INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA DE LA INVERSION DE FLUJO DEL GASODUCTO BARRANCABERMEJA-PAYOA-BUCARAMANGA

JAIME CESAR OROZCO ALBAÑIL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA INGENIERIA DE PETROLEOS
ESPECIALIZACION EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA
2010

INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA DE LA INVERSION DE FLUJO DEL GASODUCTO BARRANCABERMEJA-PAYOA-BUCARAMANGA

JAIME CESAR OROZCO ALBAÑIL.

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DEL GAS

Director
Ing. Faustino Camargo
Profesor de postgrado Escuela De Ingeniería Petróleos UIS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA INGENIERIA DE PETROLEOS
ESPECIALIZACION EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA
2010

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 19
CAPITULO 1 22
1. MARCO TEORICO 22
1.1. GENERALIDADES DEL GAS NATURAL 22
1.2. CADENA DE VALOR DEL GAS NATURAL 27
1.2.1. Exploración y Producción 28
1.2.2. Tratamiento y Extracción 29
1.2.3. Fraccionamiento 29
1.2.4. Transporte y Distribución 29
1.2.5. Conceptos Sobre Transporte De Gas Natural 29
CAPITULO 2 31
2. INFORMACIÓN GENERAL 31
2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO 31
2.1.1. Objetivo General 31
2.1.2. Objetivos Específicos 31
2.2. ALCANCE DEL PROYECTO 32
2.3. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA 33
2.3.1. Características del Gas Natural a Transportar 33
2.4. PARÁMETROS OPERACIONALES DE DISEÑO 37
2.4.1. Parámetros De Diseño Del Gasoducto TRANSORIENTE (existente) 37
2.4.2. Parámetros de Diseño Para la Ingeniería 38
2.4.3. Clasificación de Áreas. Clase de Localización 39
2.4.4. Códigos y Normas Aplicables 39

CAPITULO 3 44
3. BASES DEL DISEÑO 44
3.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE 44
3.1.1. Antecedentes 44
3.1.2. Descripción del gasoducto actual 47
3.2. Descripción Tramo Barrancabermeja – Payoa 50
3.3. Descripción Tramo Payoa - Palenque 50
CAPITULO 4. 52
4.1. metodologia para inversión de flujo 52
4.2. Gasoducto de 8” BUCARAMANGA-PAYOA-BARRANCABERMEJA 52
4.2.1. Tramo Palenque (Bucaramanga) - Estación Uno 8 (Payoa) 52
4.2.2. Tramo Estación Uno (Payoa) – Estación COGB (Barrancabermeja) 62
4.3. Gasoducto de 6” BUCARAMANGA - PAYOA 69
4.3.1. Estación las Águilas 69
4.4. Válvula de bloqueo Minifalda VMN-01 71
4.5. Válvula de bloqueo Paraguay VPA-01 72
4.6. Válvula de bloqueo Centenario VCE-01 72
4.7. Válvula de bloqueo Vegaduque VVE-01 73
4.8. Válvula de bloqueo Miraflores VMI-01 73
4.9. Estación Payoa (K 000+000) 74
CAPITULO 5 76
5.1. Sistema de medición COGB 76

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 79
BIBLIOGRAFÍA 82
ANEXOS 85

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Composiciones Molares Típicas de Gas Seco y Gas Húmedo 24
Tabla 2. Composición del Gas Natural 34
Tabla 3. Especificaciones de Calidad del Gas Natural 35
Tabla 4. Parámetros de Diseño del Gasoducto 38
Tabla 5. Factores de Diseño Básico Según la Clase de Localidad 39
Tabla 6. Cromatografía Gas Guajira 45

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Cadena de Valor del Gas Natural 28
Figura 2. Plano de distribución de Gasoductos en Colombia 46
Figura 3. Localizacion general gasodcutos actuales de Transoriente 48
Figura 4. Estación City Gate Palenque 54
Figura 5. Válvula seccionadora Aeropuerto 55
Figura 6. Estación Líbano 57
Figura 7. Estación Uno 59
Figura 8. Válvula seccionadora Penjamo 63
Figura 9. Válvula seccionadora Rodeo 65
Figura 10. COGB Centro operacional Barrancabermeja 67
Figura 11 Diagrama en planta de Gasoducto Bga – Payoa 69
Figura 12. Estación Aguilas 70
Figura 13. Válvula seccionadora Centenario 72
Figura 14. Estación Payoa Petrosantander 75

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. PERFILES DE PRESIÓN GASODUCTO GIBRALTAR TOLEDO BUCARAMANGA 86
Anexo 2. SIMULACIÓN GASODUCTO SOFTWARE HYSYS 87
Anexo 2. ISOMÉTRICO ESTACIÓN COGB 88
Anexo 3. ISOMÉTRICO ESTACIÓN PALENQUE 89

RESUMEN

TITULO: INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA DE LA INVERSIÓN DE FLUJO DEL GASODUCTO BARRANCABERMEJA-PAYOA-BUCARAMANGA.[*]

AUTOR: JAIME CESAR OROZCO ALBAÑIL.[**]

PALABRAS CLAVES: Gas Natural, Transporte De Gas, Válvula, Estación, Medición.

DESCRIPCIÓN:

Tomando como base la información suministrada por la empresa Transoriente y la información levantada en campo se conformo un documento con la ingeniería conceptual y básica como base para la conversión del sentido de flujo de gas natural del gasoducto de TRANSORIENTE, que hoy fluye en el sentido Barrancabermeja-Payoa-Bucaramanga, para que fluya en sentido contrario es decir Bucaramanga-Payoa-Barrancabermeja, dado que se esta desarrollando el proyecto de construcción del gasoducto Gibraltar – Bucaramanga en este sentido y por ubicación geográfica se hace necesario dicha conversión

Igualmente TRANSORIENTE podrá tener la opción, para casos de emergencia por rupturas del gasoducto Gibraltar - Bucaramanga, de volver a fluir de Barranca-Payoa-Bucaramanga para de esta manera garantizar el abastecimiento.

El análisis desarrollado para cada una de las estaciones contemplo la parte mecánica, de instrumentación y elementos del sistema Scada, según los resultados obtenidos vemos que las válvulas instaladas a lo largo de las líneas de gasoductos son de tipo biridireccional, en este sentido los cambios a nivel de mecánica no son significativos.

En la parte de instrumentación los mayores acondicionamientos están en los indicadores de paso de limpiador que por su naturaleza de ser unidireccionales hay la necesidad de cambiarlos de posición, al igual que las trampas las cuales se modificaran en su operatividad las de envío se convierten en recibo y viceversa.

Como insumo de información obtenida por Transoriente se encuentran las simulaciones Hidráulicas realizadas por un tercero, de ambos tramos de tuberías las cuales se anexan en este documento como soporte de confirmación de que la capacidad de estos gasoductos son suficientes para transportar estos volúmenes de gas dentro de los parámetros técnicos, normativos.

Al final se anexan unas conclusiones y recomendaciones a seguir para cada una de las estaciones así como válvulas instaladas a lo largo de los sistemas de gasoductos de Transoriente.

---

[*] Trabajo de Grado

[**] Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos, Especialización en Ingeniería Del Gas, Director: CAMARGO, Faustino.

SUMMARY

TITLE: TITULO DEL PROYECTO EN INGLES.*

AUTHOR: JAIME CESAR OROZCO ALBAÑIL.**

KEYWORDS: Natural Gas, Gas Transport, Valve, Facilities, Measurement.

DESCRIPTION:

Taking as a base the information supplied by the company Transoriente and the information raised in field I shape a document with the conceptual and basic engineering as base for the conversion of the sense of flow of natural gas of TRANSORIENTE's gas pipeline, which today flows in the sense Barrancabermeja-Payoa-Bucaramanga, in order that it(he,she) flows in the opposite direction it is says Bucaramanga-Payoa-Barrancabermeja, provided that developing the project of construction of the gas pipeline Gibraltar - Bucaramanga in this respect and by geographical location the above mentioned conversion becomes necessary

Equally TRANSORIENTE will be able to have the option, for emergency cases for breaks of the gas pipeline Gibraltar - Bucaramanga, of returning to flow of Barranca-Payoa-Bucaramanga to hereby guarantee the supply.

Analysis developed for each of the stations I contemplate the mechanical part, of instrumentation and elements of the system Scada, according to the obtained results, We see that the valves installed along the lines of gas pipelines are of type birideccional, in this respect the changes to level of mechanics are not significant.

In the part of instrumentation, the major conditioning is in the Pig Passage Indicators by nature of being unidireccioinals there is the need to reposition, as the traps which were modifying in its operability those of launcher turn into receiver and vice versa.

Since(As) input of information obtained by Transoriente they find the Hydraulic simulations realized by a third party, of both sections of pipelines which are annexed in this document as support of confirmation of which the capacity of these gas pipelines they are sufficient to transport these of gas inside the technical and normative parameters.

Ultimately a few conclusions and recommendations are annexed to continuing for each of the stations as well as valves installed along the systems of Transoriente's gas pipelines.

---

* Degree Work

** Universidad Industrial de Santander, Faculty Physicochemical Engineering, School of Petroleum Engineering, Specialization in Gas Engineering, Director: CAMARGO, Faustino

GLOSARIO

ABSORBEDORA: torre o columna que proporciona el contacto entre el gas natural a ser procesado y el líquido solvente.

ABSORCIÓN: operación en la cual uno o más componentes en fase gaseosa son transferidos al líquido solvente.

ACEITE DE ABSORCIÓN: hidrocarburo líquido usado para absorber y recuperar componentes del gas natural.

ACEITE POBRE: aceite de absorción recuperado de la planta o aceite del cual se han removido los compuestos absorbidos.

ACEITE RICO: aceite que sale por el fondo de una torre absorbedora. Este producto es el aceite pobre más los componentes absorbidos.

API (GRAVEDAD API): escala arbitraria para expresar la densidad relativa de los productos líquidos del petróleo. Esta escala se expresa en grados API.

BUTANO COMERCIAL: Hidrocarburo líquido constituido principalmente por butano y/o butileno.

BUTANO, NORMAL: Contiene un mínimo de 95% en volumen líquido de normal-butano. Químicamente el normal-butano es un compuesto alifático de la serie de las parafinas, con la formula química C4H10.

City Gate: Estación de regulación y medición conectadas a los gasoductos troncales para la distribución de gas natural en las ciudades.

CONDENSADO ESTABILIZADO: condensado que ha sido estabilizado a la presión de vapor definitiva en un sistema de fraccionamiento.

CONDENSADO: líquido formado por la condensación de un gas; específicamente, el hidrocarburo líquido separado del gas natural debido a los cambios en la temperatura y presión cuando el gas del yacimiento es enviado a los separadores de superficie.

CREG: comisión de regulación de energía y gas de Colombia

DEMETANIZADORA: torre fraccionadora diseñada para separar metano (y compuestos de mayor volatilidad, si están presentes) de una mezcla de hidrocarburos.

DESBUTANIZADORA: torre fraccionadora diseñada para separar butano (y compuestos de mayor volatilidad, si están presentes) de una mezcla de hidrocarburos.

DESHIDRATACIÓN: proceso mediante el cual se retira el agua del gas o del crudo.

DESPOJADORA: columna en la cual los componentes absorbidos son despojados del aceite de absorción. El término se aplica a columnas que usan un medio de despojo, como vapor o gas.

DESPROPANIZADORA: torre fraccionadora diseñada para separar propano (y compuestos de mayor volatilidad, si están presentes) de una mezcla de hidrocarburos.

DESTILACIÓN: proceso de separar materiales por adición de calor para vaporizar los compuestos más volátiles y de enfriar la porción restante para licuar una parte del vapor. Los materiales a separar deben tener diferentes puntos de ebullición y/o volatilidades relativas.

DESTILADORA ("STILL"): columna donde el producto absorbido se recupera del aceite de absorción. En plantas donde se utiliza aceite de absorción de bajo peso molecular, la destiladora es diseñada como una columna de fraccionamiento. En plantas que usan aceite de absorción de alto peso molecular, la destiladora debe utilizar vapor u otros fluidos como medio de despojo.

ESTABILIZADORA: columna de fraccionamiento diseñada para reducir la presión de vapor de una corriente líquida.

FACTOR DE ABSORCIÓN: factor que indica la tendencia de un componente en fase gaseosa a ser transferido (o absorbido) al líquido solvente.

FONDOS: líquido o material residual que es retirado del fondo de una torre fraccionadora o de un separador durante el procesamiento del gas.

FRACCIONAMIENTO: ver destilación. Separación de una mezcla de hidrocarburos en productos individuales, basada en la diferencia entre los puntos de ebullición y/o volatilidades relativas.

GAS ASOCIADO: hidrocarburos gaseosos que se encuentran como gas libre bajo las condiciones de presión y temperatura del yacimiento.

GAS NATURAL: forma gaseosa del petróleo. Compuesta principalmente por mezcla de los gases hidrocarburos; el componente más común es el metano.

GAS RICO: gas alimento de una planta de procesamiento para recuperar líquidos.

GASOLINA NATURAL: mezcla de hidrocarburos, principalmente pentanos y más pesados, extraídos del gas natural, la cual cumple con la presión de vapor y otros requerimientos específicos.

GPL: gas licuado del petróleo. Compuesto predominantemente por propano y butano, el cual se mantiene en fase líquida bajo presión.

GPM: 1. Término utilizado para describir la tasa de flujo de un fluido en galones por minuto. 2. Galones por millón de pie cúbico estándar, se refiere al contenido, en el gas natural, de componentes recuperables como productos líquidos.

HIDRATO: material sólido resultante de la combinación de hidrocarburos con agua, bajo presión.

ISO-BUTANO: contiene un mínimo de 95% en volumen líquido de isobutano. Químicamente, es un hidrocarburo de la serie de las parafinas con la formula C4H10.

PLANTA CRIOGÉNICA: planta de procesamiento de gas que es capaz de producir gas natural líquido, incluyendo etano, a temperaturas de operación muy bajas, generalmente por debajo de -50ºF.

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE GAS: planta en la cual se procesa el gas natural para recuperar líquidos y algunas veces otras sustancias como sulfuro.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA: presión ejercida sobre la superficie terrestre por la atmósfera. Una presión de 760 mmHg, 29.92 inHg, o 14.696 psia se usa como estándar para algunos cálculos.

PRESIÓN CRÍTICA: presión de vapor de una sustancia a su temperatura crítica.

PRESIÓN DE VAPOR: presión ejercida por la fase vapor que está en contacto con una fase líquido sobre las paredes de un recipiente.

PROCESAMIENTO DEL GAS: separación de los componentes del gas natural para tener productos vendibles y para tratar el gas residual para alcanzar las especificaciones de venta.

