

**DISEÑO, DOCUMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA
DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA LOS PROCESOS DE OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN DE REDES Y E. R. M. EN METROGAS DE
COLOMBIA S.A. E. S. P, BASADO EN LA NORMA ISO 9001: VERSIÓN 2000**



RONALD JOSÉ LÓPEZ TORRADO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA
2005**

DISEÑO, DOCUMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA LOS PROCESOS DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN DE REDES Y E. R. M. EN METROGAS DE COLOMBIA S.A. E. S. P, BASADO EN LA NORMA ISO 9001: VERSIÓN 2000.



RONALD JOSÉ LÓPEZ TORRADO

PRÁCTICA EMPRESARIAL

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Petróleos

Directores

**Ing. ALEXIS ABREO ORTEGA
Metrogas de Colombia S.A. E.S.P.**

**Ing. NICOLÁS SANTOS SANTOS
Universidad Industrial de Santander**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA
2005**

*A Dios por darme el privilegio de la existencia
y la educación.*

*A mis padres, Débora y José, por su ejemplo de
rectitud y fortaleza, hago de ellos especialmente
este triunfo.*

*A mis hermanos, María Angélica y Pablo
Andrés, por su incondicional apoyo y
compañía.*

*A mis amigos, quienes ayudaron para hacer
este sueño realidad.*

Ronald

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a:

La Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, en cabeza de su Director, Dra. Zuly H. Calderón Carrillo, por haber sido junto a su cuerpo de profesores, la base fundamental en mi formación personal y profesional.

A la Compañía METROGAS DE COLOMBIA S.A., E.S.P., en cabeza de la doctora MÓNICA MARÍA TARAZONA, por permitirme realizar mis trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial y enseñarme el modelo de desempeño y colaboración que se debe desarrollar en toda compañía.

Al Ingeniero ALEXIS ABREO ORTEGA, por su incondicional apoyo como jefe y director del trabajo realizado, con especial aprecio, a él mil gracias.

Al Ingeniero Nicolás Santos Santos, por su incondicional colaboración y aporte, pues sus conocimientos en ingeniería de gas fueron la base para el desarrollo de la práctica.

A Diana y a todo el personal técnico y operativo de la empresa, por su colaboración y paciencia en el desarrollo de la práctica.

A mis compañeros de Práctica, YESENIA, CHRISTIAN, MARIO y OSCAR por su apoyo y compañía.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	3
1.1 OBJETIVOS	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	4
1.3 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	7
1.3.1 Razón social	7
1.3.2 NIT	7
1.3.3 Dirección de la empresa	7
1.3.4 Naturaleza de la empresa	7
1.3.5 Objeto social	7
1.3.6 Población de trabajadores	8
1.3.7 Estructura organizacional	9
2. MARCO DE REFERENCIA	10
2.1 MARCO TEÓRICO	10
2.1.1 International organization for standarization	10
2.1.2 Sistema de gestión de calidad.	10
2.1.2.1 ISO 9001. Estado del arte.	10
2.1.3 El gas natural	13
2.1.3.1 Producción y transporte del gas natural en Colombia	14
2.1.4 Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	18
2.1.4.1 Ambiente físico	18
2.1.4.2 Ambiente psicológico	19
2.1.4.3 Ambiente Social	19

	Pág.	
2.1.4.4	Factores de riesgo laboral	19
2.2	METROGAS S.A E.S.P.	21
2.2.1	Antecedentes históricos	21
2.2.2	Descripción general del sistema de distribución	
2.3	MARCO LEGAL	23
2.3.1	Marco de regulación del sector gas en Colombia	23
2.3.1.1	Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142 de 1994).	23
2.3.1.2	Comisión de Regulación de Energía y Gas	24
2.3.2	Norma Técnica Colombiana (NTC).	24
3.	PLANEACIÓN, DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	25
3.1	FASE 1 Y 2. COMPROMISO DE LA ORGANIZACIÓN, PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN	25
3.2	FASE 3. DEFINIR Y ANALIZAR PROCESOS	26
3.3	FASE 4. ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE CALIDAD.	27
3.4	FASE 5 Y 6 DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	29
3.4.1	Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad Sistema de seguimiento y control	30
4.	SISTEMAS DE LAS REDES DE DISTRIBUCION	39
4.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	40
5.	ESTACIONES	44
5.1	PUERTA DE CIUDAD, "CITY GATE" O ESTACIÓN DE RECIBO	44

	Pág.	
5.2	ESTACIONES DE DISTRITO	47
5.2.1	Conceptos generales de las estaciones de medición y regulación	47
5.2.2	Descripción General de los Filtros de las Estaciones de Medición y Regulación	52
5.2.3	Etapa de Regulación	55
5.2.4.	Etapa de Medición	57
5.2.5	Fórmulas de Capacidad	60
5.2.6	Cálculo de Velocidad del Gas	61
5.2.7	Gas No Medido	61
5.2.7.1	Causas del Gas No Medido	62
5.2.8	Mantenimiento	62
6.	RED DE POLIETILENO o RED SECUNDARIA	64
6.1	RED DE POLIETILENO INSTALADA POR LA EMPRESA METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	68
6.2	PROCEDIMIENTOS Y RECOMENDACIONES PARA LA MANIPULACIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS	69
6.2.1	Almacenamiento de Tubería y Accesorios	70
6.2.2	Transporte, Cargue y Descargue	70
6.2.3	Tendido, Enderezamiento y Arrastre	71
6.2.4	Corte	72
6.2.5	Dobleces y Cargas del Terreno	73
6.2.6	Tendido de la Tubería Plástica en el Terreno	73
6.2.7	Método de Unión de Tubería de Polietileno. Unión por TERMOFUSION	74
6.2.7.1	Fusión a Socket	75
6.2.7.2	Unidad de Fusión a Tope	77

	Pág.	
6.2.7.3	Fusión de Silletas	80
6.2.8	Control de Presión por Medio de Prensas	84
6.3	POLIVÁLVULAS	86
6.3.1	Procedimiento para la Inspección y Mantenimiento de las Poliválvulas	87
6.4.	INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	88
6.5	ACOMETIDA	89
7.	RED DE ACERO	91
7.1	TUBERÍA DE ACERO	91
7.1.1	Especificaciones Técnicas para la Construcción o ampliación de la Red de Acero	92
7.1.1.1	Recepción, Transporte, Tendido de Tubería y Accesorios	94
7.1.1.2	Rebiselamiento de la Tubería de Acero	94
7.1.1.3	Alineación y Soldadura de Tubería de Acero	94
7.1.1.4	Apertura de Zanjas, Bajada y Tapado de la Tubería	96
7.1.1.5	Limpieza y Protección de la Tubería Enterrada	97
7.1.1.6	Pruebas	99
7.1.2	Operación y Mantenimiento de la Red de Acero	101
7.2	CRUCES ESPECIALES	102
7.2.1	Cruces Especiales de la Red de Distribución de Gas	102
7.2.1.1	Cruces de Corrientes de Agua	103
7.2.2	Colocación de Camisas	104
7.2.2.1	Tubería de las Camisas	105
7.2.3	Procedimiento para la Inspección de Válvulas de la Red de Acero	106
7.3	PROTECCIÓN CATÓDICA	107

	Pág.	
7.3.1	Conceptos generales sobre corrosión	107
7.3.1.1	Proceso de corrosión	107
7.3.1.2	Corrosión de las Tuberías de Acero Enterradas por Agresividad de los Suelos	109
7.3.2	Protección Pasiva, Pinturas y Revestimientos	110
7.3.2.1	Pinturas	111
7.3.2.1.1	Procedimiento para pintar	111
7.3.2.2	Revestimientos	114
7.3.2.2.1	Preparación del Lecho de la Zanja y Relleno.	115
7.3.3	Protección catódica activa	117
7.3.3.1	Definición y Principios de Funcionamiento	117
7.3.3.2	La Pila de Protección Catódica	117
7.3.3.3	Comprobación de la Protección la Tubería	118
7.3.3.4	Metales y Aleaciones que se utilizan como Ánodos de Sacrificio	119
7.3.3.4.1	Aleaciones de los Ánodos	120
7.3.3.5	Método de Instalación de los Ánodos de Sacrificio	121
7.3.3.6	Procedimientos de Control de la Protección Catódica	121
7.3.3.7	Válvulas para Tubería de Acero	123
8.	RESEGUIMIENTO DE REDES	124
8.1	PROCEDIMIENTO DE PATRULLAJE	124
8.2	PROCEDIMIENTO DE RESEGUIMIENTO	125
9.	PLANES DE CONTINGENCIA Y PREVENCION DE DAÑOS	126
9.1	CLASIFICACION DE LAS EMERGENCIAS	127
9.1.1	Accidentes von Gas	128
9.1.2	Eventos Naturales	131

	Pág.
9.1.3 Actos de Terceros	132
10. CONCLUSIONES	134
11. RECOMENDACIONES	136
BIBLIOGRAFIA	139
ANEXOS	141

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama causa – efecto de procesos del área técnica en METROGAS	6
Figura 2. Estructura organizacional de METROGAS S. A E.S.P	9
Figura 3. Modelo de un sistema de gestión de calidad basado en procesos	12
Figura 4. Principales campos de producción de gas natural del país	16
Figura 5. Red Nacional de Gasoductos del País	17
Figura 6. Procesos del sistema de distribución de gas	26
Figura 7. Estructura documental del sistema de gestión de calidad en METROGAS S. A E.S.P	30
Figura 8. Mapa de procesos de METROGAS S.A E.S.P.	38
Figura 9. Esquema típico de una red de distribución	42
Figura 10. Red de Distribución Gasoriente	47
Figura 11. Red de acero y estaciones de medición y regulación – Floridablanca	49
Figura 12. Filtro CFR de American Meter	54
Figura 13. Medidores de desplazamiento positivo	58
Figura 14. Medidor tipo turbina	58
Figura 15. Red de acero METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P	93
Figura16. Toma de potenciales	122

LISTA DE FOTOS

		Pág.
Foto 1.	Estación Reguladora y Medidora FLORIDA	51
Foto 2.	Estación Reguladora RUITOQUE	51
Foto 3.	Estación Reguladora BUCARICA	52
Foto 4.	Estación Reguladora BUCARICA	52
Foto 5.	Filtro CFR Estación Río Frío	55
Foto 6.	Tren de regulación estación reguladora de Bucarica	57
Foto 7.	Medidor 3GT American Meter Estación reguladora de Ruitoque	60
Foto 8.	Tendido de tubería de polietileno	72
Foto 9.	Corte de tubería de polietileno	73
Foto 10.	Equipo Utilizado en el Procedimiento de Fusión a Socket	76
Foto 11.	Procedimiento de fusión a Socket	76
Foto 12.	Equipo Utilizado en el Procedimiento de la Fusión a Tope	78
Foto 13.	Procedimiento de fusión a tope	79
Foto 14.	Termofusión de silletas	81
Foto 15.	Equipo Utilizado en el Procedimiento de Unión de Silletas por Termofusión	83
Foto 16.	Herramientas de Aplastamiento y Cierre para polietileno	85
Foto 17.	Instalación de polivalvula	86
Foto 18.	Tapa de polivalvula en mal estado	88
Foto 19.	Acometida y elevador	90
Foto 20.	Montaje de la tubería de acero	94

		Pág.
Foto 21.	Protección de juntas	99
Foto 22.	Cruce Aéreo de la Quebrada Zapamanga.	105
Foto 23.	Cruce tubería de acero sobre cercha. Puente Bucarica con villa jardín	107
Foto 24.	Revestimiento de tubería de acero	111
Foto 25.	Instalación de tubería	116

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Población de trabajadores METROGAS S. A E.S.P	8
Tabla 2. Estructura del Manual de Operación y Mantenimiento de METROGAS S.A E.S.P	33
Tabla 3. Clasificación de las estaciones	50
Tabla 4. Equipos de medición	59
Tabla 5. Tiempos para fusión a socket	77
Tabla 6. Tiempos para termofusión a tope	80
Tabla 7. total sectores por zona	88
Tabla 8. Periodo de patrullajes	108
Tabla 9. postes de protección catódica	124

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Composición química del gas natural asociado y libre	141
Anexo B. Tablas guía para construcción y operación de redes de gas en acero y polietileno según la norma NTC 3728	142
Anexo C. Actividades de apoyo realizadas para los procesos del sistema de distribución de METROGAS S. A E.S.P.	147
Anexo D. Indicadores propuestos del Sistema de Gestión de la calidad	149

GLOSARIO

ACERO: las tuberías metálicas que conforman las redes de distribución, están construidas de acero, el cual es una aleación de hierro y carbono con pequeñas cantidades de otros elementos como silicio, manganeso, fósforo, azufre y oxígeno. El principal componente es el hierro que es extraído de la naturaleza y transformado industrialmente por procesos siderúrgicos.

ACOMETIDA DOMICILIARIA: Conjunto de tuberías y accesorios requeridos para el suministro de gas a uno o varios usuarios desde el anillo de distribución, hasta el dispositivo de transición en el centro de medición.

ANILLOS DE DISTRIBUCIÓN: Parte de la red de distribución conformada por accesorios y tuberías que se derivan de las redes troncales formando mallas o circuitos cerrados.

ÁNODO: zona del metal con potencial de electrodo más electronegativo y que tiende a corroerse.

BTU: (British Thermal Unit), cantidad de energía necesaria para llevar la temperatura de un gramo de agua desde 14.5° centígrados hasta 15.5° centígrados.

CÁTODO: zona del metal con potencial de electrodo menos electronegativo y que no se corroe.

CORROSIÓN: se denomina corrosión a la transformación parcial o total que sufren los metales volviendo a cualquiera de los estados combinados en que se encuentran en la naturaleza. Los tipos de corrosión principales son la corrosión química y la corrosión electroquímica.

- **CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA:** está es causada por una reacción de oxidación - reducción en la que el metal pasa a solución en forma de ion ferroso(Fe^{++}), existiendo una circulación de corriente por el interior del metal y por el electrolito. Las tuberías de acero enterradas son afectadas por la corrosión electroquímica.

- **CORROSIÓN QUÍMICA:** es una reacción de óxido - reducción que tiene lugar por combinación del metal con un medio o elemento no iónico. El fenómeno de corrosión química que se presenta en el hierro es el siguiente:



$2\text{Fe} + \text{S}_2 \rightarrow 2\text{FeS}$ (sulfuro de hierro)

CREG: Comisión Reguladora de Energía y Gas.

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social.

DOCUMENTO: Información y su medio de soporte.

a.- El medio de soporte puede ser papel, disco magnético óptico o electrónico, fotografía o muestra patrón o una combinación de éstos.

b.- Con frecuencia un conjunto de documentos, por ejemplo especificaciones y registros se denominan “documentación”

c.- Algunos requisitos (por ejemplo el requisito de ser legible) están relacionados con todos los tipos de documentos aunque puede haber requisitos diferentes para las especificaciones (el requisito de estar controlado por revisiones) y los registros (por ejemplo el requisito de ser recuperable).

ELECTRODOS DE REFERENCIA. Existen varios electrodos de referencia: El electrodo de cobre - sulfato de cobre para instalación fijo enterrado. Están enterrados muy próximos a las tuberías y en puntos especiales que requieran un mayor control de la protección catódica.

El mismo electrodo de cobre – sulfato de referencia pero portátil y el electrodo de referencia portátil de plata - cloruro de plata. Se utilizan para medir en diferentes puntos de las tuberías.

Además, hay otros electrodos de referencia de instalación fija enterrados, llamados electrodos probeta. Estos electrodos llevan incorporada una placa de acero desnuda, que está encastrada dentro de las paredes del electrodo, de tal forma que la distancia entre la cerámica porosa del electrodo y la probeta de acero es mínima y por lo tanto el error de la medida de potencial debido a la caída IR es mínimo

ELECTROLITO: es un medio, como el agua o la tierra, capaz de conducir corriente eléctrica. Dicha circulación de corriente se produce por transmisión iónica.

ESPECIFICACIÓN: Es un documento que establece requisitos.

E.S.P.: Empresa de Servicios Públicos.

GNCV: Gas Natural Comprimido Vehicular.

GAS EN FIRME: Tipo de gas natural que se distribuye y comercializa sin ninguna clase de restricción, ni de producción, ni de transporte.

GAS INTERRUMPIBLE: Tipo de gas natural que se distribuye y comercializa con restricciones de producción y de transporte.

GASODUCTO: Tubería metálica de gran diámetro, empleada en el transporte a grandes distancias de gas natural. Los gasoductos permiten la distribución de gas natural desde los yacimientos a los centros de consumo o, en su caso, hasta los puertos de embarque o centros de carga, donde se licúa para facilitar su transporte por vía marítima (lo más habitual) o terrestre. Por comparación, son un sistema joven de transporte por tubería.

Este dio comienzo con los oleoductos, más fáciles y menos costosos de construir y mantener. Al igual que los anteriores, los gasoductos se construyen mediante la unión por soldadura de tubos de acero que se colocan en la superficie o enterrados en estrechas zanjas. Sin embargo, las características físicas del gas imponen algunas diferencias. La energía necesaria para el transporte se logra mediante estaciones de impulsión intercaladas en la red de tuberías, y la movilización del gas se realiza con turbinas. El número de estas estaciones es mucho mayor, para una distancia dada, que en el caso de un oleoducto.

GLP: Gas Licuado de Petróleo, mal llamado gas propano.

HULLA: Combustible fósil con una riqueza en carbono entre 75 y 90% y un contenido en volátiles que oscila entre 20 y 35%. Es negra, mate, y arde con dificultad con una llama amarillenta. Procede, como los otros tipos de carbones, de la acumulación de vegetales que vivieron durante el período carbonífero sometidos a grandes presiones y temperaturas, por la acumulación de sedimentos posteriores y por las fuerzas tectónicas.

INFORMACIÓN: Datos que poseen significado.

ION: Es una partícula cargada eléctricamente. Cuando es positiva la llamamos "Cación" y cuando es negativa de llamamos "anión".

MANUAL DE CALIDAD: Es el documento que especifica el sistema de calidad de una organización.

MME: Ministerio de Minas y Energía

MMBTU: Un millón de BTUs.

MULTÍMETRO: Un multímetro es un instrumento de medidas multifuncional. Según se dispongan sus conmutadores puede convertirse en un voltímetro, o en un amperímetro, para realizar medidas en corriente continua o alterna. En general disponen de varias escalas, y también suelen venir preparados para realizar la medida directa de resistencias.

PLAN DE CALIDAD: Es el documento que especifica que procedimientos y que recursos asociados deben aplicarse, quien debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico.

PROCESO ANAERÓBICO: Proceso químico en ausencia de oxígeno.

PROPANODUCTOS: Redes de tuberías para la distribución de gas licuado de petróleo o mal llamado gas propano.

RED TRONCAL: Conjunto de tuberías y accesorios debidamente acoplados que forman el sistema a través del cual se distribuye gas natural por vías y zonas públicas de la ciudad. Los diámetros de varían comúnmente de 1 a 4 pulgadas.

REGISTRO: Es el documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

a.- Los registros pueden utilizarse, por ejemplo, para documentar la trazabilidad y para proporcionar evidencia de verificaciones, acciones preventivas y acciones correctivas.

b.- En general los registros no necesitan estar sujetos al control del estado de revisión

REQUISITO: Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

SSP: Superintendencia de Servicios Públicos

TOMAS DE POTENCIAL: Las tomas de potencial nos facilitan la medida del potencial de la tubería respecto a un electrodo de referencia que normalmente es portátil. Son pequeñas estaciones o cajas donde se encuentran las conexiones y terminales de los cables que unen los electrodos con la tubería.

VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO O POLIVÁLVULAS: Son dispositivos que permiten mediante una rápida operación manual el bloqueo total o

parcial del paso de gas o el flujo del mismo en el instante que se requiera. Se localizan sobre la red de polietileno y controlan el suministro del servicio a uno o varios anillos de distribución, e incluso a una instalación en el evento en que la acometida requiera de la instalación de una poliválvula.

RESUMEN

TITULO: DISEÑO, DOCUMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA LOS PROCESOS DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN DE REDES Y E. R. M. EN METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P, BASADO EN LA NORMA ISO 9001: VERSIÓN 2000. *

AUTOR: RONALD JOSÉ LÓPEZ TORRADO **

PALABRAS CLAVES: Sistema de Gestión de la Calidad, Redes de gas domiciliario, Estaciones de regulación y medición, Red de Acero, Red de Polietileno, Gas natural, Plan de contingencia

CONTENIDO

En el presente estudio se propone la estructura documental que contiene los diferentes procedimientos, instructivos y registros para implementar el sistema de gestión de la calidad para los procesos de Operación, Mantenimiento e Inspección de Redes de gas domiciliario y estaciones de regulación y Medición.

La revisión y actualización de los procesos de Operación, Mantenimiento e Inspección de redes y Estaciones de regulación y medición en METROGAS S. A E.S.P, se consideró indispensable, debido a que es fundamental para la organización que los procesos de distribución de gas natural se realicen en las mejores condiciones, de forma estandarizada y correcta, acorde con la Norma Técnica Colombiana, para asegurar un óptimo funcionamiento de la red y efectividad en el servicio y así sea el usuario el principal beneficiado del control que se haga sobre la misma. Ello llevará a que la empresa sea un establecimiento digno de reconocimiento y respeto y con ventajas que le permitan desenvolverse en el ambiente cada vez más variable de la realidad nacional, en aras del desarrollo y el crecimiento de la misma.

Los procedimientos e instructivos presentados están basados en las Normas Técnicas Colombianas siguiendo los lineamientos de la norma ISO 9000 y 9001. En materia de seguridad, se acogen las recomendaciones del Código de Normas Técnicas y de Seguridad en Gas Combustible, compilado por el Ministerio de Minas y Energía y la reglamentación que en la materia han expedido dicho Ministerio y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

La metodología a seguir en el manual de operación y mantenimiento se resume en una guía rápida que permite que el usuario se ubique fácilmente a modo de diagrama de flujo a fin de entender el procedimiento en general.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas, Escuela Ingeniería de Petróleos. Ing. Nicolás Santos Santos, Ing. Alexis Abreo Ortega

SUMMARY

TITLE: DESIGN, DOCUMENTATION AND TECHNICAL IMPLEMENTATION OF A QUALITY CONTROL SYSTEM FOR THE PROCESS OF OPERATION, MAINTENANCE AND INSPECTION OF NETWORKS AND MEASUREMENT AND REGULATION PLANTS IN METROGAS DE COLOMBIA S.A., A PUBLIC SERVICES SUPPLIER, THROUGH STANDARD ISO 9001 VERSION 2000*

AUTHOR: RONALD JOSÉ LÓPEZ TORRADO**

KEY WORDS: Quality control system, Domiciliary gas networks, Regulation and measurement plants, Steel network, Polyethylene network, Natural gas, Contingency plan

CONTENTS

The present study puts forward the documents containing the different procedures, manuals and records to implement the quality control system in the processes of operation, maintenance and inspection of domiciliary gas distribution networks as well as regulation and measurement plants.

The revision and updating of the processes of operation, maintenance and inspection of networks and regulation and measurement plants at METROGAS S.A., a public services supplier, was considered indispensable as it is crucial for the company to carry out the processes of natural gas distribution under the best conditions in a standardized and correct way in accordance with Colombian Technical Standards in order to guarantee the best operation of the network and efficient service, so the final consumer will be benefited from the control process of the network. This will lead the company to be worthy of recognition and respect and at the same time will give it an advantageous position that will enable it to evolve in the increasingly changing Colombian scene for the sake of its development and expansion.

The procedures and instruction manuals presented herein are based on the Colombian Technical Standards and they are in accordance with the guidelines established by Standards ISO 9000 and 9001. With regard to safety, the recommendations contained in the Code of Technical Standards and Security in Gas Fuel, which has been compiled by the Ministry of Energy, are followed. The regulations about the matter issued by the Ministry and the Commission for Energy and Gas Regulation are equally followed.

The methodology to be followed in the operation and maintenance manual is condensed in a quick guide that enables the user to follow the flowchart to understand the general procedure.

* Graduation Work

** Faculty of Physico-Chemical Engineering. School of Petroleum Engineering. Engineer Nicolás Santos Santos. Engineer Alexis Abreo Ortega.

INTRODUCCIÓN

Manuscritos muy antiguos mencionan chorros de fuego y templos dedicados al “dios del fuego”. Esos chorros de fuego, eran indudablemente fuentes de Gas Natural que hacían ignición accidentalmente. La gente en la antigüedad se maravillaba por este fenómeno natural hasta el punto de construir imponentes templos cerca a las antorchas y hacer ofrendas a ellos; Un ejemplo de lo anterior es un templo Persa que fue hallado en Bakú en la antigua Unión Soviética que muestra señales de tener en su interior un sitio donde combustia Gas Natural.

Julio Cesar menciona en sus escritos que durante sus expediciones a las Galias, pudo ver chorros de fuego en esas pintorescas tierras. Los Japoneses también tuvieron conocimiento del Gas Natural, pero fallaron al subestimar el verdadero valor de este recurso natural; Tal vez la primera aplicación industrial del Gas Natural, fue la que realizaron los Chinos en 900 a.C, llevando el combustible por medio de cañas de Bambú, hasta primitivos quemadores para evaporar el agua de soluciones salinas y poder producir sal cruda.

En la era moderna, George Washington en 1775, creo un Parque que tenia dentro de si una “Fuente de Fuego” y más tarde en 1821 en la Villa de Fredonia en NuevaYork, Gas Natural fue conducido hasta inmediaciones del pueblo y se uso para iluminación urbana.

Algunos sistemas constructivos para conducir gases combustibles van desde las primeras canalizaciones construidas en Bambú en China en el siglo X hasta las modernas redes de polietileno que se usan en el ámbito mundial

actualmente, pasando por redes en plomo y madera en el siglo pasado en EEUU, redes en Cobre y Hierro Colado para conducir GLP y gases Industriales en algunas plantas de principio de siglo en México, PVC como se encuentran construidas hoy en día en Holanda las redes de gas y por supuesto el Acero usado en las líneas de transmisión y distribución en alta presión de las ciudades.

La construcción de redes de gas para distribución urbana ha tenido un desarrollo acelerado desde su origen; diseñadores y constructores de líneas de distribución han sabido adoptar los materiales y procesos desarrollados por la tecnología muy rápidamente.

Las normas de fabricación para materiales metálicos y plásticos que conducen gases, así como también las normas de construcción e instalación de redes de gas, han marcado un nivel de exigencia cada vez mayor a quienes construyen y operan los gasoductos urbanos, teniendo siempre como referente en este proceso de mejoramiento continuo la seguridad.

En muchas partes del mundo la construcción de las redes de gas que actualmente se operan se ha hecho en su totalidad con tuberías de Acero y tuberías de polietileno.

En efecto empresas como METROGAS DE COLOMBIA S. A E.S.P, en su labor de servicio a la comunidad, requieren que los procesos de operación, mantenimiento e inspección de redes de gas domiciliario, se realicen mediante esquemas técnicos y administrativos eficientes y eficaces, compatibles con los objetivos y estatutos que la orientan, para permitir una progresiva consolidación del establecimiento.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS

La revisión, actualización y mejora del esquema técnico y administrativo vigente en METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P, se realiza con el objetivo primordial de estandarizar los procedimientos llevados a cabo en los procesos de operación, mantenimiento e inspección de redes de gas domiciliario acorde con la norma NTC- ISO 9001: versión 2000 y las normas técnicas vigentes.

El proyecto que se pretende desarrollar tiene como propósito establecer, e implementar un sistema de gestión de la calidad en METROGAS, que permita uniformidad en la aplicación del mismo por parte del personal técnico encargado actualmente de los procesos de operación, mantenimiento e inspección de redes, desarrollándose de manera conjunta un proceso de mejoramiento continuo que permita su ajuste y corrección cada vez que sea necesario.

