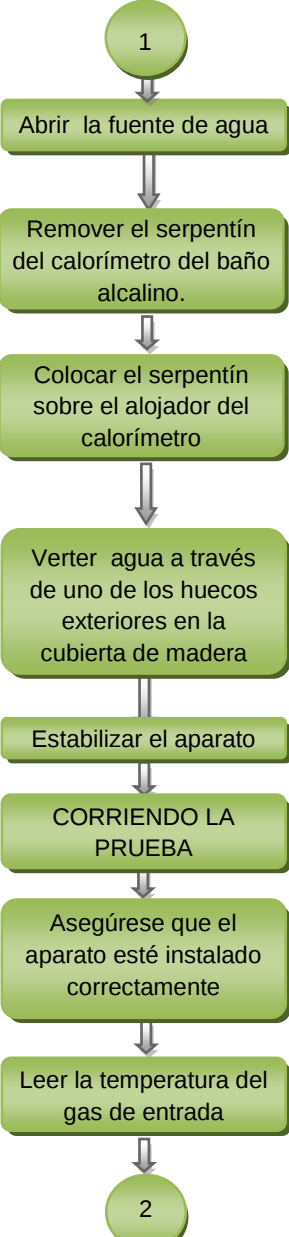
$$CVN [MJ/m^3] = CVB_{total} - CA$$

- j. Reportar y registrar en el formato FP04 los datos de la prueba.
- k. Una vez finalizada la prueba cerrar válvulas tanto de suministro de gas y de agua.

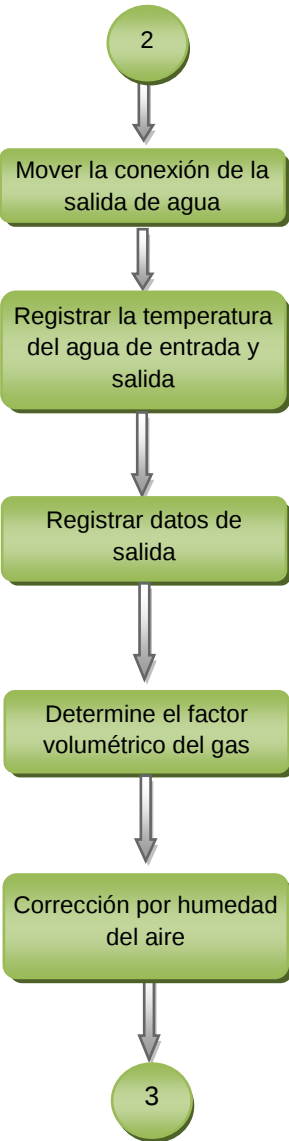
|                                                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>       |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PODER CALORÍFICO DEL GAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE004</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                     |  | <b>PÁGINA 8 DE 12</b>           |               |

| DIAGRAMA DE FLUJO                                                                  | ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                 | RESPONSABLE                       | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Remueva el conjunto calorímetro-serpentín del alojador del calorímetro alzando verticalmente, colóquelos en el baño alcalino.                                                                             | Personal técnico del laboratorio. |                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                    | Seleccionar el quemador apropiado.                                                                                                                                                                        | Personal técnico del laboratorio. | Asegurar en la rosca principal en la base del calorímetro.                                                                                                                           |
|                                                                                    | Verificar que la presión de la fuente de gas es baja.                                                                                                                                                     | Personal técnico del laboratorio. | No debe superar los 0.7 PSI presión máxima de operación del medidor de gas.                                                                                                          |
|                                                                                    | Acondicionar el circuito, atrás de la válvula reductora de presión para evitar flujo de gas a través de la válvula.                                                                                       | Personal técnico del laboratorio. | Permita que la línea comience a cargarse de gas.                                                                                                                                     |
|                                                                                    | Lentamente regule el flujo de gas a través de la válvula reductora de presión.                                                                                                                            | Personal técnico del laboratorio. | Llevar hasta la presión requerida, se debe confirmar con Un manómetro.                                                                                                               |
|                                                                                    | Abrir Lentamente la válvula de control de gas (cuadrante) y permita el paso de gas hasta el medidor de gas dejándolo libre de aire. Encender el quemador y ajuste la tasa de gas a aprox. 135 litros/hora | Personal técnico del laboratorio. | Ajuste el nivel de agua en el medidor de gas (mientras esté en marcha) abriendo llave de purga en el fondo del visor, suspender cuando el punto apenas toque la superficie del agua. |
|                                                                                    | Acomodar los dos termómetros en los adaptadores tipo te en la entrada y salida de agua en el calorímetro.                                                                                                 | Personal técnico del laboratorio. | Usar los tapones perforados suministrados.                                                                                                                                           |
|                                                                                    | Colocar termómetro de escape en el soporte en la parte superior del colorímetro.                                                                                                                          | Personal técnico del laboratorio. | Usar los anillos suministrados para asegurar el termómetro.                                                                                                                          |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                                                      |

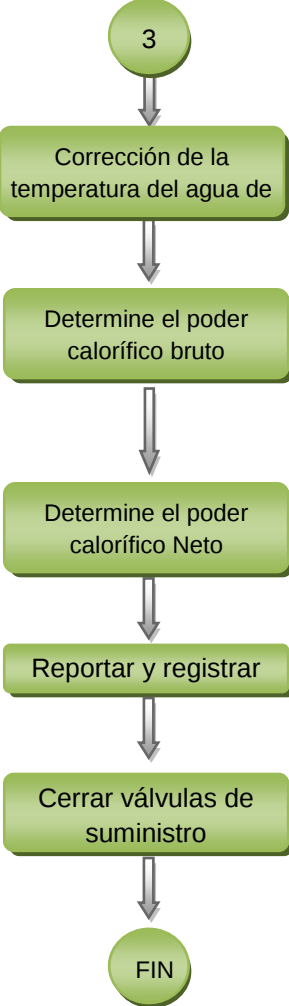
|                                                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>       |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PODER CALORÍFICO DEL GAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE004</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                     |  | <b>PÁGINA 9 DE 12</b>           |               |

| DIAGRAMA DE FLUJO                                                                  | ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                | RESPONSABLE                       | OBSERVACIONES                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|  | Lentamente abra la fuente de agua para el embudo aéreo.                                                                                                                                                  | Personal técnico del laboratorio. | Permitir un pequeño drenado al lavamanos por la manguera de desborde.        |
|                                                                                    | Con cuidado remover el serpentín del calorímetro del baño alcalino. Cuando el flujo este estabilizado.                                                                                                   | Personal técnico del laboratorio. | Permitir que este se seque en el mesón por algunos minutos.                  |
|                                                                                    | Con cuidado coloque el serpentín sobre el alojador y ensámblelo lentamente sobre la llama del quemador en la posición correcta dentro del alojador del calorímetro.                                      | Personal técnico del laboratorio. | Este proceso debe realizarse con extremo cuidado para no extinguir la llama. |
|                                                                                    | Con cuidado vierta agua a través de uno de los huecos exteriores de la cubierta de madera hasta cuando observe la llegada del chorro en el tubo de drenaje de condensado.                                | Personal técnico del laboratorio. | Deje desbordar y cuando hasta que no salga mas.                              |
|                                                                                    | Deje 45 minutos para estabilizar el aparato antes de seguir con la prueba.                                                                                                                               | Personal técnico del laboratorio. |                                                                              |
|                                                                                    | Verificar que la conexión de la salida de agua del calorímetro este ubicada sobre la sección de conversión del embudo que drenara en el lavamanos y que el vaso recolector este totalmente vacío y seco. | Personal técnico del laboratorio. | El procedimiento de puesta en marcha haya sido efectuado.                    |
|                                                                                    | Leer temperatura cuando el punto del medidor justo llegue al tope del dial.                                                                                                                              | Personal técnico del laboratorio. |                                                                              |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |                                   |                                                                              |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |                                   |                                                                              |

|                                                                                                                 |                                                                     |  |                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>       |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PODER CALORÍFICO DEL GAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE004</b> |
|                                                                                                                 |                                                                     |  | <b>PÁGINA 10 DE 12</b>              |               |

| DIAGRAMA DE FLUJO                                                                  | ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                             | RESPONSABLE                              | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Cuando el punto del medidor alcance el tope del dial, mueva la conexión de la salida de agua del calorímetro a la parte del embudo de conversión que se dirige al vaso colector.</p>                                                                               | <p>Personal técnico del laboratorio.</p> | <p>Al mismo tiempo inicie el cronómetro. El vaso colector de (3000ml).</p>                                                                                                                           |
|                                                                                    | <p>Al final de cada revolución completa del medidor de gas registre la temperatura del agua de entrada y cada media revolución la temperatura de salida en el calorímetro. Sobre la determinación del número requerido de revoluciones se recomiendan al menos 4.</p> | <p>Personal técnico del laboratorio.</p> | <p>Al finalizar el total de rev. mueva la conexión de salida de agua del calorímetro a la sección del embudo de conversión que drena en el lavamanos y retire el recipiente con los condensados.</p> |
|                                                                                    | <p>Registre: La cantidad de agua acumulada Kg, la presión atmosférica, la temperatura de los gases efluentes, El volumen de gas consumido<br/>La temperatura del gas, y el volumen de condensados</p>                                                                 | <p>Personal técnico del laboratorio.</p> | <p>Para la temperatura del gas use el termómetro en el medidor de gas.</p>                                                                                                                           |
|                                                                                    | <p>Determine el factor volumétrico del gas<br/><math>FVG = \frac{P_s}{P_e} \cdot \frac{T_e}{T_s}</math> Presión en mmHg y temperatura °K</p>                                                                                                                          | <p>Personal técnico del laboratorio.</p> | <p>El subíndice “s” condiciones estándar y “e” condiciones del ensayo.</p>                                                                                                                           |
|                                                                                    | <p>Hallar el dHg que me da una corrección empírica para tener en cuenta la humedad del aire y la pérdida de calor en los gases de combustión</p>                                                                                                                      | <p>Personal técnico del laboratorio</p>  | <p><math>dHg = (T_g - T_s) \cdot 26.83</math></p>                                                                                                                                                    |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          |                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                |                                                                     |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>       |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO<br/>PODER CALORÍFICO DEL GAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE004</b> |
|                                                                                                                |                                                                     |  | <b>PÁGINA 11 DE 12</b>              |               |

| DIAGRAMA DE FLUJO                                                                  | ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                          | RESPONSABLE                      | OBSERVACIONES                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Sume 67.1 KJ par cada 1°C que la temperatura del agua está por encima de la del aire. Reste 67.1 KJ par cada 1°C que la temperatura del agua está por debajo de la del aire.                                                       | Personal técnico del laboratorio | Si la temperatura de entrada del agua esta 3 °C por encima o por debajo de la temperatura del aire circundante. |
|                                                                                    | $CVB[MJ/m^3] = 4,187 \cdot \text{Diferencia promedio temperatura del agua} \cdot FVG \cdot \text{Masa de agua} / \text{volumen de gas quemado}$ . Este valor no incluye las correcciones por humedad y temperatura de entrada agua | Personal técnico del laboratorio | $CVB_{total} = CVB \pm CTAE \pm dHg$                                                                            |
|                                                                                    | Hay que restarle al CVBtotal el calor producido por el cambio de fase del vapor de agua a liquido presente en el gas durante la combustión                                                                                         | Personal técnico del laboratorio | $CVN [MJ/m^3] = CVB_{total} - CA$                                                                               |
|                                                                                    | $CA[MJ/m^3] = \frac{\text{Volumen condensados (ml)} \cdot 2.45 \cdot 10^{-3}}{\text{volumen de gas quemado}}$                                                                                                                      |                                  |                                                                                                                 |
|                                                                                    | Reportar y registrar en el formato FP04 los datos de la prueba.                                                                                                                                                                    | Personal técnico del laboratorio |                                                                                                                 |
|                                                                                    | Una vez finalizada la prueba cerrar válvulas tanto de suministro de gas y de agua.                                                                                                                                                 | Personal técnico del laboratorio |                                                                                                                 |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>       |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>PODER CALORÍFICO DEL GAS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE004</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                |  | <div>PÁGINA 12 DE 12</div>          |                   |

## 7. REGISTROS

**FP04**

## 8. BIBLIOGRAFÍA

**No aplica.**

### Control de cambios

| Versión   | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|-----------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| <b>00</b> |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                            |                                 |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>                        | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>MUESTREO DE GAS EN SUPERFICIE [SEPARADOR]</b> | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE005</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                            | <b>PÁGINA 1 DE 6</b>            |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                      | Pág.     |
|--------------------------------------|----------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                   | <b>2</b> |
| <b>2. ALCANCE</b>                    | <b>2</b> |
| <b>3. GLOSARIO</b>                   | <b>2</b> |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>     | <b>2</b> |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>      | <b>2</b> |
| <b>5.1 PREPARACIÓN DEL MUESTREO</b>  | <b>2</b> |
| <b>6. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO</b> | <b>3</b> |
| <b>7. REGISTROS</b>                  | <b>6</b> |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>               | <b>6</b> |

|                                                                                                                                                                            |                                                                                                 |  |                                     |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                        |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                            | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>MUESTREO DE GAS EN SUPERFICIE [SEPARADOR]</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE005</div> |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                                 |  | <div>PÁGINA 2 DE 6</div>            |                   |

## **MUESTREO DE GAS EN SUPERFICIE (SEPARADOR)**

### **1. OBJETIVO**

Describir los pasos que se siguen para obtener una muestra de gas del separador por medio del método del Cilindro Evacuado.

### **2. ALCANCE**

Garantizar que se realice el muestreo de gas en superficie de la manera correcta siguiendo parámetros establecidos por la norma API-RP-44. Además mostrar que es una alternativa que se hace necesario cuando algunos factores como los costos económicos de un muestreo en subsuelo son muy altos.

### **3. GLOSARIO**

**Muestra:** Modelo representativo de una variedad mayor.

### **4. REFERENCIAS NORMATIVAS**

API RP 44, Sampling Petroleum Reservoir Fluids, segunda edición abril 2003.