PUNTO DE BURBUJA: temperatura a la cual se forma la primera burbuja de vapor estable en el líquido, a una presión determinada.

PUNTO DE ROCÍO: temperatura a cualquier temperatura dada o presión a cualquier temperatura dada, a la cual el líquido comienza a condensar en un gas.
RECICLO: retorno de una porción de una corriente de proceso al punto corriente arriba de donde fue removido para enriquecer el proceso de recuperación o de control.

RECUPERACIÓN: porcentaje o fracción de un componente dado en el alimento de una planta que se recupera como producto de planta.

REFLUJO: porción de condensado de cima que regresa a la columna de fraccionamiento para reforzar la pureza que se puede alcanzar en el producto de tope.

RELACIÓN DE REFLUJO: una manera de medir el volumen de reflujo. Normalmente referida al alimento o al producto de tope.

RUT: reglamento único de transporte de gas natural para Colombia.

RVP: presión de vapor Reid. Presión de vapor de un material medida por el método Reid.

NOMENCLATURA

	Símbolo	Unidades
Calor demandado por el proceso	[Qu]	[kW]
Capacidad Calorífica	[Cp]	[kJ/℃]
Eficiencia	[η]	[%]
Entalpia	[H]	[kJ/h]
Flujo másico		kg/h
Potencia eléctrica producida	[We]	[kW]
Relación Calor – Potencia	[RCP]	
Temperaturas	[T]	[℃]
Caudal Transportado de gas en millones de pies cúbicos por día a condiciones estándar	[Q]	[MMSCFD]

INTRODUCCIÓN

Debido a la alta demanda de gas natural como combustible que actualmente se viene presentando en el país, surgió la necesidad de realizar nuevas exploraciones dentro de las cuales aparece el campo Gibraltar, ubicado geográficamente en la línea limítrofe entre Norte de Santander y Boyacá, con unas reservas probadas considerables de gas que ayudaran a amortiguar la demanda actual.

Dada la necesidad de transportar el gas desde este campo a los centros de consumo, se construirá el gasoducto Gibraltar – Bucaramanga por la empresa TRANSORIENTE dada la facilidad geográfica, técnico-operativa ya que es la dueña y operadora de algunos gasoductos de Santander y es quien transporta el gas natural que se consume en Bucaramanga como centro principal de consumo, en este sentido este gasoducto transportara inicialmente aproximadamente 30 MMPCD desde el campo de producción Gibraltar y abastecerá los requerimientos de la ciudad de Bucaramanga y su área de influencia.

Transoriente como operadora de los gasoductos de Barrancabermeja a Bucaramanga realizara el transporte del gas sobrante que llega de Gibraltar a Bucaramanga y cuyos pronósticos de consumo en Bucaramanga permitirá enviar un volumen de gas significativo a Barrancabermeja para entregarlo al gasoducto Centroriente y transportado al interior del país.

Este documento consiste en realizar la ingeniería Conceptual y Básica de la inversión de flujo de los gasoductos operados por TRANSORIENTE, Gasoducto Barrancabermeja - Payoa - Bucaramanga y así transportar el gas en sentido inverso Bucaramanga - Payoa- Barrancabermeja utilizando al máximo la infraestructura existente actualmente.

La idea central de este documento es servir como herramienta de insumo en el adelanto del proyecto para el futuro desarrollo de la ingeniería de detalle y la posterior fase de adecuación y construcción.

Como insumo de información obtenida por Transoriente se encuentran las simulaciones Hidráulicas realizadas por un tercero, de ambos tramos de tuberías las cuales se anexan en este documento como soporte de confirmación de que la capacidad de estos gasoductos son suficientes para transportar estos volúmenes de gas dentro de los parámetros técnicos, contractuales y normativos sin problemas.

Al final se anexan unas conclusiones y recomendaciones a seguir para cada una de las estaciones así como válvulas instaladas a lo largo de los sistemas de gasoductos de Transoriente.

Metodológicamente, el documento se estructura en cuatro capítulos que ofrecerán:

- Capítulo 1. Marco Teórico.

- Capítulo 2. Información general del proyecto donde se especifican los objetivos, el alcance, la información disponible para la ingeniería conceptual y así como la normatividad que se tubo en cuenta para este documento.

- Capítulo 3. Bases del diseño se realiza una compilación de la información disponible suministrada por la empresa Transoriente, antecedentes, descripción del sistema actual por tramos con sus condiciones técnico-operativas.

- Capitulo 4. Metodología para la inversión del flujo se realiza el análisis de cada tramo en particular detallando cada uno de sus elementos mayores así como la

isometría de las tuberías de las estaciones y válvulas seccionadoras, adicionalmente se van aportando recomendaciones particulares en cada punto de análisis.

Al final se anexan las Conclusiones y Recomendaciones del autor que servirán como base para la ingenieria de detalle y sus especificaciones.

CAPITULO 1

1. MARCO TEORICO

En este capítulo se presenta una breve reseña sobre el gas natural, su procesamiento, importancia, características, entre otros. Anteriormente el gas natural que aparecía en los yacimientos se quemaba como un residuo más, ya que, a pesar de su enorme poder calorífico, no se podía aprovechar por los problemas que plantea su almacenamiento y transporte. No puede ser licuado simplemente bajo presión porque su temperatura crítica, 190 K, es muy baja y, por tanto, debe ser enfriado hasta temperaturas inferiores a ella antes de licuarse. Una vez licuado debe ser almacenado en contenedores muy bien aislados, y su transporte se realiza por tuberías fabricadas con materiales y soldaduras especiales para resistir grandes presiones.

En la actualidad el gas natural se utiliza como combustible doméstico e industrial, además por su gran poder calorífico, porque su combustión es regulable y produce escasa contaminación. También se emplea como materia prima en la industria petroquímica en la obtención de amoníaco, metanol, etileno, butadieno y propeno.

1.1. GENERALIDADES DEL GAS NATURAL

El Gas natural se define como el gas que se obtiene de reservas subterráneas naturales, ya sea como gas libre o gas asociado con crudo. En su estado natural a menudo contiene una cantidad de sustancias que no son hidrocarburos como el nitrógeno, bióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno. De igual manera en su estado natural casi siempre está saturado con agua.

Por lo general contiene grandes cantidades de metano CH4 junto con otras cantidades menos representativas de hidrocarburos más pesados. El gas que se

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

- **Composición del Gas Natural**

La composición del gas natural varía de acuerdo con el yacimiento de donde proviene. El gas Natural puede contener de 80% a 98% de metano dependiendo del origen y del grado de procesamiento. Como ya se mencionó antes, el gas natural puede contener otros hidrocarburos más pesados tales como etano, propano y butano en concentraciones considerables e hidrocarburos de C5+ en concentraciones menores. El metano y el etano se procesan como gas natural. Los hidrocarburos de C3 y C4 corresponden a la fracción de GLP (gas licuado del petróleo) y la fracción más pesada C5+ se llama gasolina natural. Por lo general es imposible identificar todos los componentes presentes en la fracción pesada del gas, por esto se agrupan de acuerdo a su número de átomos de carbono representada como Cm+ donde m representa un número desde 5 hasta 20 dependiendo de la reserva de gas.

La tabla 1-1 muestra las composiciones típicas que se encuentran tanto en el gas seco como en el gas húmedo.

Tabla 1. Composiciones Molares Típicas de Gas Seco y Gas Húmedo

COMPONENTE	COMPOSICIÓN MOLAR	
	GAS SECO	GAS HUMEDO
Metano	0,7 - 0,98	0,5 - 0,92
Etano	0,01 - 0,1	0,05 - 0,15
Propano	Trazas - 0,05	0,02 - 0,14
Butano	Trazas - 0,02	0,01 - 0,10
Pentano	Trazas - 0,01	Trazas – 0,05
Hexano	Trazas - 0,005	Trazas - 0,03
Heptano	0 - trazas	Trazas – 0,15
Nitrógeno	Trazas - 0,15	Trazas – 0,10
Dióxido de carbono	Trazas - 0,01	Trazas – 0,04
Helio	0 - 0,05	0
H_2S	0 - trazas	0 - 0,06

* Trazas se refiere a menos de 0.001 molar.

- **Tipos de Gas Natural**

Debido a que el gas natural es una mezcla de varios compuestos y debido a que su composición difiere de un yacimiento a otro y que su presencia en el subsuelo puede darse acompañado de petróleo o libre se definen varios tipos de gas natural a saber:

- ✓ Gas Crudo: Es aquel que sale del yacimiento, sin tratar ni procesar.
- ✓ Gas Libre: Es aquel que proviene de un yacimiento donde solo existe gas como hidrocarburo
- ✓ Gas Asociado: Es aquel que proviene de un yacimiento donde simultáneamente se produce gas y crudo.
- ✓ Gas Pobre: Un gas que contiene muy poca cantidad de etano, propano y compuestos más pesados.

- ✓ Gas Rico: Gas que contiene una cantidad de compuestos más pesados que el etano, alrededor de 0.7 galones de propano equivalente por 1000 pies cúbicos de gas.
- ✓ Gas Acido o Agrio: Gas que contiene más de 16 ppm de H_2S o cantidades porcentuales altas (mayores a 6%) de CO2.
- ✓ Gas Dulce: Gas que contiene menos de 16 ppm de H_2S o cantidades bajas de CO_2.

- **Subproductos del Gas Natural**

Los principales subproductos que se obtienen en el procesamiento del gas natural son principalmente etano, propano, butano mezclado, condensados o pentanos (Gasolina Natural) y azufre.

- **Cadena Tecnológica del Gas Natural**

El gas que abandona el yacimiento generalmente se encuentra saturado con agua y contiene todas las impurezas asociadas a la producción y, dependiendo de su calidad puede ser tratado o procesado para ser transportado para su consumo final.

El esquema general del tratamiento del gas natural está referido a dos situaciones a saber:

a. Condicionamiento del gas natural
b. Procesamiento del gas natural

La selección de un esquema de tratamiento ya sea acondicionamiento o procesamiento depende de las siguientes condiciones:

- La necesidad de protección contra problemas de taponamiento
- Las especificaciones del gas de venta
- Consideraciones de problemas potenciales de erosión - corrosión
- Economía de recuperación de líquidos
- Factores locales que afectan el diseño y operación

a. Condicionamiento del gas natural

El término condicionamiento del gas se refiere a los procesos tendientes a satisfacer las especificaciones del gas residual. Éste incluye:

- Deshidratación del gas para prevenir la condensación del agua
- Control del punto de rocío de hidrocarburos para prevenir su condensación
- Remoción de componentes de azufre y de dióxido de carbono para satisfacer la protección a equipos, necesidades del proceso y asuntos ambientales.

b. Procesamiento del gas natural

Su objeto está centrado en la recuperación de cantidades comerciales de líquidos a partir del gas natural. Los componentes a recuperar son:

- Etano
- Propano comercial
- Mezclas propano – butano
- Gasolina natural

En general el condicionamiento/procesamiento consiste de cuatros procesos básicos:

- Separación de los líquidos libres del gas tales como crudo, condensados de hidrocarburos, agua y sólidos
- Remoción de vapores de hidrocarburos recuperables y condensables
- Remoción de vapor de agua condensable, el cual bajo ciertas condiciones puede formar hidratos
- Remoción de algunos componentes indeseados como sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono.

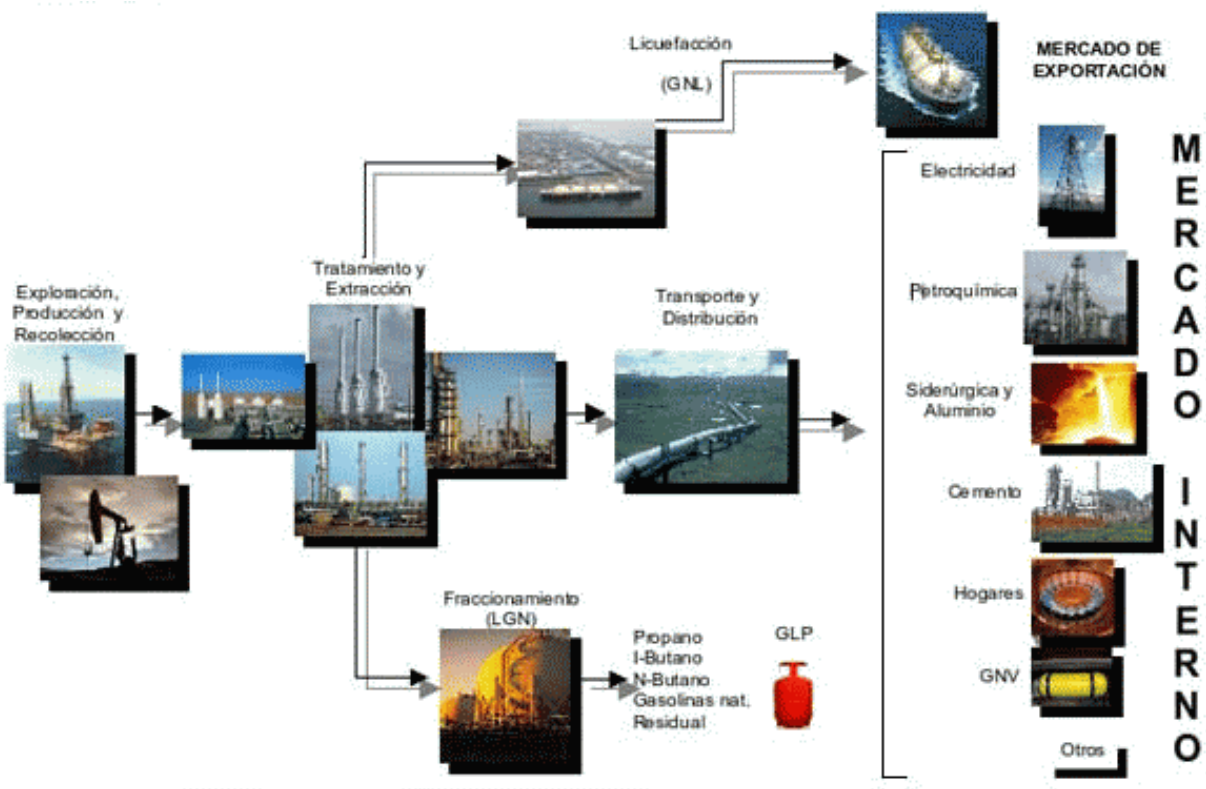
Algunos de estos procesos se realizan en el campo pero en la mayoría de los casos el gas se envía a unidades de condicionamiento/procesamiento centralizadas.