El Sistema de Gestión de la Calidad que se propondrá se ceñirá a las normas ISO 9000 e ISO 9001, las cuales proporcionarán a la organización un marco específico que ayude a construir un sistema de administración que mejore la calidad de manera constante en los procesos organizativos y operativos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, con la creciente necesidad de la eficiencia en los procesos internos más adecuados para conseguir un óptimo funcionamiento y una efectividad en el servicio, es indispensable para toda organización, propender por la búsqueda de dicha eficiencia, en aras del desarrollo y el crecimiento de la misma.

La revisión y actualización de los procesos de operación, mantenimiento e inspección de redes se consideró indispensable, debido a que es fundamental para METROGAS; que los procesos de distribución de gas natural se realicen en las mejores condiciones y de la forma correcta para asegurar un buen funcionamiento de la red y así sea el usuario el principal beneficiado del control que se haga sobre la misma, con el fin de que la empresa sea un establecimiento digno de reconocimiento, respeto y con ventajas que le permitan desenvolverse en el ambiente cada vez más variable de la realidad nacional.

El departamento técnico de METROGAS S.A .E S. P, encargado de los procesos de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas en la empresa, presentó la necesidad de implementar un sistema de gestión, que permitiera a su personal ejecutar sus funciones y desarrollar procesos estandarizados, de una manera segura, sencilla, y eficiente, con el propósito de mantener el correcto funcionamiento del sistema.

Además, es necesario que el desarrollo de las tareas normales del personal a cargo de los procesos de operación, mantenimiento e inspección de redes, se realice de una manera uniforme, independientemente de quién sea la

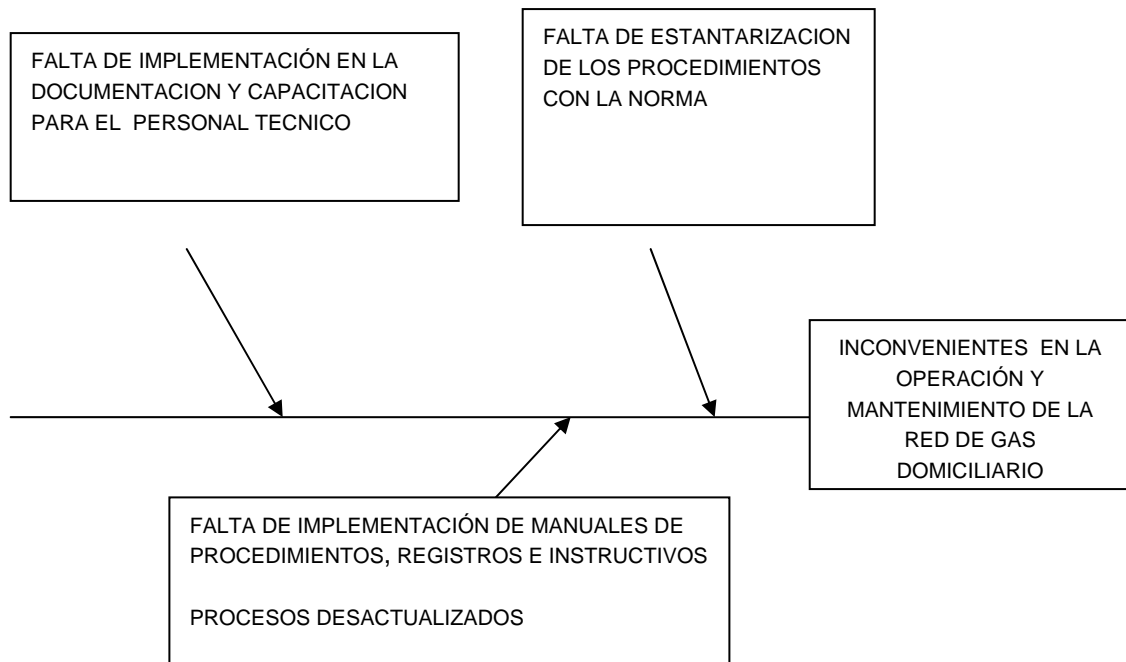
persona encargada en el momento de llevarla a cabo, objetivo que se puede lograr mediante la estandarización de los procedimientos en la empresa.

Como una solución ante la situación continuada que se presentaba, se pretendió mediante el desarrollo de éste proyecto, diseñar inicialmente e implementar (a mediano plazo) herramientas que permitan un mejor desarrollo de los diferentes procedimientos que involucran el proceso que desarrollan, haciendo de ellas la base para una correcta manipulación de la información y por lo tanto brindarles al personal encargado un medio para facilitar su trabajo y hacerlo más confiable.

Lo anteriormente señalado, se vislumbra más que como una necesidad, un requisito, para continuar cumpliendo el compromiso con la comunidad y hacer de éste un motivo para optimizar el trabajo que desempeña el personal del departamento técnico de la empresa.

Con respecto a la problemática anteriormente planteada, se planteó el siguiente diagrama causa - efecto:

Figura 1. Diagrama causa – efecto de procesos del área técnica en METROGAS



Para concluir, la iniciativa para la realización de éste proyecto es obtener mejoras en las operaciones internas:

- Una mejor documentación, que da como resultado:
 - ☞ Mayor conocimiento de las responsabilidades y actividades del trabajo.
 - ☞ Conservación de los mejores métodos operacionales.
 - ☞ Consistencia en las operaciones.

- Una mayor productividad como resultado de:
 - ☞ Costos variables menores debido a menos errores, desperdicios y reprocesos.

■ Cambio cultural positivo debido a que:

- ☞ Los empleados conocen con exactitud lo que implica su trabajo.
- ☞ Los empleados tienen las destrezas y la documentación que necesitan para realizar su trabajo.
- ☞ Los empleados tienen más conciencia del impacto de su trabajo sobre la calidad de los productos.

1.3 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.3.1 Razón social. METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.

1.3.2 Nit. NIT.890.208.316-6

1.3.3 Dirección de la empresa. CL. 29 # 25-72 C.C. CAÑAVERAL OF. 503. Floridablanca. Santander.

1.3.4 Naturaleza de la empresa. La compañía es una empresa de servicios públicos por acciones de naturaleza privada, regida por las normas del código de comercio para las sociedades anónimas.

1.3.5 Objeto social. Prestar el servicio público esencial de comercialización, transporte y distribución de gas combustible. La exploración, explotación, almacenamiento, utilización, transporte, refinación, compra, venta, y distribución de hidrocarburos o sus derivados en todas sus formas y representaciones. Las labores de ingeniería, asesoría, construcción, interventoría, fabricación y consultoría relacionados con hidrocarburos. La construcción, operación y mantenimiento de gasoductos de uso públicos o privados, oleoductos, poliductos, plantas de almacenamiento, envase, llenado o trasiego, estaciones de licuefacción, gasificación o compresión,

tanques y recipientes de cualquier naturaleza para transporte y almacenamiento, y en general las actividades relacionadas con la comercialización de hidrocarburos o sus derivados.

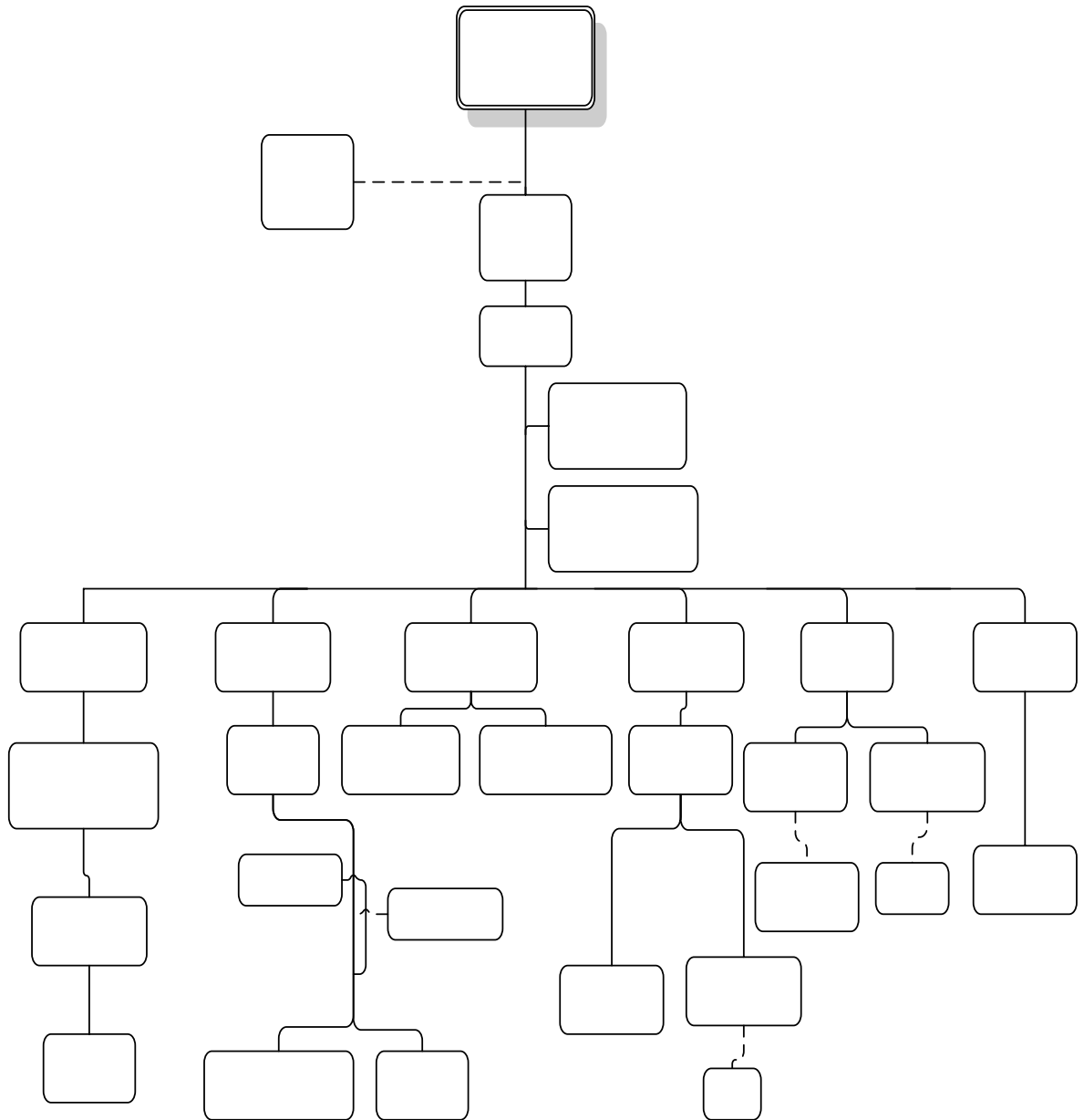
1.3.6 Población de trabajadores

Tabla 1. Población de trabajadores METROGAS S. A E.S.P.

		PERSONAL	%
GENERO	Masculino	7	36.84%
	Femenino	12	63.16%
ESTADO CIVIL	Solteros	10	52.63%
	Casados	9	47.37%
	Separados	0	0.00%
	Unión Libre	0	0.00%
PROCEDENCIA	Local	10	52.63%
	Regional	5	26.32%
	Nacional	4	21.05%
EDAD	≤ 25	1	5.26%
	26 a 30	2	10.53%
	31 a 35	7	36.84%
	36 a 40	2	10.53%
	≥ 41	7	36.84%
NIVEL EDUCATIVO	Primaria	0	0.00%
	Secundaria	1	5.26%
	Técnica	6	31.58%
	Tecnológica	3	15.79%
	Universitaria	7	36.84%
	Avanzada	2	10.53%
ANTIGÜEDAD	0 a 5 años	8	42.11%
	6 a 10 años	3	15.79%
	10 a 15 años	3	15.79%
	≥ 16 años	5	26.32%
CLASE DE CONTRATO	Fijo.	0	0.00%
	Indefinido.	19	100.00%
AREA	Técnica	7	36.84%
	Administrativa	12	63.16%

1.3.7 Estructura organizacional

Figura 2. Estructura organizacional de METROGAS S. A E.S.P



2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 International Organization for Standardization. ISO es el acrónimo de la International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización), que se fundó en 1946 con el fin de crear un conjunto común de normas para la manufactura, el comercio y las comunicaciones.

La organización, cuya matriz se encuentra en Ginebra, Suiza, está formada por 100 países aproximadamente. En la ISO, cada país está representado por su *organismo integrante*, la organización nacional que coordina las normas nacionales. Cada organismo integrante tiene derecho a un solo voto sin importar el tamaño del país. El *ICONTEC* (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación) es el organismo integrante de Colombia ante la ISO.

Todas las normas establecidas por la International Organization for Standardization son voluntarias; no existen requisitos legales que obliguen a los países a adoptarlas. No obstante, los países y las industrias suelen adoptar las normas ISO como normas nacionales.

2.2.1 Sistema de Gestión de la Calidad

2.1.2.1 Estado del arte. En términos generales, el Sistema de Gestión de la Calidad consta de la estructura organizacional junto con la documentación, procesos y recursos que se emplean para alcanzar los objetivos de calidad.

La norma ISO 9000, describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología de los mismos.

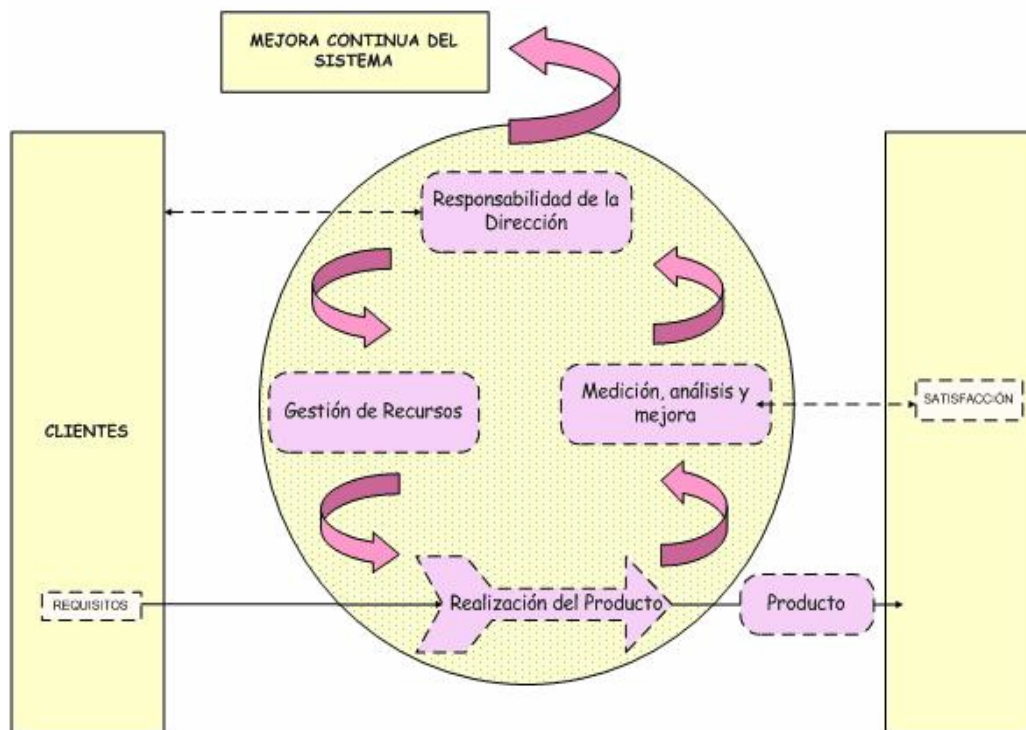
La norma ISO 9001, especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.

La figura 3, ilustra el Sistema de Gestión de la Calidad basado en procesos descrito en la familia de normas ISO 9000. Esta ilustración muestra que el cliente juega un papel significativo para proporcionar elementos de entrada a la organización. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a su percepción de hasta qué punto se han cumplido sus necesidades y expectativas.

Dichas normas son básicamente un modelo de gestión de la calidad que le garantiza al cliente la total confianza en todos los procesos que se usan para desarrollar el producto o servicio que va a comprar, equipos calibrados, personal debidamente entrenado para hacer las respectivas tareas y documentos debidamente organizados.

En efecto, la ISO es un proceso administrativo de organización de la empresa a todos los procesos, en materias primas, materiales, mano de obra, medición y método. Igualmente, habla de la necesidad de trabajar en un medio ambiente adecuado, pero hay que tener en cuenta que la norma no es para los productos sino para los sistemas de calidad, y en este momento hay toda una familia de ISO, casi 20, para manufactura, servicios y empresas de software.

Figura 3. Modelo de un sistema de gestión de calidad basado en procesos.



Es importante tener en cuenta que la certificación ISO 9000 no se le otorga a una empresa sino a sus actividades o líneas de producción, es decir que una compañía puede fácilmente tener cuatro o cinco productos y el sistema de la calidad se puede implementar sólo en uno de ellos.

Debido a que la ISO 9000 establece qué es lo que se debe tener, pero no cómo hacerlo, cada organización debe adecuar sus procesos para implementar la norma. Para esto se recomienda el modelo de gestión integral, el cual trabaja en tres aspectos dentro de la organización:

- El direccionamiento estratégico, en donde se focalizan asuntos como la misión, la visión, planeación, metas, políticas, valores, indicadores y objetivos, en otras palabras, estructura el norte de la organización.
- La gerencia del día a día, que vigila el correcto funcionamiento de los procesos diarios que se manejan en la empresa, como por ejemplo, que los tiempos estén controlados o que el entrenamiento se dé como se debe dar.
- Transformación cultural de la empresa, que se aplica en todos los niveles de una organización y sirve para que los trabajadores no hagan lo que ellos quieren, sino lo que estratégicamente es importante para la empresa, en conclusión es un proceso pedagógico.

Como resultado de la gestión integral se obtiene la certificación ISO, que a la larga se convierte en un medio para asegurar la calidad, la competitividad, la credibilidad y la productividad de las empresas.

Ventajas de un Sistema de Gerencia de Procesos

Ofrece diez beneficios fundamentales:

- Reducción en la duplicación de actividades.
- Identificación fácil de las ineficiencias del proceso.
- Mayor conciencia de los empleados de las prácticas óptimas.
- Facilidad para que la gerencia tenga al día el control del sistema.
- Logro consistente de objetivos.
- Facilidad en la implantación de cambios.
- Mayor involucramiento de la gerencia.
- Mayor facilidad para medir el desempeño.
- Incremento en las economías de escala.
- Consistencia en la implantación en todo el negocio.

2.1.3 El Gas Natural. A escala mundial, después del petróleo y el carbón, el gas natural es hoy en día la más valiosa fuente de energía. La utilización del

gas en nuestros hogares, en la industria, el comercio, como generador de energía eléctrica y ahora en el sector transporte, ha permitido en forma creciente la sustitución de combustibles costosos, mayor eficiencia en el uso de los energéticos, crear una oferta más flexible, abundante y diversificada, y ante todo proveer un combustible ambientalmente limpio.

2.1.3.1 Producción y transporte del gas natural en Colombia. El primer paso para producir gas natural es encontrarlo, labor que realiza Ecopetrol en forma directa o a través de Contratos de Asociación con empresas nacionales o transnacionales especializadas en su búsqueda.

Desde 1977, con el inicio de la comercialización de las grandes reservas de gas natural en los campos de La Guajira, Colombia introdujo de una manera importante este hidrocarburo en la canasta energética de la Costa Atlántica, donde se cuenta hoy con un mercado maduro y una gran cultura en su utilización.

Sin embargo, hasta hace 10 años, se empezó a dar una importancia marcada al uso del gas y, a pesar de las limitadas reservas, se inició la estructuración un plan para permitir su consumo masivo, en principio, en aquellas regiones donde existían fuentes productivas.

De esta manera se fortaleció la cultura del gas en la Costa Atlántica y algunas localidades de Santander, Huila y el sur de Bogotá, gracias a las reservas que se tenían en la época en los campos de Guajira, Payoa, Provincia, Dina, San Francisco, Tello y Apiay de los Llanos Orientales. En la figura 4, se señalan los principales campos de producción de gas natural del país.

El gas natural es un recurso abundante en Colombia que se encuentra asociado al petróleo y en muchos casos, como sucede en los yacimientos gasíferos de Chuchupa y Ballena en La Guajira, en forma de gas libre. Los grandes campos de Cusiana - Cupiagua del Piedemonte Llanero, lo producen asociado al crudo

Con la aparición de nuevas y abundantes reservas en el Piedemonte Llanero, se ha permitido que el Plan de Masificación de Gas evolucione favorablemente de tal manera que el país cuente hoy en día con una moderna red nacional de distribución de gas natural a la altura de las más completas de Latinoamérica.

Entre los años 1995 y 1997 se invirtieron cerca de mil cien millones de dólares en la construcción de las tuberías troncales para llevar el gas natural a los consumidores finales, como son las residencias, fábricas, empresas y plantas de generación eléctrica. La figura 5, ilustra la Red Nacional de Gasoductos del país.

Esto le ha dado al gas natural una nueva dimensión en el sector energético colombiano. Sus actividades están claramente diferenciadas y se presenta como un sector de mucho dinamismo con la participación de múltiples actores nacionales y socios internacionales. Las actividades de producción, comercialización, transporte y distribución están debidamente reglamentadas por parte de la Comisión Reguladora de Energía y Gas –CREG-. Esta normativa ha sido elaborada con base en experiencias nacionales e internacionales, para darle un marco apropiado al desarrollo de la industria.

Figura 4. Principales campos de producción de gas natural de Colombia



Figura 5. Red nacional de gasoductos de Colombia



2.1.4 Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Por siglos la salud fue definida como "ausencia de enfermedades", y sólo en 1950 la Organización Mundial de la Salud, redefine el concepto como "un estado de perfecto bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedad". La nueva definición antepuso la Salud a la Enfermedad, y la hizo depender de la armonía del hombre con su entorno, enfatizando la importancia de la prevención.

Pero hay que tener en cuenta que el equilibrio individual de la salud, no depende sólo del correcto funcionamiento de su estructura orgánica y psíquica, sino que se ve influida en gran medida por los factores ambientales, presentes en el trabajo. A partir de esta definición, el ambiente de trabajo se puede considerar subdividido en:

- Ambiente físico
- Ambiente psicológico
- Ambiente social

2.1.4.1 Ambiente físico. Se constituye por aquellos factores ambientales que pueden dañar la salud física y orgánica del trabajador; comprende:

- **Factores mecánicos:** elementos móviles, cortantes, punzantes, etcétera, de las máquinas, herramientas, manipulación y transporte de carga y otros.
- **Factores físicos:** condiciones termohigrométricas, ruido, vibraciones, presiones atmosféricas, radiaciones ionizantes y no ionizantes, iluminación, etc.

- **Factores químicos:** contaminantes sólidos, líquidos y gases presentes en el aire.
- **Factores biológicos:** protozoarios, virus, bacterias, etc.

2.1.4.2 Ambiente psicológico. Es consecuencia fundamental de factores debidos a los nuevos sistemas de organización del trabajo derivado del desarrollo tecnológico, tales como: monotonía, automatización, Carga mental, etc. que crean en el trabajador problemas de inadaptación, insatisfacción, y estrés.

2.1.4.3 Ambiente Social. Es la consecuencia de las relaciones sociales externas y que afectan a la empresa, al generar problemas colaterales, que pueden incidir en cambios de esquemas de valores, de función interna, sistemas de mando, políticas de salario, sistemas de promoción y ascensos.

2.1.4.4 Factores de riesgo laboral. Se clasifican en los siguientes:

- Condiciones de seguridad.
- Factores de origen físico, químico y biológico.
- Factores derivados de las características del trabajo.
- Factores derivados de la organización del trabajo.

Condiciones de seguridad. Se incluye en este grupo las condiciones materiales que influyen sobre la accidentabilidad en pasillos y superficies de tránsito, aparatos y equipos, vehículos de transporte, máquinas, herramientas, espacios de trabajo, instalaciones eléctricas, etc.

Factores de origen físico, químico y biológico. Contaminantes físicos: ruido, vibraciones, iluminación, condiciones termohigrométricas, radiaciones ionizantes y no ionizantes, presión atmosférica, etc.

- Contaminantes químicos: presentes en el ambiente laboral constituidos por materiales inertes presentes en el aire en forma de gases, vapores, nieblas, aerosoles, humos, polvo, etc.
- Contaminantes biológicos: constituidos por microorganismos (bacterias, virus, hongos, protozoarios, etc.).

Factores derivados de las características del trabajo. Incluyendo las exigencias que la tarea impone al individuo que las realiza (esfuerzos, manipulación de cargas, posturas de trabajo, niveles de atención, etc.) asociadas a cada tipo de actividad y determinantes de la carga de trabajo, tanto física como mental, de cada tipo de tarea, pudiendo dar lugar a la fatiga.

Factores derivados de la organización del trabajo. Se incluyen en este grupo los factores debidos a la organización del trabajo, tales como tareas que los integran y su asignación a los trabajadores, horarios, velocidad de ejecución y relaciones jerárquicas.

Las consecuencias de los factores de organización pueden dar origen a una serie de efectos para la salud como: (fatiga, insatisfacción, estrés, etc.)

2.2 METROGAS S.A E.S.P

2.2.1 Antecedentes Históricos. Esta empresa fue constituida mediante escritura pública No. 0947 del 19 de agosto de 1981, como una empresa de servicios públicos por acciones de naturaleza privada, que está regida por las normas del código de comercio para las sociedades anónimas, destinada principalmente a satisfacer las necesidades de suministro de gas para la ciudad de Floridablanca.

En febrero de 1984, al crearse en METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. la Gerencia Técnica y el Departamento de Ingeniería y Proyectos, se realizó una revisión de los diseños y la cuantificación de materiales ya adquiridos; encontrando que debido a la variación en algunos programas de construcción de los urbanizadores de la zona y la aparición de nuevos desarrollos urbanísticos, se debía replantear algunos detalles.

Efectuados las modificaciones se iniciaron en julio de 1984 las labores de construcción, que continuaron hasta la terminación del gasoducto de acero, montaje de estaciones y puesta en servicio del Plan Piloto en agosto de 1985.

Los trabajos de construcción de la red de distribución se iniciaron en julio de 1984 y terminaron en agosto de 1985, habiendo construido 5.3 km de red de acero con diámetro de 4" y 6", una estación medidora, dos estaciones de regulación y cerca de 60 km de redes de polietileno dando al servicio el plan piloto para los barrios lagos I, II, III y la urbanización Bucarica, para un cubrimiento de 6500 viviendas.

El 19 de mayo de 1988 se firmó con el Gobierno Nacional el contrato de concesión para Floridablanca por 50 años prorrogables por un lapso de 20 años. Posteriormente se han realizado las ampliaciones de la red de distribución con el fin de satisfacer la demanda del área de influencia, hasta llegar a tener hoy un cubrimiento del 99%, con usuarios entre domésticos, comerciales e industriales.

Debido a la insuficiencia en el suministro del gas domiciliario sobre todo en las horas pico para la zona de Floridablanca y sus barrios aledaños, en el año de 1996 se vio la necesidad de tomar gas de una línea de mayor capacidad y que a su vez sirviera de cierre de anillo de las redes instaladas por METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. Se analizaron varios puntos de toma, se habló con los dueños de los predios, después de varias consultas y de analizar varias alternativas se determinó que el mejor sitio y el que menos peligro presentaba era el separador del anillo vial a la altura del cruce con la autopista.

La fecha de iniciación de las obras fue en Junio 18 de 1996 y de terminación Octubre 16 de 1996, fecha en la cual el gasoducto entro en operación.

La infraestructura de gasoductos está conformada por:

- Tubería de acero de 6", 4"y 3" de diámetro.
- Tubería troncal de polietileno de 1",2",3",4"y 6" de diámetro.
- Tubería de polietileno de 3/4" de diámetro
- 7 estaciones, de las cuales 6 realizan la función de regulación con capacidades de 12000 y 15000 m³/h a una presión de 60 psig. y la restante,

junto con dos estaciones de regulación realizan la medición con capacidades de 5000 y 7500 m³/h a una presión de operación de 250 psig.