### **5. CONDICIONES GENERALES**

#### **5.1. PREPARACIÓN DEL MUESTREO**

- ✓ Preparación del equipo: Los cilindros se deben encontrar completamente limpios, al vacío y sin presencia de fugas. Se deben tener todos los elementos del equipo de muestreo en buenas condiciones y verificar los parámetros de operación de los mismos para que se adapten a las condiciones propias del muestreo como son por ejemplo la presión y temperatura de la válvula toma muestra de la línea de gas del separador. Los elementos básicos del equipo de muestreo son: Un cilindro toma muestra con un tubo flexible de alta presión, válvulas, conexiones, manómetros, bomba Booster para elevar la presión y facilitar el ingreso del gas al cilindro. Ver figura 2.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                                                  |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                        | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div>              |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>MUESTREO DE GAS EN SUPERFICIE [SEPARADOR]</div> | <div>REVISIÓN: 00</div> <div>PÁGINA 3 DE 6</div> | <div>PTE005</div> |

- ✓ Verificar y registrar las condiciones de producción para el muestreo según formato FP05.
- ✓ Verificar las condiciones del separador y registrarlas según formato FP05

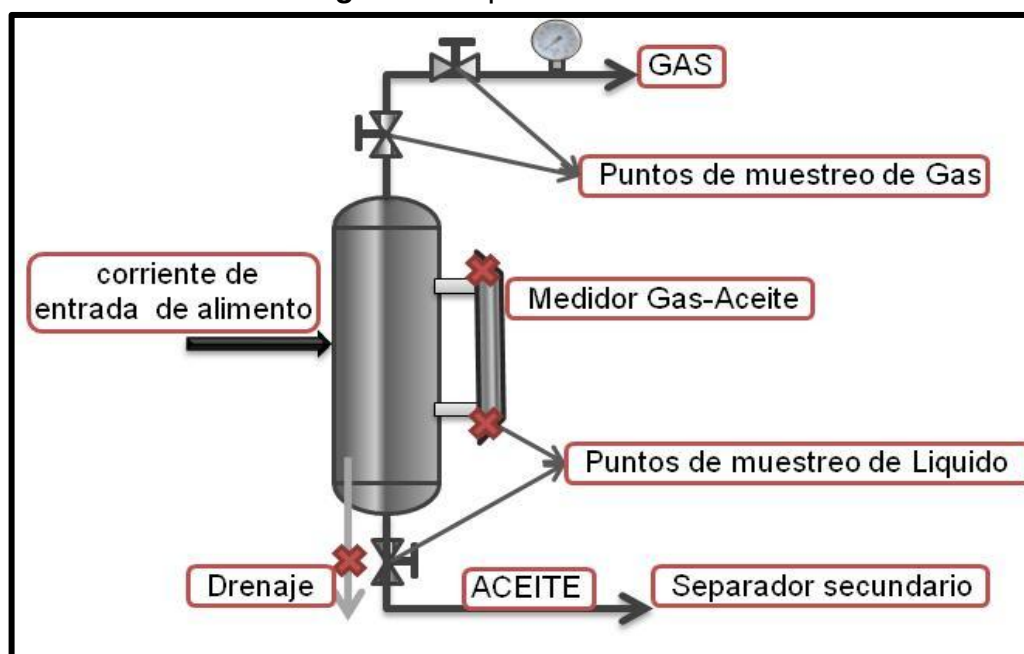
## 6. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

- a. Localice cual será la válvula A en el separador (ver figura 1) desde donde se puede tomar la muestra de gas. Verifique que se encuentre limpia y en buen estado; para ello ábrala y ciérrela de inmediato y observe cualquier anomalía.
- b. Conecte la línea flexible ó tubing en la válvula A del separador (ver figura 2). Abra la válvula B y la válvula de purga, la C.
- c. Se dispone de una bomba de vacío y personal especializado en estas tareas, conecte la entrada de muestra a la válvula D con sus respectivos conectores como se muestra en la Figura 2. Conecte la bomba de vacío a la válvula C, abra las válvulas C y B para evacuar el fas de línea. Cierre la válvula C y desconecte la bomba. Vuelva a abrirla lentamente y completamente la válvula A hasta estabilizar la presión con la del separador permitiendo de esta manera que la muestra entre y ocupe en forma gradual desde la válvula A al D, después proceda con el paso 6.
- d. Si no es posible el uso de la bomba de vacío, abra las válvulas B y C, después abra y cierre la válvula A en un corto periodo de tiempo y permita que se purgue esa parte de la línea, cierre entonces rápidamente la válvula B. lentamente abra la válvula A completamente hasta estabilizar la presión con la del separador desde la válvula A a la B.
- e. Conecte el cilindro de muestreo a la línea de alimentación a través de la válvula D como se indica en la Figura 2. Abra la válvula C, después abra y cierre la válvula B, en un corto periodo de tiempo para purgar el aire que reside entre las válvula B y C. Cierre la válvula C prontamente.

Nota: Cuando conozca que el gas contiene  $H_2S$  debe disponer de una línea larga de venteo para ser instalada en la válvula C.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |  |                                 |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>                        |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |        |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>MUESTREO DE GAS EN SUPERFICIE [SEPARADOR]</b> |  | REVISIÓN: 00                    | PTE005 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |  | PÁGINA 4 DE 6                   |        |

**Figura 1.** Separador Primario.



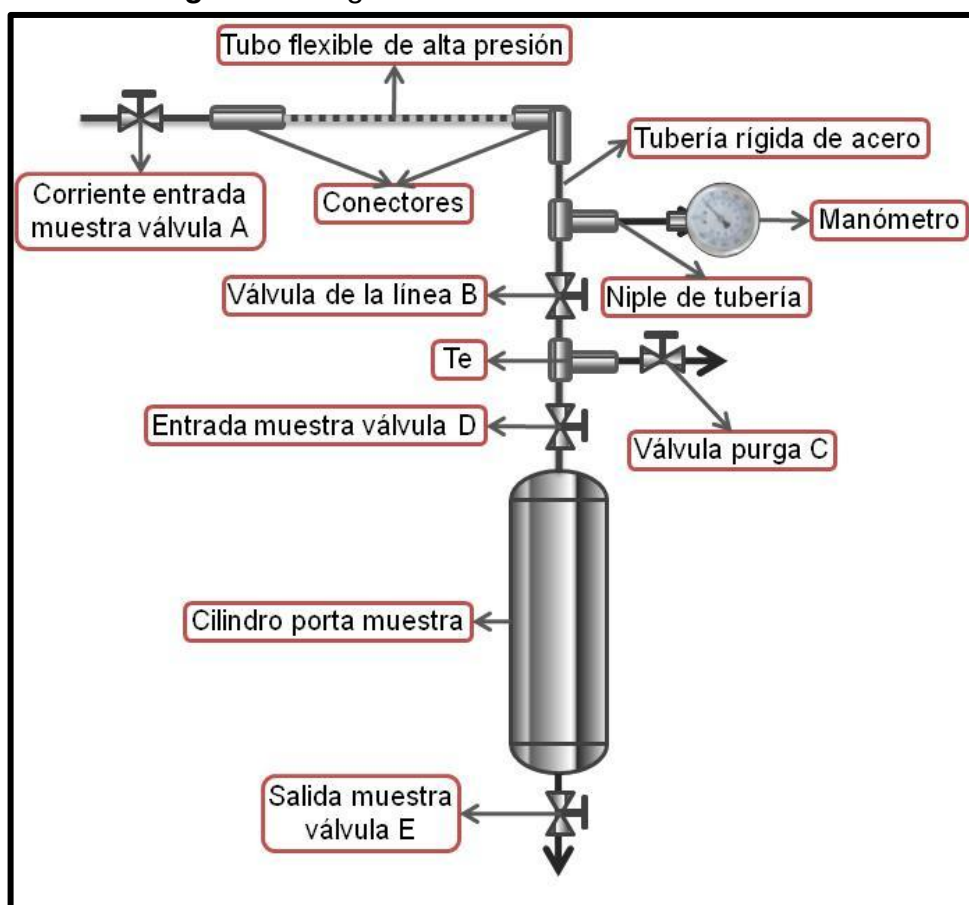
**Fuente:** Modificado de API RP 44, Sampling Petroleum Reservoir Fluids.

Vuelva a abrir la válvula B hasta estabilizar la presión del separador para permitir el paso de gas desde la válvula A a la Válvula D.

- f. Cautelosamente prepare la válvula D para ser abierta, tenga especial cuidado de estar monitoreando la presión del manómetro, entonces empiece a llenar muy lentamente el cilindro toma muestras. Regularmente ajuste la válvula D cada vez que sea necesario hasta que se establezca la presión en el manómetro. El tiempo de llenado del cilindro puede estar alrededor de los 20 minutos. La operación de llenado puede ser continuamente monitoreada colocando un manómetro en la parte opuesta del cilindro. Cuando usted suponga que el cilindro se encuentra lleno, cierre la válvula D herméticamente y observe que el manómetro del cilindro no cambie la lectura, esto con el fin de detectar fugas.
- g. Cuando el contenedor esté lleno, cierre las válvulas D inicialmente y enseguida la válvula B.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |  |                                 |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>                        |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |        |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>MUESTREO DE GAS EN SUPERFICIE [SEPARADOR]</b> |  | REVISIÓN: 00                    | PTE005 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |  | PÁGINA 5 DE 6                   |        |

**Figura 2.** Diagrama del ensamble de muestreo.



**Fuente:** Modificado de API RP 44, Sampling Petroleum Reservoir Fluids.

- h. Abra la válvula C lentamente hasta evacuar a la atmósfera, el gas se encuentra en la línea entre las válvulas B y D.
- i. Desconecte el cilindro de toma de muestra. Este es el último paso en la toma de muestras. Si va a tomar más muestras de gas, siga los procedimientos descritos desde los numerales 5 al 8.
- j. Después de haber tomado las muestras necesarias, cierre la válvula A debidamente, abra la válvula B, deplete el sistema antes de desconectar la línea desde la válvula A.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                            |                                 |                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>                        | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |                                       |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>MUESTREO DE GAS EN SUPERFICIE [SEPARADOR]</b> | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE005</b><br><b>PÁGINA 6 DE 6</b> |

- k. Inserte los tapones de sello de las válvulas de los cilindros llenos de gas, después de lo cual se debe aprestar a chequear que no haya fugas lo cual lo puede hacer sumergiendo la parte de las válvulas en una solución de agua-jabón. Paso seguido, coloque cinta teflón en los tapones de las válvulas y coloque los protectores de válvulas. Los cilindros quedan de esta manera listos para ser transportados.

## 7. REGISTROS

**FP05**

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                      |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>        |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PTE CONTENIDO DE HUMEDAD USANDO EL<br/>MEDIDOR PORTÁTIL PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE006</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                      |  | <b>PÁGINA 1 DE 5</b>                |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                          | <b>Pág.</b> |
|------------------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETVO</b>                        | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                        | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                       | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIA NORMATIVA</b>           | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>          | <b>3</b>    |
| <b>5.1 ACONDICIONAMIENTO DE LA LÍNEA</b> | <b>3</b>    |
| <b>5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO</b>        | <b>3</b>    |
| <b>5.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS</b>      | <b>4</b>    |
| <b>6. DESARROLLO</b>                     | <b>4</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>                      | <b>5</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>                   | <b>5</b>    |

|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                      |  |                                 |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>        |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                |                                                                                   | <b>PTE CONTENIDO DE HUMEDAD USANDO EL<br/>MEDIDOR PORTÁTIL PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE006</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                      |  | <b>PÁGINA 2 DE 5</b>            |               |

## PUNTO DE ROCÍO USANDO EL MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD PM880

### 1. OBJETIVO

Determinar contenido de humedad en una corriente de gas presente ya sea en una línea de tratamiento o de transporte, usando el medidor portátil PM880.

### 2. ALCANCE

Realizar la prueba de determinación del contenido humedad que aplica para una corriente de gas presente ya sea en una línea de tratamiento o de transporte, utilizando el medidor portátil PM880

### 3. GLOSARIO

**Higrometría o Psicrometría:** Se refiere al estudio y medición de la cantidad de agua presente en una mezcla de sustancias, ya sea sólida o gaseosa

**Higrómetro o Psicrómetro:** Dispositivo capaz de medir la humedad.

**Contenido de humedad o vapor de agua en el gas natural:** La humedad es un fenómeno natural, que se presenta a nivel molecular y es básicamente la cantidad de moléculas de agua presentes que saturan el gas en una línea o gasoducto. La máxima presión del vapor de agua en el gas, se llama presión de saturación y depende de la temperatura de la mezcla.

**Punto de rocío:** Para una mezcla gaseosas, es la temperatura a la cual aparece la primera gota de agua causado por un descenso en la temperatura el cual ocurre a presión constante.

**Temperatura ambiente:** Condición de temperatura de campo.

### 4. REFERENCIA NORMATIVA

- ✓ Manual de operación medidor portátil de humedad PM880.

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                      |  |                                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>        |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PTE CONTENIDO DE HUMEDAD USANDO EL<br/>MEDIDOR PORTÁTIL PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE006</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                      |  | <b>PÁGINA 3 DE 5</b>                |               |

## 5. CONDICIONES GENERALES

### 5.1 ACONDICIONAMIENTO DE LA LÍNEA

- Elija un sitio para la prueba tan cerca de la línea como sea posible, evite las grandes longitudes de conexión.
- Asegúrese que la temperatura ese por lo menos 10° por encima de la temperatura de punto de rocío.
- Evite todos los materiales que son corrosivos o de otra manera perjudicial para el aluminio u óxido de aluminio. Estos incluyen materiales fuertemente ácidos o básicos y aminas primarias.

### 5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO

- Para garantizar la integridad de todas las partes que conforman el equipo se recomienda trabajar entre -58 a 149°F y a presión máxima de 3000 psia.
- Coloque la unidad electrónica lejos de altas temperaturas, fuertes transientes eléctricos, vibraciones mecánicas, ambientes corrosivos, y cualquier otra condición que pudiera dañar o interferir con el medidor la operación.
- Instalar la sonda de humedad en la parte superior del sistema de muestreo.
- Limpiar la válvula de la línea de donde se va a salir el gas para la prueba, abriéndola ligeramente y luego ciérrela.
- Asegura que la válvula de entrada del sistema de muestreo este cerrada y que las válvulas de salida tanto de gas como del filtro coalescente estén abiertas.
- Conecte el sistema de muestreo a la toma de muestra. Se recomienda usar una manguera de acero inoxidable de trenzada  $\frac{1}{4}$ " con una longitud que oscile entre 5 a 15 ft con conexión macho NPT.

|                                                                                                                |                                                                      |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>        |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PTE CONTENIDO DE HUMEDAD USANDO EL<br/>MEDIDOR PORTÁTIL PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE006</b> |
|                                                                                                                |                                                                      |  | <b>PÁGINA 4 DE 5</b>                |               |

- g. Encienda el PM880 para verificar el estado de energía de la batería y que se encuentre como mínimo las tres ventanas para hacer la lectura tanto de humedad como de presión y temperatura en las unidades que se requieran en cada una de ellas de lo contrario revise el PTO-04 para configurar el tipo de medición o cargar directamente otro archivo de sitio con la configuración requerida. Luego apague el PM880.
- h. Conecte el cable de la sonda insertando el conector tipo bayoneta en la sonda y gire la cubierta en sentido horario hasta que encaje en posición de cerrado. Nota: El conector del cable de la sonda debe girarse hasta que quede alineado con los pines en el conector de la sonda, antes de que el cable esté correctamente insertado en la sonda y asegurado.
- i. Conecte el otro extremo del cable de la sonda en la parte superior del PM880.

### 5.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

- a. Establecer las condiciones de ensayo como son:
  - ✓ La presión de la línea de muestra, la temperatura de la línea de la muestra, del medidor de punto de rocío, y del ambiente.

## 6. DESARROLLO

- a. Abra la válvula de la línea de gas y luego abra ligeramente la válvula de entrada del sistema de muestreo permitiendo que un pequeño volumen de gas lo purgue.
- b. Muy lentamente abra la válvula de entrada del sistema de muestreo para alcanzar la presión de la línea de gas.
- c. Comience a cerrar las válvulas de salida tanto del gas como del filtro coalescente hasta que estén muy cerca de cerrarse por completo y ajustándolas hasta sentir una leve presión en la yema de sus dedos.

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                      |  |                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>        |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>PTE CONTENIDO DE HUMEDAD USANDO EL<br/>MEDIDOR PORTÁTIL PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTE006</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                      |  | <b>PÁGINA 5 DE 5</b>                |               |

- d. Abra la válvula de entrada completamente. Asegure que el flujo en las salidas del sistema de muestreo es el mismo que en el del paso c. para evitar daños físicos en la sonda no la someta a un flujo excesivo.
- e. Encienda el PM880 y registre el punto de rocío, la presión y la temperatura, (el tiempo de respuesta es instantáneo) guarde el archivo y luego apáguelo.
- f. Una vez terminada la prueba cierre la válvula de salida del sistema de muestreo y lentamente abra la válvula del filtro coalescente con varias vueltas para sacar de un soplo cualquier contaminante en el filtro, la válvula o el tubo de venteo. Lentamente cierre la válvula de entrada y permita que el sistema de muestreo se despresurice a una tasa aprox de 10 psig por segundo. Luego cierre la válvula de la línea de gas y abra ligeramente la válvula de entrada para aliviar la presión entre la válvula de la línea de gas la válvula de entrada del sistema de muestreo; cierre todas las válvulas del sistema de muestreo.
- g. Retirar el sistema de muestreo del proceso y luego la manguera trenzada.