1.2. CADENA DE VALOR DEL GAS NATURAL

El concepto de cadena de Valor del Gas Natural se basa en la identificación de grupos de procesos (eslabones) que por su naturaleza generan cambios físicos sobre dicho recurso o permiten su disposición para el consumidor final, razón por la cual constituyen en sí mismos una actividad productiva.

Los eslabones de la cadena de valor del Gas Natural son: Exploración y Producción, Tratamiento y Extracción, Fraccionamiento, Transporte y Distribución.

Figura 1. Cadena de Valor del Gas Natural



1.2.1. Exploración y Producción

La cadena de Valor del Gas Natural se inicia con la exploración, ésta es la actividad en la cual se realizan los estudios necesarios (levantamiento de sísmica, análisis geológicos, etc.) para descubrir, identificar y cuantificar acumulaciones de hidrocarburos gaseosos. Una vez detectados los recursos, se procede a definir el plan de desarrollo del yacimiento y se inicia la fase de producción del Gas Natural, la cual representa el conjunto de actividades que permiten extraer el recurso contenido en los yacimientos y su separación del petróleo (cuando se trate de gas asociado).

1.2.2. Tratamiento y Extracción

El Tratamiento (también denominado acondicionamiento) es una actividad que permite remover los componentes no hidrocarburos del gas natural, principalmente dióxido de carbono (CO2), sulfuro de hidrógeno (H2S), agua (H2O), componentes sólidos y otros, a través de cualquier proceso físico, químico o de ambos. Luego de ser tratado se procede a separar el Gas Metano (CH4) del resto de los componentes del Gas Natural (CH4+) llamados líquidos o componentes pesados, este proceso se conoce como Extracción.

1.2.3. Fraccionamiento

Proceso mediante el cual los hidrocarburos pesados son removidos y separados en productos distintos o fracciones como el propano, butano y etano.

1.2.4. Transporte y Distribución

Ambos eslabones constituyen el vínculo entre las actividades asociadas a la extracción (Exploración y Producción) y adecuación (Tratamiento o Acondicionamiento) del Gas Natural y el consumidor final.

1.2.5. Conceptos Sobre Transporte De Gas Natural

El Transporte es el conjunto de actividades necesarias para recibir, trasladar y entregar el Gas Natural desde un punto de producción o recolección a un punto de distribución, para ello se requiere el uso de gasoductos y plantas de compresión si se transmite el hidrocarburo en estado gaseoso.

El transporte del gas natural tratado y dentro de las especificaciones de calidad comercial exigidas por el cliente, se realiza entre los campos de producción y los centros de consumo, mediante alguno de los siguientes métodos:

- ✓ Redes de gasoductos internacionales: Cuando el negocio se ha dado a gran escala, entre un país productor y un país consumidor y siempre que la localización geográfica lo permita, (Países de Europa Occidental, Rusia - Europa Oriental, Canadá – Estados Unidos, Argentina – Chile, Bolivia – Brasil, Nigeria – Italia, Colombia - Venezuela, etc.).

- ✓ Transporte marítimo de Gas Natural Licuado (GNL): En este caso se requerirá un proceso adicional de licuefacción antes del embarque y un proceso adicional de regasificación después del desembarque (Argelia – Japón, Abu Dhabi – Japón, Indonesia – Japón, Argelia – Estados Unidos, Trinidad - Europa). Este proceso se aplica si el gas comercializado proviene de regiones donde no hay una estructura de gasoductos desarrollada y el cliente se encuentra a grandes distancias.

- ✓ Transporte por Gasoductos Nacionales: Aplica cuando la negociación del gas se da en el ámbito interno en un país. En cualquiera de los casos, es importante anotar que el desarrollo de una infraestructura de transporte de este tipo, requiera además de las altas inversiones, un cuidadoso diseño, estricto cumplimiento de normas de seguridad y la acertada aplicación de políticas ambientales que garanticen el mínimo riesgo de impacto social y ambiental sobre las diferentes áreas de influencia del proyecto.

CAPITULO 2

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1.1. Objetivo General

Elaborar la ingeniería conceptual y básica requerida para la inversión del flujo del Gasoducto Barrancabermeja-Payoa-Bucaramanga con opción de re-iinvertir el flujo en casos de emergencia.

2.1.2. Objetivos Específicos

- ✓ Desarrollar la ingeniería conceptual y básica para el cambio de sentido de flujo de los gasoductos de Barrancabermeja-Payoa de 8" de diámetro y 60 Kms de longitud, Payoa Bucaramanga de 8" de diámetro y 59 Kms de longitud y Payoa –Bucaramanga de 6" de diámetro de 58.5 Kms de longitud

- ✓ Desarrollar la Ingeniería conceptual y básica de los cambios de equipos y accesorios mecánicos de cada una de las estaciones ubicadas a lo largo del recorrido de los gasoductos de Transoriente Barrancabermeja-Bucaramanga, como lo son:

  Estación Palenque, Estación Águilas, Válvula Aeropuerto, Estación Líbano, Válvula Minifalda, Válvula Paraguay, Válvula Vega Duque, Válvula Miraflores, Estación Uno, Estación Payoa, Válvula Penjamo, Válvula Rodeo, Estación COGB.

- ✓ Desarrollar la ingeniería conceptual y básica de los sistemas de medición e instrumentación asociada a los puntos de entrega y recibo de volumen gas a los remitentes de Transoriente.

- ✓ Revisar, evaluar e incluir como parte de la ingenieria conceptual y básica de la inversión del sentido de flujo de los gasoductos de Transoriente , la utilización de la mayoría de los equipos accesorios , instrumentación que hacen parte del sistema de transporte de hoy dia en el sentido de flujo actual.

- ✓ Desarrollar la ingeniería conceptual y básica de la utilización del sistema de limpieza interna de la tubería de Transoriente, dado el cambio en el sentido de flujo.

- ✓ Desarrollar la ingeniería conceptual y básica del sistema de protección y seguridad instalado sobre las líneas actuales de Transoriente siguiendo los parámetros de la nueva filosofía de operación de estos gasoductos.

- ✓ Analizar la simulación hidráulica para el tramo del gasoducto por medio del simulador Hysys entregada por Transoriente y así confirmar la capacidad de las líneas con los nuevos volúmenes.

2.2. ALCANCE DEL PROYECTO

Se entregará un documento con la ingeniería conceptual y básica como base para la conversión del sentido de flujo de gas natural del gasoducto de TRANSORIENTE, que hoy fluye en el sentido Barrancabermeja - Payoa - Bucaramanga, para que fluya en sentido contrario es decir Bucaramanga - Payoa – Barrancabermeja, dado que se esta desarrollando el proyecto de construcción del gasoducto Gibraltar – Bucaramanga en este sentido y por ubicación geográfica se hace necesario dicha conversión

Igualmente TRANSORIENTE podrá tener la opción, para casos de emergencia por rupturas del gasoducto Gibraltar - Bucaramanga, de volver a fluir de Barranca-Payoa-Bucaramanga para de esta manera garantizar el abastecimiento a la ciudad.

2.3. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA

La ingeniería conceptual y básica se desarrolló con base en la información disponible por la empresa a la que pertenece el autor. En la definición de los componentes que hacen parte de la infraestructura del proyecto se consideran los criterios generales establecidos por TRANSORIENTE en su proceso de reingeniería.

2.3.1. Características del Gas Natural a Transportar

Para la revisión y análisis de dimensionamiento de equipos y selección de acondicionamiento se considerara la composición del gas mostrada en la tabla 2-1 la cual cumple con las especificaciones de calidad para transporte en el Sistema Nacional de Transporte conforme al Reglamento Único de transporte –RUT como se muestran en la tabla 2-2.

Tabla 2. Composición del Gas Natural

Componente	Formula	Gas Guajira (% mol)
Hidrogeno	H_2	-
Helio	He	-
Agua	H_2O	-
Monóxido de Carbono	CO	-
Nitrógeno	N_2	0,45
Oxigeno	O_2	-
Sulfuro de Hidrogeno	H_2S	-
Argón	Ar	-
Dióxido de Carbono	CO_2	2,04
Aire	-	-
Metano	CH_4	88,24
Etano	C_2H_6	6,26
Propano	C_3H_8	1,93
Iso-Butano	C_4H_{10}	0, 41
n-Butano	C_4H_{10}	0, 34
Iso-Pentano	C_5H_{12}	0, 13
n-Pentano	C_5H_{12}	0, 07
n-Hexano	C_6H_{14}	0, 06
n-Heptano	C_7H_{16}	-
n-Octano	C_8H_{18}	-
n-Nonano	C_9H_{20}	-
n-Decano	$C_{10}H_{22}$	-

Fuente: suministrada por TRO

Tabla 3. Especificaciones de Calidad del Gas Natural

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL GAS NATURAL		
Poder Calorífico bruto mínimo, en MJ/m^3 (BTU/ft^3)	35.4	950 (Nota 1)
Poder Calorífico bruto máximo, en MJ/m^3 (BTU/ft^3)	42.8	1150
Contenido de Líquido (Nota 2)	Libre de Líquidos	
Contenido total de H_2S máximo mgr/m^3 (granos/100ft^3)	6	0.25
Contenido total de azufre máximo, mgr/m^3 (granos/100ft^3)	23	1.0
Contenido de CO_2 máximo, %Vol.	2	2
Contenido de N_2 máximo, %Vol.	3	3
Contenido de inertes máximo, %Vol. (CO_2 + N_2 + O_2) (Nota 3)	5	5
Contenido de Oxigeno máximo, %Vol.	0.1	0.1
Contenido de agua máximo, mg / m^3 (lb / MMSCF)	97	6.0
Temperatura de entrada máxima, ºC (ºF)	49	120
Temperatura de entrada mínima, ºC (ºF)	7.2	45
Contenido máximo de polvos y material en suspensión, mg / m^3 (granos/1000 scf) (Nota 4)	1.6	0.7
Libre de Gomas	Sí	Sí

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

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

Nota 3: Se considera como contenido de inertes la suma de los contenidos de CO2, nitrógeno y oxígeno.

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

Salvo acuerdo entre las partes, el Productor-comercializador y el Remitente están en la obligación de entregar Gas Natural a la presión de operación del gasoducto en el Punto de Entrada hasta las 1.200 Psig, de acuerdo con los requerimientos del Transportador. El Agente que entrega el gas no será responsable por una disminución en la presión de entrega debido a un evento atribuible al Transportador o a otro Agente usuario del Sistema de Transporte correspondiente.

Si el Gas Natural entregado por el Agente no se ajusta a alguna de las especificaciones establecidas en este RUT, el Transportador podrá rehusar aceptar el gas en el Punto de Entrada.

Fuente: GREG Comisión de Regulación de Energía y Gas

2.4. PARÁMETROS OPERACIONALES DE DISEÑO

2.4.1. Parámetros De Diseño Del Gasoducto TRANSORIENTE (existente)

Especificación Gasoducto	Diámetro Nominal (in)	Espesor	Longitud (km)
Gasoducto en Alta Presión: Acero al carbono, material API 5LX-60 Bca - Payoa	8”	0.250”-0.500”	58 km
Gasoducto en Alta Presión: Acero al carbono, material API 5LX-60 Payoa - Bga	8”	0.250”-0.500”	59.5 Km
Gasoducto en Alta Presión: Acero al carbono, material API 5LX-42 Payoa - Bga	6”	0.250”-0.330”	58.5 Km

Tabla 4. Parámetros de Diseño del Gasoducto

Parámetro		valor
Temperatura máxima de diseño		65℃
Temperatura mínima de diseño		15℃
Punto de rocío del vapor de agua a 1200 psig máx.		-10℃
Contenido máximo de agua en condiciones normales		65 mg/m^3
	Profundidad a TOP	1.0 m minimun
	En roca	0.6 m minimun
Máximo espaciamiento entre válvulas de bloqueo		25 km
Máximos espaciamiento entre trampas mixtas		50 km

2.4.2. Parámetros de Diseño Para la Ingeniería

- Presión de diseño: 1480 Psig
- Presión máxima de operación: 1200 Psig
- Presión promedio de operación: 1000 Psig
- Caudal Promedio Diario: 30 MMSCFD
- Temperatura Máxima Diseño: 100º F
- Temperatura Promedio del Gas: 68,5° F
- Temperatura Mínima de Diseño del Gas: 60 ℉
- Temperatura Ambiente Promedio: 95℉
- Velocidad máxima del gas en la línea de interconexión: 20 m/s

2.4.3. Clasificación de Áreas. Clase de Localización

Para la determinación del espesor de pared de la tubería en los diseños de los gasoductos actuales se determino, según el código ASME B 31.8 y la normativa Colombiana (NTC3728, Numeral 3.2.2.2.d), y se consideró la clasificación de las áreas atravesadas de conformidad con la información de Transoriente. Según sea la clase, se tiene un factor "F" que interviene en la determinación del espesor, los cuales se indican en la Tabla 2-4.