2.3 MARCO LEGAL

2.3.1 Marco de regulación del sector gas en Colombia. A partir de 1948 se comenzó a legislar sobre gas en Colombia, las primeras regulaciones fueron sobre la forma de distribución, manejo y almacenamiento de gases del petróleo.

Dentro de la legislación Colombiana, hasta nuestros días se ha venido reglamentando la exploración, transporte, almacenamiento, manejo, distribución, seguridad para gasoductos troncales y urbanos en materia de gas natural.

Los aspectos legales pertinentes al sector del gas natural están definidos hoy en día principalmente por la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios, 142 de Julio de 1994, por la Ley 286 de Julio de 1996 que modificó parcialmente a la Ley 142/94, por la resolución CREG-057 de julio 30 de 1996 y por la Resolución CREG-067/95 mediante la cual la Comisión expidió el Código de Distribución de Gas Combustible por redes.

2.3.1.1 Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142 de 1994).

Mediante la ley 142 se regula la distribución de gas combustible así como las actividades complementarias de producción, comercialización, y transporte. Con esta ley además se propicia la competencia que permite el establecimiento de un régimen tarifario de transporte y ordena una

reestructuración institucional de las empresas, con nuevos esquemas de participación.

De igual manera se definen criterios de confiabilidad, calidad y continuidad en el servicio y se crea la superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD, como organismo de control y vigilancia de funcionamiento del sistema.

Finalmente como ente encargado de regular todos los aspectos que tiene que ver con energía eléctrica y gas, se crea por disposición de la ley 153 de junio de 1994 la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG.

2.3.2 Norma Técnica Colombiana (NTC). Para los efectos pertinentes a la aplicación del Código de Distribución de Gas Combustible por Redes, todo distribuidor o usuario del sistema de distribución, deberá cumplir como mínimo con las Normas Técnicas Colombianas expedidas para el efecto. En caso de no existir normas Colombianas, se emplearán normas de reconocido prestigio internacional y aceptadas por el Ministerio de Minas y Energía.

En materia de seguridad, deberá acogerse al Código de Normas Técnicas y de Seguridad en Gas Combustible, compilado por el Ministerio de Minas y Energía y a toda la reglamentación que en la materia expida dicho Ministerio y la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

3. PLANEACIÓN, DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

3.1 FASE 1 Y 2. COMPROMISO DE LA ORGANIZACIÓN, PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

Se realizaron dos reuniones introductorias en los meses de marzo y abril en las cuales la gerencia el departamento de calidad y el departamento del área técnica sirvieron de apoyo para la explicación, planeación y organización del Sistema de Gestión de Calidad.

Se revisaron las políticas, el alcance, la misión, la visión de la empresa y su nueva estructura desarrollando en un enfoque basado en procesos, generando el actual mapa de procesos.

A partir del nuevo mapa de procesos cuales se identificaron claramente las caracterizaciones de un proceso como lo son:

- Proveedor
- Entradas
- Actividad
- Salidas
- Clientes
- Responsables
- Parámetros de control/medición y seguimiento
- Documentos
- Procesos de soporte
- Recursos

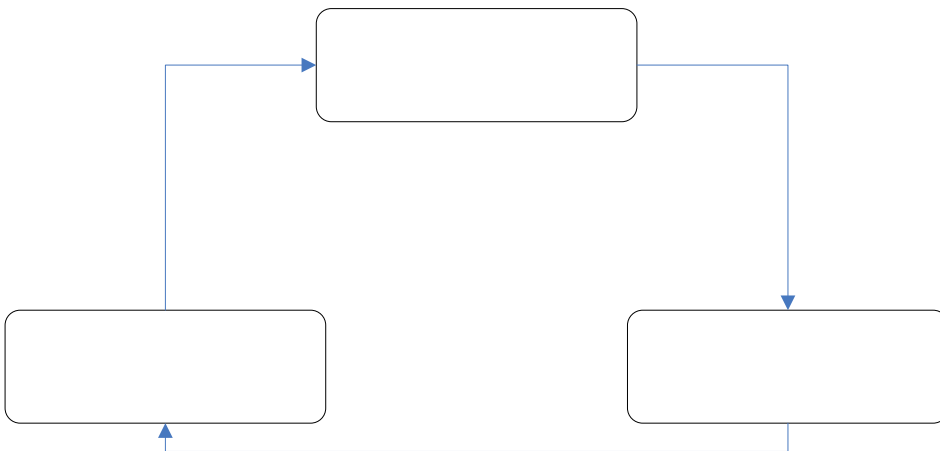
- Requisitos a cumplir

3.2 FASE 3. DEFINIR Y ANALIZAR PROCESOS

Para el sistema de distribución de gas natural de la empresa Metrogas S. A. E.S.P., se definieron tres procesos principales que enmarcan el funcionamiento de éste, los cuales son:

- ✓ Operación.
- ✓ Inspección.
- ✓ Mantenimiento.

Figura 6. Procesos del sistema de distribución de gas.



Estos tres procesos se encuentran interrelacionados entre sí por un ciclo normal de funcionamiento del sistema el cual cada uno de éstos opera como proveedor y/o como cliente bien sea establecido por el cronograma general del sistema de distribución o bien opere bajo condiciones especiales como emergencias.

3.3 FASE 4. ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE CALIDAD

POLITICAS

POLÍTICA GENERAL DE LA EMPRESA: La empresa METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. tiene como función la prestación de un excelente servicio público, marcado por un óptimo nivel de calidad en los diferentes procesos que maneja para suministro de gas natural.

El factor humano de la empresa METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. es el fundamento esencial de el nivel de calidad que posee la organización, por lo tanto la empresa vela por el desarrollo integral del recurso humano basado en los valores propios de la misma, para así ofrecer la calidad que caracteriza a la empresa.

POLÍTICA DE CALIDAD: Es política de METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. Satisfacer de manera plena y oportuna las necesidades de nuestros clientes, cumpliendo requisitos de calidad, reglamentarios, ambientales y de seguridad, para ello contamos con personal competente, identificado con los valores de la organización, y comprometidos con el mejoramiento continuo del Sistema de Gestión de Calidad.

CULTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

MISIÓN: La misión de METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. es prestar un excelente servicio público de gas domiciliario, brindando respaldo, seguridad y calidad de vida.

VISIÓN: La empresa METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P se proyecta para el año 2006, estar distribuyendo a por lo menos 5 estaciones de Gas Natural Vehicular y en el año 2007 lograr, que cada uno de nuestros clientes posea más de un gasodoméstico consumiendo gas natural.

OBJETIVOS DE CALIDAD

- Aumentar el área de cobertura buscando incrementar el nivel de satisfacción de los usuarios.
- Fomentar la capacitación de manera continua del personal involucrado en todos los procesos.
- Mantener el tiempo de ejecución establecidos en los procesos del Sistema de Gestión de Calidad.
- Garantizar que los procesos se ejecuten bajo la normatividad vigente brindando seguridad y calidad en la prestación del servicio.

COMPROMISO DE LA ALTA DIRECCIÓN:

La alta dirección manifiesta su compromiso con el desarrollo e implementación del SGC tendiente a optimizar los procesos con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes y los requerimientos normativos vigentes.

VALORES DE LA ORGANIZACIÓN:

Los valores de nuestro personal son la principal herramienta de trabajo, consideramos que sin ellos no lograríamos alcanzar nuestra misión y mucho menos nuestra visión. Son los siguientes:

1. Pertenencia (Compromiso con la organización).

2. Vocación de servicio (Estar siempre dispuesto a ayudar).
3. Tolerancia (Aceptación del entorno).
4. Autoestima (Valoración de sí mismo).
5. Honestidad.
6. Responsabilidad social.
7. Autocontrol.
8. Confianza.
9. Lealtad.
10. Prudencia.

PROCESOS DE COMUNICACIÓN:

La alta dirección ha destinado para la comunicación, elementos tales como radios bases, portátiles, celulares, comunicación internas, memorandos, además se posee un software en Internet (ISOLUCIÓN) para administrar el Sistema de Gestión de Calidad, el cual permite agendar tareas y dar soluciones a ellas.

La empresa METROGAS DE COLOMBIA S.A E.S.P difunde esta política a través de publicaciones y charlas programadas, para el personal de la empresa y para todos los niveles administrativos de la misma.

3.4 FASE 5 Y 6 DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

La documentación es de gran utilidad en el desarrollo de un Sistema de Gestión de la Calidad, pues su utilización contribuye a:

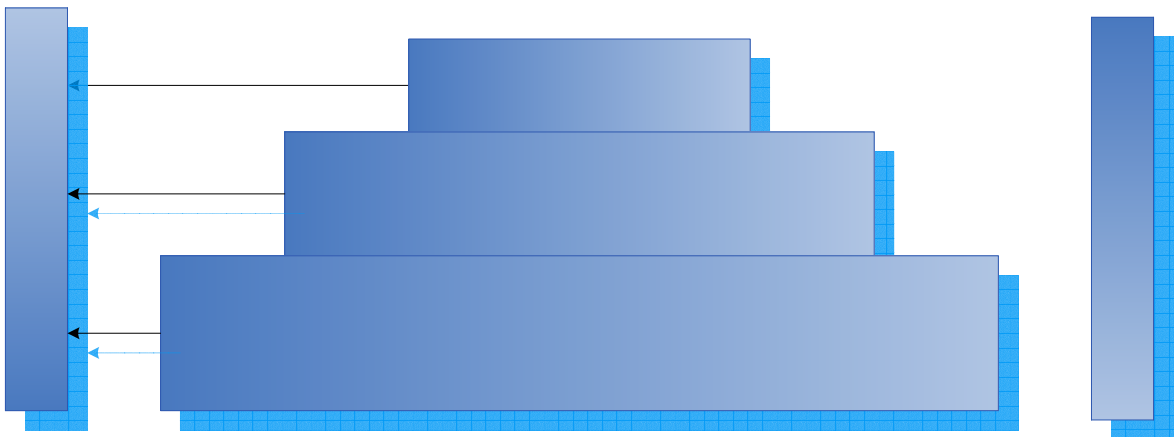
- ☞ Lograr la conformidad con los requisitos del cliente y la mejora de la calidad.

- ☞ Proveer la información apropiada.
- ☞ La repetibilidad y trazabilidad.
- ☞ Proporcionar evidencias objetivas.
- ☞ Evaluar la eficacia y la adecuación continua del Sistema de Gestión de la Calidad.

3.4.1 Estructura documental

La siguiente figura muestra la estructura documental del Sistema de Gestión de la Calidad de METROGAS S. A E. S. P.

Figura 7. Estructura documental del sistema de gestión de calidad en METROGAS S. A E.S.P



- ☞ En el primer nivel se encuentra el Manual de calidad. Este es un documento que proporciona información coherente acerca del Sistema de Gestión de la Calidad de la organización.

☞ En un segundo nivel se encuentran los procedimientos. Estos proporcionan información sobre la forma específica para llevar a cabo una actividad o un proceso.

☞ En el último nivel de la estructura documental se encuentran documentos específicos tales como: instructivos de trabajo, guías, especificaciones y/o planes de calidad.

Adicionalmente, la documentación está soportada en:

☞ Documentos que suministran evidencia objetiva de las actividades efectuadas o de los resultados alcanzados. Estos documentos son conocidos como registros.

☞ Documentos externos que proporcionan información adecuada al Sistema de Gestión de la Calidad implementado.

Cada uno de los procesos se encuentra dividido en procedimientos los cuales a su vez pueden o no estar apoyados por uno o varios instructivos.

Los procedimientos se encuentran documentados por formatos estándar para todo el Sistema de Gestión de Calidad y presentan los siguientes elementos:

1. Objetivo
2. Alcance
3. Resultado esperado
4. Definiciones
5. Personas quienes intervienen

6. Diagrama de flujo.
7. Descripción del procedimiento
8. Plan de calidad, constituido por:
 - Quien: Persona que realiza la actividad.
 - Donde: Ubicación de realización de la actividad
 - Que: Actividad a realizar
 - Cuando: Periodicidad de la actividad
 - Por que: Necesidad, normas, e.t.c., por la cual se realiza la actividad.
 - Como: Herramientas, explicación del procedimiento en forma general
 - Normatividad: Normas, leyes, reglamentos internos, etc, por la cual rigen las actividades a realizar.
 - Documentos: Procedimientos, instructivos, registros, que son usados dentro del marco de acción del procedimiento o sirven como material de apoyo para la realización de éste.

Para cada uno de los anteriores esquemas se diseñaron formatos que registran un control en cuánto a requisitos cualitativos y cuantitativos de la operación realizada ya sea de operación, inspección o mantenimiento en estaciones de regulación y medición, redes troncales de acero, redes de polietileno, planes de contingencia, patrullaje, resegimiento y atención de emergencias.

Además la documentación se basó estrictamente siguiendo las Normas Técnicas Colombianas de calidad (NTC).

La estructura del manual de operación y mantenimiento de METROGAS S.A E.S.P., es la siguiente:

Tabla 2. Estructura del Manual de Operación y Mantenimiento de METROGAS S.A E.S.P*

METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	LISTADO MAESTRO AREA TÉCNICA	CÓDIGO: REG - 0300
		FECHA: JUNIO/05
		PÁGINA: 1 DE 4
PROCEDIMIENTOS		
CÓDIGO	NOMBRE	Nº EDICION
PRO - 0314	Mantenimiento de Estaciones	01
PRO - 0315	Control de la toma de presión	01
PRO - 0316	Control de odorización	01
PRO - 0317	Tendido de redes	01
PRO - 0318	Traslado de redes	01
PRO - 0319	Mantenimiento de poliválvulas	01
PRO - 0320	Actualización de planos	01
PRO - 0321	Procedimiento de inspección y mantenimiento de los cruces especiales	01
PRO - 0322	Procedimiento de inspección y mantenimiento de las válvulas de acero	01
PRO - 0323	Patrullaje De redes	01
PRO - 0324	Programa de reseguimiento	01
PRO - 0325	Prevención de daños	01
PRO - 0326	Mantenimiento del sistema de protección catódica	01
PRO - 0327	Atención de emergencias	01

*Ver Anexo A. Manual de operaciones y mantenimiento instructivo. Sólo se anexan instructivos por solicitud de la empresa.

METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	LISTADO MAESTRO AREA TÉCNICA	CÓDIGO: REG - 0300
		FECHA: JUNIO/05
		PÁGINA: 2 DE 4
REGISTROS		
CÓDIGO	NOMBRE	Nº EDICION
REG - 0308	Solicitud diaria de materiales	01
REG - 0312	Reporte diario de actividades	01
REG - 0314	Orden de trabajo de obra civil	01
REG - 0325	Programa de mantenimiento preventivo para el sistema de distribución del gas natural	01
REG - 0326	Cronograma de mantenimiento, inspección y prevención de daños de la red de distribución de METROGAS S. A E.S.P	01
REG - 0327	Cronograma actividades técnicos mantenimiento estaciones	01
REG - 0328	Reporte de inspección, mantenimiento y calibración estaciones de medición y regulación	01
REG - 0329	Reporte de visita, inspección y mantenimiento bimensual estaciones de medición y regulación	01
REG - 0330	Control diario de estaciones	01
REG - 0331	Construcción de redes de polietileno	01
REG - 0332	Prueba de presión para redes de gas	01
REG - 0333	Registro de mantenimiento de poliválvulas	01
REG - 0334	Inspección visual de la red de distribución.	01
REG - 0335	Formato de inspección visual y mantenimiento a los cruces de puentes vehiculares	01
REG - 0336	Formato de inspección visual y mantenimiento de las válvulas de acero	01
REG - 0337	Tomas de medición de potenciales para los sistemas de protección catódica	01
REG - 0338	Entidades que realizan excavación en el área de instalación de la tubería	01
REG - 0339	Notificación y respuesta de actividades de excavación.	01
REG - 0340	Programas de educación al público para prevención de daños.	01
REG - 0341	Periodicidad del resequimiento de redes de METROGAS S.A. E.S.P.	01
REG - 0342	Programación técnicos para el mantenimiento de cruces especiales	01

CÓDIGO	NOMBRE	Nº EDICION
REG - 0343	Reporte diario de resequimiento	01
REG - 0344	Control diario de resequimiento	01
REG - 0345	Clasificación de fugas	01
REG - 0346	Reporte de emergencias – Bomberos 164	01
REG - 0347	Formato basegas	01
REG - 0348	Registro de reparación de poliválvulas	01
REG - 0349	Programación de emergencias	01
REG - 0350	Directorio de METROGAS S.A E.S.P.	01

METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	LISTADO MAESTRO AREA TÉCNICA	CÓDIGO: REG - 0300
		FECHA: JUNIO/05
		PÁGINA: 4 DE 4
INSTRUCTIVOS		
CÓDIGO	NOMBRE	Nº EDICION
INST- 0312	Visita de inspección y mantenimiento preventivo	01
INST- 0313	Visita de inspección, mantenimiento y calibración	01
INST - 0314	Restablecimiento del servicio de una ERM	01
INST - 0315	Suspensión del servicio de una ERM	01
INST - 0316	Revisión o cambio para los filtros CFR o CONSUSA	01
INST - 0317	Revisión o cambio del filtro tipo Y	01
INST - 0318	Instalación de la válvula de flujo axial pilotada	01
INST - 0319	Instalación del tapón interno en el manifold del trabajador	01
INST - 0320	Puesta en servicio del montaje monitor / trabajador	01
INST - 0321	Inspección y mantenimiento de la válvula de flujo axial pilotada. “Filtro y restrictor ajustable”	01
INST - 0322	Inspección y mantenimiento de la válvula de flujo axial pilotada. “Cuerpo de la válvula”	01
INST - 0323	Toma de lecturas históricas en las estaciones	01
INST - 0324	Instalación del computador de flujo (EFC)	01
INST - 0325	Cambio de válvula de bola o mariposa	01
INST - 0326	Prueba de presión para redes de gas-	01
INST - 0327	Unión de polietileno por termofusión a socket	01
INST - 0328	Unión de polietileno por termofusión a tope	01
INST - 0329	Unión de silletas por termofusión	01
INST - 0330	Tendido de redes de polietileno	01
INST – 0331	Aplastamiento y cierre de tubería de polietileno	01

CÓDIGO	NOMBRE	Nº EDICION
INST – 0332	Inspección visual de la red de acero	01
INST – 0333	Toma de Potenciales	01
INST – 0334	Mantenimiento de postes de protección catódica	01
INST – 0335	Mantenimiento Correctivo de la Protección Catódica	01
INST - 0336	Reseguimiento de redes y detección de fugas	01

Se realizó la revisión minuciosa del manual de calidad, implementando algunos cambios en los procedimientos generales:

PRO - 0002 Elaborar, emitir y controlar documentos.

PRO – 0003 Aprobación de los documentos.

PRO – 0004 Cambios en los documentos.

PRO – 0005 Control de registros.

PRO – 0006 Acciones preventivas.

PRO – 0007 Acciones correctivas.

PRO – 0015 Auditorias internas.

Dicho manual se encuentra haciendo parte del sistema de gestión de la calidad puesto en marcha por la empresa aproximadamente un año atrás el cual proporcionó a la empresa la certificación de los procesos de: venta, diseño, construcción, inspección y puesta en servicio de instalaciones de gas domiciliario y es objeto de mejora en el transcurso de la documentación e implementación para los procesos de operación, inspección y mantenimiento de las redes y estaciones de regulación y medición de la empresa. Además objetivos y políticas serán definidos de acuerdo a la planeación estratégica establecida por la dirección (Gerencia).

3.4.2 Caracterizaciones del Sistema de Gestión de la Calidad. Se hizo necesario definir para cada uno de los procesos la caracterización, la cual busca definir la interrelación entre el cliente - proveedor y la actividad realizada la cual convierte una entrada en una salida. Además se incluyen los documentos a utilizar para el proceso, los requisitos a cumplir (normas, leyes, manuales, guías, etc), recursos (humano o físico), responsables (personal administrativo o técnico), parámetros de control y medición, procesos de soporte y material y equipo a usar en los procedimientos.

Este material es de uso exclusivo de la empresa, por lo tanto no se anexa en este proyecto.

Sistema de seguimiento y control

Los sistemas de seguimiento y control están soportados en los indicadores de gestión, que son relaciones de datos numéricos que permiten determinar el cumplimiento de las metas versus los objetivos trazados, expresados en porcentajes o en diferentes unidades como por ejemplo en horas, días, personas, etc. Ver Anexo D. Indicadores propuestos del Sistema de Gestión de la Calidad. El actual mapa de procesos de METROGAS S.A E.S.P. es el siguiente:

Figura 8. Mapa de procesos de METROGAS S.A E.S.P.



4. SISTEMAS DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 3728 de 1996 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC (organismo nacional de normalización, Decreto 2269 de 1993), se entiende por Redes de Distribución Urbana a todos los “sistemas de tuberías destinados al abastecimiento domiciliario de gas a una o varias comunidades urbanas o suburbanas, comprendidos entre la estación receptora (“City Gate”) o estación receptora local y los medidores de consumo de las instalaciones individuales usuarias del sistema”.

Al conjunto definido en el párrafo anterior es posible identificar típicamente cada uno de los siguientes subsistemas:

- Puerta de ciudad o City Gate o estación de recibo.
- Red de acero o red matriz.
- Estaciones de distrito.
- Red de polietileno.
- Acometidas.
- Centros de medición.
- Instalaciones internas.

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

El gas natural para uso doméstico e industrial proveniente del campo Chuchupa en la Guajira, es transportado por "TRANSORIENTE" y es recibido en una estación de regulación y medición de propiedad de Gas Natural del Oriente E.S.P. "GASORIENTE", localizada en la estación termoeléctrica de la Electrificadora de Santander, en la zona Industrial de Chimitá, donde se regula la presión de recibo a 250 psi mediante el empleo de un sistema de doble regulación Reflux de Prieto Florentini,¹ trabajando una como monitora y la otra como operadora, así como con un baypass opcional en caso de daño de las dos anteriores; contando adicionalmente con un sistema de venteo automático por sobrepresión.

Mediante una serie de tuberías de conducción en acero de propiedad de Gasorient S.A. E.S.P., el gas natural es entregado a METROGAS en dos estaciones de recibo ubicadas una a la entrada del Barrio Fontana y la otra en la intersección del anillo vial con la autopista Bucaramanga-Florida donde existen las estaciones dotadas con Turbomedidores, así como sistemas de filtración y odorización. En esta misma estación se filtra el gas, antes de medirlo para evitar que partículas extrañas puedan dañar el turbomedidor.

El gas es conducido a partir de la estación de medición, por medio de una tubería de acero de 6", 4" y 3" de diámetro tipo API 5L, de cédula 40 instalada bajo tierra a una profundidad promedio de 1.20 metros, operadas a 250 psi, debidamente protegida contra la corrosión.

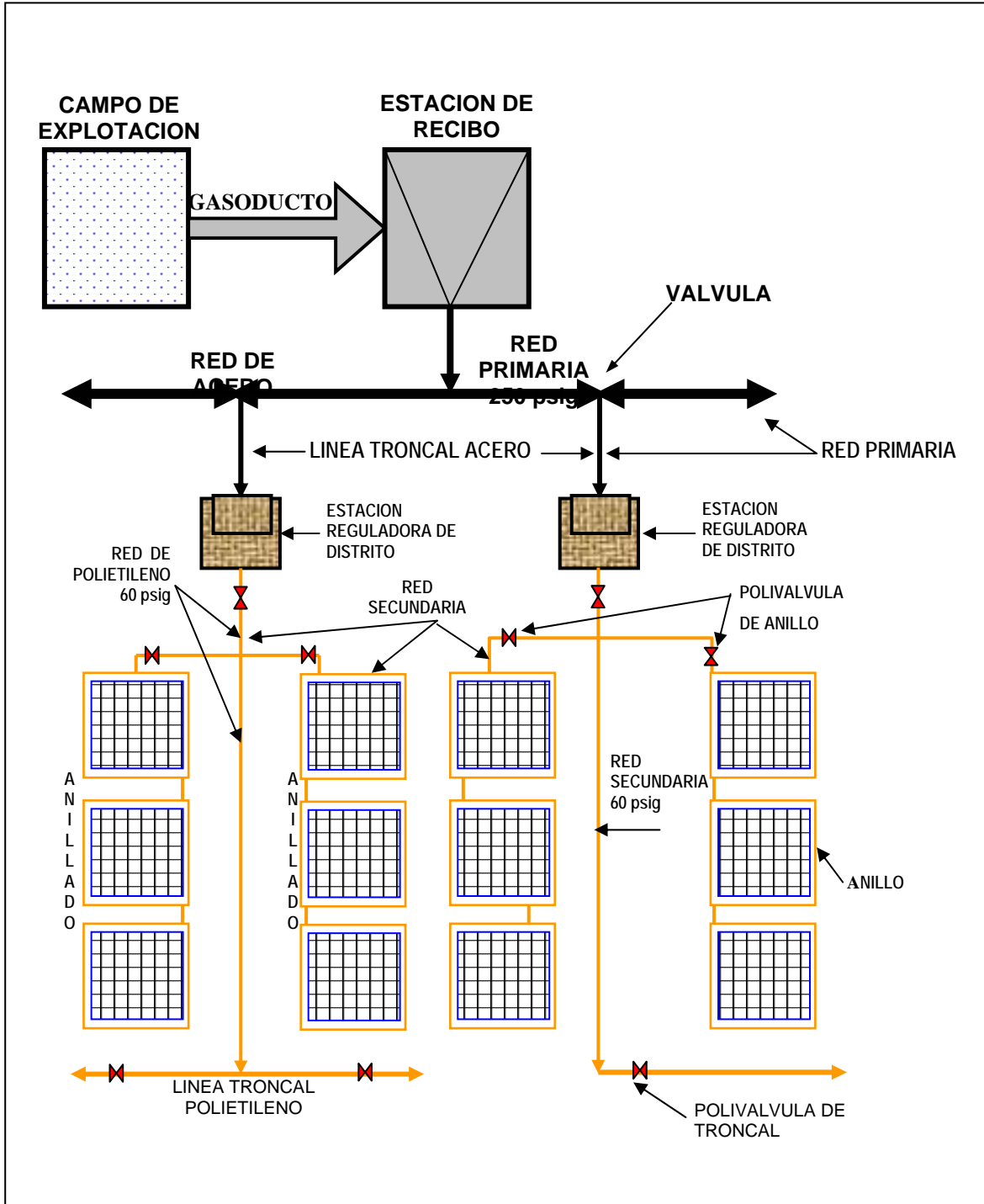
¹TOMADO DE MANUAL DE OPERACIÓN PIETRO FIORENTINI

El gasoducto de conducción tiene como puntos finales seis estaciones de distrito localizadas en diferentes puntos de la ciudad, y desde las cuales se inyecta el gas a las redes de distribución.

Estas estaciones tienen como función regular la presión de conducción (250 psi) a los niveles de operación de las tuberías de polietileno (60 psi). Las estaciones de regulación están localizadas en los siguientes sectores: Lagos I, Bucarica, Floridablanca, la Cumbre, Ruitoque Golf Country Club y el Valle de Río Frío. Desde las estaciones de distrito, el gas es distribuido por toda la ciudad mediante un sistema de redes troncales en tuberías de 6", 4", 3", 2", 1 1/2", 1 1/4" y 1" de diámetro, construidas como anillos para garantizar continuidad en el suministro en caso de rotura de algún tramo.

De las redes troncales se conectan los anillos de distribución, los cuales son construidos en tubería de polietileno de 3/4" de diámetro, y de los cuales se derivan las acometidas para las viviendas.