## 7. REGISTROS

FP06

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                               |  |                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>           |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>CROMATOGRAFÍA DE GAS NATURAL</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTE007</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 5</b>            |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                      | <b>Pág.</b> |
|--------------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETVO</b>                    | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                    | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                   | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIA NORMATIVA</b>       | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>      | <b>3</b>    |
| <b>5.1 PREPARACION DE LA MUESTRA</b> | <b>3</b>    |
| <b>5.2 PREPARACIÓN DEL EQUIPO</b>    | <b>3</b>    |
| <b>6. DESARROLLO</b>                 | <b>4</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>                  | <b>5</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>               | <b>5</b>    |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>           |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>CROMATOGRAFÍA DE GAS NATURAL</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE007</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |  | <div>PÁGINA 2 DE 5</div>            |                   |

## 1. OBJETIVO

Determinar la composición química de una muestra representativa de gas natural y de mezclas gaseosas similares dentro de un rango de composición determinado, hasta hidrocarburos C<sub>14</sub>+

## 2. ALCANCE

Realizar la cromatografía de gases ya sea por medio del método de análisis de gas natural normal o gas natural extendido.

## 3. GLOSARIO

**Gas Natural Normal O Simple:** Método que cubre la determinación de la composición química del gas natural hasta hidrocarburos C<sub>6</sub>+ ó C<sub>7</sub>+

**Gas Natural Extendido Ó Ampliado:** Método que cubre la determinación de la composición química de un gas natural hasta hidrocarburos C<sub>14</sub>+

**Muestra:** Modelo representativo de una variedad mayor.

## 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- ✓ GPA 2261-95, GPA 2286-95.
- ✓ ASTM D 1945-96.

## 5. CONDICIONES GENERALES

### 5.1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Antes del análisis la muestra de gas debe ser calentada por lo menos 293 ó 323 °K (20-50 °F) por encima de la temperatura a la cual fue tomada la muestra en el campo, por un tiempo aproximado de 2 horas, en el caso de cilindros pequeños (300 ml o menos). Entre más alta sea la temperatura, menor será el tiempo de calentamiento para que alcance el equilibrio.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>           |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>CROMATOGRAFÍA DE GAS NATURAL</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTE007</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |  | <div>PÁGINA 3 DE 5</div>            |                   |

En caso de que la temperatura de la fuente no sea conocida, la muestra debe ser calentada por lo menos a 373 °K (100°C) por un período de 2 horas o más si es necesario, para asegurar la re-vaporización de hidrocarburos pesados que se hayan podido condensar en el recipiente. Esta última práctica debe ser realizada con mucho cuidado con el objeto de no sobrepasar la presión máxima del cilindro.

**Inyección de la muestra.** La muestra debe ser transferida al sistema teniendo en cuenta todas las precauciones necesarias mencionadas anteriormente, de tal forma que se asegure la representatividad de la muestra que se inyecte al cromatógrafo, la cual no debe ser mayor de 0.5 ml.

Los dos métodos que se emplean son el de purga y el de evacuación. El primero se utiliza principalmente cuando la muestra de gas está a alta presión o cuando se conoce que el contenido de hexanos y más pesados es muy bajo (menor de 0.3mol%). Consiste en purgar todo el sistema con la muestra de gas, ajustando bien sea su flujo o su presión (cerca de la atmosférica), para lo cual se cuenta muchas veces con un sistema de venteo a la atmósfera. El método de evacuación se prefiere en muestras de gas a baja presión o cuando el contenido de hexanos y más pesados es mayor de 0.3 mol%. En este caso se hace un vacío del sistema de 0.1 kPa o menos y posteriormente se introduce la muestra a una presión deseada e igual a la medida para el estándar. Finalmente la muestra es inyectada en la columna.

## 5.2. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

La preparación del equipo tiene que ver con el comportamiento de la línea base y los tiempos dentro de la tabla de calibración para el método que se desea correr, se verifican dichas condiciones, para esto es necesario que semanalmente se pase el gas de referencia AGA (CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>), con el propósito de calibrar los tiempos de retención en la tabla de calibración del método citado.

|                                                                                                         |                                                                                   |                                                                               |                                 |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| <br>CONSTRUIMOS FUTURO |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>           | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |                         |
|                                                                                                         |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</b><br><b>CROMATOGRAFÍA DE GAS NATURAL</b> | REVISIÓN: 00                    | PTE007<br>PÁGINA 4 DE 5 |

## 6. DESARROLLO

Se enciende el equipo y se asigna el método bajo el cual va a correr el equipo, se verifica el estado de encendido del detector FID (*back detector*), el cual se realiza luego que el detector alcance los 200°C y tenga los gases consumibles en condiciones de presión adecuados, el TCD (*front detector*) no presenta dificultad para encender.

Se identifica la muestra debidamente en el software y se activan los puertos de inyección, puede ser automático o manual.

Diariamente se debe realizar una corrida de blanco si el equipo viene de un estado de *Stand by*, si viene de un estado de apagado es necesario realizar 2 corridas de blanco para poder iniciar con la corrida de una muestra. Se conecta a la línea de inyección la muestra de gas, se conecta la línea de descarga de la inyección a la bomba de vacío y se realiza vacío hasta obtener como mínimo en el vacuómetro la lectura de presión atmosférica en el momento para el sitio (aproximadamente 12.9 a 13.01) pero en vacío -13.00 psi.

Se da la orden de inicio en el software y se procede a realizar la inyección en el botón *Start* del panel frontal del equipo. Los parámetros de trabajo se definen de la siguiente manera:

- ✓ Fijar las condiciones de temperatura del muestreo.
- ✓ Establecer el método que se utilizara para la corrida de la muestra.
- ✓ Identificar la muestra en el software del equipo y los puertos de inyección.

**Separación.** En la columna se lleva a cabo la separación de los diferentes compuestos.

**Cuantificación.** El proceso de cuantificación es facilitado hoy en día por el software especializado con que opera el cromatógrafo.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |  |                                                |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>           |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ENSAYO</div> <div>CROMATOGRAFÍA DE GAS NATURAL</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PTE007</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |  | <div>PÁGINA 5 DE 5</div>                       |                   |

- ✓ Preferiblemente para obtener datos del comportamiento del equipo es necesario llevar un registro de los detectores frente al gas de referencia.
- ✓ Con el objeto de obtener un resultado con alto grado de confiabilidad es necesario correr la misma muestra en dos momentos diferentes con una distancia temporal no mayor a 1 día, y bajo condiciones externas similares.

## 7. REGISTROS

No aplica.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DE OPERACIÓN<br/>DE EQUIPOS.</b>   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-00</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PÁGINA 1 DE 5</b>                                          |  |                                     |               |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 5.**

## **PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS**

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                  |  |                                 |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>                              |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICOS DE OPERACIÓN</b><br><b>MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HC'S</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTO-01</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                  |  | <b>PÁGINA 1 DE 5</b>            |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                   | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                 | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>  | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>   | <b>2</b>    |
| <b>5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO</b> | <b>2</b>    |
| <b>5.2 CALIBRACIÓN</b>            | <b>3</b>    |
| <b>5.3 CUIDADOS ESPECIALES</b>    | <b>3</b>    |
| <b>6. OPERACIÓN DEL EQUIPO</b>    | <b>4</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>               | <b>5</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>            | <b>5</b>    |

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                       |  |                                     |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                              |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICOS DE OPERACIÓN</div> <div>MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HC'S</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTO-01</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                       |  | <div>PÁGINA 2 DE 5</div>            |                   |

## 1. OBJETIVO

Establecer las condiciones necesarias para la correcta operación del medidor digital de punto de rocío para hidrocarburos.

## 2. ALCANCE

Operar correctamente el medidor digital de punto de rocío para hidrocarburos; aplica al personal de laboratorio de gas que lo manipule.

## 3. GLOSARIO

**Punto de rocío de hidrocarburo:** Para una mezcla gaseosas, es la temperatura a la cual aparece la primera gota de hidrocarburo causado por un descenso en la temperatura el cual ocurre a presión constante.

## 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- ✓ Listado de manuales de operación del medidor digital de punto de rocío para hidrocarburos.
- ✓ PTE-03

## 5. CONDICIONES GENERALES

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Su principal función es determinar la temperatura a la cual se condensa la primera gota de hidrocarburo contenido en una muestra de gas; y operara bajo el principio del espejo enfriado, que funciona haciendo pasar el gas a evaluar por un compartimiento en donde se encuentra un espejo que es enfriado por un refrigerante, que al recibir las moléculas de vapor de hidrocarburo condensado se tornará de un color oscuro a demás de opaco.

|                                                                                                                                                       |                                                                                            |  |                                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                              |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                       | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICOS DE OPERACIÓN<br/>MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HC'S</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-01</b> |
|                                                                                                                                                       |                                                                                            |  | <b>PÁGINA 3 DE 5</b>                |               |

## 5.2 CALIBRACIÓN

La calibración del equipo no es posible o necesaria, se recomienda que la unidad deba ser regresada a la fábrica si se desea calibrar el sensor de temperatura electrónico (RTD) y la electrónica del aparato.

## 5.3 CUIDADOS ESPECIALES

- ✓ No exceda la presión nominal del instrumento que es de 3000 psi (20,7 MPa) de 40 °F a 120 ° F (4 ° C a 48° C) ambiente.
- ✓ Verifique la batería del instrumento se encuentre cargada (debe ser recargada si la pantalla LED queda en blanco).
- ✓ Si hay vapores de glicol presentes configure el equipo con el respectivo filtro primero se desconecta el tubo de muestra del acople del filtro de glicol, se abre el alojador del filtro y se remueve el viejo cartucho filtrante, y se reemplaza con uno nuevo. Asegúrese de quitar el anillo del filtro viejo y reemplazarlo en el filtro nuevo. Vuelva a ensamblar el alojador del filtro y conéctelo nuevamente a la entrada del tubo de muestra.
- ✓ Ventilar el gas de la muestra a un área segura para prevenir la posibilidad de crear una atmósfera explosiva en un área cerrada.
- ✓ Revisar las conexiones para que no se presentes fugas y utilizar los respectivos elementos de seguridad (bata, guantes, botas y gafas).
- ✓ Verificar que punto decimal al lado derecho de la pantalla no esté intermitente; de lo contrario indicara que la unidad esta en el modo pausa o bloqueada. En este modo la temperatura mostrada está congelada y no cambiara hasta que el operador presione el botón hold. Presionar el botón hold en cualquier momento para entrar o salir de este modo.

|                                                                                                                                                        |                                                                                   |                                                                                            |  |                                     |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                              |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                        |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICOS DE OPERACIÓN<br/>MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HC'S</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-01</b> |
|                                                                                                                                                        |                                                                                   |                                                                                            |  | <b>PÁGINA 4 DE 5</b>                |               |

## 6. OPERACIÓN DEL EQUIPO

### Responsable: Personal técnico del laboratorio

- Conecte el tubo de muestra con la fuente de gas a la válvula de entrada de muestra del instrumento.
- Abra completamente la válvula de entrada de muestra.
- Abra parcialmente la válvula de salida de muestra solo lo suficiente para permitir flujo a través del instrumento y no lo suficiente como para provocar una caída de presión en la muestra.
- Permita el flujo a través del instrumento por el suficiente tiempo para que se establezca el equilibrio, aprox 5 a 10 min.
- Conecte el tubo de refrigerante del cilindro a la válvula de entrada al dispositivo del enfriador.
- Lentamente abra la válvula del refrigerante para que fluya a través del enfriador; una vez la temperatura comience a descender, cierre la válvula del refrigerante.
- Lentamente abra y cierre la válvula del refrigerante para que lentamente la temperatura del gas de muestra disminuya.
- Observe el espejo y la temperatura en el display simultáneamente notando la temperatura a la cual aparece la primera mancha de humedad en el centro el espejo.
- Permita que el espejo se caliente un poco notando la temperatura a la cual desaparece el punto de humedad del espejo.
- Repetir los pasos g y h hasta que la diferencia de temperaturas observadas sea menor a 2°F.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |  |                                         |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</div>                              |  | <div>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICOS DE OPERACIÓN<br/>MEDIDOR DIGITAL DE PUNTO DE ROCÍO PARA HC'S</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                 | <div>PTO-01</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |  | <div>PÁGINA 5 DE 5</div>                |                   |

## 7. REGISTROS

No aplica

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica

### Control de cambios

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                 |                                                                            |  |                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>              |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 | <b>PTO MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO PARA<br/>APLICACIÓN EN EL LABORATORIO</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-02</b> |
|                                                                                                                 |                                                                            |  | <b>PÁGINA 1 DE 4</b>                |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                   | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                 | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>  | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>   | <b>2</b>    |
| <b>5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO</b> | <b>2</b>    |
| <b>5.2 CALIBRACIÓN</b>            | <b>3</b>    |
| <b>5.3 CUIDADOS ESPECIALES</b>    | <b>3</b>    |
| <b>6. OPERACIÓN DEL EQUIPO</b>    | <b>3</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>               | <b>4</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>            | <b>4</b>    |

|                                                                                                                |                                                                                  |  |                                 |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b>              |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                | <b>PTO MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO PARA</b><br><b>APLICACIÓN EN EL LABORATORIO</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>PTO-02</b> |
|                                                                                                                |                                                                                  |  | <b>PÁGINA 2 DE 4</b>            |               |

## 1. OBJETIVO

Instaurar las condiciones necesarias para la correcta operación del medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio.

## 2. ALCANCE

Manipular correctamente el medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio; aplica al personal de laboratorio de gas que lo manipule.

## 3. GLOSARIO

**Punto de rocío:** Para una mezcla gaseosas, es la temperatura a la cual aparece la primera gota agua causado por un descenso en la temperatura el cual ocurre a presión constante.

## 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- ✓ Listado de manuales de operación del medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio.
- ✓ PTE-02

## 5. CONDICIONES GENERALES

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El medidor de punto de rocío para laboratorio es un equipo estático cuya principal función es analizar la temperatura a la cual se forma la primera gota de líquido en una muestra de gas, para determinar el punto de rocío y funciona bajo el principio del espejo enfriado; haciendo pasar el gas a evaluar por un compartimiento en donde se encuentra un espejo que es enfriado por un refrigerante, este espejo al recibir las moléculas de vapor de agua condensada se torna opaco.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                            |  |                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>   |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PTO MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO PARA APLICACIÓN EN EL LABORATORIO</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTO-02 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                            |  | PÁGINA 3 DE 4                       |        |

## 5.2 CALIBRACIÓN

La calibración del equipo no es posible o necesaria, excepto por el por el termómetro que puede ser removido y revisado en beneficio de la exactitud por cualquier servicio de calibración acreditado para hacerlo.