Tabla 5. Factores de Diseño Básico Según la Clase de Localidad

Clase de Localidad	Factor de diseño
1	0,72
2	0,60
3	0,50
4	0,4

Fuente: Código ASME B 31.8

2.4.4. Códigos y Normas Aplicables

Los Códigos y Normas considerados para la realización del Proyecto son los que se indican a continuación.

a. NORMAS CIVILES

Organización	Norma	Versión	Título
AISC	AISC-2005	2005	Normas para el Diseño de Estructuras de Acero de Estructuras Metálicas
Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica	NSR-98	1997	Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Ley 400 de 1997.Decreto 33 de 1998
API	API RP 752	2009	Management of Hazards Associated with Location of Process Plant Permanent Buildings

b. NORMAS MECÁNICAS

Organización	Norma	Versión	Título
ASME	ASME Sec. 9	2007	Welding and Brazing Qualifications
ASME	ASME Sec. 8 Div 1	2007	Boiler and Pressure Vessel Code
ASCE	ASCE/SEI 7-05	2006	Minimum Design Load in Building and Other Structures
ANSI	ANSI A 14.3	2002	American National Standard for Ladders - Fixed - Safety Requirements
API	API 650	2009	Welded Steel Tank for oil Storage
API	API 521	2008	Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices in Refineries

Organización	Norma	Versión	Título
API	API 686	2009	Recommended Practice for Machinery Installation and Installation Design, Second Edition
API	API 618	2007	Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services

c. NORMAS DE TUBERÍA

Organización	Norma	Versión	Título
ASME	B31.8	2007	Gas transmission and distribution piping systems
ASME	ANSI/ASME B 16.5	2009	Steel Pipe Flanges and Flanged Fitting
ASME	ANSI/ASME B 16.9	2007	Factory Made Wrought Steel but Welding Fitting
ASME	ANSI/ASME B 16.47	2006	Large Diameter Steel Flanges
ASME	ANSI/ASME B 16.11	2009	Forged Steel Fittings, Socket. Welding and Threaded
ASME	ANSI/ASME B36.10	2004	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
ASME	ANSI/ASME B16.36	2009	Steel Orifice Flange
API	API 1104	2008	Welding of Pipelines and related facilities
API	API RP1107	1991	Pipeline Maintenance Welding Practices
API	API 5L	2007	Specifications For Line Pipes
API	API 600	2009	Steel Gate Valves, flanged and butt-welding ends, Bolted

Organización	Norma	Versión	Título
			Bonnets
API	API Spec 6D	2008	Specification for Pipeline Valves
MSS	MSS-SP-75	2008	Specifications for High Test Wrought Butt-Welding Fittings
MSS	MSS-SP-44	2006	Steel Pipe Line Flange
ICONTEC	NTC 3949	2002	Estaciones de Regulación de Presión para líneas de transporte y redes de distribución de gas combustible.

d. NORMAS ELÉCTRICAS

Organización	Norma	Versión	Título
ICONTEC	NTC 2050	1998 1ªActualización	Código Eléctrico Colombiano
IEEE	ANSI/IEEE C37.13.1	2006	IEEE Standard for Definite Purpose Switching Devices for Use in Metal-Enclosed Low-Voltage
NEMA	ANSI/NEMA C84.1	2006	Electric Power Systems and Equipment -Voltage Ratings
NEMA	WC 50-1976/ICEA P-53-426	1999	Ampacities, Including Effect of Shield Losses for Single Conductor Solid Dielectric Power Cable 15 kV through 69 kV

e. NORMAS INSTRUMENTACIÓN

Organización	Norma	Versión	Título
ISA	ISA COMPLETE SET	2008	ISA Standards Library for Automation and Control

f. CÓDIGOS DE SEGURIDAD

Organización	Norma	Versión	Título
NFPA	NFPA 54	2009	National Fuel Gas Code
NFPA	NFPA – 70	2008	Standard for Electrical Safety in the Workplace
NFPA	NFPA - 10	2007	Portable Fire Extinguishers
NFPA	NFPA – 14	2008	Standard on Motion Picture and Television Production Studio Soundstages and Approved Production Facilities
NFPA	NFPA - 15	2009	Fire Safety in Racetrack Stables

CAPITULO 3

3. BASES DEL DISEÑO

3.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE

3.1.1. Antecedentes

Con ocasión del desarrollo del Campo Gibraltar ubicado en la zona limítrofe entre Boyaca y norte de Santander se construirá el gasoducto Gibraltar - Bucaramanga para una capacidad de 42 MMSCFD que abastecerá los requerimientos de la ciudad de Bucaramanga y su área de influencia cuyos pronósticos de consumo permitirá enviar gas a Barrancabermeja para entregarlo al gasoducto Centroriente y transportado al interior del país, la calidad del gas que actualmente se transporta por los gasoductos de TRANSORIENTE son como se muestra en la tabla 3-1.

Tabla 6. Cromatografía Gas Guajira

Cromatografía Gas Guajira	
Componente	Fracción Molar (%)
Metano	98,0368%
Etano	0,2740%
Propano	0,0492%
n-Butano	0,0070%
i-butano	0,0162%
n-Pentano	0,0009%
i-pentano	0,0058%
Hexano	0,0131%
Dióxido de Carbono	0,0376%
Nitrógeno	1,5594%
Total	100,0000%
La gravedad específica típica para este gas es de 0,56	

7

Figura 2. Plano de distribución de Gasoductos en Colombia

Para este proyecto se aprovechará la infraestructura actual de transporte de TRANSORIENTE que abastece la ciudad con gas de los campos de Payoa y del gasoducto de Centragas proveniente de la Guajira.

El presente informe contiene las recomendaciones de ingeniera que deben tenerse en cuenta para la conversión del gasoducto, que hoy fluye en el sentido Barrancabermeja - Payoa - Bucaramanga, para que fluya en sentido contrario es decir Bucaramanga - Payoa - Barrancabermeja.

Igualmente TRANSORIENTE quiere tener la opción, para casos de emergencia por rupturas del gasoducto Gibraltar - Bucaramanga, de volver a fluir de Barranca-Payoa-Bucaramanga para de esta manera garantizar el abastecimiento a la ciudad.

3.1.2. Descripción del gasoducto actual

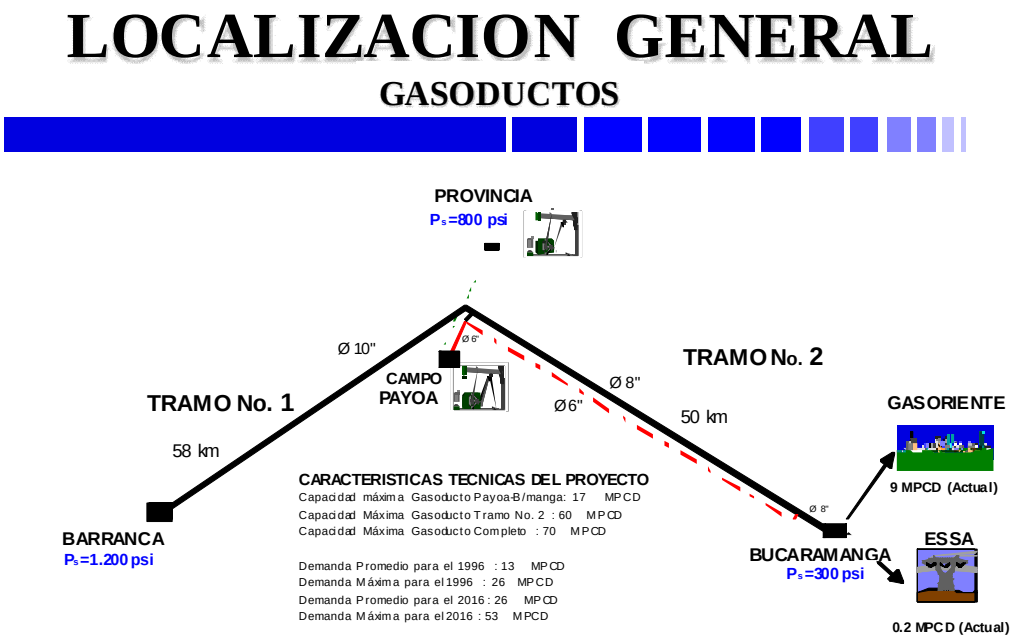
El Gasoducto Barrancabermeja - Payoa - Bucaramanga actualmente esta conformado por dos tuberías: una tubería de 8” de Barrancabermeja a Bucaramanga de 118 km de longitud y una tubería de Gasoducto Payoa - Bucaramanga de 6” de 58.50 km de longitud que cruzan por los municipios de Barrancabermeja, Sabana de Torres, Lebrija, Girón y Bucaramanga.

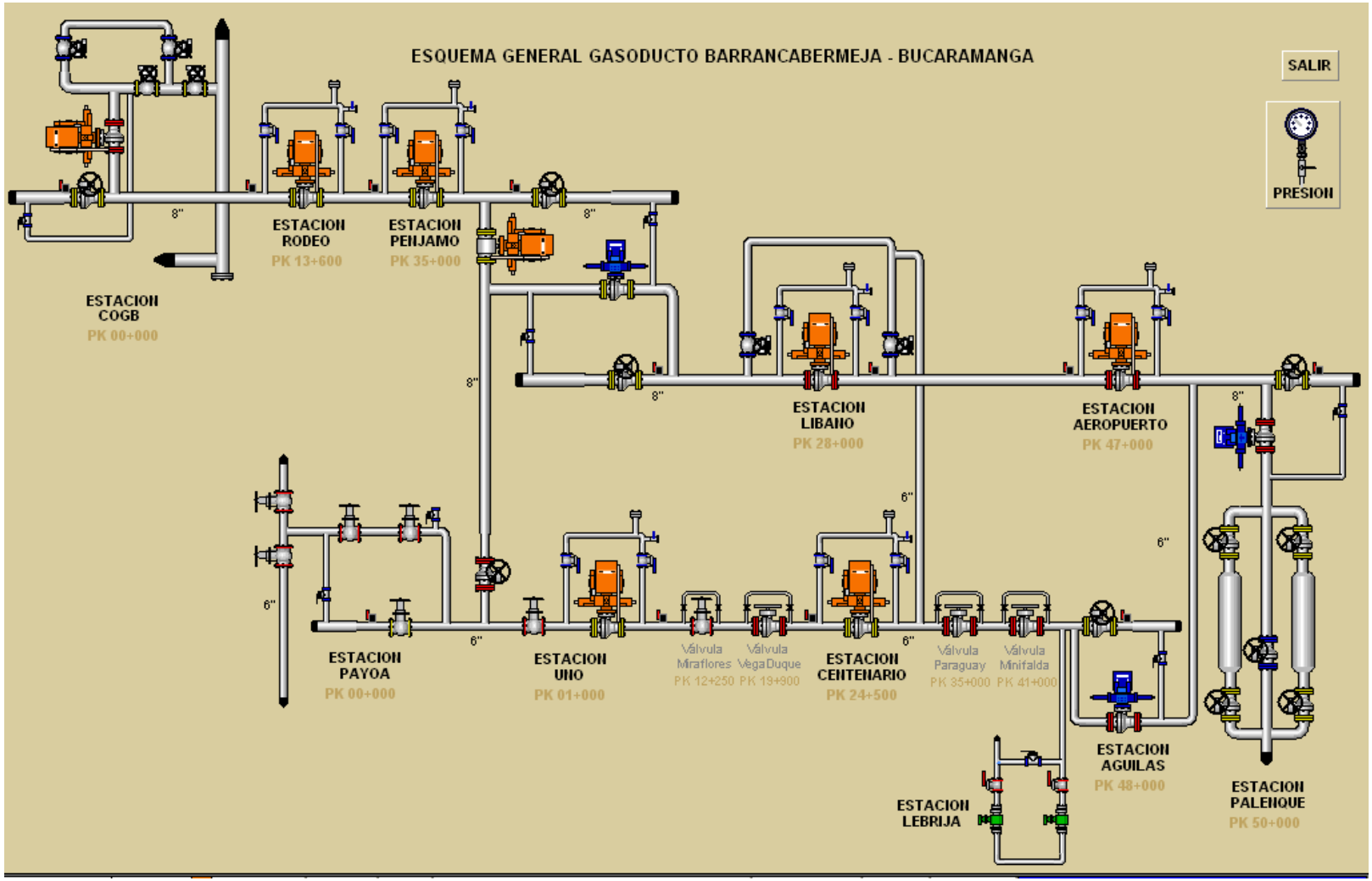
El sistema recibe gas del gasoducto Ballena - Barrancabermeja producido en la Guajira y del Campo Payoa ubicado en Sabana de Torres.

El gas transportado se entrega en la Estación Palenque a sus dos remitentes Gasoriente y Electrificadora de Santander para su distribución en la ciudad como gas domiciliario, GNV, Gas Industrial, Comercial por parte de Gasoriente y Generación de Energía Eléctrica por parte de lña Electrificadota de Santander con una planta de 15 MW ubicada en la estación palenque del municipio de Girón.

El sistema cuenta con válvulas de seccionamiento, estaciones, trampas para envío y recibo de raspadores, sistemas de filtración en cada una las líneas, asi como su respectivo sistema de medición de volumen y calidad del gas a entregar. El diseño permite la sectorización del sistema en caso de ser requerido, puesto que las dos líneas se encuentran interconectadas en la mitad de su recorrido.

Figura 3. Localizacion general gasodcutos actuales de Transoriente




ESQUEMA GENERAL GASODUCTO BARRANCABERMEJA - BUCARAMANGA
SALIR
PRESION
ESTACION COGB
PK 00+000
ESTACION RODEO
PK 13+600
ESTACION PENJAMO
PK 35+000
ESTACION LIBANO
PK 28+000
ESTACION AEROPUERTO
PK 47+000
ESTACION PAYOA
PK 00+000
ESTACION UNO
PK 01+000
Válvula Miraflores
PK 12+250
Válvula Vega Duque
PK 19+900
ESTACION CENTENARIO
PK 24+500
Válvula Paraguay
PK 35+000
Válvula Minifalda
PK 41+000
ESTACION AGUILAS
PK 48+000
ESTACION LEBRIJA
ESTACION PALENQUE
PK 50+000
8"
6"

3.2. DESCRIPCIÓN TRAMO BARRANCABERMEJA – PAYOA

Éste gasoducto se conecta al Gasoducto Ballena – Barranca en el Centro Operacional de gas de Barranca (COGB) y está conformado por tubería de acero de Ø 8”, que se extiende desde el K 0 + 000 en Barrancabermeja hasta el K57 + 580 en la Estación Payoa donde se interconecta con los dos líneas de 8” y 6” que se extienden desde Payoa a Palenque (Bucaramanga) conformando en este último tramo un Loop.

3.3. DESCRIPCIÓN TRAMO PAYOA - PALENQUE

Este tramo está conformado por la tubería de 8” con una longitud de 48,702 Km y la de 6” con una longitud de 48,217 Km, que se interconectan en la Estación Payoa y en la estación Las águilas Km 105+004 a partir de donde continua por una línea de 8” hasta la estación Palenque.

El gasoducto de 6” que tiene su punto inicial en Payoa, fue construido en los años 70 con una longitud de 50 Km.

En 1997 se construyó el tramo enterrado de 8” desde Payoa a Bucaramanga con una longitud de 48.95 kilómetros, que inició operaciones en julio de 1997, conformando un Loop con el de 6”, mediante el cual se aumentó la capacidad de transporte a la ciudad de Bucaramanga.

Condiciones de operación actuales

Las condiciones de operación de los tramos son como sigue:

- Presión Máxima de Recibo Punto de Entrada COGB: 1200 Psig
- Presión Máxima de recibo Payoa: 1200 psig

- Presión Mínima de Entrega Punto de Salida Palenque Psig 250
- Capacidad de flujo 43MMSCFD

CAPITULO 4.

4.1. METODOLOGIA PARA INVERSIÓN DE FLUJO

Para el análisis de las acciones de ingeniería conceptual requeridas para la inversión del flujo se consultaron los manuales de los fabricantes y se consideraron las buenas prácticas de ingeniería, y se analizaron los equipos considerando el sentido de flujo Bucaramanga - Barrancabermeja, los dos (2) gasoductos: el de 8” de Palenque a Barrancabermeja y el de 6” de Palenque a Payoa.

Este análisis no contempla verificaciones de integridad por lo que se considera que el ducto cumple con los criterios de integridad para la presión de flujo del proyecto.

4.2. GASODUCTO DE 8” BUCARAMANGA-PAYOA-BARRANCABERMEJA

Esta línea está configurada en dos (2) tramos que cuentan con tres (3) estaciones (Palenque, Payoa y Barranca), cuatro (4) válvulas de seccionamiento, dos (2) trampas de envío y dos (2) trampas de recibo.