Figura 9. Esquema típico de una red de distribución



De los anillos de distribución se derivan las acometidas para cada una de las viviendas a servir. En el extremo de la acometida se coloca un regulador que reduce la presión a 0.25 psig, en usuarios domésticos y pequeños comerciantes, la cual es la presión de operación de los gasodomésticos (estufas, calentadores, secadoras etc.) y luego es medido el gas en metros cúbicos por un medidor de desplazamiento positivo del tipo diafragma, el cual es el más apropiado para medir este tipo de consumos, pues da una gran exactitud, durabilidad, rangeabilidad y requiere poco mantenimiento

Después de medido, el gas es conducido por una tubería de hierro galvanizado empotrada en las paredes del inmueble y operada a 0.25 psig, hasta el gasodoméstico, junto al cual se coloca una válvula de cierre rápido para el corte del servicio por parte del usuario en caso de cualquier eventualidad.

La vida útil estimada para cada uno de los elementos es la siguiente:

Tubería de acero	50 años
Estaciones	50 años
Redes de polietileno	100 años

Como una medida de seguridad muy importante, la presión del gas en los interiores se maneja a niveles mínimos, del orden de 7 - 9 pulgadas de agua (0.08 – 0.023 bares), para que en la eventualidad de un escape, las cantidades que se fuguen sean muy pequeñas, reduciéndose de esta forma los riesgos de explosión, ya que el gas puede disiparse con mayor facilidad en la atmósfera.

5. ESTACIONES

5.1 PUERTA DE CIUDAD, “CITY GATE” O ESTACIÓN DE RECIBO

También llamada estación receptora, con las estaciones de distrito conforman las denominadas estaciones de regulación, por ser esta la función principal para la cual fueron diseñadas. Además de la regulación, en la estación de recibo se cumplen otras funciones importantes tales como:

- Recibo.
- Limpieza.
- Medición.
- Odorización.

Después de las funciones arriba citadas, el gas pasa a la red de acero o red matriz del sistema de distribución.

En la puerta de ciudad se hace el recibo del gas, proveniente de un campo de producción a través de un gasoducto de acero o línea de transmisión, el cual lo entrega a altas presiones que oscilan entre 1200 a 300 psig. Para el caso en estudio, el gas proveniente del campo Chuchupa, el cual es la fuente de suministro de gas para el área Metropolitana de Bucaramanga, es recibido en la “City Gate” ubicada en la zona industrial de Chimitá, bajo la administración de Gasorient S.A. ESP y por medio de una red metálica ubicada por el anillo vial, es conducido y entregado en la estación de Río Frío a la empresa METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. a una presión promedio de 250 psig.

El gas es sometido a un tratamiento de limpieza mediante el uso de equipos tales como filtros y separadores, con el objeto de extraer las posibles impurezas que pueda presentar, provenientes del campo de producción o del gasoducto durante su paso por él.

La presión debe regularse tanto por seguridad, como por confiabilidad y buscando realizar una medición precisa de los volúmenes recibidos. Una vez limpio el gas generalmente continúa la etapa de regulación, en la que el gas se lleva a presiones de aproximadamente 60 psig o menores, mediante el empleo de válvulas reguladoras de flujo axial o de acción indirecta.

Para la regulación frecuentemente se emplean configuraciones múltiples, instaladas en serie o en paralelo. Dependiendo de la presión de recibo, existirá una o dos etapas de regulación en la instalación, esta situación se determina durante el diseño de la estación.

La configuración para regulación más usada es la monitor-trabajador en la cual la válvula monitora entrará en operación automáticamente en caso de que la trabajadora presente una falla para regular.

Una vez regulada la presión, el gas es medido para calcular el flujo total de energía, empleando para ello medidores de desplazamiento positivo (rotatorios o de diafragma), o medidores inferenciales (de turbina o de orificio), equipados con correctores de volumen por efectos presión y temperatura.

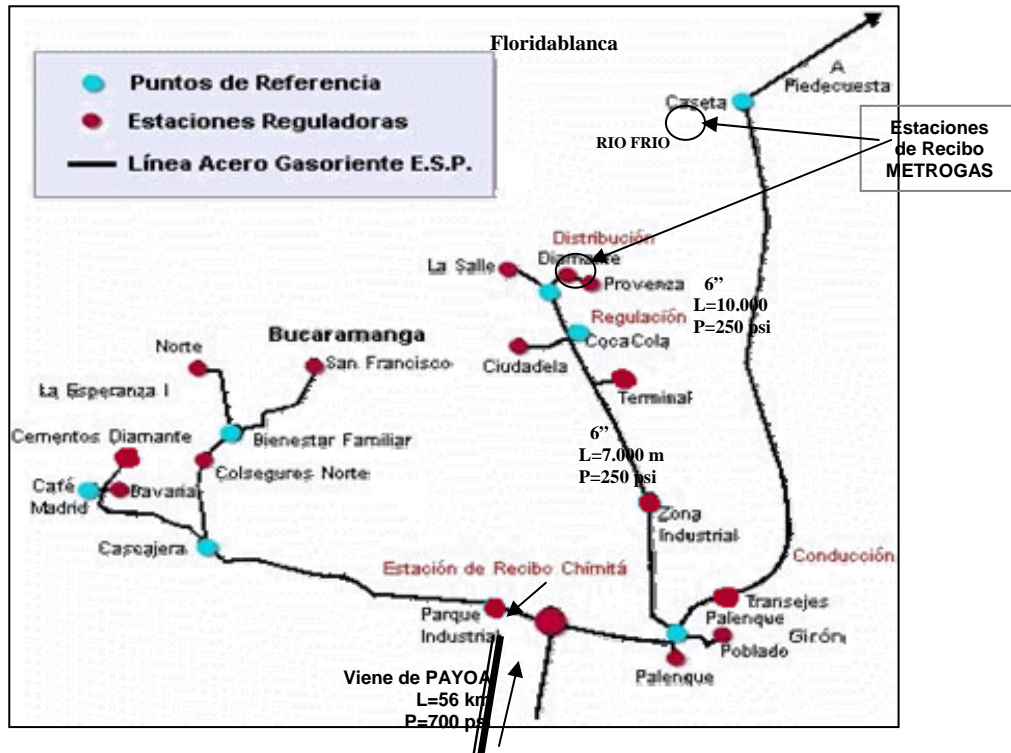
Finalmente y por razones de seguridad el gas es odorizado antes de ser enviado a la red de acero, empleando para ello productos químicos tales como Mercaptanos o Tetrahidrotolueno THT, los cuales debido a su olor

característico y desagradable, permiten una detección rápida de escapes, antes de que llegue al límite inferior de inflamabilidad LII, por una persona que posea un sentido del olfato normal. Los sistemas de odorización más usados son los de tipo by-pass (absorción), también se utilizan odorizadores de bombeo que permiten inyectar el producto en forma proporcional a la velocidad de flujo.

Los by-pass (líneas de puenteo o desviación) usados generalmente cuando se realizan operaciones de mantenimiento en las reguladoras, equipos de limpieza o de medición, desvían el gas de la línea principal en una sección determinada mientras se revisan las demás instalaciones, permitiendo así la continuidad del servicio. En la etapa de regulación, algunos by-pass poseen una válvula de seccionamiento y otros están equipados con una válvula de regulación similar a la usada normalmente, este último sistema brinda mayor seguridad y confiabilidad durante su operación.

Finalmente los manómetros, instalados en zonas de cambios de presión, permiten chequear las presiones en los diferentes tramos de las estaciones para de esta forma poder detectar situaciones anormales de operación y tomar las acciones necesarias para corregir la situación.

Figura 10. Red de Distribución Gasoriente



5.2 ESTACIONES DE DISTRITO

5.2.1 Conceptos generales de las estaciones de medición y regulación

Descripción General de las Estaciones de un Sistema de Distribución

Las redes de distribución de gas natural inician en la "City Gate", puerta de ciudad o estación receptora, que junto con las llamadas estaciones de distrito conforman las denominadas estaciones de regulación, por ser esta la función para la cual fueron diseñadas.

La presión del gas en un sistema de distribución necesita controlarse tanto por seguridad, como por confiabilidad y para la medición precisa de los volúmenes de gas. Dependiendo de los elementos que componen una estación de regulación o de las funciones que realiza, se suelen distinguir los siguientes tipos de estaciones:

- Estaciones Reguladoras de Presión ER
- Estaciones de Regulación y Medida ERM
- Estaciones de Medida EM

Existen otras denominaciones que es necesario precisar acerca de las estaciones, entre ellas tenemos:

Estación de Distrito: es aquella que regula la presión entre la red primaria o red de acero y la red de polietileno (estación de regulación).

Estación Subterránea: es una estación construida totalmente por debajo del nivel del suelo.

Estación Superficial: estación construida totalmente por encima del nivel del suelo.

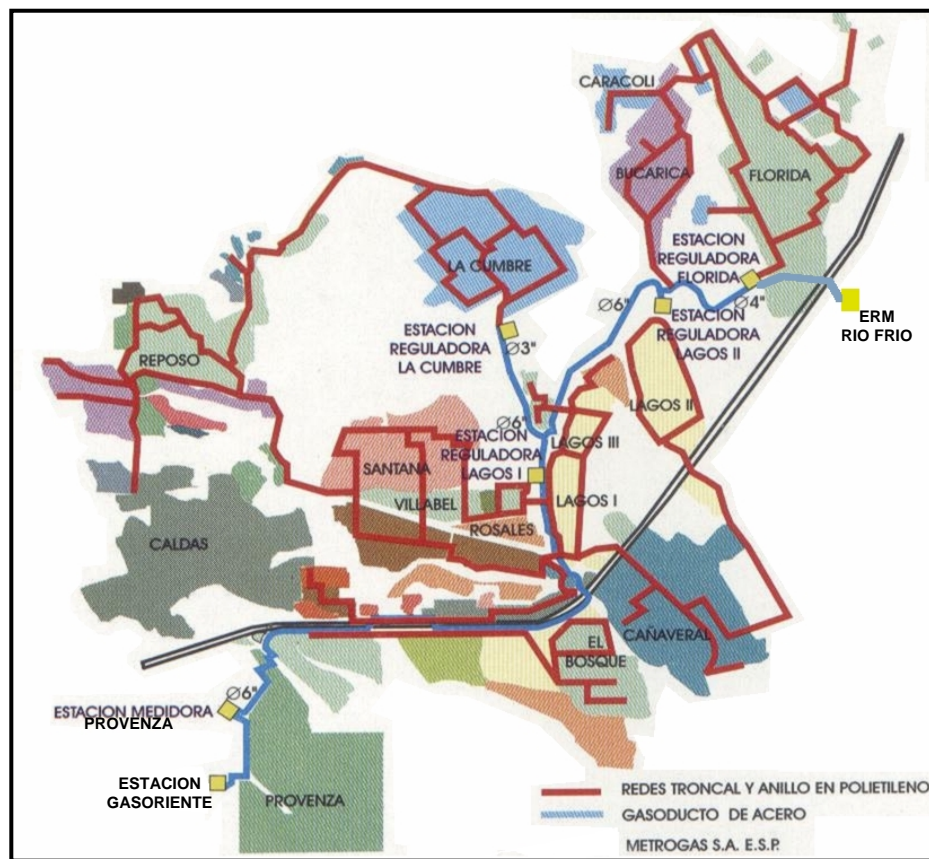
Estaciones del Sistema de Distribución de Gas Natural de Floridablanca

El gasoducto de conducción de gas tiene como puntos finales seis estaciones de distrito localizadas en diferentes puntos de la ciudad, y desde las cuales se envía el gas a las redes de distribución

Estas estaciones tienen como función regular la presión de conducción (250 psi) a los niveles de operación de las tuberías de polietileno (60 psi). Esta

regulación se realiza mediante un sistema de doble válvula reguladora en la cual una de ellas actúa como monitora, dispuesta a trabajar en caso de daño de la válvula principal, evitando una sobrepresión en las redes de distribución.

Figura 11. Red de acero y estaciones de medición y regulación –
Floridablanca



Estas estaciones de distrito están ubicadas en zonas verdes amplias, debidamente encerradas, pero dispuestas de tal forma que permitan una adecuada ventilación, impidiendo el paso de elementos extraños. Además, están rodeadas de una malla que impide el acceso a la estación de personal

no autorizado. Las estaciones de regulación están localizadas en los siguientes sectores: Lagos I, Bucarica, Floridablanca, La Cumbre, Ruitoque Golf Country Club y el Valle de Río Frío. Las estaciones de Río Frío, Ruitoque Golf Country Club y de Provenza cumplen además, la función de medición del gas comprado, proceso que realizan mediante medidores de turbina instalados directamente en la línea, y la corrección y registro de la información de consumo es realizada por electrocorrectores (computadores de flujo), cuyo funcionamiento será explicado más adelante.

Las siete estaciones instaladas en el sistema de distribución de gas natural de la ciudad de Floridablanca, se presentan en la Tabla de clasificación de estaciones con su clasificación según las funciones que realizan.

TABLA 3. Clasificación de las estaciones

	DENOMINACION	TIPO
1	Estación de Reguladora y Medidora de RIO FRIO	ERM
2	Estación de Reguladora y Medidora de RUITOQUE	ERM
3	Estación Medidora de PROVENZA	EM
4	Estación de Reguladora de FLORIDABLANCA	ER
5	Estación de Reguladora de BUCARICA	ER
6	Estación de Reguladora de LAGOS I	ER
7	Estación de Reguladora de LA CUMBRE	ER

Foto 1. Estación Reguladora y Medidora FLORIDA



Foto 2. Estación Reguladora RUITOQUE



Foto 3. Estación Reguladora BUCARICA



Foto 4. Estación Reguladora BUCARICA



5.2.2 Descripción General de los Filtros de las Estaciones de Medición y Regulación. El filtro ubicado en cada estación de regulación y/o medición

tiene por objeto retener el polvo, agua, aceite o impurezas de arrastre transportadas por el gas en las tuberías, de forma que no sólo retengan las partículas muy pequeñas, sino que lo haga provocando una pérdida de carga aceptable. El filtro se coloca a la entrada de la estación y antes de los reguladores y medidores. Es uno de los elementos básicos que evita el depósito de polvo o impurezas en los asientos de las válvulas, en los obturadores de los reguladores, en los rodamientos o aspas de alabes de la turbina y también en los inyectores o quemadores de los aparatos que utilizan el gas.

Los filtros de las estaciones, que trabajan a la presión de la red de alimentación, son siempre cilindros con el elemento filtrante en forma de cartucho, como podemos ver en la FIGURA 5. El cuerpo exterior del filtro está formado por un cilindro de acero, provisto de las tuberías de entrada y salida de gas, de una tapa o registro que permite sacar el cartucho filtrante fuera del mismo para su limpieza y de un grifo de purga para extraer los posibles residuos o agua de condensación o para la descompresión del equipo.

El cartucho filtrante propiamente dicho está constituido por un cilindro de chapa perforada alrededor del cual se adapta exteriormente el material filtrante formado por un filtro o fibra sintética. Los filtros deben estar equipados con un dispositivo de manómetro diferencial entre la entrada y la salida de gas, que permita controlar la pérdida de carga. El registro de la presión diferencial después de ser instalado el filtro, puede ser usado para realizar comparaciones posteriores. Un cambio apreciable en estos valores puede ser un indicativo de que se requiere un nuevo elemento filtrante.

El gas penetra en el filtro entre el cuerpo exterior y el cartucho filtrante, y sale por el centro del mismo después de ser filtrado. El calibre del filtro utilizado

está determinado por el tipo de gas, por la presión de servicio máxima y mínima, por el caudal máximo a filtrar, por la pérdida de carga admisible y por el tamaño de las partículas de impurezas.

Figura 12. Filtro CFR de American Meter.

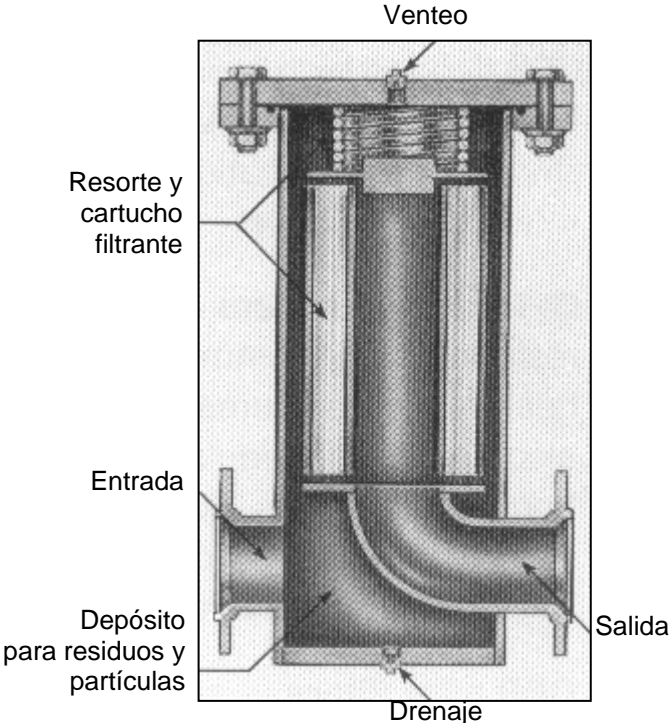


Foto 5. Filtro CFR Estación Río Frío



5.2.3 Etapa de Regulación. El regulador es el equipo fundamental de una estación de regulación y se puede definir como una válvula auto-comandada que tiene dos misiones específicas:

- Reducir la presión y estabilizarla, independientemente de las oscilaciones de la presión de entrada y de las variaciones de caudal que existen a causa de la demanda.
- Mantener la presión regulada dentro de unos límites, para un campo de caudales de diseño.

En síntesis es una válvula que se abre y cierra constantemente variando la sección de paso, para mantener las constantes de presión y caudal solicitadas.

Según sus características de diseño, se pueden hacer dos grupos:

- Regulador de acción directa.
- Reguladores pilotados.

Los reguladores de acción directa son sencillos, baratos y de fácil mantenimiento. Su precisión no es muy alta (10%).

Los reguladores pilotados son más complejos y su ventaja está en que mantienen una presión de regulación más constante, independiente del caudal regulado. Otra ventaja respecto a los de acción directa es su menor tamaño.

Los reguladores pilotados son, en los que la carga sobre la membrana no es constante, sino que varía en función de las necesidades de la presión de salida. Como elemento de carga se usa la presión de entrada y el control de la carga se realiza por medio de un pequeño regulador de acción directa denominado piloto.

Se componen de un piloto y un regulador principal, donde el PILOTO efectúa el tarado de la membrana del regulador principal por medio de una presión modulada, teniendo en cuenta las variaciones de la presión de salida y el REGULADOR alimenta la red a una presión de salida constante, cualesquiera que sean las variaciones de caudal.

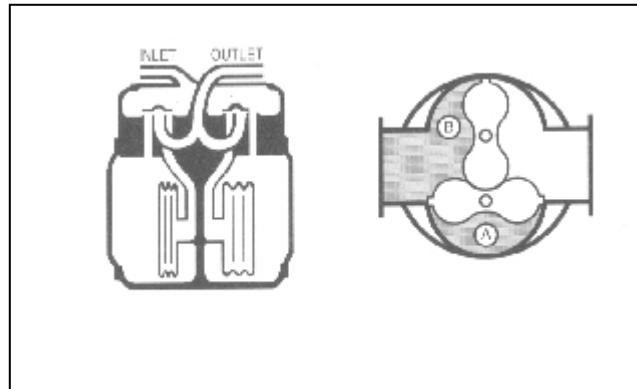
Foto 6. Tren de regulación estación reguladora de Bucarica



5.2.4 Etapa de Medición. Los medidores usados en la industria del gas se ubican en dos categorías generales: desplazamiento positivo e inferencial. Los medidores de desplazamiento positivo pueden ser de diafragma o rotatorio y los de tipo inferencial incluyen el de turbina y los medidores de orificio.

El medidor de diafragma y los medidores rotatorios miden gas con compartimentos que alternadamente llena y vacían, como se puede ver en la FIGURA 6. Un ligero cambio de presión en el medidor causa que el dial y los compartimentos de medición inicien su rotación. Cada carrera del medidor de diafragma o cada revolución del medidor rotatorio atrapa un volumen pequeño de gas, entregándolo a la salida del medidor.

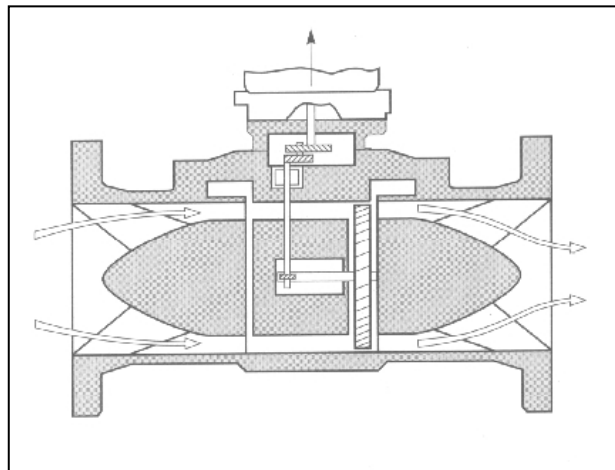
Figura 13. Medidores de desplazamiento positivo



FUENTE AMERICAN METER COMPANY. Meters

Los medidores tipo turbina no tienen ningún tipo de compartimiento de medida. En cambio un rotor con múltiples alabes se coloca directamente en el flujo de gas. El flujo de gas a través del medidor atraviesa los alabes del rotor, causando su rotación. La velocidad de rotación es proporcional al flujo de gas que está pasando por la turbina.

Figura 14. Medidor tipo turbina



Medidores Tipo Turbina y Computadores de Flujo Instalados en las Estaciones.

Mediante una serie de tuberías de conducción de propiedad de la empresa GASORIENTE S.A. E.S.P., el gas natural es entregado a METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. en las estaciones de recibo ubicadas, en el Barrio Provenza (EM de Provenza), en la intersección del anillo vial con la autopista Bucaramanga – Piedecuesta (ERM de Río Frío) y la última en la entrada al Ruitoque Golf Country Club (ERM de Ruitoque), las cuales están dotadas con Turbomedidores. El turbometidor para las dos primera estaciones nombradas es del tipo 4GT marca American Meter, con capacidad de 324,000 PCH (Q_{max} @250 psig) y para Ruitoque es del tipo 3GT marca American Meter, con capacidad de 50,712 PCH (Q_{max} @60 psig).

La turbina de la estación de Provenza está equipada con un electrocorrector RTU 80/1 EFC y las de Río Frío y Ruitoque están equipados con electrocorrectores AE5000 EFC con el fin de corregir el volumen por efectos de la presión y la temperatura, calculando el volumen real a condiciones estándar de presión y temperatura, que adicionalmente permiten almacenar la información de 40 días de consumo de gas natural.

Tabla 4. Equipos de medición

TURBINA	ELECTROCORRECTOR	FABRICANTE	INSTALADO EN:
4GT – 16M/1440	AE 5000 EFC	AMERICAN METER	Río Frío
3GT - 10M/1440	AE 5000 EFC	AMERICAN METER	Ruitoque
4GT - 16M/1440	RTU 80/1 EFC	AMERICAN METER	Provenza.

Foto 7. Medidor 3GT y Electrocorrector American Meter Estación Reguladora y Medidora de Ruitoque



5.2.5 Fórmulas de Capacidad²

Máxima capacidad del regulador:

$$Q = \frac{30.5C_v P_1}{G^{0.5}}$$

si: $P_2 \leq 0.5P_1$

²FUENTE DIAZ ANDRADE, Guillermo. Distribución de Gas. Universidad Industrial de Santander. Especialización en Ingeniería de gas. Bucaramanga, Octubre 2002.

o:

$$Q = 61C_v \left[\frac{P_2(P_1 - P_2)}{G} \right]^{0.5}$$

si: $P_2 > 0.5P_1$

según el flujo sea crítico o subcrítico, respectivamente, y donde:

- C_v : Coeficiente de Válvula del regulador
- G : Gravedad Específica
- P_1 : Presión de Entrada al regulador (psia)
- P_2 : Presión entregada por el regulador (psia)
- Q : Capacidad regulador en condiciones base (PCH)

5.2.6 Cálculo de Velocidad del Gas³

La velocidad en las tuberías es:

$$V = \frac{600Q}{PA}$$

Donde:

- A : Área interior de la sección de la tubería (pulg.2)
- P : Presión del fluido (psia)
- Q : Flujo de gas en la tubería (kpch)
- V : Velocidad de Flujo (pie/seg.)
- Las velocidades no excederán 200 fps

³Ibid.

5.2.7 Gas No Medido.⁴ (Unaccounted for gas): diferencia entre el recibido y el entregado, almacenado, y usado en el sistema.

- Si se contabiliza en porcentaje del adquirido en un sistema que crece, sostener el porcentaje significa que el volumen perdido está creciendo.
- Se usa reducir el sistema a un diámetro único, con el área exterior de tuberías. Se determina el gas no medido en volumen por longitud de gasoducto, mostrando si se incrementa en proporción al aumento del área de pared del sistema.

5.2.7.1 Causas del Gas No Medido⁵

- Cambio de la temperatura o la presión entre la medición de la estación anterior y la de los clientes
- Errores en los medidores (rápidos o lentos)
- Fugas en gasoductos o redes
- Fugas en acometidas o en instalaciones del usuario antes del medidor
- Variación en la calidad del gas (poder calorífico)
- Fraudes
- El programa de control del gas no medido debe buscar el reducir las causas de pérdida y poder medir cómo contribuye cada una.

5.2.8 Mantenimiento

Tabla. Mantenimiento: Actividades y Frecuencias recomendadas

m = mensual s = semestral a = anual v = variable

⁴Ibid.

⁵Ibid.

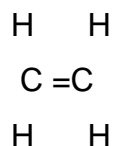
- Chequeo de fugas m
- Verificación de la regulación m
- Chequeo de válvula de alivio s
- Chequeo de válvula automática de corte s
- Chequeo de filtro y drenaje de líquidos m, v
- Calibración de reguladores s, v
- Lubricación de medidores lubricables v
- Verificación y recarga de odorizante v
- Calibración de instrumentos s
- Revisión y calibración correctores de medidor a
- Cambio de elemento filtrante v
- Desmonte y revisión de reguladores a
- Desmonte y revisión de válvula de alivio a
- Revisión interna y calibración de medidor a, v
- Revisión bridas aislantes y polo a tierra s
- Accionamiento de válvulas s
- Chequeo de pase en válvulas a
- Cambio de baterías v
- Revisión de paneles solares a
- Calibración de espesores de tubería a, v
- Inspección de pintura y corrosión s, v
- Pintura general a, v
- Limpieza de tuberías y equipos m
- Limpieza del sitio de la estación s

6. RED DE POLIETILENO O RED SECUNDARIA

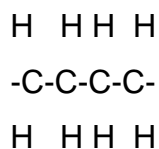
- TUBERIAS DE POLIETILENO

El polietileno usado en la industria del gas es una materia plástica fabricada por síntesis química a partir del etileno.

El polietileno esta construido por moléculas orgánicas gigantes denominadas macromoléculas que se preparan industrialmente asociando las moléculas del constituyente básico denominado “monómero”, es decir, el etileno.



La síntesis química consiste en la obertura por activación (presión, temperatura y catalizador) del doble enlace entre dos átomos de carbono.



Se denomina homopolímero cuando el producto se fabrica a partir de la polimerización de monómeros idénticos. Cuando se utilizan varios monómeros, etileno u otros (comonomeros), las macromoléculas contienen dos o más monómeros diferentes, tratándose por tanto de un copolímero. El proceso de copolimerización consiste en añadir uno o varios comonomeros sobre la cadena del monómero principal que es el etileno.

Una vez obtenido el polímero base se debe completar la formación del polietileno con los aditivos de estabilización, los cuales son incorporados en el proceso de granulación, por tanto, los diferentes constituyentes de los gránulos de los pellets de polietileno o materia prima son:

- Polvo de polietileno.
- Antioxidantes.
- Pigmentos y colorantes.
- Estabilizantes.
- Lubricantes.