## 5.3 CUIDADOS ESPECIALES

- ✓ No exceda la presión nominal del instrumento que es de 3000 psi (20,7 MPa) de 40 °F a 120 ° F (4 ° C a 48° C) ambiente.
- ✓ Si hay vapores de glicol presentes configure el equipo con el respectivo filtro primero se desconecta el tubo de muestra del acople del filtro de glicol, se abre el alojador del filtro y se remueve el viejo cartucho filtrante, y se reemplaza con uno nuevo. Asegúrese de quitar el anillo del filtro viejo y reemplazarlo en el filtro nuevo. Vuelva a ensamblar el alojador del filtro y conéctelo nuevamente a la entrada del tubo de muestra.
- ✓ Ventilar el gas de la muestra a un área segura para prevenir la posibilidad de crear una atmósfera explosiva en un área cerrada.
- ✓ Revisar las conexiones para que no se presentes fugas y utilizar los respectivos elementos de seguridad (bata, guantes, botas y gafas).

## 6. OPERACIÓN DEL EQUIPO

### Responsable: Personal técnico del laboratorio

- a. Conecte el tubo de muestra con la fuente de gas a la válvula de entrada de muestra del instrumento.
- b. Abra completamente la válvula de entrada de muestra.
- c. Abra parcialmente la válvula de salida de muestra solo lo suficiente para permitir flujo a través del instrumento y no lo suficiente como para provocar una caída de presión en la muestra.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                            |  |                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>   |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PTO MEDIDOR DE PUNTO DE ROCÍO PARA APLICACIÓN EN EL LABORATORIO</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTO-02 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                            |  | PÁGINA 4 DE 4                       |        |

- d. Permita el flujo a través del instrumento por el suficiente tiempo para que se establezca el equilibrio, aprox 5 a 10 min.
- e. Conecte el tubo de refrigerante del cilindro a la válvula de entrada al dispositivo del enfriador.
- f. Lentamente abra la válvula del refrigerante para que fluya a través del enfriador; una vez la temperatura comience a descender, cierre la válvula del refrigerante.
- g. Lentamente abra y cierre la válvula del refrigerante para que lentamente la temperatura del gas de muestra disminuya.
- h. Observe el espejo y la temperatura en el termómetro simultáneamente notando la temperatura a la cual aparece la primera mancha de humedad en el centro el espejo.
- i. Permita que el espejo se caliente un poco notando la temperatura a la cual desaparece el punto de humedad del espejo.
- j. Repetir los pasos g y h hasta que la diferencia de temperaturas observadas sea menor a 2°F.

## 7. REGISTROS

No aplica

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                  |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>    |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN<br/>CALORÍMETRO DE GAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-03</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                  |  | <b>PÁGINA 1 DE 7</b>                |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                   | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                 | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>  | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>   | <b>2</b>    |
| <b>5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO</b> | <b>2</b>    |
| <b>5.2 CALIBRACIÓN</b>            | <b>3</b>    |
| <b>5.3 CUIDADOS ESPECIALES</b>    | <b>4</b>    |
| <b>6. OPERACIÓN DEL EQUIPO</b>    | <b>5</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>               | <b>7</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>            | <b>7</b>    |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                             |  |                                                |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>    |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>CALORÍMETRO DE GAS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PTO-03</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                             |  | <div>PÁGINA 2 DE 7</div>                       |                   |

## 1. OBJETIVO

Establecer las condiciones necesarias para la correcta operación del calorímetro de gas Boys P5615.

## 2. ALCANCE

Operar correctamente el calorímetro de gas Boys P5615; aplica al personal de laboratorio de gas que lo manipule.

## 3. GLOSARIO

**Calorímetro:** Es un dispositivo capaz de determinar el valor calórico de una serie de combustibles gaseosos.

**Poder calorífico:** Es la energía liberada cuando se quema un volumen estándar de gas y se expresa en Btu / pie<sup>3</sup> o Julios / m<sup>3</sup>.

## 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- ✓ Listado de manuales de operación del medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio y el PTE-04.

## 5. CONDICIONES GENERALES

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El calorímetro de gas de Boys P5615 es un dispositivo que permite de una forma simple y precisa determinar los valores caloríficos un amplio espectro de combustibles gaseosos actualmente en uso; cuyo principio consiste en quemar un combustible en una cámara la cual está en contacto con otra en la que circula agua y se mide la diferencia de temperatura entre el agua de entrada y salida lo que permite determinar el calor agregado al agua por el combustible.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                             |  |                                     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>    |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>CALORÍMETRO DE GAS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTO-03</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                             |  | <div>PÁGINA 3 DE 7</div>            |                   |

## 5.2 CALIBRACIÓN

**Responsable:** Personal técnico del laboratorio o técnicos externos calificados.

La calibración tiene que ver principalmente con el gasómetro tipo Hyde o medidor de gas tipo húmedo, y es controlar la cantidad de gas que pasa por cada vuelta que está determinada por la altura del agua en el interior de su revestimiento que se puede apreciar en el visor que trae en un costado.

Procedimiento:

- Se presuriza el gasómetro es y revisado para fugas.
- Llenar el medidor con agua hasta que el nivel que es aproximadamente la mitad del camino hasta la mirilla y se deja a igualar.
- Nivelar el medidor usando los pies ajustables en conjunto con el nivel de burbuja y conectándolo a un titulador experimental volumétrico estándar.
- Ajustar la tasa de flujo de salida del titulador a la de flujo normal para el modelo de medidor que se está calibrado.
- A continuación un volumen determinado de aire pasa a través del medidor a la tasa normal de flujo, se registra la lectura de inicio y de parada del dial.
- Si la lectura del dial no corresponde con el volumen de aire circulado, se adiciona o se extrae agua del medidor hasta que la lectura corresponda exactamente con el volumen de aire que ha circulado.
- Una vez que se establece el nivel y se corrobora que el punto indicador en el visor está fijado par que corresponda con ese nivel. El medido ahora esta calibrado

|                                                                                                                                                                                     |                                                                             |  |                                                |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIR EL FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>    |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>CALORÍMETRO DE GAS</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PTO-03</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                             |  | <div>PÁGINA 4 DE 7</div>                       |                   |

### 5.3 CUIDADOS ESPECIALES

- ✓ El tiempo de prueba no debe exceder de 4 minutos, además el gas suministrado debe ser de una fuente de baja presión, para gas embotellado, una válvula de reducción de presión debe ser incorporada en el sistema. La presión máxima que puede ser aplicada al medidor de gas es de 0.7PSI el medidor de gas tipo Hyde será seriamente dañado si es expuesto a presiones en el gas por encima de 0.7PSI.
- ✓ Se debe asegurar que haya un leve flujo continuo de drenaje del embudo aéreo durante toda la prueba que no haya cámaras de aire desde la manguera del agua de abastecimiento que pasa por embudo aéreo hasta la entrada de agua del calorímetro Allí hay una tendencia para formar cámaras de aire cuando se pone en marcha. Es aconsejable apretar la manguera cerca a la entrada del calorímetro por unos segundos.
- ✓ Cualquier ajuste hecho al aparato debería ser llevado a cabo antes de empezar la prueba, y el aparato debería dejarse 45 minutos para permitir que las condiciones se estabilicen. Sin embargo si los ajustes son hechos después de los primeros 45 minutos el tiempo de estabilización que haya transcurrido, después de un período de 10 a 15 minutos será suficiente.
- ✓ Las fugas de las válvulas y las juntas deben ser investigadas y rectificadas lo antes posible además se debe evitar la liberación de peligrosos líquidos calientes por ejemplo, abriendo mal las válvulas.
- ✓ Evite el contacto con superficies calientes, puede resultar en quemaduras graves. Si es necesario use guantes de protección y los demás respectivos elementos de seguridad (bata, guantes, botas y gafas).
- ✓ Asegurar que los gases sin quemar no se les permitan escapar, ya que pueden formar mezclas tóxicas o explosivas y que el laboratorio tenga la ventilación suficiente para eliminar todos los productos de escape y proporcionar suficiente aire para la combustión correcta del gas.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                             |  |                                                |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>    |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>CALORÍMETRO DE GAS</div> |  | REVISIÓN: 00                                   | PTO-03 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                             |  | PÁGINA 5 DE 7                                  |        |

## 6. OPERACIÓN DEL EQUIPO

### Responsable: Personal técnico del laboratorio

- Coloque el recipiente limpiador inmediatamente detrás del calorímetro y lleno hasta la mitad con agua, agregue un terrón de soda caustica (la cantidad precisa no es critica). Esto crea una solución alcalina requerida para limpiar el serpentín del calorímetro.
- Conecte una manguera desde la fuente de agua de refrigeración (grifo, etc.) a cualquiera de las dos conexiones en el embudo aéreo.
- Coloque el recipiente colector de vidrio de 3000ml en el lavamanos cerca del calorímetro.
- Llene el medidor de gas con agua hasta que el punto en el visor esté justo por debajo del nivel de agua.
- Conecte una manguera en la conexión de entrada de la válvula reductora de presión y conecte el otro extremo a la válvula de suministro de gas.
- Remueva el conjunto calorímetro-serpentín del alojador del calorímetro alzando verticalmente y colóquelos en el baño alcalino.
- Seleccione el quemador apropiado y asegúrelo en posición en la rosca principal en la base del calorímetro.
- Acondicione en el circuito, atrás de la válvula reductora de presión de tal forma que no haya flujo de gas a través de la válvula. Abra la válvula de suministro (fuente) y permita que la línea comience a cargarse de gas.
- Lentamente regule el flujo de gas a través de la válvula reductora de presión hasta la presión requerida. Se debe confirmar con un manómetro.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                             |                                     |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>    | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>CALORÍMETRO DE GAS</div> | <div>REVISIÓN: 00</div>             | <div>PTO-03</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                             | <div>PÁGINA 6 DE 7</div>            |                   |

- j. Lentamente abra la válvula de control de gas (cuadrante) y permita el paso de gas hasta el medidor dejándolo libre de aire. Entonces encienda el quemador y ajuste la tasa de gas a aprox. 135 litros/hora o sea una revolución del puntero del medidor en cerca de 66 segundos. Ajuste el nivel de agua en el medidor de gas (mientras esté en marcha) abriendo llave de purga en el fondo del visor, suspender apenas el punto toque la superficie del agua.
- l. Adapte los dos termómetros en los dispositivos tipo te en la entrada y salida de agua en el calorímetro usando los tapones perforados suministrados.
- m. Acomode el termómetro de escape en el soporte en la parte superior del calorímetro, use los anillos suministrados para asegurar el termómetro en las barras de metal.
- n. Lentamente abra la fuente de agua para el embudo aéreo permitiendo un pequeño drenado al lavamanos por la manguera de desborde.
- o. Cuando el operador esté satisfecho con el flujo estabilizado para el calorímetro, cuidadosamente remueva el serpentín del calorímetro del baño alcalino y permita que este se seque en el mesón por algunos minutos.
- p. Cuidadosamente coloque el serpentín sobre el alojador del calorímetro y ensámblelo lentamente sobre la llama del quemador en la posición correcta dentro del alojamiento del calorímetro, sin extinguir la llama.
- q. Cuidadosamente vierta agua a través de uno de los huecos exteriores en la cubierta de madera hasta que pueda observar la llegada del chorro en el tubo de drenaje de condensado. Deje desbordar y cuando no salga mas coloque el recipiente de 50ml por debajo de la salida de condensado.
- r. Deje 45 minutos para estabilizar el aparato antes de seguir con la prueba.

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                  |  |                                     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>    |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN<br/>CALORÍMETRO DE GAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-03</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                                  |  | <b>PÁGINA 7 DE 7</b>                |               |

## 7. REGISTROS

No aplica.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                 |  |                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                   |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                 |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN<br/>MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-04</b> |
|                                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                 |  | <b>PÁGINA 1 DE 7</b>                |               |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                   | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>                | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>                 | <b>2</b>    |
| <b>3. GLOSARIO</b>                | <b>2</b>    |
| <b>4. REFERENCIAS NORMATIVAS</b>  | <b>2</b>    |
| <b>5. CONDICIONES GENERALES</b>   | <b>2</b>    |
| <b>5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO</b> | <b>2</b>    |
| <b>5.2 CALIBRACIÓN</b>            | <b>3</b>    |
| <b>5.3 CUIDADOS ESPECIALES</b>    | <b>4</b>    |
| <b>6. OPERACIÓN DEL EQUIPO</b>    | <b>5</b>    |
| <b>7. REGISTROS</b>               | <b>7</b>    |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>            | <b>7</b>    |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                            |  |                                                |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                   |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD PM880</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PTO-04</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                            |  | <div>PÁGINA 2 DE 7</div>                       |                   |

## 1. OBJETIVO

Dar las pautas necesarias para la correcta operación del medidor portátil de humedad PM880.

## 2. ALCANCE

Utilizar de una manera adecuada el medidor portátil de humedad PM880; aplica al personal del laboratorio de gas que lo manipule.

## 3. GLOSARIO

**Higrómetro o Psicrómetro:** Dispositivo capaz de medir la humedad.

**NIST:**

**GE:** General Electric.

## 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- ✓ Manual de operación medidor portátil de humedad PM880.

## 5. CONDICIONES GENERALES

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El higrómetro PM880 es un completo sistema portátil capaz de determinar el punto de rocío de una manera rápida fácil y practica, junto con el contenido de agua ya sea en ppm o en lb/MMSCF de una corriente de gas. Utiliza sondas de humedad de oxido de aluminio que son monitoreadas por el sistema patentado de GE Sensing hygrometers el cual emplea una serie de correlaciones para calcular el punto de rocío in situ.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                            |  |                                     |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                   |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                    | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD PM880</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTO-04 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                            |  | PÁGINA 3 DE 7                       |        |

## 5.2 CALIBRACIÓN

Básicamente la calibración del equipo hace referencia a la configuración propia de la sonda de humedad; la cual debe ser enviada a la fábrica para ser re calibrada una vez al año para maximizar su precisión pero bajo condiciones de uso más severas debe ser enviada para re calibración más frecuentemente. Los sensores de humedad GE son calibrados computacionalmente bajo condiciones establecidas por el NIST. Dependiendo del tipo de sonda se proceda a la calibración:

- ✓ Si es de tipo MIS tanto la sonda como el PM880 deben ser enviados a la fábrica donde se calibra la sonda y se le ingresa los datos al PM880.
- ✓ Si son del tipo M o TF solo se envía la sonda de regreso a la fábrica y se sigue el siguiente procedimiento para ingresar los datos de calibración al PM880.
  - a. Asegúrese de tener la hoja de datos de calibración suministrados con la sonda que no son más que una lista de puntos junto con el serial de esta.
  - b. Introduzca la ID de la sonda: Si la opción no está activa, presione [MENU], use la tecla de flecha para ir a Program y pulse [ENTER], con la tecla de flecha vaya a Calibrate y pulse [ENTER], use las teclas de flecha para ir a la pestaña Probe ID y oprima [ENTER].
  - c. Con las teclas de flecha vaya hasta S / N y pulse [ENTER], ingresar el número de serie de la hoja de datos de calibración y presione [ENTER]. En el número de serie también se describe el tipo de tuerca de la sonda de humedad, utilice las teclas de flecha para desplazarse hasta el sufijo deseado y pulse [ENTER], y pulse [F3] (Aceptar) para salir.
  - d. Siga la ruta Menú, Program, Calibrate y pulse [ENTER]; si es necesario, use la tecla de flecha para desplazarse a Hygro y oprima [ENTER].
  - e. Pulse [▼] para mover el puntero al cuadro 00/MH en el tabla de calibración, pulse [ENTER] para cambiar el valor, utilice las teclas numéricas para entrar el valor deseado de MH o FH, y pulse [ENTER].

|                                                                                                                                                        |                                                                                   |                                                                                 |  |                                     |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                   |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                        |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN<br/>MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-04</b> |
|                                                                                                                                                        |                                                                                   |                                                                                 |  | <b>PÁGINA 4 DE 7</b>                |               |

- f. Presione [►] para ir al siguiente cuadro de texto, y pulse Enter, use las teclas numéricas para entrar la lectura correspondiente de punto de rocío y pulse Enter, use las teclas de flecha para ir a otros puntos de datos, repita los pasos anteriores hasta ingresar los valores de cada punto de datos.