4.2.1. Tramo Palenque (Bucaramanga) - Estación Uno 8 (Payoa)

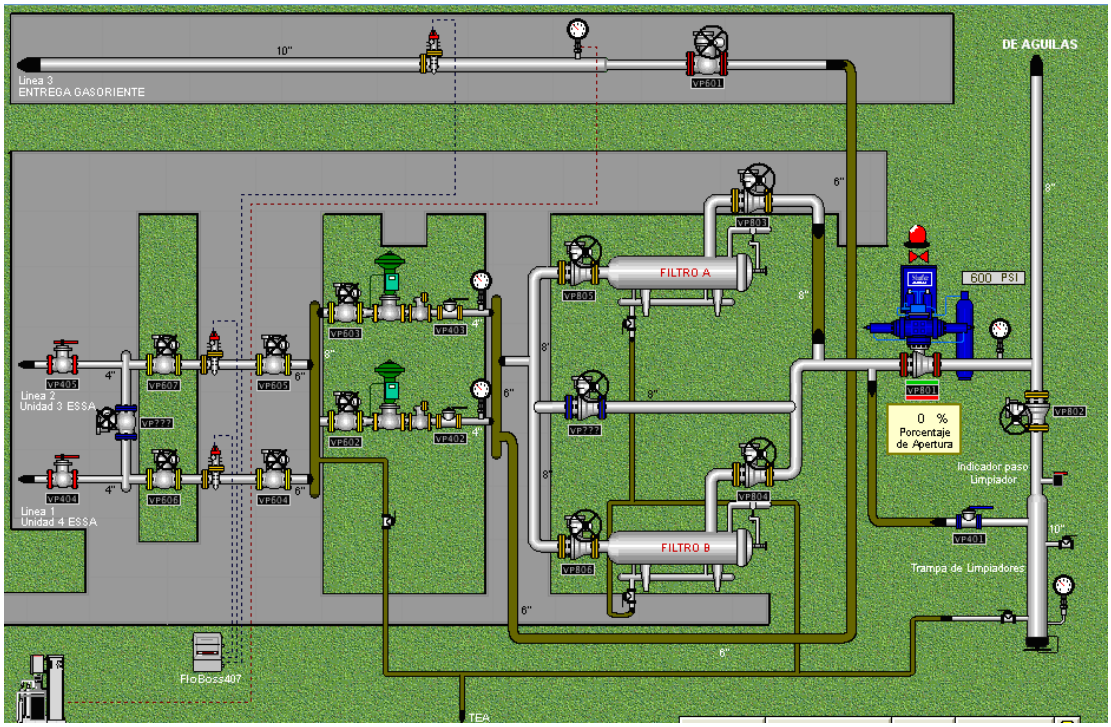
El análisis y recomendaciones se hará para cada una de las estaciones, válvulas y trampas.

4.2.1.1. Estación de Palenque

El gasoducto de Gibraltar terminará en la estación Palenque conectado al gasoducto actual mediante hot-tap de 8”x8” con refuerzo circunferencial completo diseñado de conformidad con ASME B31.8 anexo F, y válvula de bloqueo con operador neumático y cheque de 10” que evitará en flujo hacia Gibraltar. Antes del cheque saldrá la conexión de la línea de pateo de 2” para la trampa de lanzamiento de raspatubos. Se deberá eliminar la conexión de pateo actual y sellar con brida ciega de 2”, 600 ANSI. Ver ANEXO ISOMETRICO ESTACION PALENQUE

El sistema de filtración y medición hacia la red de distribución quedará sin modificaciones.

Figura 4. Estación City Gate Palenque



4.2.1.2. Válvula de estación Aeropuerto Tag VAE – 801

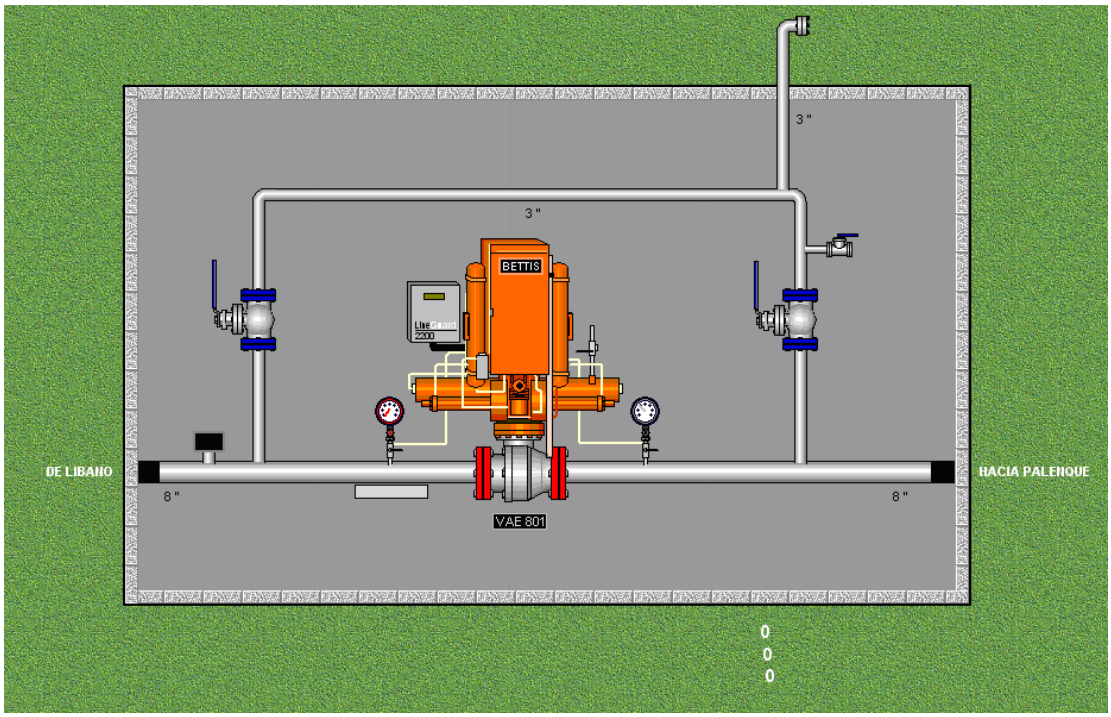
Esta válvula de bola WKM, Dynaseal de 8”, 600 ANSI, bridada, serial C231605, modelo 370D-4, instalada superficialmente con una actuador BETTIS 33HD es de flujo bidireccional por lo que no requiere modificar su posición..

Según la publicación TC 1516 de 2001 del fabricante “Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento”, explica sobre el tema de la bidireccionalidad del flujo así:

> *“Las válvulas de bola DynaSeal 370D4 pueden ser instaladas en cualquier posición independientemente del sentido del flujo. Sin embargo, para lograr una mayor vida útil existe una posición horizontal*

preferida para maximizar el sellado y minimizar la acumulación de sedimentos. En tuberías horizontales se prefiere tener el vástago horizontal (es decir, vástago hacia el observador) con la presión desde la derecha. Durante la operación, el flujo actuará como un sifón y minimizará la retención de sedimento."

Figura 5. Válvula seccionadora Aeropuerto



Esta consideración se aplicará para todas las válvulas de bola y compuerta WKM.

- **Actuador Bettis**

El actuador instalado en esta Válvula es un Bettis, tipo Gas - Hidráulico Lineal, tipo pistón,600 ANSI, con la toma del suitche de baja agua abajo. La configuración de la instrumentación puede quedar como está.

- **Válvula del bypass**

El bypass de las válvulas de seccionamiento en principio están diseñadas para permitir presurizar uno de los dos tramos para balancear las presiones en las dos caras de la válvula, por lo tanto deben ser válvulas de flujo bidireccional, este requisito lo cumple la válvula de tapón de 3” marca Nordstrom, bridada instalada en el by-pass. En consecuencia no necesita modificarse.

- **Indicador de paso de marrano**

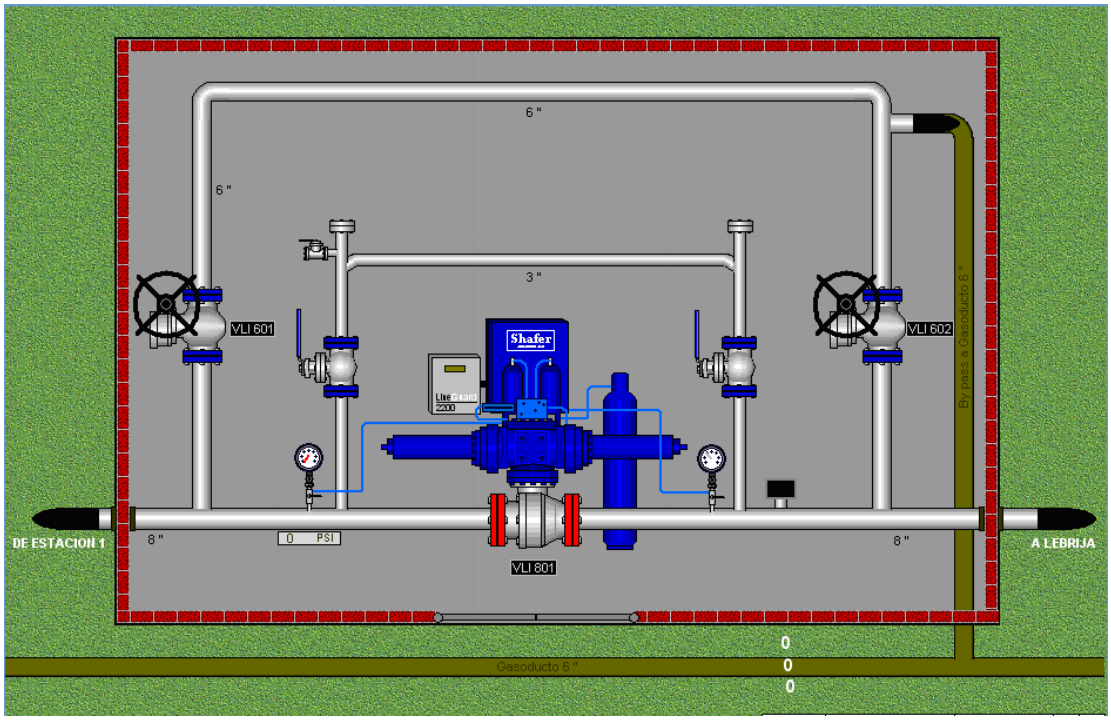
El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

4.2.1.3. Válvula seccionadora de Líbano - Tag VLI - 01

Esta válvula de bola WKM, Dynaseal de 8”, 600 ANSI, bridada, serial C231257, modelo 370D-4, instalada superficialmente con by-pass y un actuador BETTIS 33HD.

La válvula de bloqueo WKM de 8” es de flujo bidireccional por lo que no requiere modificar su posición.

Figura 6. Estación Líbano



- **Actuador Shafer**

El actuador instalado en esta Válvula es Shafer Gas Hidráulico Lineal tipo pistón, 600 ANSI, con la toma del suitche de baja agua abajo. La configuración de la instrumentación no requiere modificación.

- **Válvulas del bypass**

El by-pass tiene dos válvulas de tapón de 3” marca Nordstrom, serie 6FAK2245, de cierre manual, de extremos bridados, que no es necesario invertirla puesto que es de flujo bidireccional.

- **Indicador de paso de marrano**

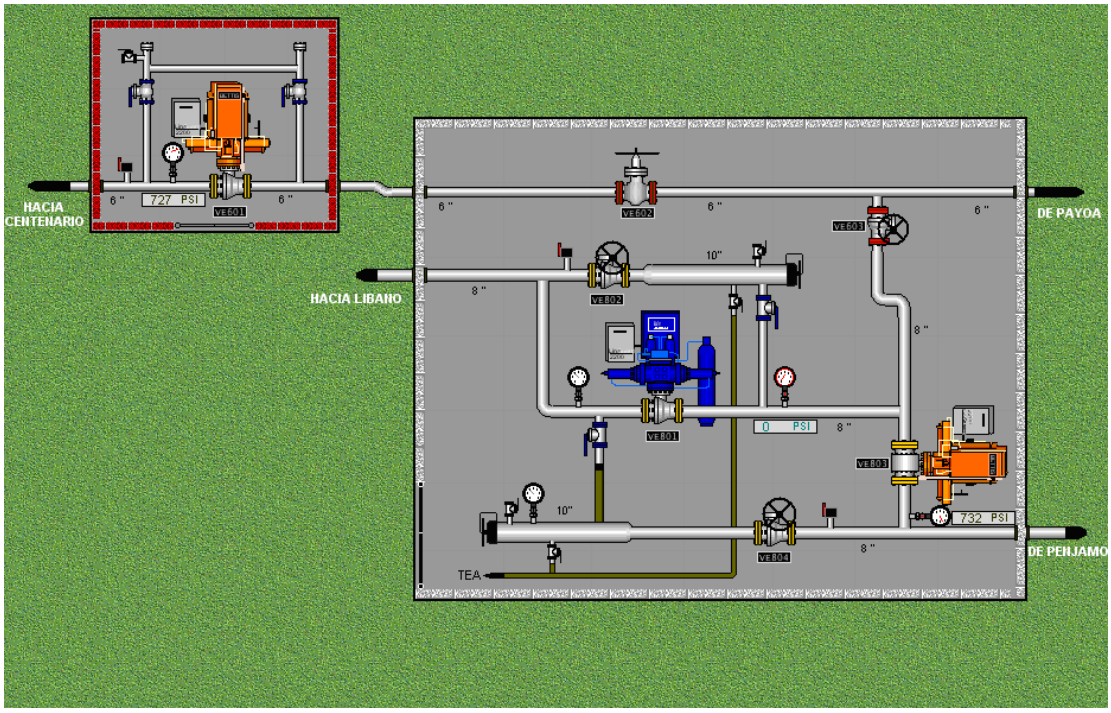
El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición para eso deberá usarse equipo TDW 110.

4.2.1.4. Estación Uno (K1+000)

Esta es la estación donde se encuentran los dos gasoductos (8” y 6”), consta de los siguientes elementos mayores, tomados en el sentido de flujo actual:

- Válvula de bloqueo, 8”, Velan, bridada, con actuador Bettis
- Válvula Reguladora de 4” Masoneilan Dresser
- Válvula de bloqueo, 8”, Velan, bridada, con actuador Shaffer

Figura 7. Estación Uno



- Trampa de recibo de 8”X10”, con válvula Velan de 8”, bridada-soldada, operador manual y con sistema de pateo de 2” con una (1) válvula Nordstrom bridada que entra al gasoducto aguas abajo de la válvula con operador Shaffer. El drenaje está conectado al flare de la estación.