La fabricación de una tubería a partir de la materia prima (Pellet o Granza) necesita de tres operaciones que son:

- Fusión de la materia.
- Conformado por extrusión o inyección.
- Enfriamiento.

La fusión, en la cabeza de la extrusora o de la maquina de inyección, se debe realizar de tal manera que sea progresiva y homogénea. La temperatura alcanzada no debe ser demasiado elevada (Para evitar el riesgo de degradar la materia por oxidación o romper las cadenas o retículas) pero lo suficiente para que el material fluya.

El conformado por extrusión o inyección necesita de útiles y métodos operativos precisos para favorecer ciertas disposiciones macromoleculares que reduzcan las contracciones internas.

La operación de enfriamiento condensa la materia en un estado de contracción y de cristalinidad del que dependerá la calidad del tubo o accesorio.

- TIPOS DE POLIETILENO.

Las propiedades más características del polietileno son su densidad y su índice de fluidez que indica el grado de extrusión bajo unas condiciones de presión y temperatura determinadas.

En la práctica los diversos tipos de polietilenos comercializados pueden clasificarse por su densidad (Sin aditivos):

- -d menor a 930 Kg/m³: Polietileno baja densidad.
- -d entre 931 y 944 Kg/m³: Polietileno media densidad.
- -d mayor a 945 Kg/m³: Polietileno alta densidad.

En la fabricación de tubos y accesorios de polietileno para conducciones de gas se suelen utilizar los polímeros de alta y media densidad, preferiblemente estos últimos.

- RED DE POLIETILENO

También llamadas líneas secundarias según la NTC 3728, comprende sistemas de tuberías, accesorios y válvulas de polietileno de alta densidad instalados a partir de las estaciones de distrito, a través de las cuales el gas es distribuido en el área urbana a presiones no mayores de 60 psig (media presión).

Las redes de polietileno se dividen en troncales y anillos; las redes troncales pueden poseer diámetros de 6", 4", 3", 2" y 1", cubren varias manzanas o barrios y generalmente están construidas en forma de mallas, lo cual permite garantizar la continuidad del servicio en caso de corte del suministro en algún tramo del sistema. A partir de las troncales se desprenden los anillos, los

cuales son construidos en diámetros de 1", 3/4" o 1/2", siendo 3/4" el diámetro más usado, cubren generalmente una o dos manzanas de usuarios formando círculos cerrados.

La unión de las tuberías de polietileno es realizada en la mayoría de los casos mediante termofusión, la cual, brinda un sello total en los puntos de unión, garantizando desde este punto de vista la seguridad, confiabilidad y continuidad en el servicio. Existen otros sistemas de unión tales como electrofusión y unión mecánica, cuyo uso se limita a situaciones particulares, especialmente relacionadas con la dificultad de realizar la unión por termofusión.

La red de polietileno se instala generalmente bajo las vías peatonales o las zonas verdes de un barrio o urbanización, a una profundidad no menor de 60 cms con una cinta que indica su presencia, colocada 20 cms por encima de esta, el objetivo de la cinta es advertir sobre la existencia de la línea de gas durante excavaciones cercanas, evitando su posible rotura.

Si la tubería de polietileno se trabaja a presiones no mayores de 60 psig, la máxima temperatura permisible de trabajo es de 140 °F (60 °C). Para los tramos que de acuerdo con las normas pueda operarse a presiones mayores, la máxima temperatura permisible desciende a 100 °F (38 °C). Es importante verificar que no quede expuesta al calor, bien sea por quedar superficial, o por encamisados superficiales no diseñados para proteger el tubo de la temperatura

6.1 RED DE POLIETILENO INSTALADA POR LA EMPRESA METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.

El plan piloto para la construcción de la red de distribución incluyó originalmente a los barrios Lagos, etapas I a III y Bucarica en el año de 1985 y se desarrollo siguiendo las normas internacionalmente aceptadas para este tipo de obras, tal y como se relacionan a continuación:

REDES DE POLIETILENO Y ACOMETIDAS:

ANSI B31.8

OPS 192

AGA

Normas complementarias.

Las exigencias que plantea la norma ANSI B31.8, son básicamente las mismas que en la actualidad se deben cumplir para la construcción de una red de distribución de gas y que son obligatorias según la Norma Técnica Colombiana NTC 3728.

En el sistema de distribución, después de que el gas ha sido transportado por la red de acero hasta las estaciones de distrito (o de regulación), donde la presión es reducida al nivel de operabilidad de la tubería de polietileno (no debe exceder 100 psig), el gas es distribuido por toda la ciudad mediante el sistema de redes troncales en tuberías de 6", 4", 3", 2", 1 1/2", 1 1/4" y 1" de diámetro. Estas redes están construidas como anillos para garantizar continuidad en el suministro en caso de rotura de algún tramo.

Las redes están compuestas por tubería de polietileno de media densidad, unidas mediante un sistema de termofusión que garantiza una total

hermeticidad de las uniones y una fácil y rápida reparación en caso de daño de dichas tuberías.

La tubería está instalada a una profundidad promedio de 60 centímetros y con una cinta plástica de prevención colocada a 20 cm de la parte superior del tubo, lo que permite detectar la existencia de la red de gas, evitando así posibles roturas en caso de excavaciones cerca de la tubería.

De las redes troncales se conectan los anillos de distribución, los cuales son construidos en tubería de polietileno de 3/4" de diámetro, y de los que se derivan las acometidas para las viviendas. El sistema de anillos y la flexibilidad de la tubería permiten que se pueda cortar la red para hacer una derivación, sin suspender el servicio de gas natural. Cada uno de estos anillos cuenta con una válvula de seccionamiento que permite controlar el paso del gas desde las redes troncales.

6.2 PROCEDIMIENTOS Y RECOMENDACIONES PARA LA MANIPULACIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS

El polietileno es un material plástico que posee características especiales que le permiten soportar las condiciones a que es sometido durante los procesos de transporte, almacenamiento, tendido y funcionamiento como red de distribución de gas. Durante estas etapas, se deben tener ciertas precauciones en el manejo de la tubería para evitar que se formen rayas, grietas, fisuras o huecos que afecten el espesor de la pared de la tubería. En los apartes siguientes se exponen los procedimientos y recomendaciones básicas para el trabajo con tubería de polietileno.

6.2.1 Almacenamiento de Tubería y Accesorios.⁶ Se deben tomar las precauciones adecuadas con el fin de garantizar el buen estado de la tubería y sus accesorios, durante los periodos en que estos se encuentren almacenados, para que en cualquier momento se pueda:

- Identificar fácilmente las características de la tubería (dimensiones, fechas de elaboración, lote, etc.)
- Rotar los inventarios utilizando el sistema PEPS (primero que entra es el primero que sale)
- Manipular los elementos requeridos.

El polietileno es un material que sufre degradación cuando es expuesto durante largos periodos a los rayos ultravioleta (UV), por tanto, se debe minimizar el tiempo que permanece expuesta la tubería. Cuando se haga necesario almacenar tubería por largos periodos, esta debe ser cubierta con un plástico negro, lonas o similares para protegerla de la luz directa del sol y de temperaturas superiores a 35°C.

La tubería plástica se debe almacenar de tal forma que se produzca el mínimo de daño proveniente de golpes, dobleces o cortes. La tubería debe almacenarse con sus respectivos tapones para evitar que se acumulen residuos, suciedad o agua en su interior.

6.2.2 Transporte, Cargue y Descargue.⁷ Durante las actividades de cargue, descargue y transporte de la tubería se debe tomar las precauciones para evitar causar daños a su superficie. El personal que realice estas actividades

⁶ Guía para el manejo, almacenamiento, preservación y despacho de tubería. Colombianaza de Extrusión. Extrucol S.A

⁷Ibid.

debe estar capacitado y consiente de su responsabilidad. Siempre se requiere de una persona que supervise estas actividades y que verifique el estado del producto transportado.

El vehículo que es utilizado para el transporte debe estar acondicionado para este fin, de tal forma que no haya cuerpos extraños que puedan causar daño a la tubería. No se debe permitir que se produzcan impactos a los rollos, dejándolos caer desde alturas excesivas o dejando caer sobre ellos objetos pesados.

No se deberán realizar prácticas de transporte que implique que suministros o equipo queden sobre la tubería, porque las partes punzantes de estos equipos pueden causarle daño.

Se debe evitar dobleces y/o deformaciones en cualquier parte de la tubería que pueda terminar en daño de esta, en dicho caso esta sección debe ser cortada. Una regla para determinar si una sección de tubería que esta raspado debe ser cortado o no, es determinar si la profundidad del rasguño es mayor al 10% del espesor mínimo de la tubería. Las pruebas han demostrado que la presión en la tubería no es afectada por rasguños con profundidades hasta de un 20% del espesor de pared de la tubería, el 10% de profundidad nos da entonces un factor de seguridad del 50%.

6.2.3 Tendido, Enderezamiento y Arrastre. Los remolques son de gran ayuda cuando se está tendiendo tubería que viene enrollada, también es bueno estirla una vez se llegue al sitio de trabajo para que ésta se relaje con el tiempo y así simplificar su manejo y colocación.

Cualquier sección de tubería que esté gravemente dañada deberá ser cortada antes de la instalación. Se debe proteger la tubería del exceso de calor, particularmente de las llamas. Nunca atraviese la superficie de la tubería por encima de una llama.

Cuando se vayan a realizar fusiones a tope, socket, o tipo silleta en tuberías que han sido desenrolladas recientemente se debe asegurar que la tubería esté totalmente estirada en el área donde se va a realizar la fusión. Para garantizar esto, existen diferentes clases de herramientas para sostener las secciones y ayudar a realizar uniones satisfactorias.

Cuando la tubería va a ser arrastrada sobre terreno rocoso o pavimento, se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar que la tubería sufra desgaste y protegerla de la abrasión. Se podrán utilizar sacos de arena, llantas usadas, o troncos de árbol para soportar la tubería y evitar el contacto con piedras afiladas y/o el pavimento.

Foto 8. Tendido de tubería de polietileno



6.2.4 Corte. La tubería deberá ser cortada con aparatos diseñados para tal fin. Existe una gran variedad de implementos para cortar tubería plástica, estas herramientas garantizan el ángulo recto necesario en los extremos para lograr una fusión exitosa.

Foto 9. Corte de tubería de polietileno



6.2.5 Dobleces y Cargas del Terreno. Se debe tener precaución extra en los lugares donde la tubería ha sido unida, para prevenir esfuerzos excesivos debidos a excesos de flexión. Para aliviar los problemas de estrés en las flexiones se pueden usar mangas protectoras, así como conservar las técnicas adecuadas de relleno y compactación de terreno. La experiencia y el conocimiento de la ingeniería sugieren que el radio mínimo de flexión en las uniones de fusión (a tope, a socket, o de silleta) debe ser 125 veces el diámetro de la tubería. Para tuberías que no tienen uniones en el área se puede reducir este valor del radio mínimo a 20 veces el diámetro de la tubería.

6.2.6 Tendido de la Tubería Plástica en el Terreno

Zanjas. Para realizar trabajos de tendido de tubería plástica, el fondo de la zanja debe estar relativamente parejo, ser continuo y estar libre de rocas y otros escombros. Cuando se encuentren rocas o zonas excesivamente duras, el fondo de la zanja deberá ser adecuado utilizando arena o cualquier otro material fino.

Las tuberías principales deberán ser instaladas con un mínimo de profundidad de 60 cm.

6.2.7 Método de Unión de Tubería de Polietileno. Unión por TERMOFUSION. Este método es utilizado en los procedimientos de empalme de tubería e instalación de accesorios en la red de distribución de gas de la empresa METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P. y se realiza mediante tres técnicas básicas que son: fusión a socket, a tope y por silleta que serán tratados a profundidad en los apartes siguientes. Aquí presentamos unas recomendaciones generales para las técnicas de termofusión:

1. Deben ser soldados solamente materiales que posean características físicas y químicas iguales.
2. No se recomienda el uso de materiales de polietileno que tengan una vejez mayor de 2 años después de fabricados. Los accesorios que se hayan mantenido en las bolsas originales opacas tendrán un aumento en el periodo de 4 años.
3. La compatibilidad de los diferentes materiales debe ser garantizada por el fabricante de la tubería y el fabricante de los accesorios.

4. En la zona a soldar por el sistema a tope, los espesores de los extremos deben ser perfectamente iguales.

5. La soldadura debe ser realizada respetando las siguientes condiciones:

- Las superficies a soldar deben ser protegidas de influencias atmosféricas negativas (lluvia, polvo, viento, nieve, etc.), durante todo el periodo de ejecución de la soldadura y del enfriamiento.

- La tubería debe ser protegida también del flujo interno del aire. También debe ser protegidas con una cubierta especial cada uno de los extremos de la tubería.

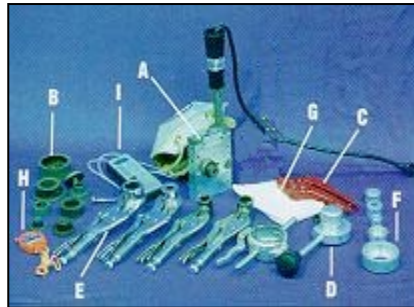
- La temperatura ambiente medida sobre la tubería no debe estar por debajo de 0 ° C, ni por encima de 40 ° C.

- Debe evitarse cualquier tipo de tensión mecánica sobre la junta desde el momento de la soldadura, hasta el cumplimiento del periodo de enfriamiento.

- Las superficies a soldar deben estar siempre limpias y pulidas para cualquier tipo de soldadura que se emplee.

6.2.7.1 Fusión a Socket. Básicamente la técnica de la fusión a socket involucra el calentar el socket (manguito) interior del accesorio y la superficie exterior del extremo de la tubería de manera simultánea. Después de que la correspondiente fusión se ha generado, los dos componentes son unidos. Los materiales fundidos fluyen juntamente y se enfrían convirtiéndose en un lazo íntegro y fuerte. La técnica de fusión a socket toma unos minutos para realizar la instalación.

Foto 10. Equipo Utilizado en el Procedimiento de Fusión a Socket.



- A- Plancha calentadora Socket
- B- Accesorios para calentar la superficie
- C- Cortador de tubos
- D- Biselador
- E- Pinza de anillos fríos
- F- Calibrador de profundidad
- G- Tela de algodón
- H- Reloj o cronómetro
- I- Indicador de temperatura calibrado

Foto 11. Procedimiento de fusión a Socket

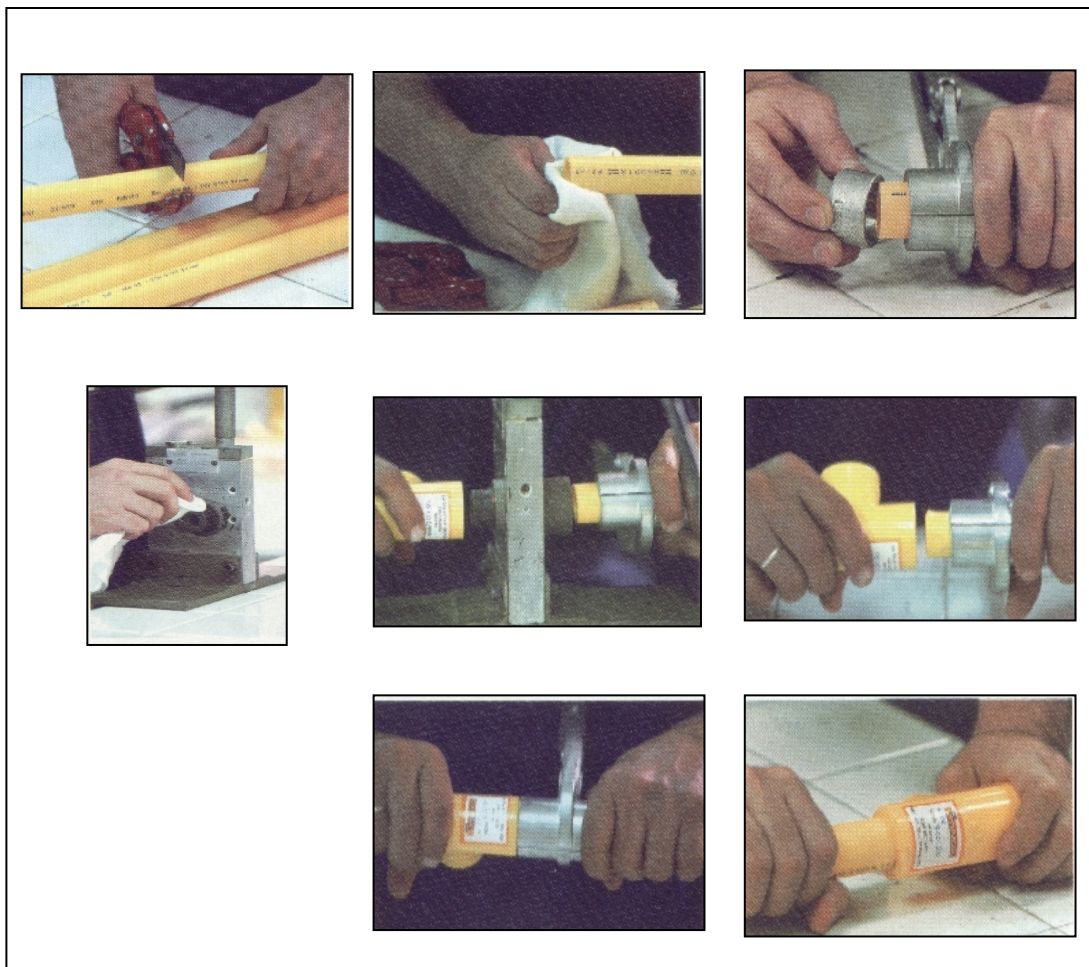


Tabla 5. Tiempos para fusión a socket

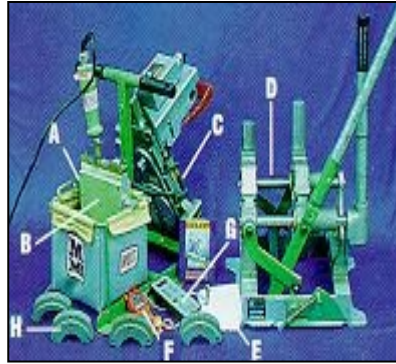
DIAMETRO	TIEMPO DE CALENTAMIENTO	TIEMPO DE ENFRIAMIENTO	
TUBERIA	250°C (480°F) Segundos	Para soltar el	Para realizar
		anillo frío (seg)	pruebas de presión (min)

1/2 pulg IPS	6 a 8	25	10
3/4 pulg IPS	8 a 11	25	15
1 pulg IPS	10 a 12	25	15
2 pulg IPS	16 a 20	30	20
3 pulg IPS	20 a 25	30	30
4 pulg IPS	25 a 28	30	30
1/2 pulg CTS	6 a 8	25	10

Tomado de manual de instrucciones del fabricante: EXTRUCOL COLOMBIANA DE EXTRUSION S.A

6.2.7.2 Unidad de Fusión a Tope. La unidad de fusión a tope es una unidad diseñada para operar mecánicamente y para tuberías de hasta 4", dos esqueletos de prensa, uno estacionario y el otro móvil alinean la tubería para la fusión, un brazo opera la sección y permite controlar la presión adecuada de la unión. Los aumentos de la sección adaptan la unidad para tuberías de diámetros desde 1" hasta 3" Adicionalmente con la unidad de fusión vienen un refrentador manual o eléctrico y una herramienta controlada termo-estáticamente. Requiriendo únicamente una toma sencilla de 120 voltios CA, con un suministro de 1600 vatios.

Foto 12. Equipo Utilizado en el Procedimiento de la Fusión a Tope.



- A- Plancha calentadora con indicador de temperatura
- B- Accesorios recubiertos (con teflón) para calentar la superficie
- C- Refrentadora
- D- Carro de fusión a tope
- E- Tela de algodón
- F- Reloj cronómetro
- G- Indicador de temperatura
- H- Adaptadores de varios diámetros
- I- Reloj o cronómetro

Foto 13. Procedimiento de fusión a tope



Tabla 6. Tiempos para termofusión a tope

DIAMETRO DE TUBERIA (pulg)	TIEMPO DE CALENTAMIENTO (segundos) 210°C	TIEMPO DE ENFRIAMIENTO (minutos)
2	60	10
3	75	10
4	87	10
6	114	10

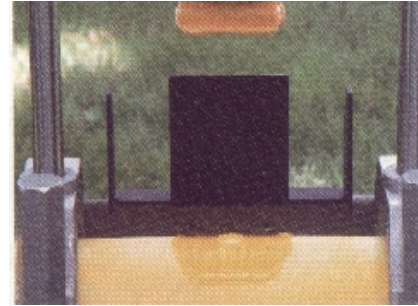
Fuente: Manual de instrucciones del fabricante: EXTRUCOL COLOMBIANA DE EXTRUSION S.A

6.2.7.3 Fusión de Silletas. El procedimiento de fusión para silletas es un requerimiento esencial para extender las líneas de redes principales y de servicios en los sistemas de distribución de gas. El procedimiento involucra el derretimiento de una sección común en la superficie de la tubería y en la silleta, y la unión de estas partes fundidas.

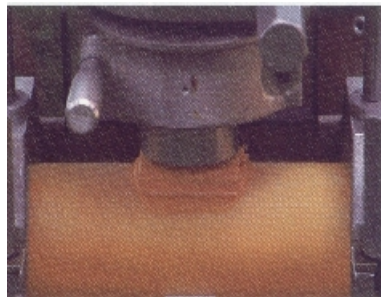
Los pasos claves a tener en cuenta en los procedimientos de fusión de silletas son:

1. Preparación de la tubería y la silleta.
2. Calentamiento de la tubería y la silleta.
3. Unión de ambos elementos.
4. Inspección visual de la unión.

Foto 14. Termofusión de silletas



TERMOFUSION DE SILLETAS



ACCESORIOS O UNIONES. Existen cuatro uniones básicas disponibles para extender las líneas de servicios, ellas son la silleta múltiple, la silleta de alto volumen, la Tee de agujero y la Tee de agujero de alto volumen.

La silleta múltiple proporciona una forma simple y económica de extender los servicios al medidor por medio de derivaciones en frío o en caliente.

La silleta múltiple de alto volumen esta diseñada para manejar grandes volúmenes de gas. Estos accesorios pueden derivarse en caliente o en frío.

La Tee de servicios auto-perforante combina la simplicidad de la silleta múltiple con un taladro para derivaciones hechas en redes principales en funcionamiento y bajo presión. La Tee está disponible para hacer agujeros de $\frac{1}{2}$ " o $\frac{3}{4}$ ".

La Tee de agujero de $1 \frac{1}{4}$ " para volúmenes altos es muy similar a la Tee de servicio mencionada anteriormente, pero contiene un diámetro del agujero de $1 \frac{1}{4}$ " diseñado para grandes volúmenes de gas. La baja caída o pérdida de presión que se presenta a través de este accesorio puede ser beneficiosa en los sistemas de distribución de baja presión o para dar servicio a usuarios de grandes volúmenes.

Equipo para unión de silletas por termofusión

Foto 15. Equipo Utilizado en el Procedimiento de Unión de Silletas por Termofusión.



- A- Carro portasilletas
- B- Mordazas para diferentes diámetros
- C- Plancha calentadora
- D- Accesorios para calentar las superficies
- E- Tela de algodón
- F- Lija de tela
- G- Cronómetro
- H- Indicador de temperatura calibrado

- Herramienta Calentadora. Esta plancha eléctrica es controlada por un interruptor térmico, el cual está calibrado de fábrica y controlado por interruptores cíclicos.

En condiciones de uso normal la temperatura no debe necesitar ser ajustada, sí el termómetro de la plancha no tiene calibrada la temperatura correcta se debe seguir el siguiente procedimiento para ajustar la temperatura. La plancha será ajustada únicamente después que la temperatura se haya estabilizado, gire el tornillo del interruptor térmico en sentido de reloj para disminuir y en sentido contrario para elevarla.

- Cortadora o Perforadora de Huecos. Cuando no hay presión en la línea, se usa un cortador o perforador de huecos en frío para cortar el hueco en la línea a través del cuerpo de la silleta y así lograr la derivación.
- Herramientas de Derivación en Caliente. Estas herramientas son diseñadas especialmente para ser usadas en derivaciones en caliente con silletas múltiples y de alto volumen. Cada una esta compuesta de un cortador, un mango largo, un empaque elástico, un anillo retenedor de tuerca para compresión con manubrios apretadores, un cuerpo de unión a

compresión y de ensamble duro, una llave de tuercas, un vástago de corte, un mango de palma, una válvula neumática y una cadena de seguridad. Las dos herramientas de derivación en caliente son intercambiables con otros tamaños adicionándole diferentes cortadoras.

- Herramienta Guía. Adicionalmente a enderezar, redondear y darle soporte a la tubería la guía sostiene la tubería en el alineamiento correcto y neumáticamente provee la firmeza y el empuje uniforme requerido para lograr una unión o pega exitosa.

La guía universal tiene sujetadores para instalar cualquier silleta en tuberías principales desde 1¼" hasta 6". La guía de servicios es utilizada para instalar accesorios de servicio en redes principales de tamaños desde 1¼" hasta 4".

6.2.8 Control de Presión por Medio de Prensas. El control efectivo de la presión es un requerimiento básico en los sistemas de distribución. Los sistemas de tuberías de polietileno satisfacen estos requerimientos de dos formas. La primera está cubierta por la operación de las válvulas instaladas en lugares estratégicos dentro del sistema. La segunda forma es a través de los cierres del servicio mediante el prensado y aplastamiento de las tuberías, para proporcionar control en situaciones de emergencia y en algunos procedimientos específicos requeridos durante la instalación o la extensión de los sistemas.

Las pruebas de laboratorio y campo han confirmado que cuando la tubería plástica es aplastada hasta el cierre y luego liberada usando los procedimientos y el equipo recomendado, el rango de presión de la tubería no es reducido o afectado.

Herramientas de Aplastamiento y Cierre

La mayoría de las herramientas de aplastamiento y cierre consisten de unas barras de acero con un cuerpo mecánico que fuerza las barras a unirse. Las unidades están diseñadas para aplastar tubería plástica hasta que las superficies internas de estas se unan. Esto controla adecuadamente el flujo de gas, sin embargo, no se consigue un sello total. Para asegurar el control de la presión, y prevenir daños a la tubería, las herramientas deben tener un tope de parada mecánico que limite el mínimo de separación entre las barras aplastadoras.

Foto 16. Herramientas de Aplastamiento y Cierre para polietileno



6.3 POLIVÁLVULAS

Son dispositivos que permiten mediante una rápida operación manual el bloqueo total o parcial del paso de gas o el flujo del mismo en el instante que se requiera. Se localizan sobre la red de polietileno y controlan el suministro del servicio a uno o varios anillos de distribución, e incluso a una instalación en el evento en que la acometida requiera de la instalación de una poliválvula.

Las poliválvulas son básicamente válvulas de bola de polietileno que tienen las siguientes características: el área de paso del flujo es completa, son de construcción fiable y simple, de fácil operación, no presentan la posibilidad de corrosión, son de instalación económica y tienen larga vida de operación, además de estar libre de mantenimiento, se elimina la necesidad de conexión metal – plástico, para ser operadas sólo requiere de un cuarto de giro y no presentan pérdidas.

Foto 17. Instalación de poliválvula



6.3.1 Procedimiento para la Inspección y Mantenimiento de las Poliválvulas. Este plan tiene por objeto garantizar de forma permanente, la accesibilidad y funcionamiento de las poliválvulas cuando se requieran su uso.

Las válvulas instaladas en la red de polietileno, tienen como función permitir el aislamiento de una sección de la red por razones de mantenimiento, reparación, o para atender una emergencia que exige aislar un sector particular. Por esta razón, las válvulas deben estar ubicadas en zonas de fácil acceso y su mecanismo de accionamiento debe ser fácil de manipular para el personal autorizado, sin embargo, la válvula debe estar protegida de daños y de manipulación indebida.