Nota: Para insertar un nuevo punto de datos, pulse la tecla [F1] (Insertar). Para eliminar un punto de datos, pulse [F2] (Eliminar).

- g. Cuando se ha terminado de entrar los valores, pulse la tecla [F3] (EXIT).
- h. Si la sonda tiene un transductor de presión, continúe con el paso h de lo contrario, pulse la tecla [F3] (Aceptar).
- i. Siga la ruta Menú, Program, Calibrate Pressure y pulse [ENTER]; el valor de mV correspondiente puede ser en psig (Inglés) o en kPa (métricas).
- j. Pulse [▼] para mover el puntero a la casilla Zero / mV, (Zero / FP) en la tabla, pulse [ENTER] para cambiar el valor con las teclas numéricas y pulse [ENTER], las unidades de presión aparecen resaltadas en el cuadro adjunto; ingresar el correspondiente valor de presión y pulse [ENTER].
- k. El cuadro span mV se pone de relieve, repita el paso j para ingresar los valores correspondientes, cuando se ha terminado de entrar los valores, pulse la tecla [F3] (Salir), pulse [F3] (Aceptar).

### 5.3 CUIDADOS ESPECIALES

- ✓ La realización de una prueba de fugas: Es importante eliminar todas las fugas por razones de seguridad y para evitar que las mediciones se vean afectados o contaminadas por el medio ambiente, se recomienda el uso del detector de fugas o una solución jabonosa para verificar todas las conexiones, válvulas y accesorios están bien apretados y sin fugas. Apretar cualquier accesorio cuando se detecta una fuga.
- ✓ Para asegurar la máxima vida de la batería no la almacene o exponga a temperaturas que excedan los 95°F por largos periodos.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |  |                                                |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|-------------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                   |  | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                   |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD PM880</div> |  | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>PTO-04</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |  | <div>PÁGINA 5 DE 7</div>                       |                   |

- ✓ No exponga los cables de la sonda de humedad a temperaturas por encima de 149°F o por debajo de -58°F y protéjalos de excesivos esfuerzos físicos.
- ✓ La longitud máxima de los cables de la sonda de humedad MIS, M y TF es de 3000 ft y 2000 ft respectivamente.
- ✓ La sonda de humedad no se debe exponer a temperatura fuera del rango especificado de -166°F a 158°F; así como a presiones por encima de 3000 psig que también es la máxima que soporta el sistema de muestreo.
- ✓ Evite todos los materiales corrosivos o que pueden afectar al aluminio u oxido de aluminio incluyendo ácidos bases y aminas primarias.
- ✓ Asegúrese de usar un filtro limpio en el sistema de muestreo en cada prueba si es necesario cámbielo.
- ✓ Asegúrese de realizar la limpieza a la sonda de humedad después de realizada la prueba si detecta algún tipo de contaminación siguiendo el procedimiento de mantenimiento establecido en la hoja de vida del equipo.
- ✓ Permita el suficiente tiempo para que el sistema de muestreo alcance el equilibrio y la lectura de humedad sea estable, si no se estabiliza la lectura puede ser un indicador de una fuga presente.

## 6. OPERACIÓN DEL EQUIPO

### Responsable: Personal técnico del laboratorio

- a. Encienda el PM880, para empezar a tomar mediciones se debe llamar a un archivo de sitio el cual contiene los datos necesarios para realizar la medición deseada. Ingresando al archivo de sitio: Siga la ruta Menú, Site, Site Manager y pulse [ENTER], use la tecla de flecha para desplazarse hasta el lugar deseado y pulse [MENU], trasládese a un archivo y pulse [ENTER], y en abrir pulse [ENTER], el PM880 le pide que lo confirme, pulse la tecla [F3] (Sí), pulse [F3] (Salir), presione [MENU]. El PM880 muestra el archivo de sitio seleccionado en la parte superior izquierda de la pantalla.

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |  |                                     |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div>                   |  | <div>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</div> |        |
|                                                                                                                                                                                     | <div>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN</div> <div>MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD PM880</div> |  | REVISIÓN: 00                        | PTO-04 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |  | PÁGINA 6 DE 7                       |        |

- b. Seleccione los tipos de medición que realizara (contenido de humedad presión o temperatura...) Siga la ruta Menú, Site y pulse [ENTER], use las teclas de cursor para mover al número deseado de ventanas de medición; pulse [INTRO] en la selección.
- c. Seleccione el tipo de unidades en que desea trabajar: Pulse [SEL] o las teclas de dirección para mover el puntero a la ventana que desea cambiar y pulse [ENTER], con las teclas de flecha vaya a la medición y oprima [ENTER], la columna de la izquierda muestra los cinco tipos de mediciones y la derecha muestra las unidades de medición; con las teclas de flecha vaya hasta el tipo de medición deseado y pulse [SEL], use las teclas de dirección para seleccionar la unidad de medida; presione [F3] (No Unit) para mostrar una medición sin unidades. Pulse [F3] (Aceptar); repita esta sección para mostrar otras mediciones.
- d. Instale la sonda de humeada en el sistema de muestreo.
- e. Conecte el sistema de muestreo a la línea de gas fuente.
- f. Conecte la sonda al higrómetro PM880.
- g. Abra la válvula de la línea de gas, abra ligeramente la válvula de entrada del sistema de muestreo permitiendo la purga del sistema.
- h. Muy lentamente abra la válvula de entrada del sistema de muestreo para alcanzar la presión de la línea de gas.
- i. Comience a cerrar las válvulas de salida tanto del gas como del filtro coalescente hasta que estén muy cerca de cerrarse por completo y ajustándolas hasta sentir una leve presión en la yema de sus dedos. Abra la válvula de entrada completamente. Asegure que el flujo en las salidas del sistema de muestreo es el mismo que en el del paso c. para evitar daños físicos en la sonda no la someta a un flujo excesivo.

|                                                                                                                                                        |                                                                                   |                                                                                 |  |                                     |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                   |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |               |
|                                                                                                                                                        |                                                                                   | <b>PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE OPERACIÓN<br/>MEDIDOR PORTÁTIL DE HUMEDAD PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>PTO-04</b> |
|                                                                                                                                                        |                                                                                   |                                                                                 |  | <b>PÁGINA 7 DE 7</b>                |               |

- j. Encienda el PM880 y registre el punto de rocío, la presión y la temperatura, guarde el archivo siga la ruta menú site sabe now y presione enter aparece una indicación para guardar en este sitio presione F3 (si); también es conveniente guardar una foto de la pantalla (Snapshot), se activa la función en la siguiente ruta menú Meter Snapshot, una vez activa basta presionar el punto decimal dos veces. Cuando tenga la información deseada guardada apague el equipo.
- k. Una vez terminada la prueba cierre la válvula de salida del sistema de muestreo y lentamente abra la válvula del filtro coalescente con varias vueltas para sacar de un soplo cualquier contaminante en el filtro, la válvula o el tubo de venteo. Lentamente cierre la válvula de entrada y permita que el sistema de muestreo se despresurice a una tasa aprox de 10 psig por segundo. Luego cierre la válvula de la línea de gas y abra ligeramente la válvula de entrada para aliviar la presión entre la válvula de la línea de gas la válvula de entrada del sistema de muestreo; cierre todas las válvulas del sistema de muestreo.
- l. Retirar el sistema de muestreo del proceso y luego la manguera trenzada.

## 7. REGISTROS

No aplica.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  |                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> |  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                |                                                                                   | <b>FORMATOS DE TRABAJO</b>                                    |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                |                                                                                   |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 3</b>                |             |

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NTC ISO/IEC 17025**

### **CAPITULO 6.**

### **FORMATOS DE TRABAJO.**

|                                                                                                                                                                                     |                                                                          |                                                |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                 |
|                                                                                                                                                                                     | <div>FORMATOS DE TRABAJO</div>                                           | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>M002</div> |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                          | <div>PÁGINA 2 DE 3</div>                       |                 |

|        |                                                    |
|--------|----------------------------------------------------|
| FT001  | Acta de Trabajo.                                   |
| FT002  | Control de calidad y recibo de muestras.           |
| FT003. | Medición del punto de rocío.                       |
| FT004  | Medición del punto de rocío de hidrocarburos.      |
| FT005. | Medición del poder calorífico.                     |
| FT006. | Muestreo en superficie [separador].                |
| FT007  | Medición del contenido de humedad con el PM880     |
| FT008. | Elaboración documento del SGC.                     |
| FT009. | Informe de resultados.                             |
| FT010. | Orden prestación de servicios.                     |
| FT011. | Informe de no conformidad.                         |
| FT012. | Plan de auditoría interna.                         |
| FT013. | Hoja especificación de equipos.                    |
| FT014  | Control calibración de equipos                     |
| FT015  | Daño o accidente de equipos.                       |
| FT016  | Listado maestro de documentos internos.            |
| FT017  | Notificación emisión o modificación de documentos. |
| FT018  | Control de registros.                              |
| FT019  | Programa auditoría interna.                        |
| FT020. | Programa revisión por la escuela                   |
| FT021  | Calificación del personal.                         |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                          |                                                |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | <div>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</div> <div>LABORATORIO DE GAS</div> | <div>MANUAL DE</div> <div>PROCEDIMIENTOS</div> |                 |
|                                                                                                                                                                                    | <div>FORMATOS DE TRABAJO</div>                                           | <div>REVISIÓN: 00</div>                        | <div>M002</div> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                          | <div>PÁGINA 3 DE 3</div>                       |                 |

|       |                                         |
|-------|-----------------------------------------|
| FT022 | inspección trabajo de laboratorio.      |
| FT023 | Selección proveedores.                  |
| FT024 | Solicitud de compra.                    |
| FT025 | sugerencias.                            |
| FT026 | Control acceso al laboratorio.          |
| FT027 | Revisión por la dirección.              |
| FT028 | Informe auditoría interna               |
| FT029 | Listado maestro documentos externos.    |
| FT030 | Listado productos y servicios críticos. |
| FT031 | Registro modificaciones.                |
| FT032 | Informe de acción.                      |
| M002  | ANEXOS.                                 |

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |





|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>CONTROL DE CALIDAD Y RECIBO DE<br/>MUESTRAS</b>            |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT002</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>Página 2 de 2</b>                |              |

| RELACIÓN DE CILINDROS |                 |                     |                   |                      |                   |
|-----------------------|-----------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| No Cilindro           | Tipo de Muestra | Presión de Muestreo | Temp. de Muestreo | Temperatura Ambiente | Punto de Muestreo |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |
|                       |                 |                     |                   |                      |                   |

| OBSERVACIONES: |
|----------------|
|                |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Funcionario que<br/>Recibe:</b> |  |
|------------------------------------|--|

|                                                                                                                |                                        |  |                                 |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|---------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>LABORATORIO DE GAS</b>              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FT003</b> |
|                                                                                                                | <b>MEDICIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO</b>     |  | <b>Página 1 de 1</b>            |              |

| LABORATORIO DE GAS              |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Fecha:    /    /                | Identificación del informe: |
| Dirección del laboratorio:      |                             |
| Nombre y dirección del cliente: |                             |
| Descripción de la muestra:      |                             |
| Revisa:                         |                             |
| Aprueba:                        |                             |

| DATOS SUMINISTRADOS             |  |
|---------------------------------|--|
| Temperatura de Laboratorio [°F] |  |
| Presión de laboratorio [Psia]   |  |
| Presión de la muestra [Psia]    |  |

| DATOS DE LA PRUEBA                                                            |                              |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--|
| Presión del medidor de punto de rocío para aplicación en el laboratorio[Psia] |                              |  |
| Temperaturas de punto de rocío observadas [°F]                                |                              |  |
|                                                                               |                              |  |
|                                                                               |                              |  |
| Temperatura punto de rocío [°F]                                               | Contenido de Humedad [MMSCF] |  |
|                                                                               |                              |  |

| OBSERVACIONES:                           |
|------------------------------------------|
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>MEDICIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO DE<br/>HIDROCARBUROS</b>       |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT004</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>Página 1 de 1</b>                |              |

| LABORATORIO DE GAS              |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Fecha:    /    /                | Identificación del informe: |
| Dirección del laboratorio:      |                             |
| Nombre y dirección del cliente: |                             |
| Descripción de la muestra:      |                             |
| Revisa:                         |                             |
| Aprueba:                        |                             |

| DATOS SUMINISTRADOS             |  |
|---------------------------------|--|
| Temperatura de Laboratorio [°F] |  |
| Presión de laboratorio [Psia]   |  |
| Presión de la muestra [Psia]    |  |

| DATOS DE LA PRUEBA                                            |  |  |
|---------------------------------------------------------------|--|--|
| Presión del Medidor de punto de rocío de hidrocarburos [Psia] |  |  |
| Temperaturas punto de rocío de hidrocarburos observadas [°F]  |  |  |
|                                                               |  |  |
|                                                               |  |  |
| <b>Temperatura de punto de rocío de hidrocarburos [°F]</b>    |  |  |

| OBSERVACIONES:                           |
|------------------------------------------|
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |

|                                                                                                                |                                        |  |                                 |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |  |
|                                                                                                                | <b>LABORATORIO DE GAS</b>              |  | <b>REVISIÓN: 00 FT005</b>       |  |
|                                                                                                                | <b>MEDICIÓN DEL PODER CALORÍFICO</b>   |  | <b>Página 1 de 1</b>            |  |

| LABORATORIO DE GAS              |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Fecha:    /    /                | Identificación del informe: |
| Dirección del laboratorio:      |                             |
| Nombre y dirección del cliente: |                             |
| Descripción de la muestra:      |                             |
| Revisa:                         |                             |
| Aprueba:                        |                             |

| DATOS SUMINISTRADOS                           |      |                            |        |
|-----------------------------------------------|------|----------------------------|--------|
| Condiciones estándar de presión y temperatura |      | [°F]                       | [Psia] |
| Temperatura del Laboratorio                   | [°F] | Presión de laboratorio     | [Psia] |
| Temperatura del Gas                           | [°F] | Factor volumétrico del Gas |        |

| DATOS DE LA PRUEBA                                               |   |     |   |                             |                       |     |      |     |      |
|------------------------------------------------------------------|---|-----|---|-----------------------------|-----------------------|-----|------|-----|------|
| Agua colectada [L]                                               |   |     |   | Temperatura gases efluentes |                       |     |      |     |      |
| Gas Quemado [L]                                                  |   |     |   | Volumen condensado s [ml]   |                       |     |      |     |      |
| Número de revoluciones                                           | 0 | 0.5 | 1 | 1.5                         | 2                     | 2.5 | 3    | 3.5 | 4    |
| Temperaturas del agua Entrada [°F]                               |   |     |   |                             |                       |     |      |     |      |
| Temperaturas del agua Salida [°F]                                |   |     |   |                             |                       |     |      |     |      |
| Diferencia promedio de temperaturas del agua de entrada y salida |   |     |   |                             |                       |     | [°F] |     |      |
| Volumen agua corregido                                           |   |     |   | [L]                         | Masa de Agua          |     |      |     | [Kg] |
| Corrección por humedad del aire (dHg)                            |   |     |   |                             | [ KJ/m <sup>3</sup> ] |     |      |     |      |
| Corrección por temperatura agua entrada                          |   |     |   |                             | [KJ/m <sup>3</sup> ]  |     |      |     |      |
| Poder calorífico bruto(CVB)                                      |   |     |   |                             | [MJ/M <sup>3</sup> ]  |     |      |     |      |
| Poder calorífico bruto total(CVBtotal)                           |   |     |   |                             | [MJ/M <sup>3</sup> ]  |     |      |     |      |
| Poder calorífico neto (CVN)                                      |   |     |   |                             | [MJ/M <sup>3</sup> ]  |     |      |     |      |

| OBSERVACIONES: |
|----------------|
|                |

|                                                                                                                |                                           |  |                                 |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--|---------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b>    |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>LABORATORIO DE GAS</b>                 |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FT006</b> |
|                                                                                                                | <b>MUESTREO EN SUPERFICIE [SEPARADOR]</b> |  | <b>Página 1 de 1</b>            |              |

| LABORATORIO DE GAS              |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Fecha:    /    /                | Identificación del informe: |
| Dirección del laboratorio:      |                             |
| Nombre y dirección del cliente: |                             |
| Descripción de la muestra:      |                             |
| Revisa:                         |                             |
| Aprueba:                        |                             |

| CONDICIONES DE MUESTREO     |  |
|-----------------------------|--|
| Presión del separador [PSI] |  |
| Temp. del separador [°F]    |  |
| Tasa de Gas [MSCFD]         |  |
| Tasa de Aceite [BLSD]       |  |
| GOR [SCF/STB]               |  |
| Gravedad API                |  |