- Trampa de envío de 8”X10”, con válvula Velan de 8”, bridada-soldada, operador manual y con sistema de pateo de 2” con una (1) válvula Nordstrom bridada, que sale del gasoducto inmediatamente aguas arriba de la válvula con operador Shaffer, el drenaje está conectado al flare de la estación.

- **Válvulas de 8”, VELAN**

Esta válvula de bola Velan de 8”, 600 ANSI, bridada, modelo 370D-4, instaladas superficialmente son de flujo bidireccional por lo que no requiere modificar su posición.

- **Válvula Reguladora Masoneilan Dresser**

La válvula reguladora tiene las siguientes características:

- Marca Dresser Masoneilan
- Flow control
- Model No: 87-41615
- Size body: 4 in, CV: CV-240 L
- Action: Air to close
- Range: 3-15 PSI, Supply 35 PSI
- Body: C.S. STEM 17-4 PH
- MAT'L plug 17-4 PH disc
- SEAT 416 SS
- Rating 600 ANSI
- Serial No B42043200105

Por conveniencia se prefiere fluir con el gas del Campo Payoa por lo que esta válvula cumple la función selectiva, en el sentido de flujo actual, de regular la entrada del gas proveniente de Barranca para darle prioridad a la corriente del campo Payoa. Cuando la demanda supera el flujo los campos de Payoa lo que se manifiesta por la caída de presión, la válvula comienza a abrir para permitir la entrada del gas de Barrancabermeja.

En la configuración de flujo inverso podemos considerar 2 opciones:

a) Retirar la válvula pues en sentido de flujo inverso no tiene ninguna función
b) Conservarla, construyendo un by-pass de 4” con 2 válvulas de bloqueo, que saldría de una toma ubicada entre la trampa de 8” y su válvula de bloqueo, y terminaría en la línea de 8” aguas arriba de la válvula con operador Shafer, para de esta manera mantener la opción de regular en caso de requerirse recibir gas de Payoa y Barrancabermeja.

- **Actuador Bettis**

El actuador instalado en esta Válvula es un Bettis, model Gas Hidraulico, 600 ANSI, con la toma del suitche de baja agua abajo. La configuración de la instrumentación no requiere modificación.

- **Válvula de bloqueo con actuador Shaffer**

Esta válvula de bola WKM, Dynaseal de 8”, 600 ANSI, bridada, modelo 370D-4, instaladas superficialmente con su actuador no tendría una función que justifique su permanencia en la instalación por que se recomienda desmontar

- **Trampa de recibo de 8”x10” actual**

La salida del pateo de la trampa debe ser reubicado como se muestra en el Plano “Payoa trampa envío 8 modificado.dwg”

– ***Indicador de paso de marrano**

El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

- **Trampa de envío de 8”x10” actual**

Está trampa puede funcionar como trampa de lanzamiento sin modificaciones.

– ***Indicador de paso de marrano**

El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

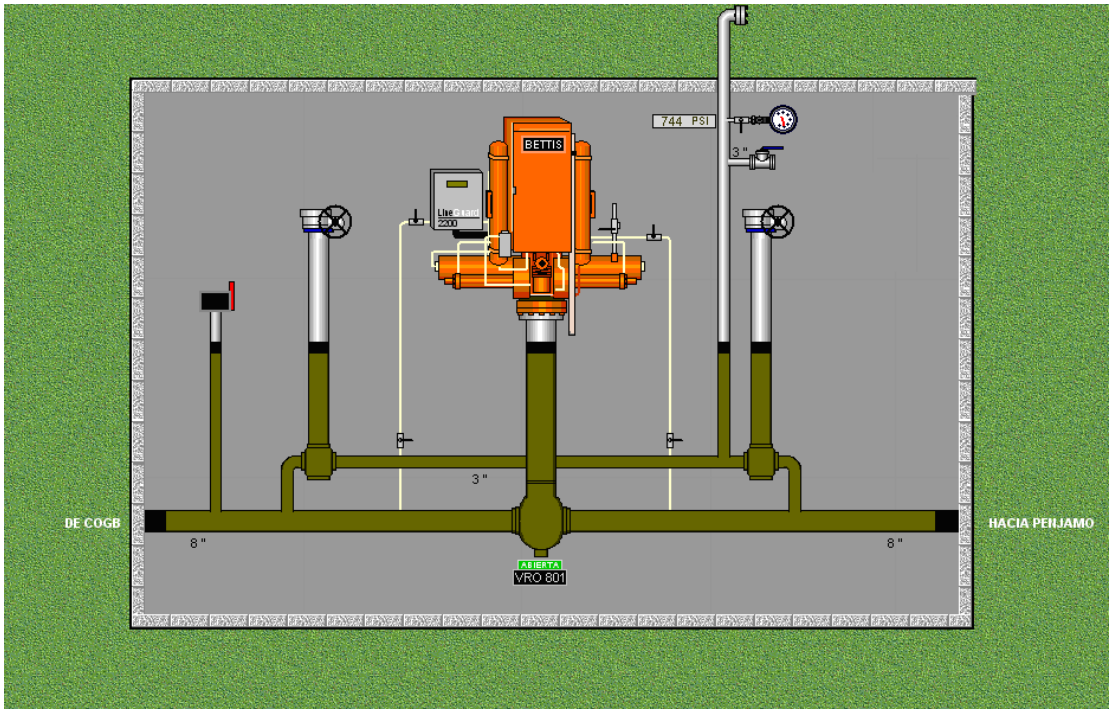
4.2.2. Tramo Estación Uno (Payoa) – Estación COGB (Barrancabermeja)

Este tramo es el más reciente construido y está conformado como se indica a continuación

4.2.2.1 Válvula seccionadora de Pénjamo - Tag VPE - 801

Esta válvula está ubicada en el k36+061, es de bola WKM, Dynaseal de 8”, 600 ANSI, bridada, serial 110071814-2, modelo LF2H, instalada enterrada, con vástago extendido, con una actuador BETTIS 33HD.

Figura 8. Válvula seccionadora Penjamo



La válvula de bloqueo WKM de 8” y la del by-pass son de flujo bidireccional por lo que no requiere modificar su posición. Se recomienda utilizar dispositivo de detección de limpiador No Intrusivo

- **Actuador Bettis**

El actuador instalado en esta Válvula es un Bettis, model spring return, 600 ANSI, con la toma del suitche de baja agua abajo. La configuración de la instrumentación no requiere modificación

- **Válvulas del bypass**

El by-pass tiene dos válvulas de tapón de 3” marca Nordstrom, serie 6FAK2245, de cierre manual, de extremo soldados, que no es necesario invertirla puesto que es de flujo bidireccional.

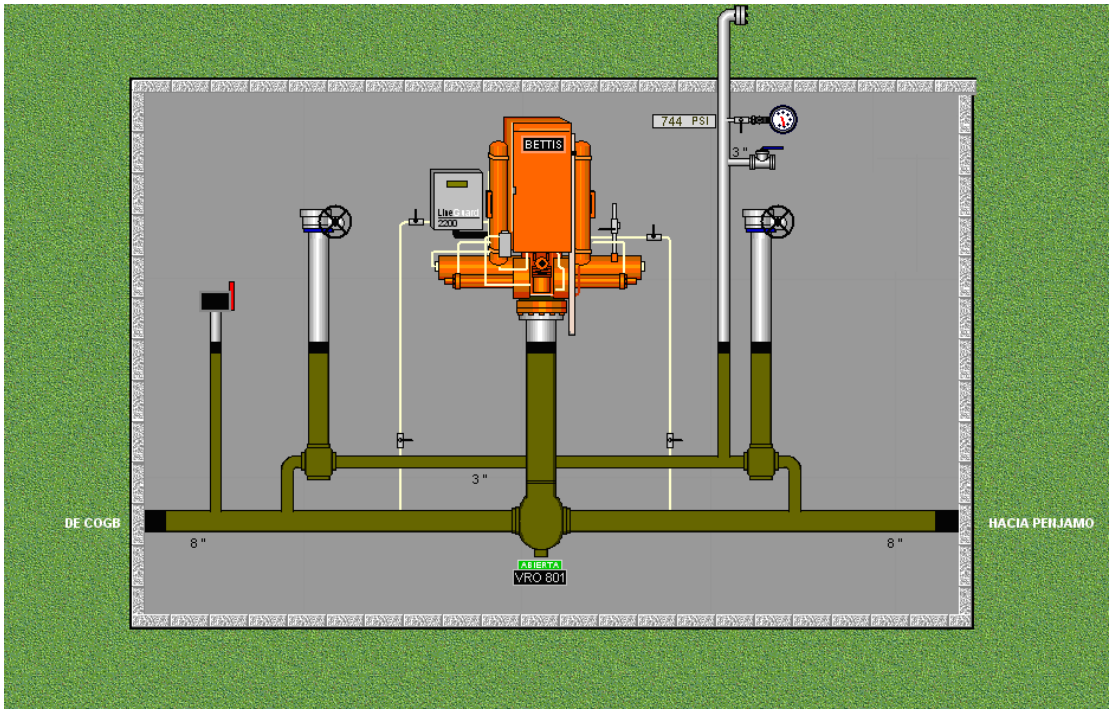
- **Indicador de paso de marrano**

El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

4.2.2.2. Válvula seccionadora de El Rodeo - Tag VRO - 801

Esta válvula está ubicada en el k15+041, es de bola WKM, Dynaseal de 8”, 600 ANSI, bridada, serial 110071814-1, modelo LF2H, instalada enterrada, con vástago extendido, con una actuador BETTIS 33HD.

Figura 9. Válvula seccionadora Rodeo



La válvula de bloqueo WKM de 8” y la del by-pass son de flujo bidireccional por lo que no requiere modificar su posición.

- **Actuador Bettis**

El actuador instalado en esta Válvula es un Bettis, model spring return, 600 ANSI, con la toma del suitche de baja agua abajo. La configuración de la instrumentación no requiere modificación.

- **Válvulas del bypass**

El by-pass tiene dos válvulas de tapón de 3” marca Nordstrom, serie 6FAK2245, de cierre manual, de extremo soldados, que no es necesario invertirla puesto que es de flujo bidireccional.

- **Indicador de paso de marrano**

El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

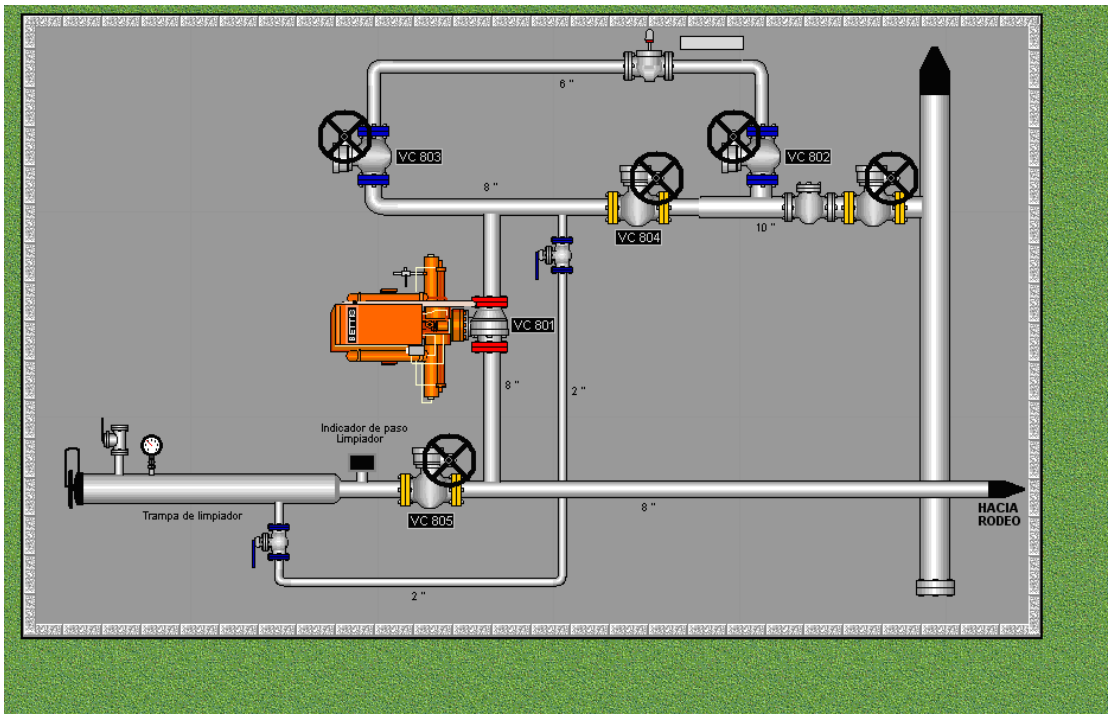
4.2.2.3. Estación Centro operacional de Barrancabermeja (COGB)

Esta es la estación de medición de recibo actual, que se convertirá en la estación de entrega de gas al gasoducto de Ballena - Barranca, consta de los siguientes elementos mayores, tomados en el sentido de flujo actual:

1. Válvula de bloqueo, 8”, WKM, bridada
2. Válvula de retención (cheque), Marca CRANE 10”x 600 ANSI, Tipo Lengüeta, Full open
3. Un by-pass al sistema de medición por turbina que consta de:
   a) Válvula de bloqueo, 8”, WKM, bridada
   b) Turbina de 6”, bridada (FET-001)
   c) Válvula de bloqueo, 8”, WKM, bridada
   d) Válvula de bloqueo, 8”, WKM, bridada (Válvula de bloqueo del by-pass)
   e) Válvula de bloqueo, 8”, WKM, bridada, con actuador Bettis
   f) Trampa de lanzamiento de 8”X10” con sistema de pateo de 2” con 2 válvulas una Nordstrom bridada saliendo de la trampa y otra de bola e la entrada a la tubería del by pass de medición y su drenaje con válvula. Este

drenaje no está conectado a ningún sistema puesto que la trampa actualmente es de lanzamiento.

Figura 10. COGB Centro operacional Barrancabermeja



- **Válvulas de bloqueo de 8”**

Ninguna de estas válvulas necesita ser modificada en su posición actual pues son de flujo bidireccional como se indicó anteriormente

- **Válvula cheque**

Esta válvula debe retirarse.