Las cajas de válvula están construidas en ladrillo, sobre cimientos de concreto, con tapas en concreto, las cuales están ubicadas en zonas de fácil.

En las válvulas instaladas en la red no es posible tenerlas al alcance, por lo cual las válvulas tienen un vástago de extensión para accionarlas desde cierta distancia. La extensión del vástago, que puede de ser una cuña, una llave de cubo u otra, pueden ser de la longitud requerida. La extensión suele ser una varilla de acero laminado en frío y un acoplador para colocarlo en el vástago. En extensiones largas, se utiliza un tubo grueso de acero en lugar de la varilla. En la punta cuadrada o cónica de la varilla se coloca un volante de entrada cuadrada o una tuerca de operación.

Foto 18. Tapa de poliválvula en mal estado



6.4 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.

Toda la información cartográfica (TABLA 7) está distribuida en 6 zonas con un total de 104 sectores digitales.

Tabla 7. Total sectores por zona

ZONA	NOMBRE	NO. SECTORES DIGITALIZADOS
UNO	FLORIDA	28
DOS	CAÑAVERAL	27
TRES	REPOSO	17
CUATRO	LA CUMBRE	7
CINCO	LAGOS	11
SEIS	MOLINOS	14

Se recomienda realizar periódicamente la actualización en cuanto a la inclusión en el plano digital el tendido de nuevas redes, así como la instalación de nuevas poliválvulas, para que el plano cumpla su función de proveer información veraz de las redes de Floridablanca. También se debe consignar en los planos toda venta y corrección que se realice de nomenclaturas o códigos.

Siempre se debe adjudicar el código que está en el plano, si no está, se debe pedir al dibujante que será quien maneja los planos, para que no resulten usuarios fuera de ruta. Si el predio no está en plano, se debe hacer la ubicación en terreno y según esto, se procederá adjudicar el código; esto debe hacerse antes de realizar la venta para así mantener la información congruente y actualizada.

6.5 ACOMETIDA

TENDIDO DE LA ACOMETIDA PARA UNA NUEVA INSTALACIÓN. El suministro de gas a los centros de medición de los usuarios, desde los anillos de distribución o de las líneas arterias, dependiendo de si la configuración del centro de medición es individual o colectivo se realiza mediante acometidas, que son el tramo de tubería comprendido entre el anillo de distribución y el medidor del usuario.

Las acometidas pueden realizarse completamente en polietileno, cuando para el suministro del combustible no se requiere penetrar a construcciones, que es el caso más frecuente en las instalaciones unifamiliares, o una parte en polietileno y otra en tuberías metálicas. Este es el caso de edificios con centros de medición en su interior.

Foto 19. Acometida y elevador



En la acometida, para realizar la transición entre la tubería de polietileno y la metálica requiere de un accesorio denominado elevador, que es un elemento metálico especialmente diseñado para hacer la unión entre tubos. Para evitar transmitir esfuerzos mecánicos a la tubería de polietileno que empalma, el elevador debe garantizar un anclaje seguro a la estructura que lo soporta, lo que recibe el nombre de atraque al elevador.

7. RED DE ACERO

7.1 TUBERÍA DE ACERO

La red de acero conforma lo que se denomina la Red Troncal o Línea Primaria, que es el sistema de tuberías destinado a la conducción de gas, hacia sectores puntuales de consumo en los centros urbanos o la interconexión de varias comunidades. Están comprendidos entre la puerta de ciudad de cada localidad y las estaciones reguladoras de distrito dispuestas en la red de distribución.

Se considera que el material de la tubería es de acero al carbón cuando:

- No se especifica contenido mínimo de aluminio, boro, cromo, cobalto, colombio, molibdeno, níquel, titanio, tungsteno, vanadio, zirconio, o cualquier otro elemento que deba ser agregado para lograr ciertas características de aleación;
- El porcentaje mínimo especificado para el cobre presente no excede el 0.40%;
- Cuando el contenido de los siguientes materiales no excede los porcentajes anotados: manganeso 1,65%, silicio 0,60%. cobre 0,60%.

En los aceros al carbón se pueden encontrar pequeñas cantidades inevitables, que no se requieren o especifican, como cobre, níquel, molibdeno, cromo, etc. Estos elementos se consideran incidentales y normalmente no se determinan ni reportan.

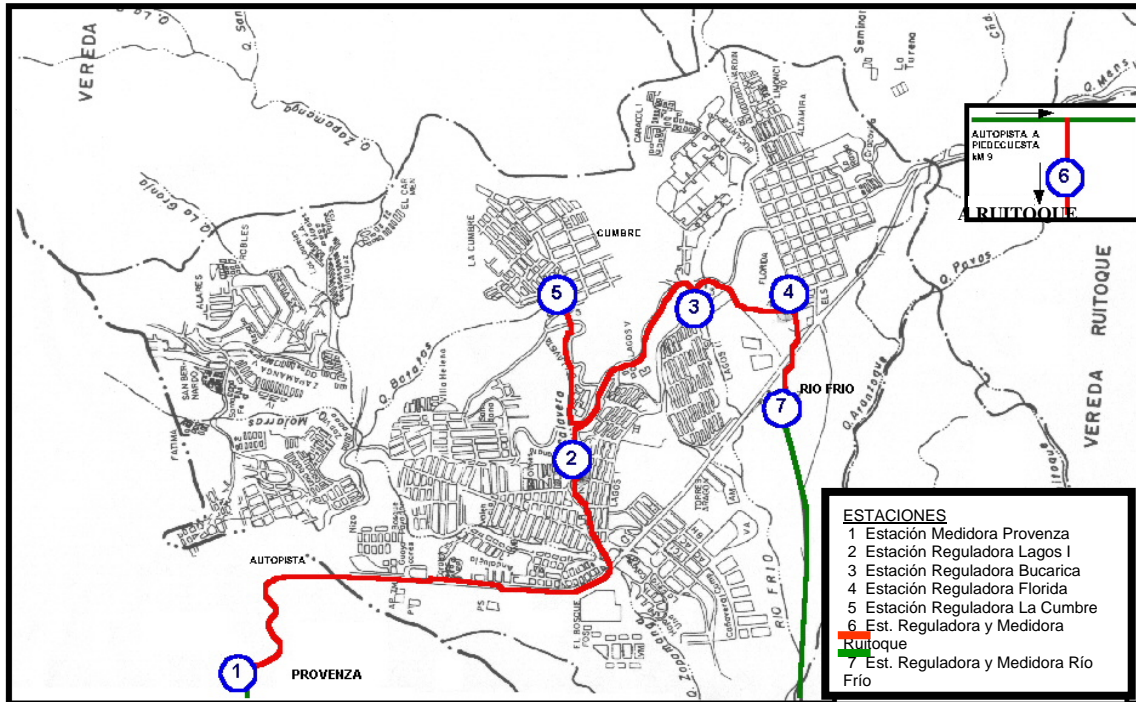
Son aceros aleados cuando el contenido de manganeso, silicio, cobre, aluminio, boro, titanio, cromo, tungsteno o vanadio excede ciertos porcentajes, o cuando se añade cualquier otro elemento para lograr ciertas características de aleación.

7.1.1 Especificaciones Técnicas para la Construcción o Ampliación de la Red de Acero. Estas especificaciones deben ser seguidas para cualquier actividad que implique la modificación o ampliación de un tramo de la red de acero. Todas las actividades deben cumplir la normatividad existente y que aplique para cada caso en particular. Para el tendido de redes de acero rige la NTC 3728, donde se cubre lo relacionado con la seguridad, trazado, materiales y accesorios, construcción, instalación, verificación y pruebas.

Cuando se trata de la ampliación o construcción, las obras relacionadas con la red de acero involucran la apertura de los derechos de servidumbre o de vía, los cuales deben ser garantizados antes de iniciar las obras del tendido de una tubería nueva.

El contratista deberá mantener día y noche señales adecuadas para proteger a todas las personas de cualquier accidente y prevenir a los conductores de la obstrucción existente.

Figura15. Red de acero METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.



En esta especificación se incluyen todas las actividades que se requieren para el recibo, traslado y tendido de la tubería y los demás elementos, a lo largo de la línea de instalación del gasoducto. La tubería utilizada para ser instalada en los gasoductos debe cumplir con todas las exigencias de la NTC 3728.

La tubería no puede bajarse al terreno sin las debidas protecciones a fin de evitar daños, abolladuras, corrosión, etc., condiciones que se deberán mantener hasta que sea colocada adecuadamente en la zanja.

Antes de soldado, cada tubo deberá estar apoyado sobre polines de madera, de forma que no haya contacto con el suelo.

Una vez soldada, la tubería deberá quedar apoyada a una distancia no mayor de 12.0 metros entre cada uno de los apoyos, y hasta que ésta adquiera su posición definitiva, deberán colocarse soportes provisionales cumpliendo con los requisitos anteriores.

7.1.1.2 Rebiselamiento de la Tubería de Acero. El objeto de esta especificación es la reconstrucción de los bordes biselados que se requieren en la tubería, para la correcta ejecución de las soldaduras.

Las técnicas aplicables serán la API SPEC 5 LX 'API SPECIFICATION FOR HIGHEST LINE PIPE', en su última edición, que deberá observarse y regulará todo el proceso de rebiselamiento de la tubería.

Foto 20. Montaje de la tubería de acero



7.1.1.3 Alineación y Soldadura de Tubería de Acero. Dentro del alcance de esta especificación están contempladas todas las labores requeridas para la correcta alineación, doblado y soldadura de los tubos que conforman el gasoducto.

La tubería debe alinearse mediante el uso de alineadores externos o internos lo suficientemente fuertes para enderezar las "bocas" de los tubos que se hallen ovaladas; si los diámetros de los tubos que están alineando tienen diferencias pequeñas, éstas pueden repartirse en toda la circunferencia, pero en ningún caso se permite una diferencia de alineación mayor de 1/16", en cualquier punto.

No se permite el retiro del alineador, ni de los equipos que sostienen el tubo durante la alineación, hasta que se halle completamente terminado el primer cordón de soldadura (primer pase).

La tubería deberá ser colocada siguiendo el perfil del terreno en el fondo de la zanja, sin generar en el doblado cortes o sobrantes de tubería innecesarios.

Las curvas se deben hacer de acuerdo con las normas vigentes para el doblado en frío; no se permitirá el alargamiento, el arrugamiento o el adelgazamiento indebido en la pared del tubo.

El radio mínimo de las curvas será igual a 20 veces el diámetro de la tubería. La distancia mínima entre una curva y una junta circunferencial soldada será de un metro.

Los soldadores que intervengan en los trabajos deberán ser calificados de acuerdo con las especificaciones NTC 2057 y API STD 1104.

El contratista debe suministrar a la interventoría los certificados de calificación de soldadores. Solamente se aceptará que el soldador trabaje en el terreno, de acuerdo con la forma en que presentó la prueba.

Normas Aplicables: API 1104 y ASME Secc.9, última edición, NTC 3728, regularán todo el proceso de soldadura que se efectúe en la construcción de los gasoductos.

Los tipos de varilla recomendados para utilizar como electrodos son:

Fondeo (Primer Pase)	E-6010
Pase caliente	E-7010
Otros cordones (3 de relleno)	E-7010
Cordón de acabado	E-7010

7.1.1.4 Apertura de Zanjas, Bajada y Tapado de la Tubería. Bajo este título se incluyen los trabajos necesarios para conformar, mecánicamente y/o por procedimientos manuales, la zanja en cuyo fondo quedará la tubería; así mismo, se incluyen las labores de bajada y relleno final sobre la tubería previamente protegida. Por consiguiente, se incluye el cargue, el bombeo de aguas subterráneas, el retiro de derrumbes, y cualquier actividad que sea conveniente realizar para proteger la excavación y la tubería colocada.

En general, la tubería deberá ir enterrada a todo lo largo del trazado, para lo cual se debe proceder a la apertura de zanjas dentro de las siguientes especificaciones:

La profundidad mínima será de un metro medida desde la parte superior del tubo independiente de la clase o condición del terreno. Sin embargo, cuando por circunstancias especiales, y a juicio de la interventoría se presenten condiciones favorables para disminuir la profundidad mínima de excavación, ésta podrá modificarse previa autorización por escrito del interventor.

Cuando la excavación encuentre terreno rocoso, el fondo de la zanja deberá cubrirse con material blando, en un espesor de por lo menos 20 centímetros, a fin de evitar que los bordes de la roca dañen la tubería y/o su revestimiento.

El fondo de la zanja se nivelará uniforme y adecuadamente; deberá quedar libre de piedras sueltas, grava y materias extrañas que puedan deteriorar el recubrimiento y/o dañar la tubería.

7.1.1.5 Limpieza y Protección de la Tubería Enterrada. Dentro del alcance de esta especificación están contempladas las actividades necesarias para proteger la tubería de la acción de algunos elementos presentes en el subsuelo. Por consiguiente, se incluyen en este ítem, trabajos tales como la limpieza exterior del tubo, la aplicación de pinturas (anticorrosiva y de acabado).

Para ejecutar la protección de la tubería enterrada se seguirá, en general, el siguiente procedimiento:

- **LIMPIEZA EXTERIOR:** El tubo debe quedar libre de escamas de laminación, óxido suelto, pintura, aceite, grasa, humedad, polvo, lodo, escoria o cualquier otro material extraño. El contratista debe obtener el visto

bueno de la interventoría en cuanto a esta limpieza previa, antes de aplicar el imprimante. El grado de limpieza que debe dársele al tubo es el especificado en la norma SSPC-SP-5- "Metal Blanco", con un perfil de anclaje entre 30 y 60 micrones.

- SISTEMA DE PINTURA: Base anticorrosiva: Para la protección del tubo se utilizara pintura anticorrosiva epóxica a un espesor aproximado de 3 mills.

Pintura de acabado: Para la pintura de acabado se utilizará EPOXI ALQUITRAN DE ALTOS SOLIDOS a un espesor aproximado de 6 mills. El espesor de película final será mínimo de 11 mills.

- REPARACIÓN DE JUNTAS: Después de realizada la soldadura se debe lijar y limpiar con cepillo mecánico a lado y lado de la junta y aplicar sellante para juntas a un espesor aproximado de 20 mills. Este producto se aplica con espátula.

Para iniciar la aplicación se debe tener el tubo completamente seco y libre de polvo. La pintura se aplicará, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

El espesor de la capa debe ser totalmente uniforme y dentro de los límites propuestos por el fabricante. Este espesor será determinado con medidores de película húmeda o de película seca.

Foto 21. Protección de juntas



7.1.1.6 Pruebas

- Prueba de Presión (Hermeticidad)

Estando lista la sección de prueba, deberá conectarse la bomba de presión o el compresor a la instalación de llenado, bombeando o comprimiendo hasta alcanzar una presión de 100 a 200 psi aproximadamente, permitiendo que dicha presión se mantenga constante durante un mínimo de 30 minutos, con el propósito de probar que no existen fugas mayores. Después de eso puede proseguirse con la prueba de presión propiamente dicha.

Se deberá mantener la presión de prueba durante un período mínimo de 24 horas, el cual podrá ampliarse a juicio de la interventoría.

- Simultáneamente deberán tomarse las lecturas de la presión cada hora, así como de las temperaturas en dos partes diferentes de la sección.
- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** La prueba de alta presión sostenida durante el periodo de tiempo establecido por la interventoría, determinará la resistencia de la línea y permitirá la detección de cualquier posible fuga en la misma. La línea del gasoducto habrá pasado satisfactoriamente la prueba si no sobreviene una caída de presión durante el período de la misma, o si los cambios de presión que llegaren a efectuarse pueden ser correlacionados satisfactoriamente con las variaciones en la temperatura.
- **DESPLAZAMIENTO DEL AGUA:** Después de la prueba, el desplazamiento de agua y secado de la tubería deberá efectuarse con aire a presión mediante la instalación de un compresor.

- **Ensayo para la verificación de la resistencia mecánica. Prueba Hidrostática.** Se realiza la labor de prueba mediante agua a las líneas construidas básicamente en tres fases: Llenado de la tubería con agua para la prueba, realización de la prueba y descarga del agua usada en la prueba. La tubería se debe llenar desde el punto mas bajo teniendo en cuenta la topografía de la línea; el agua a usar debe ser pura y se deberá tener un rango máximo de 150 ppm de sales disueltas, 100 ppm máximo de cloruros y el ph será de entre 6.3 y 9. Se llena la tubería mediante bombas de presión; para llenarse se deben instalar los instrumentos de medición en la cabeza de pruebas de la siguiente forma:

- Un termómetro para el agua de la tubería.
- Un termómetro para la temperatura del suelo.

- Un termómetro para la temperatura ambiente.
- Un manómetro.

La presión de prueba se debe establecer según localidad, variando de 1.1 a 1.4 la MPOP (MAXIMA PRESION DE OPERACIÓN PERMISIBLE). La tabla 7 de la norma técnica 3728 establece los valores a usar.

Clase de Localidad	Mínima Presión de Prueba.
1	1.25 MOP.
2	1.25 MOP.
3	1.4 MOP.
4	1.4 MOP.

TABLA 4.3. Presiones de Prueba de Tuberías.

El tiempo de la prueba no debe ser inferior a dos horas.

Posterior a la prueba, la disposición del agua debe ser objeto de especial cuidado siendo necesario tomar una muestra para su posterior análisis y verificar el vertimiento del volumen usado según los parámetros exigidos por la autoridad reguladora.

7.1.2 Operación y Mantenimiento de la Red de Acero. Toda red de acero destinada a transportar gas natural, debe contar con un programa que cubra las actividades de operación y mantenimiento, con el fin de comprobar el perfecto estado de la tubería y su adecuado funcionamiento, garantizando de este modo un servicio confiable, seguro y de alta calidad a los usuarios finales.

Las actividades básicas que debe cubrir este programa incluyen principalmente, las cuales se encuentran explicadas en el Manual de operación y mantenimiento.

- Inspección Visual de la Red. Ver INST – 0332
- Mantenimiento de las Válvulas de la Red PRO – 0322
- Programa de Protección Catódica PRO – 0326
- Inspección y Mantenimiento de Cruces Especiales PRO – 0321
- Programa de Reseguimiento de Redes PRO – 0324

7.2 CRUCES ESPECIALES

7.2.1 Cruces Especiales de la Red de Distribución de Gas. Según la Norma Técnica Colombiana NTC 3728, se consideran cruces especiales los cruces de carreteras, cruces de corrientes de agua, cruces de líneas férreas, cruces de líneas en operación, cruces de zonas pantanosas y cruces aéreos, entre otros, los cuales pueden construirse encamisados o no.

Cuando por condiciones de diseño, instalación y seguridad, sea necesario el uso de camisas para la protección de las líneas, éstas pueden ser tuberías rígidas o flexibles, nuevas o usadas, cuyas especificaciones le permitan soportar las cargas externas a las cuales van a estar sometidas.

En la red de distribución de gas natural de Floridablanca, se cuenta con veinte cruces especiales, referenciados en la TABLA 8, con su longitud y diámetro de tubería. Estos cruces son, tanto de la tubería de acero (red primaria), como de la tubería de polietileno (red secundaria), ya que se

deben cumplir las mismas exigencias para su mantenimiento, razón por la que se agruparon en un solo procedimiento.

Las líneas metálicas de distribución urbana que atraviesan cruces especiales pueden ser instaladas sin camisa, siempre y cuando los esfuerzos circunferenciales interno y externo en el tubo, no exceda el máximo esfuerzo permitido. En el caso de líneas secundarias (polietileno), construidas en materiales plásticos, no se permite su instalación en cruces especiales sin camisa.

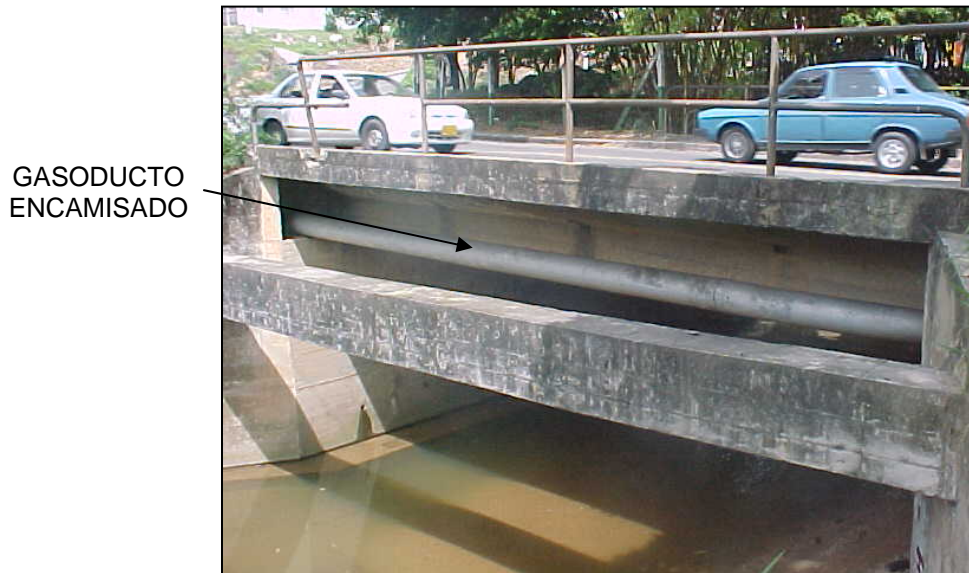
7.2.1.1 Cruces de Corrientes de Agua.

- Cruce Aéreo de la Quebrada Zapamanga (Encamisado tubería de acero, puente Ciudad Valencia con Molinos)

La tubería queda libre dentro de la camisa, por lo que no la afectan cargas distintas a las impuestas por el gas y su propio peso apoyado entre separadores distanciados a menos de dos metros (existen seis juegos dentro de la camisa).

La camisa es la estructura de soporte, encontrándose empotrada un los dos estribos y bajo el andén del puente, pero distanciada de éste. Al no estar en contacto con la estructura no recibe cargas de esta.

Foto 22. Cruce Aéreo de la Quebrada Zapamanga.



7.2.2 Colocación de Camisas. En el tendido de la tubería de acero, se utilizaron camisas en ciertos cruces, por exigencias del MOPT y/o por mayor seguridad, en cruces de vías que pueden implicar tráfico pesado, como son la calle 106 en Provenza y el acceso a El Bosque. También se adicionaron camisas en la paralela de la autopista, la glorieta de acceso a Molinos y en el cruce vial junto a la quebrada la Calavera.

Las camisas protegen las tuberías de acero y a su recubrimiento, o a la tubería de polietileno. Este procedimiento fue el seguido para la instalación de las camisas y la elaboración de los sellos en los extremos. La tubería se introduce previa colocación de separadores en grupos de cuatro unidades, separados circunferencialmente, evitando que al girar sobre el tubo se agrupen en el fondo. Para tensionarlos se utilizan dos flejes plásticos, que evitan su resbalamiento a lo largo del tubo. Los separadores tienen dimensiones tales que queda espacio libre con la camisa.

El sello de las camisas se realiza llenando el espacio entre el separador extremo y el borde de la camisa con varios sacos (costales) de fibra plástica (polietileno) y tapagoteras y se le da con estos mismos materiales forma cónica al sello, que se realiza con cinta de recubrimiento. Para protección de esta se envuelve finalmente con sacos que se atan. Así se logra contar con sellos estancos al ingreso de humedad a la camisa, que pueden removerse sin dañar a asta ni al tubo de conducción y se mantienen aisladas las dos tuberías, que son las condiciones que exige el API 1105. La hermeticidad de los sellos realizados se comprobó durante la construcción del plan piloto, ya que se desbaratando tres de estos sellos después de mas un trimestre y habiendo soportado tiempo lluvioso.

7.2.2.1 Tubería de las Camisas. Las camisas son todas en diámetro por lo menos superior en 4" al tubo interno, como manda el API 1105.

Las tuberías son de espesores superiores a 7/32" y provienen de tubería nueva o de tramos usados, pero con espesores no inferiores a 3/16".

La Norma Técnica Colombiana (NTC 3728) recomienda que el diámetro interno del tubo usado para encamisar debe tener el tamaño suficiente para facilitar la instalación de la línea de distribución y para prevenir la transmisión de cargas externas a la misma. La camisa debe ser de diámetro nominal por lo menos dos pulgadas más grande que la línea de distribución y respecto a las líneas secundarias, construidas en materiales plásticos, no se permite su instalación en cruces especiales sin camisa.

Foto 23. Cruce tubería de acero sobre cercha. Puente Bucarica con villa jardín



7.2.3 Procedimiento para la Inspección de Válvulas de la Red de Acero.

Este plan tiene por objeto garantizar de forma permanente, la accesibilidad y funcionamiento de las válvulas cuando se requieran su uso.

Las válvulas instaladas en la red de acero, tienen como función permitir el aislamiento de una sección de la red por razones de mantenimiento, reparación, o para atender una emergencia que exige aislar un sector particular. Por esta razón, las válvulas deben estar ubicadas en zonas de fácil acceso y su mecanismo de accionamiento debe ser fácil de manipular para el personal autorizado, sin embargo, la válvula debe estar protegida de daños y de manipulación indebida.

Todas las válvulas están conectadas a la tubería mediante bridas y algunas son usadas como reducción para el diámetro de la tubería.

Las cajas de válvula están construidas en ladrillo, sobre cimientos de concreto, con tapas en concreto reforzado, las cuales están ubicadas en zonas de fácil acceso vehicular (bermas de la carretera o andenes).

Las válvulas de entrada y salida a una estación de regulación se consideran parte integrante de la estación y serán mantenidas con la periodicidad definida en el plan de mantenimiento de las estaciones.

En las válvulas instaladas en la red no es posible tenerlas al alcance, como en el caso de las estaciones, por lo cual las válvulas tienen un vástago de extensión para accionarlas desde cierta distancia. La extensión del vástago, que puede de ser una cuña, una llave de cubo u otra, pueden ser de la longitud requerida. La extensión suele ser una varilla de acero laminado en frío y un acoplador para colocarlo en el vástago. En extensiones largas, se utiliza un tubo grueso de acero en lugar de la varilla. En la punta cuadrada o cónica de la varilla se coloca un volante de entrada cuadrada o una tuerca de operación.

7.3 PROTECCIÓN CATÓDICA

La protección catódica está encaminada a preservar el estado de la tubería de acero usada para la conducción de gas. Básicamente lo que se busca es evitar que la tubería se corroa, utilizando elementos de protección.

7.3.1 Conceptos Generales sobre Corrosión

7.3.1.1 Proceso de la Corrosión. En el electrolito la circulación de corriente se produce por transmisión iónica, a diferencia de los metales en los que la

conducción de la corriente eléctrica se producen por desplazamiento de electrones. Al poner en contacto un metal con un electrolito, parte de este metal se disuelve en el mismo en forma de partículas cargadas positivamente (catión), la superficie del metal queda entonces cargada negativamente. A este proceso se le denomina ionización.

Al quedar la superficie del metal cargada negativamente, llega un momento que se establece un equilibrio entre el metal y el electrolito que llamamos equilibrio electroquímico.

Cada metal presenta mayor o menor tendencia a ceder iones. Los metales se han clasificado según su tendencia a la corrosión según su potencial de electrodo.

Tabla 8. Clasificación de los metales según la tendencia a la corrosión

METAL	TENDENCIA A LA CORROSION
MAGNESIO	MAYOR
ALUMINIO	
ZINC	
HIERRO	
COBRE	
PLATA	
ORO	MENOR

El mecanismo de la corrosión electroquímica está basado en la formación de las denominadas pilas de corrosión. Estas tienen el mismo principio que el de

una pila de las que usamos a diario. Una pila de corrosión se forma cuando hay dos metales, o dos partes distintas de un mismo metal que tienen distinto potencial de electrodo y están en contacto con un electrolito. Ver glosario (Ánodo, Cátodo y electrolito). Ver glosario (Ánodo, Cátodo y electrolito).