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS |        |             |               |
|----------------------------|--------|-------------|---------------|
| Cilindro No                | Fluido | Volumen[cc] | Presión [Psi] |
|                            |        |             |               |
|                            |        |             |               |
|                            |        |             |               |
|                            |        |             |               |
|                            |        |             |               |

| OBSERVACIONES: |
|----------------|
|                |

|                                                                                                                |                                                                               |  |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>                 |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD<br/>USANDO EL MEDIDOR PORTÁTIL PM880</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT007</b> |
|                                                                                                                |                                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>                |              |

| LABORATORIO DE GAS              |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Fecha:    /    /                | Identificación del informe: |
| Dirección del laboratorio:      |                             |
| Nombre y dirección del cliente: |                             |
| Descripción de la muestra:      |                             |
| Revisa:                         |                             |
| Aprueba:                        |                             |

| DATOS SUMINISTRADOS             |        |   |      |
|---------------------------------|--------|---|------|
| Temperatura Ambiente [°F]       |        |   |      |
| Presión Atmosférica [Psia]      |        |   |      |
| Presión Toma de Muestra         | [Psig] | @ | [°F] |
| Presión del sistema de muestreo | [Psig] | @ | [°F] |

| DATOS DE LA PRUEBA                 |  |
|------------------------------------|--|
| Temperatura de punto de rocío [°F] |  |
| Contenido de Humedad [MMSCF]       |  |

| OBSERVACIONES: |
|----------------|
|                |

|                                                                                                                                                                                    |                                                       |  |                          |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------|
| <div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |  | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS |       |
|                                                                                                                                                                                    | ELABORACIÓN DOCUMENTO DEL SGC                         |  | REVISIÓN: 00             | FT008 |
|                                                                                                                                                                                    |                                                       |  | Página 1 de 1            |       |

| LABORATORIO DE GAS                             |       |                |
|------------------------------------------------|-------|----------------|
| <b>1. Propósito:</b>                           |       |                |
| <b>2 Alcance:</b>                              |       |                |
| <b>3. Definiciones:</b>                        |       |                |
| <b>4. Procedimiento:</b>                       |       |                |
| <b>5. Referencias:</b>                         |       |                |
| <b>6. Lista de distribución del documento:</b> |       |                |
| EMITIDO A:                                     | FECHA | FIRMA RECIBIDO |
|                                                |       |                |
|                                                |       |                |
| <b>7. Historial de Revisiones.</b>             |       |                |
| REVISION                                       | FECHA | DESCRIPCION    |
|                                                |       |                |
|                                                |       |                |
|                                                |       |                |
| <b>OBSERVACIONES</b>                           |       |                |
|                                                |       |                |

|                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>INFORME DE RESULTADOS</b>                                        |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FT009</b> |
|                                                                                                                |                                                                     |  | <b>Página 1 de 1</b>            |              |

|                                                      |                                            |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>LABORATORIO DE GAS</b>                            |                                            |
| <b>TITULO DEL SERVICIO:</b>                          |                                            |
| <b>FECHA DE ENTREGA:</b> D____/M____/A____           |                                            |
| <b>COMPAÑÍA:</b>                                     | <b>DIRECCIÓN:</b>                          |
| <b>TELEFONO:</b>                                     | <b>MAIL:</b>                               |
| <b>FECHA RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b> D____/M____/A____ |                                            |
| <b>PRUEBAS REALIZADAS.</b>                           |                                            |
| Punto de Rocío: _____                                | Poder Calorífico: _____                    |
| Punto de Rocío para HC'S: _____                      | Contenido de Humedad: _____                |
| Cromatografía: _____                                 |                                            |
| <b>EQUIPOS UTILIZADOS</b>                            |                                            |
|                                                      |                                            |
| <b>OBSERVACIONES</b>                                 |                                            |
|                                                      |                                            |
| <b>REALIZADO POR:</b>                                | <b>REVISADO POR:</b>                       |
| <b>NOMBRE:</b><br><br>_____<br><b>C.C.</b>           | <b>NOMBRE:</b><br><br>_____<br><b>C.C.</b> |

|                                                                                                                |                                                               |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>ORDEN PRESTACIÓN DE SERVICIOS</b>                          | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT010</b> |
|                                                                                                                |                                                               | <b>Página 1 de 1</b>                |              |

| LABORATORIO DE GAS                                                                                                                                 |                                      |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| <b>ORDEN PRESTACION DE<br/>SERVICIOS No.:</b> _____                                                                                                | <b>FECHA:</b> D ____ /M ____ /A ____ |                      |
|                                                                                                                                                    | <b>RECEPCION:</b> _____              |                      |
|                                                                                                                                                    | <b>ENTREGA:</b> _____                |                      |
| <b>HORA INICIO:</b> _____                                                                                                                          | <b>HORA FIN:</b> _____               |                      |
| <b>SEÑORES:</b> Laboratorio de gas<br>Universidad Industrial de Santander.<br>Sede Guatiguara-Piedecuesta.<br>Km 2 vía al Refugio.                 |                                      |                      |
| Yo, _____ identificado con la cedula de ciudadnia No.<br>C.C: _____ de _____ autorizo al laboratorio de gas, a<br>realizar las siguientes pruebas. |                                      |                      |
| PRUEBAS REALIZADAS.                                                                                                                                |                                      |                      |
| Punto de Rocío: _____                                                                                                                              | Poder Calorífico: _____              |                      |
| Punto de Rocío para HC´S: _____                                                                                                                    | Contenido de Humedad: _____          |                      |
| Cromatografía: _____                                                                                                                               |                                      |                      |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA                                                                                                                       |                                      |                      |
| <b>POZO O PROYECTO</b>                                                                                                                             | <b>MUESTRA No.</b>                   | <b>OBSERVACIONES</b> |
|                                                                                                                                                    |                                      |                      |
|                                                                                                                                                    |                                      |                      |
| OBSERVACIONES                                                                                                                                      |                                      |                      |
|                                                                                                                                                    |                                      |                      |
|                                                                                                                                                    |                                      |                      |
| <b>REALIZADO POR:</b>                                                                                                                              |                                      | <b>REVISADO POR:</b> |
| <b>NOMBRE:</b> _____                                                                                                                               |                                      | <b>NOMBRE:</b> _____ |
| <b>C.C.</b> _____                                                                                                                                  |                                      | <b>C.C.</b> _____    |

Nota. Autorizo al laboratorio de gas a realizar las pruebas anteriormente mencionadas y disponer según sus criterios de aceptación o rechazo según sus lineamientos.

|                                                                                                                |                                                                     |                                 |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>INFORME DE NO CONFORMIDAD</b>                                    | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FT011</b> |
|                                                                                                                |                                                                     | <b>Página 1 de 1</b>            |              |

| LABORATORIO DE GAS                      |  |                               |                  |                   |
|-----------------------------------------|--|-------------------------------|------------------|-------------------|
| <b>INFORME DE NO CONFORMIDAD</b>        |  | <b>NO. _____</b>              |                  |                   |
| <b>ORIGEN.</b>                          |  | <b>FECHA DETECCIÓN: _____</b> |                  |                   |
| <b>DEPENDENCIAS:</b>                    |  | <b>NO CONFORMIDAD</b>         |                  |                   |
|                                         |  | <b>Critica</b>                | <b>Menor</b>     | <b>Aplicación</b> |
|                                         |  |                               |                  |                   |
| <b>Procedimiento</b>                    |  | <b>Código.</b>                | <b>Revisión:</b> |                   |
| <b>Auditor principal:</b>               |  | <b>Audidores:</b>             |                  |                   |
| <b>DESCRIPCION DE LA NO CONFORMIDAD</b> |  |                               |                  |                   |
| <br><br><br><br><br>                    |  |                               |                  |                   |
| <b>AUDITOR</b>                          |  | <b>AUDITADO</b>               |                  |                   |
| <br>                                    |  | <br>                          |                  |                   |
| <b>C.C.</b>                             |  | <b>C.C.</b>                   |                  |                   |
| <b>INFORMACIÓN Y ANÁLISIS.</b>          |  |                               |                  |                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS.</b>        |  |                               |                  |                   |
| <br><br><br>                            |  |                               |                  |                   |
| <b>ACCIONES PROPUESTAS</b>              |  |                               | <b>FECHA</b>     |                   |
|                                         |  |                               |                  |                   |
|                                         |  |                               |                  |                   |
|                                         |  |                               |                  |                   |
| <b>SEGUIMIENTO</b>                      |  | <b>FIRMA AUDITOR</b>          | <b>FECHA</b>     |                   |
|                                         |  |                               |                  |                   |
|                                         |  |                               |                  |                   |
|                                         |  |                               |                  |                   |

|                                                                                                                |                                        |  |                                 |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|---------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>LABORATORIO DE GAS</b>              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FT012</b> |
|                                                                                                                | <b>PLAN DE AUDITORIA INTERNA</b>       |  | <b>Página 1 de 1</b>            |              |

| LABORATORIO DE GAS               |           |           |       |      |
|----------------------------------|-----------|-----------|-------|------|
| <b>OBJETIVO:</b>                 |           |           |       |      |
| <b>ALCANCE:</b>                  |           |           |       |      |
| <b>ÁREAS AUDITADAS:</b>          |           |           |       |      |
| <b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA:</b> |           |           |       |      |
| PARTICIPANTES DE AUDITORIA       |           |           |       |      |
| AUDITORES                        | NOMBRE    |           | FIRMA |      |
| Auditor Líder                    |           |           |       |      |
| Auditor.                         |           |           |       |      |
| AUDITADOS                        | NOMBRE    |           | FIRMA |      |
|                                  |           |           |       |      |
|                                  |           |           |       |      |
|                                  |           |           |       |      |
| ACTIVIDADES A REALIZAR           |           |           |       |      |
| ACTIVIDAD                        | AUDITORES | AUDITADOS | FECHA | HORA |
|                                  |           |           |       |      |
|                                  |           |           |       |      |
| <b>INFORME FINAL AUDITORIA:</b>  |           |           |       |      |
| NOMBRE DE LA PERSONA             |           | CARGO     | FIRMA |      |
|                                  |           |           |       |      |
|                                  |           |           |       |      |
|                                  |           |           |       |      |

**AUDITOR LIDER.**

\_\_\_\_\_

**C.C.**

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>HOJA ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS</b>                         |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT013</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>Página 1 de 1</b>                |              |

| LABORATORIO DE GAS         |                        |
|----------------------------|------------------------|
| DATOS GENERALES            |                        |
| NOMBRE EQUIPO:             | No. SERIE:             |
| TIPO OPERACIÓN:            | REPETIBILIDAD:         |
| FECHA ADQUISICIÓN:         | UBICACIÓN:             |
| VERIFICACION CUMPLIMIENTO. |                        |
| REQUERIMIENTO DE LA NORMA  | CONDICIONES DEL EQUIPO |
|                            |                        |
|                            |                        |
| CONDICIONES DE SEGURIDAD:  |                        |
| OBSERVACIONES              |                        |
|                            |                        |
| REGISTRO HISTORICO         |                        |
| NOMBRE DE LA PERSONA       | ACTIVIDAD REALIZADA    |
|                            |                        |
|                            |                        |
|                            |                        |



|                                                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|-------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |       |
|                                                                                                                                                | <b>DAÑO O ACCIDENTE DE EQUIPOS</b>                                  |  | REVISIÓN: 00                    | FT015 |
|                                                                                                                                                |                                                                     |  | PÁGINA 1 DE 1                   |       |

|                                   |                       |                            |  |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|--|
| <b>LABORATORIO DE GAS</b>         |                       |                            |  |
| <b>Fecha:</b>                     |                       | <b>Hora:</b>               |  |
| <b>TESTIGOS</b>                   | <b>IDENTIFICACIÓN</b> | <b>CARGO</b>               |  |
|                                   |                       |                            |  |
|                                   |                       |                            |  |
|                                   |                       |                            |  |
| <b>EQUIPO:</b>                    |                       | <b>SERIE:</b>              |  |
| <b>DAÑOS</b>                      |                       |                            |  |
|                                   |                       |                            |  |
| <b>COSTOS ESTIMADOS</b>           |                       |                            |  |
| MANO DE OBRA                      |                       | SERVICIOS                  |  |
| REPUESTOS                         |                       | OTROS.                     |  |
| MANTENIMIENTO                     |                       | TOTAL                      |  |
| <b>CONSECUENCIAS</b>              |                       |                            |  |
|                                   |                       |                            |  |
| <b>ANÁLISIS DEL DAÑO</b>          |                       |                            |  |
|                                   |                       |                            |  |
| <b>PREVENCIÓNES DEL ACCIDENTE</b> |                       |                            |  |
|                                   |                       |                            |  |
| <b>ELABORADO POR.</b>             | <b>TESTIGO.</b>       | <b>JEFE MANTENIMIENTO.</b> |  |
|                                   |                       |                            |  |

|                                                                                                                |                                                               |  |  |  |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--|--|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  |  |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>LISTADO MAESTRO DE DOCUMENTOS INTERNOS</b>                 |  |  |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT016</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  |  |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>                |              |

| <b>LABORATORIO DE GAS</b> |               |              |                 |                             |                    |             |
|---------------------------|---------------|--------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|-------------|
| <b>CODIGO</b>             | <b>NOMBRE</b> | <b>FECHA</b> | <b>REVISION</b> | <b>DIRECTOR<br/>ESCUELA</b> | <b>LABORATORIO</b> | <b>ONAC</b> |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |
|                           |               |              |                 |                             |                    |             |

|                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>NOTIFICACIÓN EMISIÓN O MODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS</b>            |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FT017</b> |
|                                                                                                                |                                                                     |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>            |              |