- **Trampa de lanzamiento de 8”x10” actual**

La salida del pateo de la trampa debe ser reubicado como se muestra en el plano “COGB Planta y perfil acotado modificado.dwg” del anexo No. 1

- **Indicador de paso de marrano**

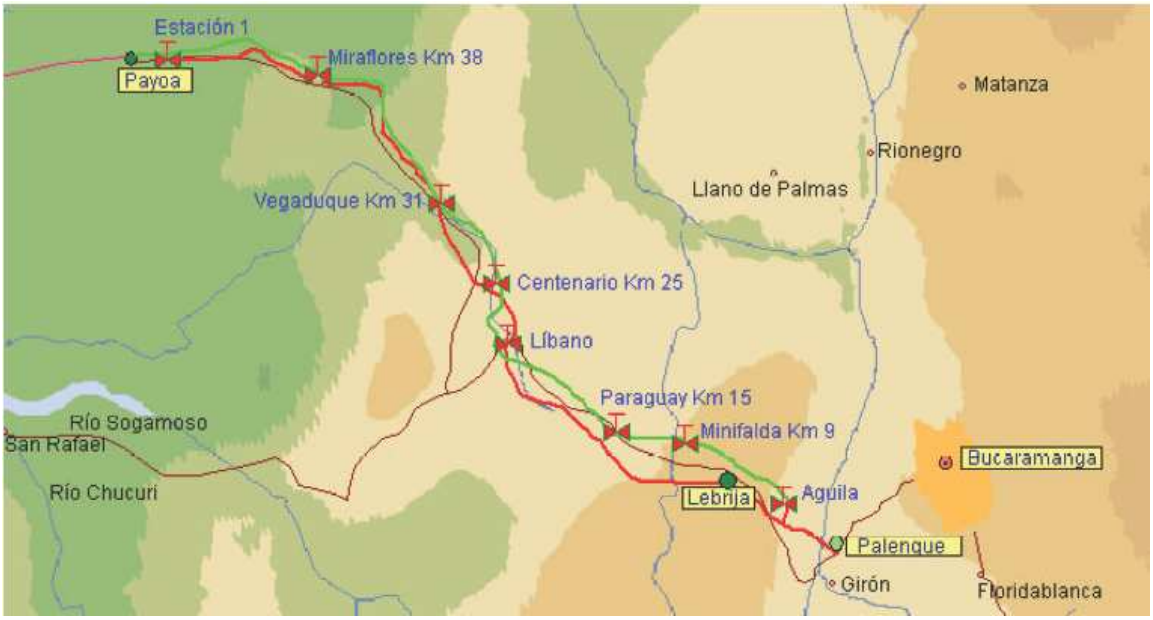
El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

- **Sistema de pateo de la trampa**

Al invertir el sentido de flujo se debe modificar la ubicación de la válvula de pateo y la de entrada al gasoducto. La conexión actual de la válvula sobre la trampa debe clausurarse con una brida ciega. La nueva conexión debe colocarse a 1.80m de la tapa de la trampa mediante weld-o-let de 2”, y brida donde se instalará la válvula de tapón de 2”, Nordstrom. La entrada al gasoducto se hará mediante weld-o-let de 2”, donde se instalará la brida de la válvula de 2”, aguas arriba del medidor. Ver Anexo Plano “COGB Planta ”

4.3. GASODUCTO DE 6” BUCARAMANGA - PAYOA

Figura 11 Diagrama en planta de Gasoducto Bga – Payoa



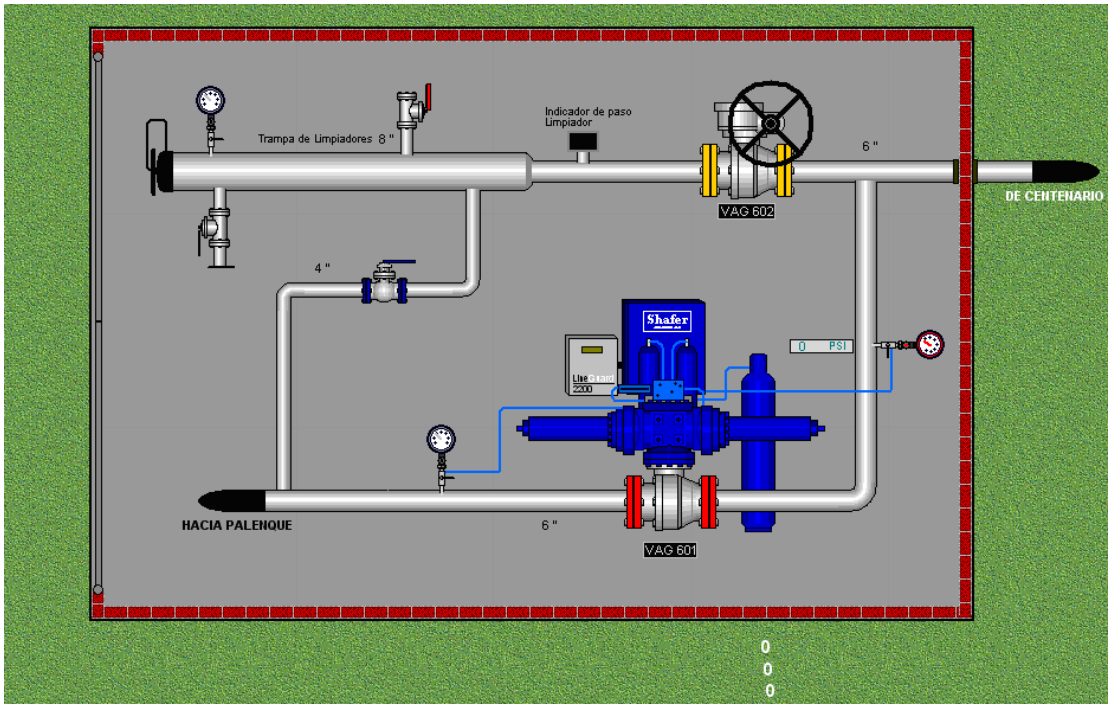
Esta gasoducto cuenta con una estación, Payoa (Estación Uno), siete (7) válvulas de seccionamiento, una (1) trampa de envío y una (1) trampa de recibo.

En análisis y recomendaciones se hará para cada una de las estaciones, válvulas Seccionadoras y trampas.

4.3.1. Estación las Águilas

Esta estación consta de la trampa de recibo de raspatubos, válvula de bloqueo del gasoducto con un actuador Shaffer, válvula de bloqueo de la trampa, válvula de by-pass de la trampa de 2”, válvula de drenaje de la trampa como se describen a continuación.

Figura 12. Estación Aguilas



- **Válvula de seccionamiento Tag VAG-601**

Esta es una válvula de bola de 6”, bridada, WKM, modelo 370D-4 con actuador Shaffer que puede funcionar en forma bidireccional por lo que no requiere modificación.

- **Válvula de bloqueo de la trampa**

Es una válvula de 6”, de bola, bridada, WKM, modelo 370E-4E que es bidireccional por lo que no requiere modificación.

- **Válvula de pateo y drenaje**

Estas válvulas son de tapón de 2”, bridadas, marca Nordstrom que no requieren ninguna modificación en su instalación

- **Indicador de paso de marrano**

El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

4.4. VÁLVULA DE BLOQUEO MINIFALDA VMN-01

Esta válvula de 6”, de compuerta, bridada, marca WALWORTH, del tipo de la figura siguiente, modelo stem cr-13 con serial 388394 y sus dos válvulas de 2” bola, WKM, roscadas del by-pass, no requieren modificación en su instalación puesto que pueden fluir en los dos sentidos.

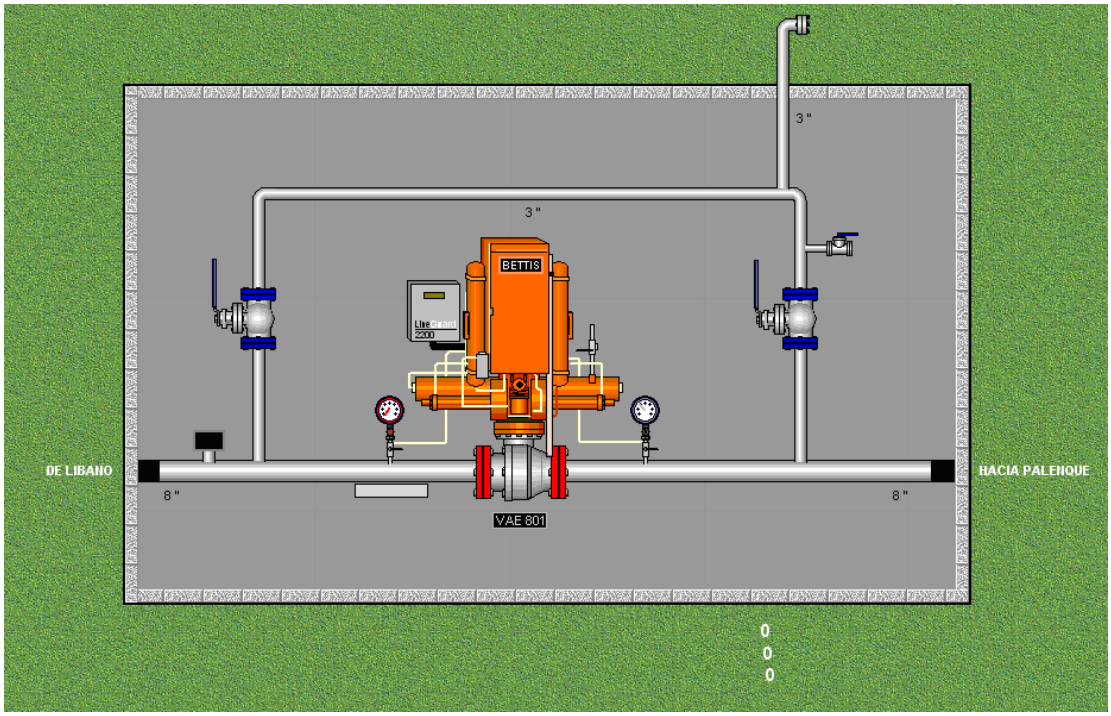
4.5. VÁLVULA DE BLOQUEO PARAGUAY VPA-01

Esta válvula de 6”, de compuerta, al igual que la válvula anterior de Minifalda bridada, marca KITZ, modeloF1480 y sus dos válvulas de 2” bola, WKM, roscadas del by-pass, no requieren modificación en su instalación puesto que pueden fluir en los dos sentidos.

4.6. VÁLVULA DE BLOQUEO CENTENARIO VCE-01

Esta válvula de 6”, de bola, bridada, marca WKM, modelo 370D-4, con actuador Bettis y sus dos válvulas de 2” bola, WKM, roscadas del by-pass, no requieren modificación en su instalación puesto que pueden fluir en los dos sentidos

Figura 13. Válvula seccionadora Centenario



- **Indicador de paso de marrano**

El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

4.7. VÁLVULA DE BLOQUEO VEGADUQUE VVE-01

Esta válvula de 6”, de compuerta, bridada, marca KITZ, modelo F-1480, sin actuador y sus dos válvulas de 2” bola, WKM, roscadas del by-pass, no requieren modificación en su instalación puesto que pueden fluir en los dos sentidos

4.8. VÁLVULA DE BLOQUEO MIRAFLORES VMI-01

Esta válvula de 6”, de compuerta, bridada, marca KITZ, modelo F-1480, sin actuador y sus dos válvulas de 2” bola, WKM, roscadas del by-pass, no requieren modificación en su instalación puesto que pueden fluir en los dos sentidos

4.9. ESTACIÓN PAYOA (K 000+000)

La estación Payoa consta de la trampa de envío de 6”x8”, 2 válvulas de compuerta de 6” y la válvula de pateo de 2.”

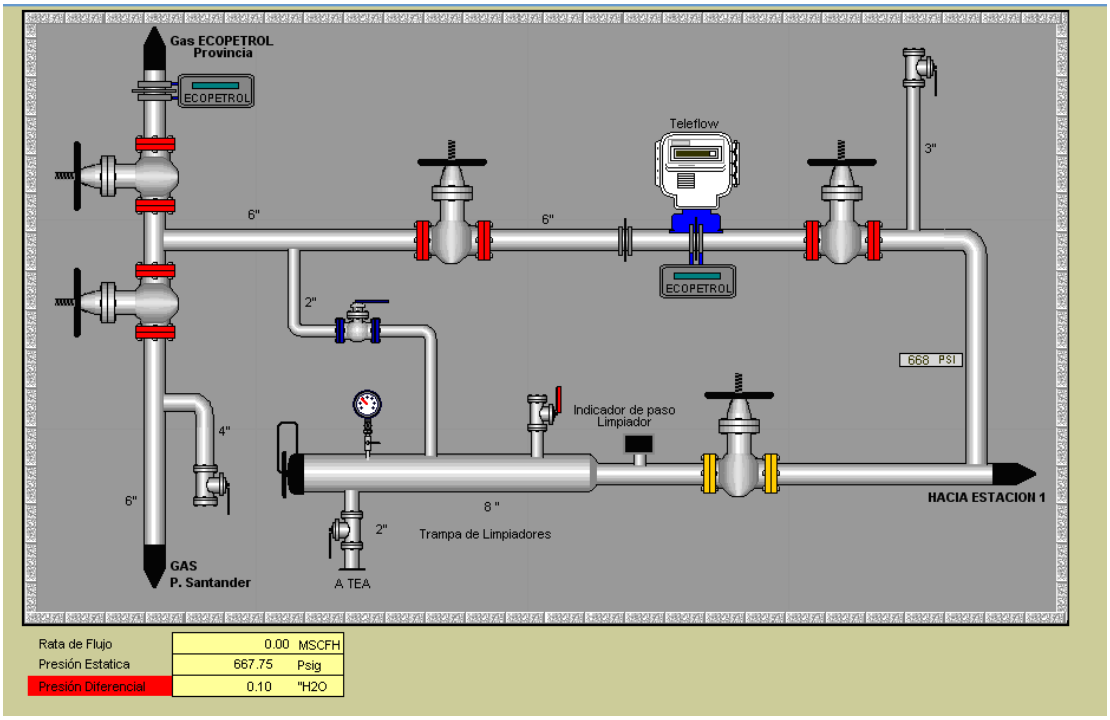
- **Válvula VE-601**

Esta válvula de 6”, de globo, bridada, marca Nordstrom, sin actuador bloquea el flujo de gas de PETROSANTANDER no requieren modificación en su instalación puesto el flujo siempre será en el sentido actual

- **Válvula VE-601A**

Esta válvula de bloqueo de la trampa, es de 6”, de compuerta, bridada, marca WALWORTH, modelo Stem cr-13, sin actuador no requieren modificación en su instalación puesto que pueden fluir en los dos sentidos.

Figura 14. Estación Payoa Petrosantander



- **Trampa de Payoa**

Esta trampa al convertirse en trampa de recibo requiere que la tubería de pateo de la trampa se extienda en aproximadamente 150 m, en 4” para conectarse con el gasoducto de 8” saliendo con weld-o-let 4”, este será el único cambio requerido.