En el caso de las tuberías enterradas, el electrolito es el terreno. En la mayor parte de la tubería existen zonas anódicas y catódicas por la formación de pilas, corroyéndose en las zonas anódicas.

Las causas principales de la formación de pilas de corrosión en tuberías enterradas suelen ser las siguientes:

- Contacto entre dos metales distintos formando un par galvánico (por ejemplo hierro y cobre).
- Deformación de la estructura cristalina en una parte del metal respecto a otra que no tiene esa deformación. Esto sucede, por ejemplo en las zonas de soldadura.
- Diferencias en la composición química en el electrolito dando lugar a una pila llamada pila de concentración (cuando se presentan distintos tipos de terreno).
- Diferencias de temperatura entre dos partes del metal o del electrolito.

7.3.1.2 Corrosión de las Tuberías de Acero Enterradas por Agresividad de los Suelos. Como dijimos, la corrosión de las tuberías de acero enterradas siempre es electroquímica.

El parámetro fundamental que se debe tener en cuenta para estudiar la agresividad de un suelo (electrolito) es su resistividad, cuyo valor depende principalmente de la humedad y la composición del mismo.

De esta forma:

A mayor humedad menor es la resistividad.

Las sales que más influyen en la resistividad son los cloruros como por ejemplo, la sal común (cloruro de sodio). Otras sales importantes son los sulfatos.

Otros factores de importancia son, la presencia de ácido sulfhídrico, carbón de coque y los residuos orgánicos, el grado de acidez o alcalinidad (PH) del suelo, el potencial de electrodo del metal e inclusive la presencia de algunas bacterias.

7.3.2 Protección Pasiva, Pinturas y Revestimientos. Una forma de evitar la corrosión es aislando el ánodo y el cátodo del electrólito, para dificultar la formación de la pila de corrosión consiguiendo así que el metal no se corroa, o bien disminuye la posibilidad de corrosión.

El aislamiento de la tubería del terreno se puede realizar tratando aquella previamente con pinturas, o bien mediante su revestimiento con diferentes materiales como pueden ser, cinta plástica, polietileno, etc.

Además de su función de aislamiento, este tipo de protección debe cumplir, con requisitos complementarios indispensables, ser escasamente permeable al agua, a los iones y al gas, resistir a los agentes químicos y biológicos, resistencia a los esfuerzos mecánicos y efectos térmicos y ser resistente al paso del tiempo.

Foto 24. Revestimiento de tubería de acero



7.3.2.1 Pinturas. Las pinturas son una mezcla líquida que al ser aplicadas sobre una superficie tienen la propiedad de formar una capa continua y de transformarse en película sólida.

7.3.2.1.1 Procedimientos para Pintar. Un buen sistema de pintado de las superficies debe constar de las siguientes fases:

- Preparación de la superficie
- Imprimación
- Capa base o intermedia
- Acabado

A continuación se estudian cada uno de estos pasos. En los trabajos de pintura, es fundamental definir un sistema de pintado, pero también es importante mantener una inspección continua durante la obra del pintado, para asegurarse que el sistema se ha aplicado de acuerdo a las especificaciones

- Preparación de la Superficie

El objetivo de esta fase es dar la mejor adherencia de las capas de pintura a la superficie metálica y tiene dos principios:

1. Limpiar la superficie de materiales exteriores como son el polvo, grasa, productos corrosivos, contaminantes salinos, etc.
2. Dar a la superficie metálica cierta rugosidad que aumente el contacto metal-pintura favoreciendo la adherencia de ésta última.

La adherencia de una pintura a la superficie que se desea proteger es de mucha importancia, hasta el punto que si es débil se anulan por completo las propiedades protectoras de la misma. Por eso, es esencial que esta fase se realice con el mayor rigor posible.

Si la superficie está contaminada con manchas localizadas de aceites y grasas con impurezas adheridas a ellas, es aconsejable eliminarlas con rasquetas y cepillos tan bien como sea posible, de modo que después sea fácil eliminar los restos de aceite y grasa con disolventes.

El desengrase puede realizarse utilizando:

- Disolventes
- Agentes alcalinos
- Lavado por emulsión
- Limpieza al vapor

Cómo eliminar la herrumbre y la capa de laminación

La herrumbre es un producto de corrosión del hierro. Si una pintura se aplica sobre una superficie con herrumbre, no llega a estar en íntimo contacto con

el metal y no surte el efecto protector que se pretende, por lo que es necesario eliminar previamente la herrumbre.

La capa de laminación se forma sobre el acero durante su proceso de fabricación cuando el metal fundido está en contacto con el oxígeno del aire (corrosión química). La capa de laminación está formada a su vez por varios extractos de óxido de hierro.

De los factores que afectan la duración de las propiedades anticorrosivas de la pintura, la eliminación de la herrumbre y la capa de laminación son los más importantes.

Los métodos y herramientas más utilizados para efectuar la limpieza de las superficies son los siguientes:

- Cepillado manual
- Cepillado mecánico
- Martillos y piquetas
- Pistolas de agujas
- Esmerilado
- Limpieza a la llama
- Limpieza por chorro
- Chorro mixto agua - arena

En instalaciones de gas, obligatoriamente, se trabajará con productos y equipos que minimicen la producción de chispas; entre ellos, rasquetas, agujas de bronce, chorro mixto agua - arena.

- **Imprimación**

Una vez realizada la preparación de la superficie que se va a pintar, es necesario tratarla con una pintura de imprimación.

La capa de imprimación tiene poco espesor y sirve para asegurar una buena adherencia entre la pintura intermedia y la superficie metálica que se desea proteger contra la corrosión.

La imprimación puede contener metales anódicos respecto al hierro, para así retardar el proceso de corrosión.

- **Capa base o Intermedia**

Sus principales funciones son: adherirse fuertemente a la capa de imprimación, dar espesor y facilitar la adherencia de la pintura de acabado.

No es preciso que sea particularmente resistente al medio ambiente al que va a estar expuesta la superficie pintada.

- **Acabado**

La pintura de acabado debe poseer la mejor resistencia al ambiente en contacto con ella. Desde un punto de vista estético se aconseja que sus propiedades de retención del color y brillo se conserven durante el mayor tiempo posible.

7.3.2.2 Revestimientos. En el caso de tuberías enterradas, se utilizan otros tipos de revestimientos que, en general tienen mayor capacidad de protección y mayor resistencia mecánica que las pinturas.

Estos revestimientos pueden ser aplicados en fábrica, o bien, directamente en el campo, antes de enterrar la tubería.

Los revestimientos más habituales son:

- Revestimientos de polietileno extruido
- Cintas o bandas de aplicación en frío
- Mangas termorretráctiles
- Revestimientos de tela asfáltica con fibra de vidrio
- Revestimientos de brea de hulla

7.3.2.2.1 Preparación del Lecho de la Zanja y Relleno. La preparación del lecho de la zanja donde se va a tender la tubería y el relleno de la misma tienen mucha importancia de cara a que el revestimiento no sufra daños, una vez enterrada.

Para ello se deben tomar diversas precauciones desde el mismo momento en que la tubería está tendida junto a la zanja, de tal manera que la tubería tenga el menor contacto posible con el suelo; para lo cual se coloca (como muestra la fotografía de abajo) sobre un material que no dañe al revestimiento, como por ejemplo sacos de arena.

Antes de colocar la tubería en la zanja se debe preparar el fondo de ésta evitando que contenga piedras, para lo que utilizaremos, por ejemplo, la arena de río.

Foto 25. Instalación de tubería



Así mismo, el relleno de la zanja también debe hacerse con materiales que no contengan piedras, siendo lo más recomendable, el relleno con arena de río.

Antes de colocar la tubería en la zanja se debe comprobar que el revestimiento cumpla los requisitos que se le exigen, y que no ha sufrido daños. En el caso de que se detecten daños deben ser reparados. Para ello se utilizan los chispómetros y los medidores de espesores de pinturas (éstos últimos en el caso de tuberías pintadas).

El chispómetro sirve para comprobar que el revestimiento cumple con el aislamiento eléctrico que se exige a esa tubería. Cuando el revestimiento tiene un defecto el aislamiento es menor y entonces el chispómetro lo detecta. Los chispómetros son aparatos que proporcionan una tensión alta (entre 10.000 y 20.000 Voltios normalmente), entre la tubería y un anillo que rodea a ésta. Cuando el revestimiento, en un punto de la tubería, no soporta

la tensión de prueba (normalmente 15.000 V) salta una chispa indicando que hay un defecto en ese punto, y que por lo tanto será necesario repararlo.

7.3.3 Protección Catódica Activa.

7.3.3.1 Definición y Principios de Funcionamiento. Como sabemos las pilas de corrosión se componen de cuatro elementos que son: ánodo, cátodo, electrolito (tierra o agua) y corriente eléctrica; de tal forma que si eliminamos alguno de ellos desaparece la pila de corrosión. Con la protección catódica lo que se hace es convertir, todo el metal que se protege, en cátodo, instalando otro que actúa como ánodo. Entre las dos debe haber un medio conductor como la tierra (electrolito).

Asimismo, lo que se corroe es el ánodo, mientras que el cátodo no sufre la corrosión. Por lo tanto, cuando hacemos protección catódica en una tubería de gas, la estamos convirtiendo en cátodo.

7.3.3.2 La Pila de Protección Catódica. Al unir eléctricamente, por un cable o por cualquier otro método, la tubería de acero con un metal que tenga un potencial más negativo, estamos formando una pila electroquímica, en la que la tubería es el cátodo y el otro metal es el ánodo (que se desgasta por corrosión, es decir, se sacrifica).

De esta forma lo que hacemos también es inyectar una corriente continua en el cátodo (tubería enterrada) que penetra a través de la superficie de éste, que esta en contacto con el suelo o terreno. La corriente que llega a la tubería circula por ella y para cerrar el circuito vuelve por el cable de conexión al ánodo.

El ánodo se polariza positivamente (respecto a su potencial antes de actuar como ánodo) y que el cátodo se polariza negativamente (también respecto a su potencial antes de actuar como cátodo).

Por esta razón al poner en contacto un ánodo (el metal de potencial más negativo) con una tubería de acero hacemos más negativo el potencial de esta tubería, es decir, la polarizamos negativamente y la convertimos en cátodo. Dicho de otro modo, el ánodo cede electrones a la tubería a través de ese contacto metálico o eléctrico.

Esta forma de polarizar la tubería con un potencial más negativo del que tenía antes, conectándola a otro metal de potencial más negativo, es lo que llamamos comúnmente **protección catódica por ánodos de sacrificio** o bien por ánodos reactivos.

7.3.3.3 Comprobación de la Protección la Tubería. Para saber si una tubería enterrada está o no bien protegida catódicamente, medimos su potencial y de ésta forma conocemos hasta que potencial se ha polarizado.

El criterio de protección que se utiliza casi siempre para determinar la correcta protección es que la tubería tenga un potencial de -850 mV medido respecto a un electrodo de referencia de cobre-sulfato de cobre (Cu/Cu SO₄). Este criterio se ha adoptado experimentalmente y también se ha comprobado aplicando diversas fórmulas.

En ocasiones se utiliza el electrodo de plata - cloruro de plata saturado (Ag/AgCl), y en este caso el potencial de protección o de inmunidad es el de -800 mV.

7.3.3.4 Metales y Aleaciones que se utilizan como Ánodos de Sacrificio.

Los metales que se utilizan como ánodos, para tuberías enterradas, reúnen las siguientes condiciones:

- Su potencial ha de ser más negativo que el del acero. Cuanto mayor sea la diferencia respecto al acero mayor salida de corriente producirá.
- Debe tratarse de un metal o aleación que se encuentre fácilmente en el mercado y que no resulte excesivamente caro.
- El óxido que se produce al actuar como ánodo no debe formar capas aislantes que dificulten o impidan la salida de corriente a tierra.
- Su desgaste (por corrosión al funcionar como ánodo) debe ser homogéneo en toda su superficie.
- La pérdida de material (desgaste) con la salida de corriente debe ser lo menor posible.
- La pérdida de material por auto-corrosión (es decir, no por la salida de corriente en su funcionamiento como ánodo) debe ser mínima.

Las aleaciones que se utilizan para los ánodos son de magnesio, zinc y aluminio. Este último no se suele utilizar para tierra debido a que en estas condiciones tiene un bajo rendimiento. Para tierra el más utilizado es el de magnesio, y cuando se trata de un terreno muy húmedo y conductor (con resistividad por debajo de $3.000 \Omega \times \text{cm}$), en muchas ocasiones se utiliza el de zinc. Los ánodos de zinc también se suelen utilizar como toma de tierra de las tuberías.

7.3.3.4.1 Aleaciones de los Ánodos

Magnesio (Mg):

AZ-63 (magnesio, con un 6% de aluminio y un 3% de zinc).

HP o de alto potencial (magnesio casi puro con un poco de manganeso).

Zinc (Zn):

Se parte de un zinc de alta pureza (99.99%) y se alea con una pequeña cantidad de cadmio. Las impurezas, especialmente la de hierro, se deben evitar para lograr que el zinc no se pasive o para conseguir que el ánodo no sufra un desgaste alto y heterogéneo.

Para la protección de tuberías enterradas se suele emplear la aleación AZ-63 de magnesio, y en los casos de suelos de resistividad alta se utiliza la HP también de magnesio. Esta última aleación se utiliza en los casos de suelos con resistividad alta (malos conductores) porque dan mayor salida de corriente (del orden del 25-30% más). Sin embargo, en terrenos normales no se suele emplear debido a que es más cara, en ocasiones su aprovisionamiento no está totalmente asegurado y presenta mayores problemas para su fundición.

El hecho de que para tierra (y también en agua dulce) se utilicen normalmente los ánodos de magnesio es debido a que este medio tiene mayor resistividad que el agua de mar y las aguas salobres, y como su potencial es el más negativo por tanto, es el que tiene mayor diferencia de potencial en la pila que se forma (ánodo - tubería), y por lo tanto el que da mayor salida de corriente.

Estos ánodos se colocan dentro de un saco de algodón con relleno (se suele emplear la palabra inglesa backfill) de mezcla activadora.

Los ánodos se pueden conectar a la tubería directamente, o bien intercalando en la conexión una caja. Esta suela ser una caja de toma de potencial, ya que se aprovecha para medir también el potencial de la tubería protegida.

7.3.3.5 Método de Instalación de los Ánodos de Sacrificio. Los ánodos deben instalarse a una profundidad de 1 m, de tal forma que más o menos queden a la misma altura que la tubería y para que la humedad del suelo permanezca más o menos constante.

La posición del ánodo puede ser horizontal o vertical (es lo mismo), y la separación mínima entre ánodos y tubería debe ser 1 m. Esta separación mínima sirve para que la corriente que sale de los ánodos y entra en la tubería, se reparta, en ésta, lo más ampliamente posible.

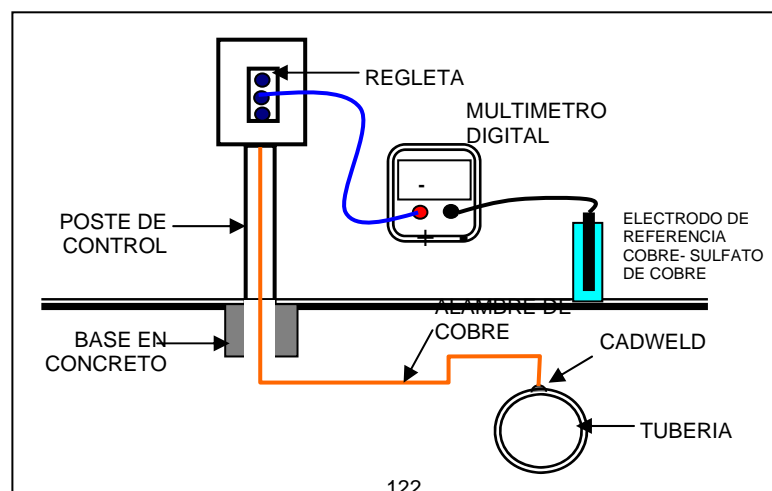
Cuando se instala varios ánodos agrupados (en batería) la distancia mínima, entre ánodos, debe ser de 2 m.

7.3.3.6 Procedimientos de Control de la Protección Catódica. El procedimiento para saber si una tubería enterrada está o no bien protegida catódicamente es midiendo su potencial. En la tubería de acero de la red de distribución, se tienen 25 puntos de toma de potenciales de protección catódica en los que se tienen cinco tipos de postes de control o estaciones de Prueba: Tipo 1, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y tipo V, clasificadas de acuerdo a la forma de las conexiones eléctricas, como se presenta en la TABLA 9.

Para medir los potenciales de las tuberías enterradas, se utilizan electrodos de cobre/sulfato de cobre (Cu/CuSO_4) y voltímetros de alta resistencia interna. Los voltímetros digitales normalmente tienen una resistencia interna suficientemente alta ($10\text{ M}\Omega$).

Aunque una tubería enterrada está bien protegida catódicamente cuando su potencial es de -850 mV , medido respecto al electrodo de referencia de cobre/sulfato de cobre (Cu/CuSO_4). Para tener una mayor seguridad, fijaremos como criterio de protección el potencial de -1000 mV , con respecto al electrodo de referencia de cobre/sulfato de cobre (Cu/CuSO_4).

Figura 16. Toma de potenciales



7.3.3.6.2 Control de las Camisas (Contratubos o Vainas). Las camisas deben estar bien aisladas de la tubería, ya que en caso contrario, al tratarse de tubos de acero desnudo, derivarían una gran cantidad de corriente.

Este aislamiento se comprueba de varias formas:

Midiendo el potencial de la tubería y de la camisa y comparándolos. Si están aislados deben de ser diferentes ya que la tubería debe estar protegida (-1.000 mV o más negativo), y la camisa deberá tener el potencial normal en un acero expuesto a la corrosión del suelo que lo rodea.

7.3.3.7 Válvulas para Tubería de Acero. Las válvulas a instalar en el gasoducto pueden ser conectadas a los gasoductos mediante conexiones bridadas o soldadas. Las válvulas roscadas están limitadas a un tamaño máximo de 2" nominales.

Las válvulas deben emplearse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Las válvulas que tengan componentes de presión (cuerpo, bonete, cubierta y/o bridas) de fundición de hierro dúctil de material ASTM A395 y con dimensiones establecidas por ANSI B16.1, B16.33, B16.34, B16.38, ANSI - ASME B16.40 o API 6D, pueden usarse en presiones que no excedan el 80% de las permisibles para válvulas similares de acero, a sus temperaturas especificadas, siempre que la presión no exceda 100 psi y siempre que no se haya empleado soldadura en la fabricación de ninguno de sus componentes

de presión o para unirla a la tubería. El roscado de válvulas debe ser acuerdo con el ANSI B1.20.1, API 5L, o API 6A.

8. RESEGUIMIENTO DE REDES

8.1 PROCEDIMIENTO DE PATRULLAJE

Los trabajos de resequimiento se llevarán a cabo sobre las conducciones de gas que constituyen la red de distribución de gas existente. Así mismo, los trabajos de resequimiento se extenderán a todas aquellas redes de nueva construcción a medida que se hayan incorporado al sistema.

Tabla 9. Periodo de patrullajes

Localización	Máximo periodo de patrullajes	
	En avenidas y cruces especiales	En otros sitios
Clase 1 y 2	Cada Seis meses	Cada 12 meses
Clase 3	Cada Tres meses	Cada 6 meses
Clase 4	Cada Tres meses	Cada 3 meses

El tipo de transporte se escoge de acuerdo con el terreno y la consecuente facilidad o dificultad para observar, de la forma más detallada posible, el trazado de las líneas y sus alrededores.

Durante el patrullaje se observará la condición de las señales del gasoducto, de la tubería expuesta y de las condiciones superficiales del trazado de las líneas y sus alrededores.

Se buscan indicadores de fugas (burbujeo de agua, silbido o vegetación de color café), actividades de construcción, invasiones o cualquier otro factor que pueda afectar adversamente la seguridad y operación del gasoducto.

8.2 PROCEDIMIENTO DE RESEGUIMIENTO

En los **centros de medición**: Se realiza un control sistemático de la estanqueidad del centro de regulación y medición a través de un detector medidor GMS – 5 con la sonda bastón. Se repasa todas las uniones y empalmes con el propósito de determinar escapes que se pueden ser localizados.

En **redes de anillo, troncales y acero**: Se trata de recorrer el trazado de las condiciones de gas que se pretenden comprobar, bien a pie, bien sobre un vehículo adecuado, dotados de un equipo de detección con el que se tomarán, de forma continua, muestras de aire de la superficie del terreno más cercana posible al tubo, para lo cual será de vital importancia la observación de los datos que figuran en los planos de detalle.

9. PLANES DE CONTINGENCIA Y PREVENCIÓN DE DAÑOS

Todo el personal de la Empresa tendrá funciones, responsabilidades y atribuciones claras y precisas dentro de los procedimientos de emergencia.

Adicionalmente a su propio personal, la Empresa solicitará, cuando la magnitud de la contingencia lo requiera, el apoyo a los contratistas calificados. Esta colaboración será de carácter obligatorio y así se contemplará en los contratos que suscriba la Empresa con los contratistas.

Para situaciones de mayor gravedad, la Empresa dispondrá de personal de apoyo y equipos de otros gasoductos que opere en localidades vecinas o de otras empresas de gas. Para este último caso firmará los convenios a que haya lugar, estableciendo claramente las responsabilidades, funciones y retribución por la ayuda prestada.

Los objetivos del personal de la Empresa, de los cuerpos de bomberos y otros organismos de control de emergencias dentro de una contingencia con gas son los mismos. Por ello la coordinación y colaboración armoniosa entre las partes son vitales para superarlas. Las acciones de los bomberos y otro personal de emergencias, suplementadas por los conocimientos e información útil que provea el personal de la Empresa, pueden proteger más efectivamente al público que todos sirven.

Adicionalmente a los procedimientos y como complemento del Plan, la Empresa adelantará un estudio de riesgos en la localidad, que señale todos los peligros sobre las instalaciones de gas o que se relacionen con ellas.

La Empresa, en desarrollo del Plan y dentro de los procedimientos, señalará las autoridades, organismos y entidades de apoyo con que deba interactuar

en las diferentes emergencias, sus direcciones y teléfonos, nombres del personal, mecanismos de coordinación, tipo de personal con que cuentan, equipos y medios.

La Empresa conformará sus cuadrillas de emergencia de acuerdo con sus lugares de residencia y teniendo en cuenta el mapa de riesgos para evitar que alguna zona quede desprotegida al ser aislada. Cuando no sea posible ubicar cuadrillas suficientes en cada zona o el personal esté fuera de ella al producirse la emergencia y el aislamiento, la Empresa dispondrá los medios de transporte extraordinarios o el soporte desde localidades vecinas.

Todos los procedimientos, disponibilidades y localización de equipos, nombres, direcciones y teléfonos del personal de la Empresa, contratistas, autoridades y organismos serán revisados y actualizados periódicamente.

Siempre que haya cortado por cualquier causa el suministro a los usuarios, y a diferencia de lo que pueden realizar otros servicios que sencillamente permiten el paso nuevamente del fluido (eléctrico o de agua), el distribuidor de gas debe asegurarse de que la instalación del usuario opere sin riesgos. Por ello, el personal de la Empresa deberá ir a reabrir personalmente las válvulas cerradas en la emergencia y asegurarse que el gas llega normalmente a los equipos de consumo, después de haber evacuado el aire que haya podido penetrar en las tuberías. Si el usuario está ausente, cerrará su instalación con llave, dejándole una nota para que se comunique con la Empresa al llegar al predio para restablecerle el servicio.

9.1 CLASIFICACION DE LAS EMERGENCIAS

Las contingencias básicamente pueden clasificarse en:

1. Causadas por el gas
2. Originadas en eventos naturales
3. Derivadas de actos de terceros

9.1.1 Accidentes con gas. Las contingencias causadas por el gas consisten en escapes o incendios de gas y pueden presentarse en el exterior o dentro de construcciones.

ESCAPES DE GAS

- **EN EXTERIORES**

Cuando el gas escapa de la tierra, de una excavación, una tubería superficial, una caja, un pozo de inspección, del alcantarillado o un foso, debe despejarse un área de seguridad en su contorno y asegurarla mediante barricadas, vallas, cuerdas o cinta de prevención.

Si es posible, los bomberos verificarán el lugar con el personal de la Empresa antes de avisar al público vecino las medidas a tomar. El conocimiento especial sobre la materia de los empleados de las firmas de gas ayuda a evitar una alarma y acciones innecesarias.

- **DENTRO DE EDIFICACIONES**

Cuando se presente un escape dentro de una construcción, ésta debe ventilarse, empezando por donde la concentración de gas sea mayor. Si el gas escapa en cantidad, deben evacuarse los ocupantes de la construcción. Se apagarán todas las llamas mediante el accionamiento de válvulas manuales o mecánicas. No se deben operar controles eléctricos. Se controlarán todas las fuentes de ignición.

El oficial de bomberos a cargo o el responsable de la Empresa en el lugar decidirán si debe suspenderse el gas a la edificación. El público debe ser advertido de que cuando los bomberos y el personal de la Empresa o de otro organismo de emergencia cierran una válvula, ésta no debe ser reabierta. Toda válvula cerrada no debe ser abierta sino por el personal de la Empresa únicamente, ya que es el que posee la experiencia y los conocimientos necesarios para sopesar las condiciones y determinar cuándo esta acción es segura.

Una vez sea prudente, la Empresa ejecutará las reparaciones y pruebas del caso a las instalaciones y restablecerá el servicio suspendido a los usuarios en forma segura.

INCENDIOS

- **AL EXTERIOR.** Si el gas se está quemando en exteriores, los bomberos no deben tratar de apagarlo. El gas que se quema no puede causar una explosión. Si se apagan las llamas y el escape de gas persiste, puede acumularse y, mezclado con el aire, crear una atmósfera explosiva que, al alcanzar cualquier punto caliente que haya quedado u otra fuente de ignición, origine daños y heridas mayores a las causadas por el incendio que fue sofocado.

El área será despejada y acordonada o aislada por barricadas o vallas. Para cortar el incendio, el personal de la Empresa accionará las válvulas que se requieran para suspender el combustible al punto de fuga. Nadie, a excepción del personal de la Empresa debe operar las válvulas de gas que se encuentran en las vías (andenes). El accionar una válvula errónea o no

hacerlo apropiadamente puede crear otra emergencia. El personal de la Empresa, con sus conocimientos y entrenamiento sobre el gas y el sistema del gasoducto puede evitar esto.

Los bomberos deben enfriar, empleando chorros de niebla o rocío, los materiales combustibles cercanos al fuego y que puedan encenderse con su calor.

No se debe emplear agua sobre el punto de escape del gas que se quema. Si éste es una excavación se formará un lodazal que hará más difícil y riesgosa la reparación.

- EN EDIFICACIONES. Cuando el incendio de gas se localiza en interiores, se debe cortar el gas en el medidor de la instalación o en la válvula exterior de acometida. Si el fuego se presenta en un gasodoméstico o equipo de utilización de gas, basta con cerrar la válvula de cierre rápido del equipo o, si esto no es posible la del medidor o la de la acometida.

Si no es posible operar tales válvulas, los bomberos deben emplear agua con las boquillas de niebla o rocío para enfriar los materiales combustibles en los alrededores del fuego, en tanto el personal de la Empresa opera las válvulas en la calle para controlar la emergencia.

Si existe un fuego no causado por gas en una edificación y puede afectar la zona del medidor o la instalación de gas, el oficial de bomberos podrá decidir la suspensión del servicio. En esta situación, el personal de la Empresa puede ayudarle a evaluar la situación y, en ausencia de los bomberos, puede decidir tal suspensión.