|                                                |                      |                          |
|------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| <b>LABORATORIO DE GAS</b>                      |                      |                          |
| <b>REGISTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO.</b> |                      |                          |
| <b>Código Documento:</b>                       |                      | <b>Nombre Documento:</b> |
| <b>Emitido a:</b>                              | <b>Recibido por:</b> | <b>Fecha.</b>            |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
| <b>EQUIPO:</b>                                 |                      | <b>SERIE:</b>            |
| <b>HISTORIAL DE REVISIONES</b>                 |                      |                          |
| <b>REVISION</b>                                | <b>FECHA</b>         | <b>DESCRIPCION</b>       |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
|                                                |                      |                          |
| <b>ELABORADO POR.</b>                          | <b>REVISADO.</b>     | <b>APROBADO.</b>         |
|                                                |                      |                          |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>CONTROL DE REGISTROS.</b>                                  |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT018</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>                |              |

| LABORATORIO DE GAS |        |               |             |           |                        |          |  |
|--------------------|--------|---------------|-------------|-----------|------------------------|----------|--|
| CODIGO             | NOMBRE | ALMACENAMINTO | RESPONSABLE | ACCESO    | TIEMPO DE CONSERVACIÓN |          |  |
|                    |        |               |             |           | ACTIVO                 | INACTIVO |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
|                    |        |               |             |           |                        |          |  |
| ELABORADO POR.     |        | REVISADO.     |             | APROBADO. |                        |          |  |

|                                                                                                                                                                                               |                                                       |  |                             |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|-----------------------------|-------|
| <div><div><div>Universidad Industrial de Santander</div><div></div></div><div>CONSTRUIMOS FUTURO</div></div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |  | MANUAL DE<br>PROCEDIMIENTOS |       |
|                                                                                                                                                                                               | PROGRAMA AUDITORIA INTERNA                            |  | REVISIÓN: 00                | FT019 |
|                                                                                                                                                                                               |                                                       |  | PÁGINA 1 DE 1               |       |

| LABORATORIO DE GAS |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|--------------------|------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|-------|------|------|------|
| AREA               | ENE. | FEB. | MAR.      | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGST.     | SEPT. | OCT. | NOV. | DIC. |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
|                    |      |      |           |      |      |      |      |           |       |      |      |      |
| ELABORADO POR.     |      |      | REVISADO. |      |      |      |      | APROBADO. |       |      |      |      |

|                                                                                   |                                                               |  |  |  |  |  |                                     |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------------------------------------|--------------|
|  | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  |  |  |  |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                   | <b>PROGRAMA REVISION POR LA ESCUELA</b>                       |  |  |  |  |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT020</b> |
|                                                                                   |                                                               |  |  |  |  |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>                |              |

| <b>LABORATORIO DE GAS</b> |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|---------------------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>AREA</b>               | <b>ENE.</b> | <b>FEB.</b> | <b>MAR.</b>      | <b>ABR.</b> | <b>MAY.</b> | <b>JUN.</b> | <b>JUL.</b>      | <b>AGST.</b> | <b>SEPT.</b> | <b>OCT.</b> | <b>NOV.</b> | <b>DIC.</b> |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
|                           |             |             |                  |             |             |             |                  |              |              |             |             |             |
| <b>ELABORADO POR.</b>     |             |             | <b>REVISADO.</b> |             |             |             | <b>APROBADO.</b> |              |              |             |             |             |

|                                                                                                                                                                            |                                                       |               |                          |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|-------|
| <div>Universidad Industrial de Santander</div> <div></div> <div>CONSTRUIAMOS FUTURO</div> | ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br>LABORATORIO DE GAS |               | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS |       |
|                                                                                                                                                                            | CALIFICACIÓN DEL PERSONAL                             | REVISIÓN: 00  |                          | FT021 |
|                                                                                                                                                                            |                                                       | PÁGINA 1 DE 1 |                          |       |

| LABORATORIO DE GAS      |          |                    |  |
|-------------------------|----------|--------------------|--|
| Fecha Evaluación:       |          | Cargo evaluado:    |  |
| Nombre Evaluado:        |          | Nombre Evaluador:  |  |
| REQUISITOS DEL CARGO    |          | CUMPLIMIENTO CARGO |  |
|                         |          |                    |  |
|                         |          |                    |  |
|                         |          |                    |  |
|                         |          |                    |  |
| OBSERVACIONES           |          |                    |  |
|                         |          |                    |  |
| CUMPLIMIENTO DEL PERFIL |          | SI                 |  |
|                         |          | NO                 |  |
| EVALUADOR               | EVALUADO | DIRECTOR LAB.      |  |
|                         |          |                    |  |
| C.C.                    | C.C.     | C.C.               |  |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>INSPECCION TRABAJO DE LABORATORIO</b>                      |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT022</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>                |              |

| LABORATORIO DE GAS    |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| Fecha Inspección:     | Cargo Inspeccionado:  |
| Tipo Equipo:          | Operario Responsable: |
| INSPECCION REALIZADA. |                       |
|                       |                       |
|                       |                       |
|                       |                       |
|                       |                       |
| OBSERVACIONES         |                       |
|                       |                       |
| EVALUADO POR          | Nombre:               |
|                       | Firma:                |
| INSPECTOR             | OPERARIO              |
|                       |                       |
| C.C.                  | C.C.                  |

|                                                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|-------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |       |
|                                                                                                                                                | <b>SELECCIÓN PROVEEDORES</b>                                        |  | REVISIÓN: 00                    | FT023 |
|                                                                                                                                                |                                                                     |  | PÁGINA 1 DE 1                   |       |

|                                                           |                 |   |                   |                      |              |   |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|---|-------------------|----------------------|--------------|---|
| <b>LABORATORIO DE GAS</b>                                 |                 |   |                   |                      |              |   |
| <b>Fecha :</b>                                            |                 |   |                   |                      |              |   |
| <b>Necesidad:</b>                                         | Equipos:_____   |   | Calibración._____ |                      | Insumos_____ |   |
|                                                           | Repuestos:_____ |   |                   | Mantenimiento:_____  |              |   |
| <b>PROVEEDORES</b>                                        |                 |   |                   |                      |              |   |
| No.                                                       | Nombre          |   |                   |                      |              |   |
| 1                                                         |                 |   |                   |                      |              |   |
| 2                                                         |                 |   |                   |                      |              |   |
| 3                                                         |                 |   |                   |                      |              |   |
| 4                                                         |                 |   |                   |                      |              |   |
| 5                                                         |                 |   |                   |                      |              |   |
| <b>CALIFICACION PROVEEDORES.</b>                          |                 |   |                   |                      |              |   |
| E: EXCELENTE, B: BUENO, A: ACEPTABLE, R: REGULAR, M: MALO |                 |   |                   |                      |              |   |
| PROVEEDORES                                               |                 | 1 | 2                 | 3                    | 4            | 5 |
| CARACTERISITCAS                                           |                 |   |                   |                      |              |   |
| Especificaciones tecnicas                                 |                 |   |                   |                      |              |   |
| Respaldo                                                  |                 |   |                   |                      |              |   |
| Puntualidad                                               |                 |   |                   |                      |              |   |
| Garantía                                                  |                 |   |                   |                      |              |   |
| Experiencia                                               |                 |   |                   |                      |              |   |
| Reconocimiento                                            |                 |   |                   |                      |              |   |
| Precios                                                   |                 |   |                   |                      |              |   |
| <b>RESULTADOS</b>                                         |                 |   |                   |                      |              |   |
| <b>PROVEEDOR SELECCIONADO:</b>                            |                 |   |                   |                      |              |   |
| <b>ELABORADO POR:</b>                                     |                 |   |                   | <b>APROBADO POR:</b> |              |   |
| _____                                                     |                 |   |                   | _____                |              |   |
| <b>C.C.</b>                                               |                 |   |                   | <b>C.C.</b>          |              |   |

|                                                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|-------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |       |
|                                                                                                                                                | <b>SOLICITUD DE COMPRA</b>                                          |  | REVISIÓN: 00                    | FT024 |
|                                                                                                                                                |                                                                     |  | PÁGINA 1 DE 1                   |       |

| LABORATORIO DE GAS          |                    |                      |                       |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>FECHA :</b>              |                    |                      |                       |
| <b>COMPRA.</b>              | Nacional: _____    | <b>PRIORIDAD</b>     | Normal: _____         |
|                             | Exterior: _____    |                      | Urgente: _____        |
| <b>VALOR TOTAL ESTIMADO</b> |                    | \$                   | Pesos colombianos.    |
| <b>CANTIDAD</b>             | <b>DESCRIPCION</b> |                      | <b>VALOR ESTIMADO</b> |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
| <b>POSIBLES PROVEEDORES</b> |                    | <b>JUSTIFICACIÓN</b> |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
|                             |                    |                      |                       |
| <b>SOLICITADO POR:</b>      |                    | <b>APROBADO POR:</b> |                       |
|                             |                    |                      |                       |
| C.C. _____                  |                    | C.C. _____           |                       |

|                                                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|-------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |       |
|                                                                                                                                                | <b>SUGERENCIAS</b>                                                  |  | REVISIÓN: 00                    | FT025 |
|                                                                                                                                                |                                                                     |  | PÁGINA 1 DE 1                   |       |

| LABORATORIO DE GAS                                                                                                    |                   |                     |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|---|---|
| <b>SUGERENCIAS.</b>                                                                                                   |                   |                     |   |   |
| El Laboratorio de Gas es importante conocer su opinión, agradecemos su honestidad al desarrollar este formato.        |                   |                     |   |   |
| <b>Marque con una X según su criterio.</b>                                                                            |                   |                     |   |   |
| E: EXCELNTE, B: BUENO, R: REGULAR, M: MALO.                                                                           |                   |                     |   |   |
| LUGAR                                                                                                                 | E                 | B                   | R | M |
| Comodidad                                                                                                             |                   |                     |   |   |
| Orden                                                                                                                 |                   |                     |   |   |
| Aseo                                                                                                                  |                   |                     |   |   |
| SERVICIO                                                                                                              | E                 | B                   | R | M |
| Puntualidad                                                                                                           |                   |                     |   |   |
| Amabilidad                                                                                                            |                   |                     |   |   |
| Atención                                                                                                              |                   |                     |   |   |
| Calidad                                                                                                               |                   |                     |   |   |
| Garantía                                                                                                              |                   |                     |   |   |
| LABORATORIO                                                                                                           | E                 | B                   | R | M |
| Servicio                                                                                                              |                   |                     |   |   |
| Puntualidad                                                                                                           |                   |                     |   |   |
| SI TIENE ALGUN                                                                                                        |                   |                     |   |   |
| Reclamo: _____                                                                                                        | Sugerencia: _____ | Felicitación: _____ |   |   |
| Escriba aquí sus observaciones y comentarios:                                                                         |                   |                     |   |   |
| Si desea que nos comuniquemos o respondamos sus inquietudes:<br><br>Nombres: _____<br>Teléfono: _____<br>Email: _____ |                   |                     |   |   |





|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                | <b>INFORME AUDITORIA INTERNA</b>                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>FT028</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>                |              |

| LABORATORIO DE GAS        |                      |                             |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------|
| FECHA INFORME:            |                      | Nº INFORME AUDITORIA: _____ |
| DATOS GENERALES           |                      |                             |
| PROCESO A AUDITAR         |                      |                             |
| OBJETIVO                  |                      |                             |
| ALCANCE DE LA AUDITORIA   |                      |                             |
| EQUIPO AUDITOR            |                      |                             |
| DOCUMENTOS DE REFERENCIA  |                      |                             |
| HALLAZGOS DE LA AUDITORIA |                      |                             |
| ASPECTOS POSITIVOS        | ASPECTOS POR MEJORAR | NO CONFORMIDADES            |
|                           |                      |                             |
| OBSERVACIONES             |                      |                             |
|                           |                      |                             |
| REALIZADO POR:            |                      |                             |
| NOMBRE                    | IDENTIFICACION       | FIRMA                       |
|                           | AUDITOR              |                             |
|                           | LIDER PROCESO        |                             |



|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                                 |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br><br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |       |
|                                                                                                                                                                                                                                            | <b>LISTADO PRODUCTOS Y SERVICIOS CRITICOS</b>                       | REVISIÓN: 00                    | FT030 |
|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     | <b>PÁGINA 1 DE 1</b>            |       |

[illegible]

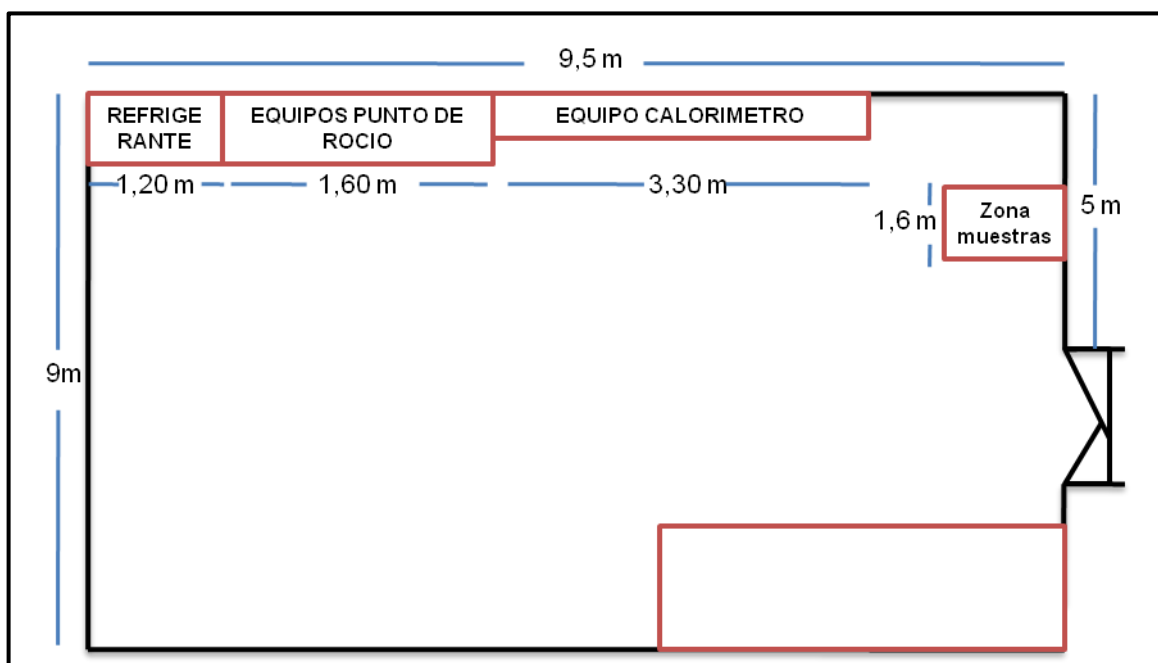


|                                                                                                                                                |                                                                     |  |                                 |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--------------|
| <br>Universidad Industrial de Santander<br>CONSTRUIMOS FUTURO | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS</b><br><b>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> |              |
|                                                                                                                                                | <b>INFORME DE ACCION</b>                                            |  | <b>REVISIÓN: 00</b>             | <b>FT032</b> |
|                                                                                                                                                |                                                                     |  | <b>Página 1 de 1</b>            |              |

|                                                      |                             |                             |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>LABORATORIO DE GAS</b>                            |                             |                             |
| <b>CORRECTIVA:</b> _____                             |                             | <b>PREVENTIVA:</b> _____    |
| <b>FECHA:</b> _____                                  |                             | <b>REALIZADO POR:</b> _____ |
| <b>TEMA/ASUNTO:</b>                                  |                             |                             |
| <b>DESCRIPCION DEL PROBLEMA A ELIMINAR O EVITAR.</b> |                             |                             |
|                                                      |                             |                             |
| <b>PERSONAL PARTICIPANTE DE LA ACCIÓN</b>            |                             |                             |
| <b>NOMBRE</b>                                        | <b>IDENTIFICACION</b>       | <b>FIRMA</b>                |
|                                                      |                             |                             |
|                                                      |                             |                             |
| <b>PRIMERAS ACCIONES TOMADA</b>                      |                             |                             |
|                                                      |                             |                             |
| <b>CAUSAS DEL PROBLEMA</b>                           |                             |                             |
|                                                      |                             |                             |
| <b>SOLUCIONES AL PROBLEMA</b>                        |                             |                             |
|                                                      |                             |                             |
| <b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>                          | <b>ACCIONES PREVENTIVAS</b> |                             |
|                                                      |                             |                             |
| <b>VERIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES:</b>               |                             |                             |
|                                                      |                             |                             |
| <b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>                          |                             |                             |
|                                                      |                             |                             |
| <b>FIRMA RESPONSABLE</b>                             | <b>FEHCA DE CIERE.</b>      |                             |
|                                                      |                             |                             |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>PROCEDIMIENTOS</b> |             |
|                                                                                                                | <b>ANEXOS</b>                                                 |  | <b>REVISIÓN: 00</b>                 | <b>M002</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>Página 1 de 1</b>                |             |