9.1.2 Eventos Naturales

INUNDACIÓN. Las inundaciones en sí no causan riesgo alguno para las redes de distribución y los gasoductos, que podrían seguir operando sin problemas cubiertos por varios metros de agua. Sin embargo, en sitios con pendientes moderadas a altas, la corriente del líquido puede erodar el terreno, sobretodo el suelo de las excavaciones recientes que no se hayan consolidado perfectamente, exponiendo la tubería, que puede flotar siendo punzada o cortada por los materiales que arrastre el torrente. Por ello, el estudio de riesgos contemplará tal posibilidad y ubicará válvulas que ayuden a controlar una fuga de gas en el tramo afectado.

En las instalaciones de los usuarios si el agua cubre los reguladores, la presión hidrostática de ésta reemplazará la atmosférica, por lo que el equipo entregará una presión excesiva a los gasodomésticos, causante de fugas de gas o mala y riesgosa operación de los quemadores. En los sitios donde el estudio de riesgos lo señale, los reguladores se equiparán de tuberías de venteo de altura tal que el agua no pueda cubrirlas, lo cual permite que el usuario disponga de buen servicio de gas aun cuando su casa esté anegada por la inundación.

TERREMOTO. Los principales incendios de gas como resultado de movimientos sísmicos han sido causados por fallas en las juntas de antiguos sistemas de distribución de tuberías de hierro de cortos tramos unidos por juntas mecánicas propensas a la falla por cualquier movimiento.

El riesgo en un sismo de magnitud lo constituyen las fallas del suelo en que se produzcan hundimientos o desplazamientos que cizallen los tubos. En este caso se presenta el escape en el punto de ruptura.

La Empresa, a pedido de la autoridad responsable de la dirección de la emergencia, podrá suspender el servicio a los usuarios en sismos de magnitud. En todas formas informará a la autoridad y evaluará con ella la conveniencia de mantener el servicio a los usuarios que sea inseguro suspender y a los hospitales y demás instituciones claves durante la contingencia.

DESLIZAMIENTO, AVALANCHA O ALUD. Como norma primaria de seguridad, la Empresa no puede dar servicio a los usuarios cuyos inmuebles se localicen en zonas de riesgo de deslizamiento, ni tender redes de tubería en tales zonas.

Cuando un deslizamiento avalancha o alud cubra el terreno que cruzan las tuberías del gasoducto, éstas pueden operar sin problema alguno, salvo que se prevea que el deslizamiento puede agravarse y arrastrar la tubería, caso en el cual se suspenderá el suministro a esa porción del gasoducto.

Si el deslizamiento rompe alguna tubería, ésta cerrará automáticamente la estación si causa una fuga de magnitud, o será controlada por el personal de la Empresa, como se explicó en el numeral anterior.

9.1.3 Actos de Terceros

DAÑOS POR EXCAVACIONES

Una de las principales causas de daños a las tuberías de gas la constituyen las excavaciones de terceros, otras empresas de servicios o particulares, en las zonas cubiertas por los gasoductos. Por ello el personal de la Empresa

será instruido para que al detectar cualquier trabajo de excavación lo informe.

La Empresa vigilará durante sus operaciones en las calles la ocurrencia de tales trabajos; implantará una campaña de educación al público para que llame a la Empresa antes de cualquier excavación; coordinará con los otros servicios para que procedan de igual forma y dispondrá de personal que, sin costo para terceros, acuda al lugar donde se va a excavar y marque la ubicación de las tuberías de gas y vigile que no sean afectadas.

VANDALISMO Y TERRORISMO

En coordinación con las autoridades militares y/o de policía, la Empresa adelantará la parte pertinente del estudio de riesgos a las posibilidades de que sus instalaciones sean afectadas por sabotajes.

Para minimizar tales ocurrencias, todas las tuberías de gasoducto de acero y redes serán enterradas, estando superficiales únicamente las estaciones, equipos de servicio de usuarios y las instalaciones dentro de sus predios.

En los lugares donde las condiciones lo exijan y de acuerdo con las autoridades responsables del orden público, se contará con la vigilancia policial o militar que se requiera en las estaciones o puntos vitales para el servicio de gas.

Los accidentes pueden ser causados también por ladrones o vándalos que traten de sustraer o averiar equipos del sistema de gas. La ubicación de estaciones y equipos reduce tal posibilidad. Las estaciones, aun cuando se localicen en predios de acceso controlado y vigilado, contarán con malla de cerramiento en su contorno.

10. CONCLUSIONES

Para el diseño, documentación e implementación del Sistema de Gestión de la Calidad en Metrogas S.A E.S.P, se desarrolló una estrategia corporativa que involucra todos las áreas de la organización estructurando el sistema en procesos, los cuales son desarrollados a través de procedimientos apoyados en instructivos y registros, logrando el control de éstos en busca del mejoramiento de la calidad en la prestación del servicio de gas domiciliario en la ciudad de Floridablanca, Santander.

Mediante el presente proyecto se logró cumplir con los objetivos propuestos para la empresa entre los cuales tenemos:

- Estandarización de los procesos del sistema de distribución de gas natural acorde con las normas técnicas Colombianas.
- Mejoramiento en la planeación de los procesos logrando una organización en las actividades del área técnica.
- Con la puesta en marcha del Sistema de Gestión de la Calidad se logra ahorro de material tanto en la instalación de redes como en el mantenimiento del sistema.
- A través de la documentación del programa de resequimiento de redes, se posibilita la detección de fugas en el sistema, evitando así posibles accidentes, así como también la localización de fraudes realizados por usuarios.

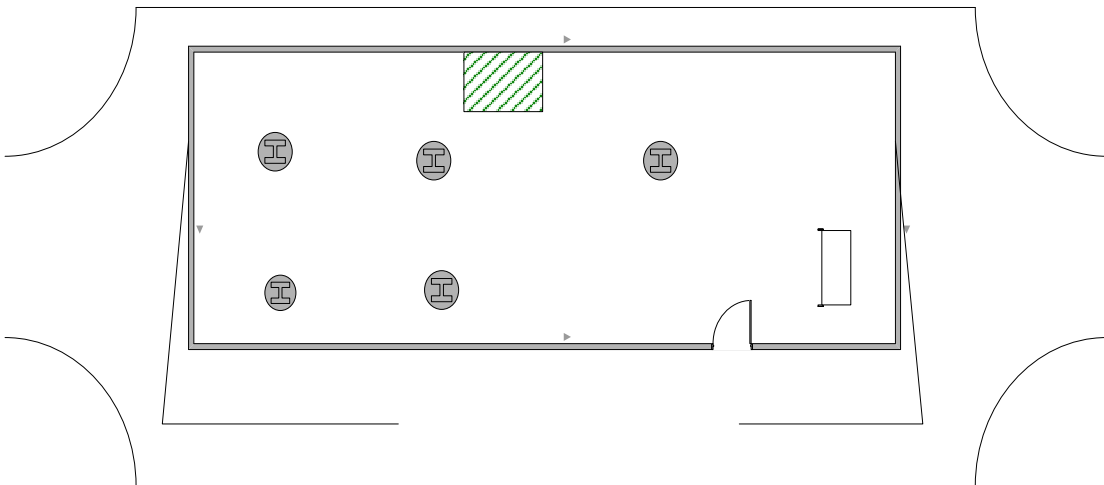
- Se desarrolló un plan de capacitación, para instrucción del personal técnico, mejorando el conocimiento de los procedimientos, para prevención de riesgos.

- Se desarrolló un plan de contingencia para atención de emergencias y evaluar los diferentes escenarios que se pueden llegar a presentar en éstos.

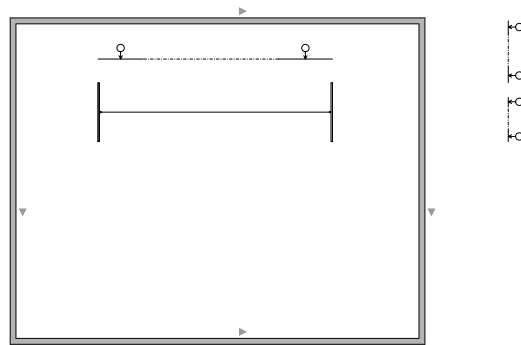
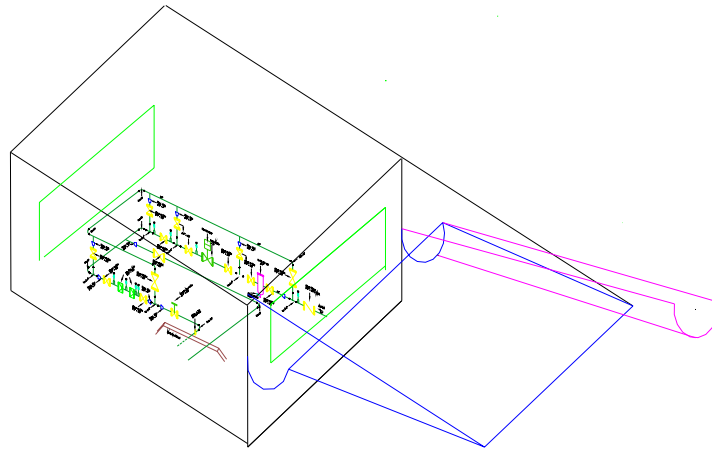
- El objetivo propuesto de diseño de una estación de gas natural vehicular no se logró por motivos de confidencialidad de la información por parte de la dirección (Gerencia).

11. RECOMENDACIONES

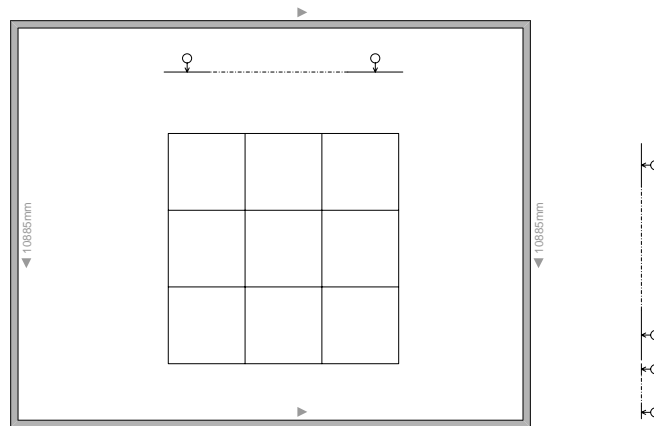
- En la revisión de las instalaciones de la estación subterránea Rió Frío se detectó deficiencias en el sistema de ventilación, por lo cual se diseñó un sistema adicional y se recomienda a la empresa la realización de obras civiles que ayuden a mejorarlo.



- Es posible realizar dos aberturas con rejillas metálicas de dimensiones: 4 m de ancho y 0.5 m de alto; a los costados en la zona superior; de la estación a 0.5 m debajo de la placa.



- También es posible realizar una sola abertura con rejilla metálica de dimensiones: 1.5 m de alto y 1 m de ancho; en la zona inferior de la estación a 0.5 m por encima de la placa.



- Se detectó además corrosión un punto medio en la estación reguladora y medidora de Ruitoque, la cual es causa de falta de protección contra la lluvia, por tanto se recomienda la instalación de un cobertizo en dicha estación.

- Debe existir dentro de la empresa una actitud permanente de la dirección para que los técnicos utilicen en todo momento los elementos de protección personal que mitigarán los diferentes riesgos presentes en la realización de las diversas operaciones de la empresa.

- Para tener un mejor control en la medición y regulación de presiones en el sistema de distribución se recomienda, la implementación de un sistema de telemetría SCADA.

BIBLIOGRAFÍA

American Meter Company Meters. Instruction Manual's.

American Meter Company Regulators. Instruction Manual's.

ARISTIZABAL LÓPEZ, Carlos Alberto, GALVIS MUÑOZ, Elidía Esther. Estructura Documental del Sistema de Gestión de Calidad de la División Editorial y de Publicaciones UIS, Tesis de grado, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales 2003.

DELVASTO JAIMES, Gustavo. Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Redes de Distribución de Gas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Septiembre 2003.

DIAZ ANDRADE, Guillermo. Distribución de Gas. Universidad Industrial de Santander. Especialización en Ingeniería de gas. Bucaramanga, Octubre 2002.

FOXWELL, Colin, Manual para la industria del Servicio, Guía sobre la norma NTC – ISO 9001:2000.

Guía para el manejo, almacenamiento, preservación y despacho de tubería. Colombiana de Extrusión S.A. Extrucol.

MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO. COLOMBIANA DE EXTRUSION S.A. EXTRUCOL.

Norma NTC – ISO 9001:2000.

Norma NTC – ISO 9001:2000.

NTC 2505: Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales y comerciales.

NTC 2576: Aparatos mecánicos. Válvulas y mecanismos termoplásticos de corte, accionados manualmente, para sistemas de distribución de gas.

NTC 3409: Plásticos. Accesorios de polietileno (PE) para unión por fusión a tope con tubería de polietileno.

NTC 3728: Gasoductos. Líneas de transporte y redes de distribución de gas.

NTC 3742: Práctica normalizada para instalación subterránea de tubos termoplásticos de presión.

NTC 3838: Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles.

NTC 3949: Gasoductos. Estaciones de regulación de presión para redes de transporte y distribución de gas combustible.

PEACH, Robert W. Manual de ISO 9000, McGraw-Hill. Tercera Edición.

PIETRO, Fiorentini. Manual de instrucciones.

Regulador Handbook. Fisher F. Edition. Estados Unidos, 1980.

www.calidadlatina.com

www.gestiopolis.com

ANEXO A. Composición química del gas natural asociado y libre

Componente	Gas asociado (Apiay)	Gas libre (Chuchupa) % Volumen
Metano	78.65	97.69
Etano	10.34	0.42
Propano	4.59	0.12
Butanos	1.96	0.07
Pentanos y más pesados	4.26	0.00
Nitrógeno	0.11	1.40
Dióxido de carbono	0.09	0.30
Total	100.00	100.00
Gravedad específica	0.7634	0.57
Poder calorífico bruto (BTU/Pie ³)	1.335.20	1.003.40

Fuente: UPME (Unidad de Planeación Minero Energética), Ministerio de Minas y Energía (MME).

Anexo B. Tablas guía para construcción y operación de redes de gas en acero y polietileno según la norma NTC 3728.

TUBERÍA PLÁSTICA APROBADA PARA SU EMPLEO EN GASODUCTOS	
Norma	Tipo de tubería
NTC 1746	Tubería y Accesorios de Polietileno para Gas
ASTM D 2513	Tubería termoplástica de presión para gas y sus accesorios
ASTM D 2517	Tubería de presión para gas de resina epóxica reforzada y sus accesorios

PRUEBA PARA ESFUERZO > 30% DE RESISTENCIA MÍNIMA ESPECIFICADA A FLUENCIA				
Ubicación Clase	Medio de prueba	Presión de prueba		Limitaciones
		Mínima	Máxima	
1	Agua	1,5 O	F	No para t < 0 °C, o si no hay suficiente agua de buena calidad.
	Aire	1,5 O	1,25 D	Únicamente si no se puede con agua.
	Gas	1,5 O	1,25 D	Únicamente si no se puede con agua ni aire.
2	Agua	1,5 O	F	No para t < 0 °C, o si no hay suficiente agua de buena calidad.
	Aire	1,5 O	1,25 D	Únicamente si no se puede con agua.
3 y 4	Agua	1,5 O	N.A. o D	No para t < 0 °C, o si no hay suficiente agua de buena calidad.
	Aire	1,5 O	1,1 D	Únicamente si no se puede con agua.

O = máxima presión de operación real

D = presión de diseño

F = máxima presión de prueba del fabricante

MATERIAL PARA TUBERÍAS PLÁSTICAS PARA GAS				
Nombre común	Material	Clase	Tipo y grado	Designación
ABS	Acrlonitrilo-butadieno-estireno	5-2-2	ABS-1-2	ABS-1210
CAB	Celulosa-acetato-butirato	-o-	CAB-MH	CAB-MH08
Nylon	Poliamida	-o-	PA VII-2	Nylon 6:6/6
PB	Polibutileno	-o-	PB-II-1	PB-2110
PE	Polietileno	P23	PE-II-3	PE-2306
		P24	PE-II-4	PE-2406
		P33	PE-III-3	PE-3306
		P34	PE-III-4	PE-3406
PVC	Cloruro de polivinilo	12453-B	PVC-I-1	PVC-1120
		12453-C	PVC-I-2	PVC-1220
		14332-D	PVC-II-1	PVC-2110
		16353-B	PVC-II-1	PVC-2116
RTRP	Epóxico temorreforzado	-o-	RTRP-150	-o-

MÁXIMO ESFUERZO TANGENCIAL DURANTE LA PRUEBA			
Porcentaje de la resistencia mínima especificada a la fluencia			
Medio de Prueba	Clase de Zona		
	1 y 2	3	4
Aire	75%	50%	40%
Gas	30%	30%	30%

TUBERÍA DE ACERO APROBADA PARA SU EMPLEO EN GASODUCTOS			
Norma	Tipo de tubería	Norma	Tipo de tubería
API 5L	Tubería de línea	ASTM A53 NTC 3470	Tubería con y sin costura
ASTM A106	Tubería sin costura	ASTM A381	Tubería soldada por metal (arco)
ASTM A139	Tubería soldada por fusión eléctrica (arco)	ASTM A333	Tubería con o sin costura para servicio a baja temperatura
ASTM A134	Tubería soldada por fusión eléctrica (arco)	ASTM A671	Tubería soldada por fusión eléctrica
ASTM A 135	Tubería soldada por resistencia eléctrica	ASTM A672	Tubería soldada por fusión eléctrica

DIMENSIONES DE TUBERÍA DE POLIETILENO			
Diámetro (")		Espesor mínimo de pared (")	RDE
Nominal	Externo		
½ CTS	0,625	0,090	7
½ IPS	0,840	0,090	9,33
¾ IPS	1,050	0,095	11
1 IPS	1,315	0,119	11
1-1/4 IPS	1,660	0,151	11
1-1/2 IPS	1,900	0,173	11
2 IPS	2,375	0,216	11
3 IPS	3,500	0,318	11
4 IPS	4,500	0,409	11
6 IPS	6,625	0,603	11

CTS: dimensiones de norma de tubo de cobre (*Cooper Tubing Size*).

IPS: dimensiones de norma de tubería de hierro o acero (*Iron Pipe Size*).

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE POLIETILENO			
Accesorio	Dimensiones (")	Tipo de conexión	
		Entrada	Salida
Codos de 90°	2" a 6" IPS	Tope	Tope
	1/2" CTS y 1/2" a 1-1/2" IPS	Socket	Socket
Tés iguales	2" a 6"	Tope	Tope
	1/2" CTS y 1/2" a 1-1/2" IPS	Socket	Socket
Tés reducidas	1" IPS x 3/4" CTS o 1/2" CTS o IPS	Socket	Socket
	3/4" IPS x 1/2" CTS o IPS	Socket	Socket
Silletas	6" IPS x 2" a 4" IPS	Lateral	Tope
	6" IPS x 1/2" a 1-1/2" IPS	Lateral	Socket
	4" IPS x 2" a 3" IPS	Lateral	Tope
	4" IPS x 1/2" a 1-1/2" IPS	Lateral	Socket
	3" IPS x 2" IPS	Lateral	Tope
	3" IPS x 1/2" a 1-1/2" IPS	Lateral	Socket
	2" IPS x 1/2" a 1-1/2" IPS	Lateral	Socket
Reducciones	6" IPS x 3" a 4" IPS	Tope	Tope
	4" IPS x 2" a 3" IPS	Tope	Tope
	3" IPS x 1-1/4" a 2" IPS	Tope	Tope
	2" IPS x 1" a 1-1/2" IPS	Socket	Socket
	1-1/2" IPS x 1" a 1-1/4" IPS	Socket	Socket
	1-1/4" IPS x 3/4" a 1" IPS	Socket	Socket
	1" IPS x 1/2" a 3/4" IPS	Socket	Socket
	3/4" IPS x 1/2" CTS o IPS	Socket	Socket
	1/2" IPS x 1/2" CTS	Socket	Socket
Tapones	2" a 6" IPS	Tope	-0-
	1/2" CTS y 1/2" a 1-1/2" IPS	Socket	-0-
Uniones	1/2" IPS a 6" IPS	Socket	Socket
	1/2" CTS	Socket	Socket
Bridas o elevadores	2" a 6" IPS	Tope	-0-
	1/2" CTS y 1/2" a 2" IPS	Socket	-0-

NOTA: Las conexiones a tope se permite reemplazarlas por conexiones a socket.

NORMAS PARA VÁLVULAS PERMITIDAS EN GASODUCTOS DE ACERO	
Norma	Título
ANSI B16.33	Válvulas Metálicas Pequeñas de Operación Manual, en Sistemas de Distribución de Gas
ANSI B16.34	Válvulas de Acero
ANSI B16.38	Válvulas Metálicas Grandes de Operación Manual, en Sistemas de Distribución de Gas
API 6A	Equipo de Cabeza de Pozo
API 6D	Válvulas de Línea
MSS - SP70	Válvulas de Compuerta de Fundición de Hierro
MSS - SP71	Válvulas de Cheque Basculante de Fundición de Hierro
MSS - SP78	Válvulas de Tapón de Fundición de Hierro

FLUJOS TÍPICOS MÁXIMOS EN DISTRIBUCIÓN A 60 PSI	
Diámetro (")	Kpcd
3/4	1.8
1	3.5
1 1/4	6.2
1 1/2	9.5
2	17.4
3	43.5
4	81.1
6	163
8	285
10	556

TAMAÑO DEL LABIO EN PEGAS A TOPE DE TUBERÍA RDE 11		
Diámetro de tubería	Espesor del labio	
	pulgadas	milímetros
1-1/4" a 2" IPS	1/16" a 1/8"	1,5 a 3,2 mm
3" y 4" IPS	1/8"	3,2 mm
6" IPS	3/16"	4,8 mm

MÁXIMAS PRESIONES PERMISIBLES DE OPERACIÓN		
Sistema	Presión	Observaciones
Gasoductos de acero transporte	1,400 psi	
Gasoductos urbanos de acero	275 psi	(400 psi con válvulas automáticas de seccionamiento y de acuerdo con las normas)

IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE FUENTES DE IGNICIÓN	
Fuente de ignición	Precauciones
a) Motores de combustión interna de camionetas, carros, tractores, equipo de construcción, de soldar, bombas y generadores, teas, linternas, sopletes, equipo de corte y soldadura, etc.	Mantener tales fuentes de ignición a una distancia segura del sitio de trabajo y del lado de donde provenga el viento que llega al área del escape. En un área confinada o cerca del escape retirar, eliminar, extinguir o apagar toda fuente de encendido.
b) Conductores y peatones que puedan arrojar descuidadamente fósforos encendidos o cigarrillos dentro de la zona de trabajo.	Avisos apropiados de advertencia y barricadas para alejarlos suficientemente del área.
c) Trabajadores que inadvertidamente, por cansancio o hábito, tratan de encender un cigarrillo en el área.	Los trabajadores fumadores deben dejar los fósforos, encendedores y cigarrillos fuera del área de labor, en los vehículos por ejemplo. Deben retirarse del área también las pipas y los encendedores tipo resistencia de los automóviles.
d) Chispas provenientes de las herramientas manuales, el retiro de tapas de <i>manholes</i> , etc.	Trabajar cuidadosamente retirando del área tales fuentes de chispas (piedras, bloques de pavimento y concreto, etc.) en la medida en que el trabajo progresa. Usar herramienta adecuada para retirar las tapas de fosos. Seleccionar las herramientas con más bajo potencial de generación de chispas. Emplear con cuidado las herramientas para evitar soltarlas, o golpear sobre metales, minerales y concreto.
e) Chispas de equipos eléctricos, interruptores, relevadores, teléfonos, teléfonos celulares, motores eléctricos, linternas de mano, etc.	En atmósferas potencialmente explosivas no opere timbres, termostatos, teléfonos o interruptores de luces. No retire bombillos encendidos. No encienda o pague motores eléctricos ni utilice linternas de mano. Solo pueden permitirse equipos a prueba de explosión. Apagar todo teléfono celular o dejarlo fuera de la zona de riesgo. Cuando se requiera, se solicitará a la electrificadora cortar el suministro al sector desde un lugar alejado del gas.
f) Saltos por corrientes eléctricas cuando se separan extremos averiados o cortados de una tubería metálica.	Nunca cortar o separar extremos de tubería a no ser que se haya hecho un puenteo adecuado o hasta que el gas que escapa haya sido controlado y se haya purgado de la tubería de mezclas combustibles de gas con aire.
g) Electricidad estática	Donde haya un escape de gas en tuberías plásticas debe descargarse la estática como se indica en 3.3.7 Electricidad Estática, Capítulo 3, de este manual. La estática en las tuberías metálicas se descarga colocándolas a tierra. Debe evitarse recibir en las ropas el chorro directo de gas, que puede generar en ellas estática y ocasionar una chispa.
h) Cajas de control de semáforos.	Debe solicitarse a la autoridad indicada su desconexión temporal.
i) Pilotos de gasodomésticos, aparatos, artefactos y otros equipos	Deben apagarse. Es importante recordar que en la industria muchos equipos poseen pilotos con suministro independiente de combustible (v.g. cilindro de GLP) y pueden estar encendidos.
j) Otras fuentes potenciales, dentro de estructuras, edificaciones, y áreas confinadas o restringidas.	Debe controlarse rápidamente la fuente de escape del gas y ventilar el área con ventilación natural o forzada (mediante sopladores a prueba de explosión).

Anexo C. Actividades de apoyo realizadas para los procesos del sistema de distribución de METROGAS S. A E.S.P.

- **Medición de Ruido:** Se gestionó la realización de la medición de ruido con la ARP Colpatria, la cual proporcionó el equipo para dicha medición, dando como resultado niveles de ruido por debajo de los exigidos por la norma NTC 3728.





- Capacitación del personal técnico en procedimientos, instructivos y registros de los procesos de operación, inspección y mantenimiento de redes y ERM EN METROGAS S.A E.S.P. (IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD).

Anexo D. Indicadores propuestos del Sistema de Gestión de la Calidad.

1. Tendido de redes:

$$\text{a.- Redes de polietileno} = \frac{\text{m de tubería instalada}}{\text{usuarios anillados}}$$

$$\text{b.- Acometidas} = \frac{\text{\# Acometidas instaladas}}{\text{\# Usuarios instalados}} * 100$$

$$\text{c.- Cobertura de anillos} = \frac{\text{Número Total Usuarios Anillados presente año}}{\text{Número Total Usuarios Anillados año anterior}}$$

$$\text{d.- Cobertura instalación} = \frac{\text{Número Total Usuarios Instalados presente año}}{\text{Número Total Usuarios Instalados año anterior}}$$

2. Consumo:

$$\frac{\text{consumo (m}^3\text{)/mes}}{\text{Consumo (m}^3\text{)/mes}} * 100$$

7. Reseguimiento e inspección de fugas:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	No DE FUGAS	INDICE DE FUGAS/UND REVISADAS		CLASIFICACION DE FUGAS HALLADAS			
						I	IA	II	III
RED (acero+polietileno)	MTS								
No DE ACOMETIDAS	UND								
No DE POLIVALVULAS	UND								
TOTAL FUGAS				TOTAL DE FUGAS POR GRADO					

La clasificación de las fugas es la siguiente:

✚ **I** = Inmediata (Es una fuga existente de alto riesgo para una acción continua).

✚ **IA** = 72 Horas (Es una fuga no reconocida como riesgo al momento de detectarla para una acción a corto plazo).

✚ **II** = 6 Meses/ 3 Meses (Es una fuga no peligrosa en el momento de detectarla que no reviste riesgo para una acción a mediano plazo y de reseguimiento cada 3 meses).

✚ **III** = No obligación /8 Meses (Es una fuga de reparación a largo plazo con un resentimiento de cada 8 meses).