### Anexo 1. Plano del laboratorio de Gas.



**Fuente:** Autores

## **ANEXO C. MANUAL DE FUNCIONES**

# **LABORATORIO DE GAS**

## **MANUAL DE FUNCIONES**

An abstract graphic composed of several overlapping green polygons of various shades, creating a layered, architectural effect. A white rectangular box is superimposed on the center of this graphic, containing the university's name.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**INGENIERIA DE PETROLEOS**

**Bucaramanga, Marzo del 2012**

|                                                                                                                |                                                               |  |                                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>FUNCIONES</b> |             |
|                                                                                                                | <b>CONTENIDO</b>                                              |  | <b>REVISIÓN: 00</b>            | <b>M003</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 1 DE 7</b>           |             |

### CONTENIDO.

- ✓ Introducción.
- ✓ Funciones del Director de la Escuela de Ingeniería de Petróleos.
- ✓ Funciones del Director del Laboratorio de Gas.
- ✓ Funciones del Coordinador de calidad del Laboratorio.
- ✓ Funciones del Encargado del Laboratorio.
- ✓ Funciones del Auxiliar del Laboratorio.

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>FUNCIONES</b> |             |
|                                                                                                                | <b>INTRODUCCION</b>                                           |  | <b>REVISIÓN: 00</b>            | <b>M003</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 2 DE 7</b>           |             |

## INTRODUCCION.

En el presente manual se describen las funciones que se deben seguir en el Laboratorio de Gas de la Escuela de Ingeniería de Petróleos, con el propósito de contribuir al mejor desarrollo del Sistema de Gestión de Calidad, cumpliendo con los requerimientos de la norma NTC ISO/IEC 17025:2005 y la NTC ISO 9001.

El manual de funciones se establece las normas y pautas aplicadas a la organización, detallando las responsabilidades de cada uno de los funcionarios del laboratorio, como los criterios mínimos en la selección del personal para cada cargo, sus responsabilidades y las condiciones de trabajo que debe seguir el personal para un mejor desarrollo de las actividades administrativas y técnicas.

### Control de cambios

| <b>Versión</b> | <b>Fecha De Aprobación</b> | <b>Revisó</b> | <b>Descripción De Los Cambios Realizados</b> | <b>Aprobó</b> |
|----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| <b>00</b>      |                            |               | Creación del documento                       |               |

|                                                                                                                 |                                                                            |  |                                |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>              |  | <b>MANUAL DE<br/>FUNCIONES</b> |             |
|                                                                                                                 | <b>FUNCIONES DEL DIRECTOR DE LA<br/>ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>            | <b>F001</b> |
|                                                                                                                 | <b>PÁGINA 3 DE 7</b>                                                       |  |                                |             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>1. IDENTIFICACION DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |
| <b>Nombre del Cargo:</b> DIRECTOR DE ESCUELA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <b>Jefe Inmediato:</b> Rector de la Universidad Industrial de Santander                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |
| <b>2. DESCRIPCION DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |
| <b>Descripción General:</b><br>Representar legalmente a la organización, planear organizar y evaluar la gestión de esta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |
| <b>Funciones y Responsabilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aprobar la compra de equipos y herramientas necesarias en el laboratorio.</li> <li>✓ Coordinar con el director de laboratorio y del coordinador de calidad las actividades del Sistema de Gestión de Calidad.</li> <li>✓ Verificar el cumplimiento de las actividades del laboratorio.</li> <li>✓ Promover el mejoramiento continuo.</li> <li>✓ Decidir sobre el presupuesto e inversiones necesarios en el laboratorio.</li> <li>✓ Delegar las funciones a los trabajadores del laboratorio.</li> <li>✓ Establecer los parámetros de negociación a los posibles clientes que existan para el laboratorio.</li> <li>✓ Buscar la forma de mejorar la rentabilidad y los niveles de producción del laboratorio.</li> </ul> |                                                      |
| <b>3. COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |
| <b>FORMACION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Profesional en el área de hidrocarburos.</li> <li>✓ Título profesional con capacidad en manejo de negocios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |
| <b>EXPERIENCIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |
| Por lo menos 4 años de experiencia en el manejo de recursos humanos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |
| <b>APTITUDES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manejo de personal y supervisión.</li> <li>✓ Habilidades de negociación.</li> <li>✓ Sentido de responsabilidad y pertenencia por la universidad</li> <li>✓ Buenas relaciones interpersonales.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                      |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Firma: _____<br>Fecha: ____/____/____<br>Día Mes Año |

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>FUNCIONES</b> |             |
|                                                                                                                | <b>FUNCIONES DEL DIRECTOR DEL<br/>LABORATORIO DE GAS</b>      |  | <b>REVISIÓN: 00</b>            | <b>F002</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 4 DE 7</b>           |             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                 |
| <b>Nombre del Cargo:</b> DIRECTOR DEL LABORATORIO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                 |
| <b>Jefe Inmediato:</b> Director de la Escuela de Ingeniería de Petróleos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |
| <b>2. DESCRIPCIÓN DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |
| <b>Descripción General.</b><br>Verificar y asegurar la calidad de los métodos y procedimientos usados en las pruebas y trabajos del Laboratorio de Gas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                 |
| <b>Funciones y Responsabilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gestionar la compra de equipos y materiales requeridos en el laboratorio.</li> <li>✓ Vigilar el buen uso de la información generada y de las muestras existentes en laboratorio de gas.</li> <li>✓ Establecer estrategias para un adecuado ambiente de trabajo tanto en prevención y conservación del medio ambiente.</li> <li>✓ Formular junto con el coordinador de calidad las políticas, objetivos y normas de funcionamiento del laboratorio.</li> <li>✓ Aprobar y firmar los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio.</li> <li>✓ Aprobar o rechazar actividades de investigación a compañías según normas establecidas, y verificar la información del personal que requiere trabajar en laboratorio.</li> <li>✓ Supervisar al personal encargado de realizar las pruebas del laboratorio verificando el cumplimiento de las normas establecidas y del Sistema de Gestión de Calidad.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                 |
| <b>3. COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                 |
| <b>FORMACION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Profesional en el área de hidrocarburos</li> <li>✓ Capacitación en el manejo de equipos de laboratorio y dominio idioma Inglés</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                 |
| <b>EXPERIENCIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mínimo diez (10) años de experiencia con trabajo de laboratorios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
| <b>APTITUDES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manejo de personal y supervisión.</li> <li>✓ Capacidad para planear, organizar y programar las actividades de la organización.</li> <li>✓ Tener conocimiento del idioma inglés.</li> <li>✓ Experiencia en el laboratorio, y conocer y manejar los conceptos de gestión de calidad.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                 |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Firma: _____<br><br>Fecha: ____/____/____<br><div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span>Día</span> <span>Mes</span> <span>Año</span> </div> |

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                                        |  |                                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b>          |  | <b>MANUAL DE<br/>FUNCIONES</b> |             |
|                                                                                                                | <b>FUNCIONES DEL COORDINADOR DE<br/>CALIDAD DEL LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>REVISIÓN: 00</b>            | <b>F003</b> |
|                                                                                                                |                                                                        |  | <b>PÁGINA 5 DE 7</b>           |             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>1. IDENTIFICACION DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |
| <b>Nombre del Cargo:</b> COORDINADOR DE CALIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |
| <b>Jefe Inmediato:</b> Director de la Escuela de Ingeniería de Petróleos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| <b>2. DESCRIPCIÓN DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |
| <b>Descripción General:</b><br>Mejorar el Sistema de Gestión de Calidad en el laboratorio de gas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |
| <b>Funciones y Responsabilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implementar el Sistema de Gestión de Calidad.</li> <li>✓ Velar por el cumplimiento de la misión, políticas y planes del laboratorio.</li> <li>✓ En caso de necesitar mejora el sistema de calidad y sugerir las reformas necesarias.</li> <li>✓ Verificar y analizar que los métodos y procedimientos usados cumplan con los requerimientos de las normas.</li> <li>✓ Revisar los documentos antes de ser aprobados o firmados por el director del laboratorio.</li> <li>✓ Estar informado sobre las actualizaciones existentes del Sistema de Gestión de Calidad.</li> <li>✓ Verificar que todo el personal del laboratorio cumpla con los requerimientos de la norma y la cumplan a cabalidad, y mantener la documentación disponible.</li> </ul> |                                                                |
| <b>3. COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| <b>FORMACION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Profesional en el área de hidrocarburos.</li> <li>✓ Diplomado de HSEQ.</li> <li>✓ Tener una Acreditación de Laboratorios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |
| <b>EXPERIENCIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |
| Se requiere experiencia mínimo de 5 años en actividades relacionadas con la calidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |
| <b>APTITUDES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manejo de personal y supervisión y tener conocimiento del idioma inglés.</li> <li>✓ Conocer las normas técnicas colombianas.</li> <li>✓ Experiencia en el manejo e implementación del Sistema de Gestión de Calidad..</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Firma: _____<br>Fecha: ____/____/____<br>Día      Mes      Año |

### Control de cambios

| Versión   | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|-----------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| <b>00</b> |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>FUNCIONES</b> |             |
|                                                                                                                | <b>FUNCIONES DEL COORDINADOR DEL<br/>LABORATORIO DE GAS</b>   |  | <b>REVISIÓN: 00</b>            | <b>F004</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 6 DE 7</b>           |             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>1. IDENTIFICACION DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |
| <b>Nombre del Cargo:</b> ENCARGADO DEL LABORATORIO DE GAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |
| <b>Jefe Inmediato:</b> Director del Laboratorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <b>2. DESCRIPCION DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |
| <b>Descripción General:</b> Desarrollar las pruebas del laboratorio cumpliendo con la normatividad implementada por el laboratorio, bajo los parámetros de calidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |
| <b>Funciones y Responsabilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Informa al Director del Laboratorio de cualquier anomalía que se presente durante el desarrollo de las pruebas.</li> <li>✓ Representar al Director del Laboratorio cuando este no se encuentre dentro de las instalaciones.</li> <li>✓ Verificar el buen estado de los equipos del laboratorio y su utilización.</li> <li>✓ Velar por el cumplimiento de las normas establecidas en el laboratorio.</li> <li>✓ Cumplir con las políticas y estrategias para organizar las actividades del laboratorio.</li> <li>✓ Mantener de forma ordena, clara y segura la información, equipos, herramienta y accesorios del laboratorio.</li> <li>✓ Orientar a los auxiliares y estudiantes en el manejo de los equipos para una buena realización en las pruebas.</li> <li>✓ Registrar y asegurar la información referente a las pruebas.</li> <li>✓ Identificar e informar los equipos que se encuentre fuera de servicio.</li> </ul> |                                                      |
| <b>3. COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |
| <b>FORMACION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Técnico o profesional en el área de hidrocarburos.</li> <li>✓ Nivel Básico Inglés para el buen manejo de los manuales</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |
| <b>EXPERIENCIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mínimo cinco (5) años de experiencia con trabajo de laboratorios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                      |
| <b>APTITUDES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manejo de personal y supervisión.</li> <li>✓ Conocer y manejar el Sistema de Gestión de Calidad.</li> <li>✓ Capacidad de montaje y manejo de los equipos de laboratorio.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Firma: _____<br>Fecha: ____/____/____<br>Día Mes Año |

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |

|                                                                                                                |                                                               |  |                                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|-------------|
| <br><b>CONSTRUIMOS FUTURO</b> | <b>ESCUELA INGENIERÍA DE PETRÓLEOS<br/>LABORATORIO DE GAS</b> |  | <b>MANUAL DE<br/>FUNCIONES</b> |             |
|                                                                                                                | <b>FUNCIONES DEL AUXILIAR DEL<br/>LABORATORIO DE GAS</b>      |  | <b>REVISIÓN: 00</b>            | <b>F005</b> |
|                                                                                                                |                                                               |  | <b>PÁGINA 7 DE 7</b>           |             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>1. IDENTIFICACION DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| <b>Nombre del Cargo:</b> AUXILIAR (ES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |
| <b>Jefe Inmediato:</b> Encargado del Laboratorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |
| <b>2. DESCRIPCIÓN DEL CARGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |
| <b>Descripción General:</b> Realizar las pruebas del laboratorio de gas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |
| <b>Funciones y Responsabilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cumplir con las normas establecidas en el laboratorio.</li> <li>✓ Mantener confidencialidad sobre la información del laboratorio.</li> <li>✓ Informarle al responsable del laboratorio sobre el estado de los equipos y materiales del laboratorio.</li> <li>✓ Asegurarse que todos los que se encuentran dentro del laboratorio cumplen con las normas de seguridad.</li> <li>✓ Orientar a quienes lo requieran en el diseño, montaje, mantenimiento, utilización de los equipos y sus procesos.</li> <li>✓ Gestionar el mantenimiento de los equipos.</li> <li>✓ Reportar diariamente todas las actividades realizadas en el laboratorio.</li> <li>✓ Registrar y asegurar la información de cada prueba realizada.</li> <li>✓ Informar inmediatamente sobre cualquier eventualidad que se presenta en el laboratorio.</li> <li>✓ Recibir todas las capacitaciones de seguridad que se requieran para el buen funcionamiento del laboratorio.</li> <li>✓ Verificar que las instalaciones se encuentren limpias y ordenadas para poder realizar satisfactoriamente cada prueba requerida por los clientes.</li> </ul> |                                                                |
| <b>3.COMPETENCIA NECESARIA PARA EL PUESTO DE TRABAJO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |
| <b>FORMACION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
| ✓ Bachiller técnico o Técnico en las áreas relacionadas con petróleo, química, geología o Estudiante en práctica cursando 8,9 y 10 nivel en las áreas mencionadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| <b>EXPERIENCIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| No se pide experiencia laboral.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |
| <b>APTITUDES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
| ✓ Tener conocimiento de las normas técnicas del laboratorio.<br>✓ Conocer algunos conceptos del Sistema de Gestión de Calidad.<br>✓ Buenas relaciones interpersonales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Firma: _____<br>Fecha: ____/____/____<br>Día      Mes      Año |

### Control de cambios

| Versión | Fecha De Aprobación | Revisó | Descripción De Los Cambios Realizados | Aprobó |
|---------|---------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| 00      |                     |        | Creación del documento                |        |