– **Indicador de paso de marrano**

El indicador de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, por lo que requiere modificación en su posición.

CAPITULO 5

Las alternativas propuestas como sistemas de medican a instalar en la estación COGB son las siguientes, teniendo en cuenta que este debe manejar la medición en sentido biridireccional, se adjuntan las características técnicas para cada una de las alternativas.

5.1. SISTEMA DE MEDICIÓN COGB

Medidor de flujo es tipo turbina Equimeter Mark II 6" T-30 para un caudal máximo de 41 MMSCFD a una presión máxima de 1200 psig y mínima de 800 psig. Dimensionado de conformidad con ANSI 16.5., con Computador de flujo con Telecorrector 3530-50B Bristol Babcock con Rango 2000 psi static, Standard program (non-ACCOL), 12V, 7 Ah Lead acid cell with 3530-S 4.5W, 12V Solar Panel system (Solarex Model SX-5/12) code 1030 RS2322, Class 1 Div 2 UL/CUL With RTD 3530-H - 2, 2-1/2" Thermowell

Este sistema debe reemplazarse, para tener un medidor que permita la medición en los dos sentidos, motivo por el cual se recomienda instalar un medidor ultrasónico o coriolis con las siguientes características:

- **Medidor ultrasónico**

El Medidor de flujo Ultrasónico Serie Senior Sonic de 6” deberá tener por lo menos las siguientes características:

1. Sensor

- Inlet/Oulet Process Connections: 6-in / ANSI 600#RF, SCH 80
- Number of Transducers/Paths: 8 Transducer, 4 paths
- Flow Direction: Unidirectional-Bidirectional
- Area Classification: Intrinsically safe (Note 1)

2. Meter Tube

- Line size / Schedule: 6 " / sch 80
- Outer and Flange: Flange 6" x 600
- Profiler plate: Yes
- Number of section: Tree, Orifice for PT, TT

3. Transmitter

- Flow Accuracy: 0,1% relative to Flow Lab (Note 2)
- Repeatability: 0,05% from 5 to 100 fps
- Rangeability: 100:1
- Frecuency Outputs: (4), 0-1000/5000 Hz
- Analog Ouputs: Yes, 4 - 20 mA
- Power Supply: 24 Vdc Low consumption 6 watt max.
- Area Classification: Class I, Div. 1, Gr. D
- Comm port: Yes, RS485/232
- Electric connections: NPT Connections

  NOTAS:

  1- Meter transducers shall be serviced without power the unit off.

  2- Calibration by CESSI Lab. With six (6) point plus one verification point.

- **Medidor Coriolis**

El medidor Coriolis recomendado tiene las siguientes características:

1. Sensor

- Referencia CMF400M453NQBASZZZ
  Modelo: Micro Motion Coriolis ELITE sensor; 4-inch; 316L stainless steel, Conexiones de proceso: 6-inch ANSI CL600 weld neck raised face flange, Opciones de estuches: Standard pressure containment, Interfase de la electrónica: 4-wire epoxy-painted aluminum integral core processor for remote mount transmitters, Conexiones de conductos: 1/2-inch NPT - no gland, Aprobaciones: CSA (US and Canada), Spanish installation manual, Calibration Options: 0.10% mass flow and 0.0005 g/cc density calibration, Software de aplicación de medidas: No measurement application software, Standard product

2. Electrónica

- Ref. 2700R12ABASZZZ
  Micro Motion Coriolis MVD multivariable flow and density transmitter, 4-wire remote mount transmitter, Alimentación: 18 to 100 VDC and 85 to 265 VAC; self switching, Pantalla: Backlit dual line display for process variables and totalizer reset, Salida: One mA; one frequency; RS485, Conexiones de conductos: 1/2-inch NPT - no gland, Aprobaciones: CSA (US and Canada), Spanish installation manual and Spanish configuration manual, Flow and density variables (standard), No software options 2, Standard product

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El sistema de medición del GOGB debe modificarse, retirando el medidor tipo turbina e instalando un medidor tipo Coriolis o tipo Ultrasónico.

2. Los sistemas de medición de la Estación Palenque no deben modificarse, dado que estos se encuentran ubicados aguas abajo del sistema de filtración y regulación respectivamente.

3. Las Válvulas seccionadoras de bloqueo no requieren ninguna modificación como son el caso de:
   Aeropuerto, Minifalda, Paraguay, Centenario, Vega Duque, Miraflores, Penjamo, Rodeo, no obstante el fabricante de algunas de ellas como son el caso de las WKM recomiendan un sentido de instalación, se recomienda a medida de las posibilidades y aprovechando mantenimientos en las líneas que permitan invertirse estas válvulas para un mejor desempeño.

4. Los actuadores de las Válvulas pueden conservar la configuración de la instrumentación actual, de todas formas se recomienda seguir un solo estándar en cuanto al monitoreo de la linea, para esto se puede tomar como modelo conectar la instrumentación de monitoreo de presión siempre del lado aguas debajo de la válvula.

5. Las válvulas de tapón Nordstrom, usadas en los By-pass bridadas no necesitan modificarse, por ser válvulas biridireccionales, esto quiere decir que su desempeño en cualquier dirección es el mismo.

6. Los Indicadores de paso de marrano TDW tipo bandera, unidireccional, requiere modificación en su posición mediante el uso de una maquina de

obturación tipo TDW 101 o similar, dado que su mecanismo trabaja en un solo sentido.

7. En la Estación Uno debemos considerar lo siguiente:

   a) Para la válvula reguladora Masoneilan de la estación Uno podemos considerar dos alternativas:
      I) Retirar la válvula pues en sentido de flujo inverso no tiene ninguna función
      II) Conservarla, construyendo un by-pass de 4” con 2 válvulas de bloqueo

   b) En la trampa de 8” de recibo actual debe reubicarse la válvula pateo, para que trabaje como válvula de recibo.

8. En la Estación Payoa debemos considerar lo siguiente:

   a) La Trampa de 6” de Payoa debe convertirse en trampa de recibo para lo cual requiere que la tubería de pateo de la trampa se extienda en aproximadamente 150 m, en 4” para conectarse con el gasoducto de 8” saliendo con weld-o-let 4”, brida y válvula de 4” de tapón marca Nordstrom o similar.

9. En la Estación COGB Centro Operacional Barrancabermeja se debe considerar lo siguiente:

   a) la trampa se debe adecuar como trampa de recibo esto es modificando la linea de recibo como linea de pateo, el indicador de paso de limpiador invertir su posición.

10. En este documento se anexa los planos isométricos de la estación Palenque con sus respectivas modificaciones, además el plano isométrico de la estación de recibo del gas Gibraltar que se deberá construir dado que este gas debe ser entregado a Ecopetrol o TGI por lo tanto se requiere ser medido, filtrado y si es el caso regulado a una presión menor

11. Adicionalmente se anexa los perfiles de presiones del gasoducto de Gibraltar Bucaramanga en donde se puede apreciar que de acuerdo al volumen estimado a transportarse como es el caso de aproximadamente 30 MMPCD tenemos presiones superiores a los 1000 Psig a la llegada en la estación, Palenque-Bucaramanga en tal sentido y revisando los resultados de la corrida del gasoducto completo con el software Hysys vemos que se cumplen todas las condiciones técnicas para la entrega del gas a los remitentes dentro de los acuerdos contractuales y normatividad establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

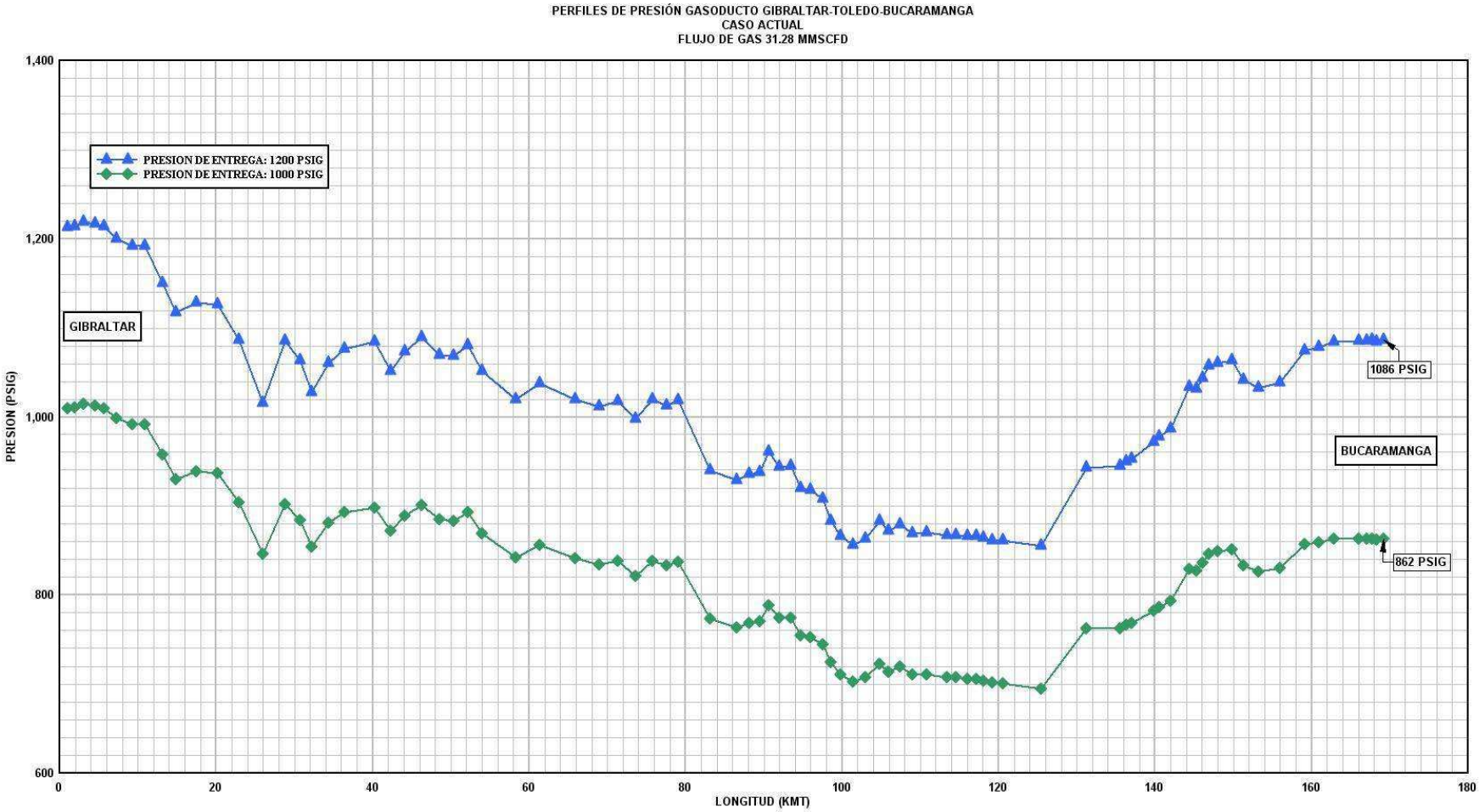
1. GPSA ENGINEERING DATA BOOK. Twelfth Edition
2. SURFACE PRODUCTION OPERATIONS. Ken Arnold Maurice Stewart. Second Edition. Volume 2. (Design of Gas-handling Systems and Facilities)
3. RULES OF THUMB. Handbook. E.W. McAllister, Editor. Seventh Edition. (a manual of quick, accurate solutions to everyday pipeline engineering problems).
4. AISC. Norma AISC-2005. Versión 2005. Normas para el Diseño de Estructuras de Acero de Estructuras Metálicas.
5. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Norma NSR-98. Versión 1997. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Ley 400 de 1997.Decreto 33 de 1998
6. ASME. Norma ASME Sec. 9. Version 2007. Welding and Brazing Qualifications.
7. ASME. Norma ASME Sec. 8 Div 1. Version 2007. Boiler and Pressure Vessel Code.
8. ASCE. Norma ASCE/SEI 7-05. Version 2006. Minimum Design Load in Building and Other Structures.
9. ANSI. Norma ANSI A 14.3. Version 2002. American National Standard for Ladders - Fixed - Safety Requirements.
10. API. Norma API 650. Version 2009. Welded Steel Tank for oil Storage.
11. ISA. Norma ISA COMPLETE SET. Version 2008. ISA Standards Library for Automation and Control
12. ASME. Norma B31.8. Version 2007. Gas transmission and distribution piping systems.
13. ASME. Norma ANSI/ASME B 16.5. Version 2009. Steel Pipe Flanges and Flanged Fitting.
14. ASME. Norma ANSI/ASME B 16.9. Version 2007. Factory Made Wrought Steel but Welding Fitting.

15. ASME. Norma ANSI/ASME B 16.47. Version 2006. Large Diameter Steel Flanges
16. ASME. Norma ANSI/ASME B 16.11. Version 2009. Forged Steel Fittings, Socket. Welding and Threaded.
17. ASME. Norma ANSI/ASME B36.10. Version 2004. Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.
18. ASME. Norma ANSI/ASME B16.36. Version 2009. Steel Orifice Flange.
19. API. Norma API 1104. Version 2008 Welding of Pipelines and related facilities.
20. API. Norma API RP1107. Version 1991. Pipeline Maintenance Welding Practices.
21. API. Norma API 5L. Version 2007. Specifications For Line Pipes.
22. API. Norma API 600. Version 2009. Steel Gate Valves, flanged and butt-welding ends, Bolted Bonnets.
23. API. Norma API Spec 6D. Version 2008. Specification for Pipeline Valves
24. MSS. Norma MSS-SP-75. Version 2008. Specifications for High Test Wrought Butt-Welding Fittings.
25. MSS. Norma MSS-SP-44. Version 2006. Steel Pipe Line Flange
26. ICONTEC. Norma NTC 3949. Versión 2002.Estaciones de Regulación de Presión para líneas de transporte y redes de distribución de gas combustible.
27. ICONTEC. Norma NTC 2050. Versión 1998 1ªActualización. Código Eléctrico Colombiano.
28. IEEE. Norma ANSI/IEEE C37.13.1. Version 2006. IEEE Standard for Definite Purpose Switching Devices for Use in Metal-Enclosed Low-Voltage.
29. NEMA. Norma ANSI/NEMA C84.1. Version 2006. Electric Power Systems and Equipment -Voltage Ratings.
30. NEMA. Norma WC 50-1976/ICEA P-53-426. Version 1999. Ampacities, Including Effect of Shield Losses for Single Conductor Solid Dielectric Power Cable 15 kV through 69 kV.
31. NFPA. Norma NFPA 54. Version 2009. National Fuel Gas Code.

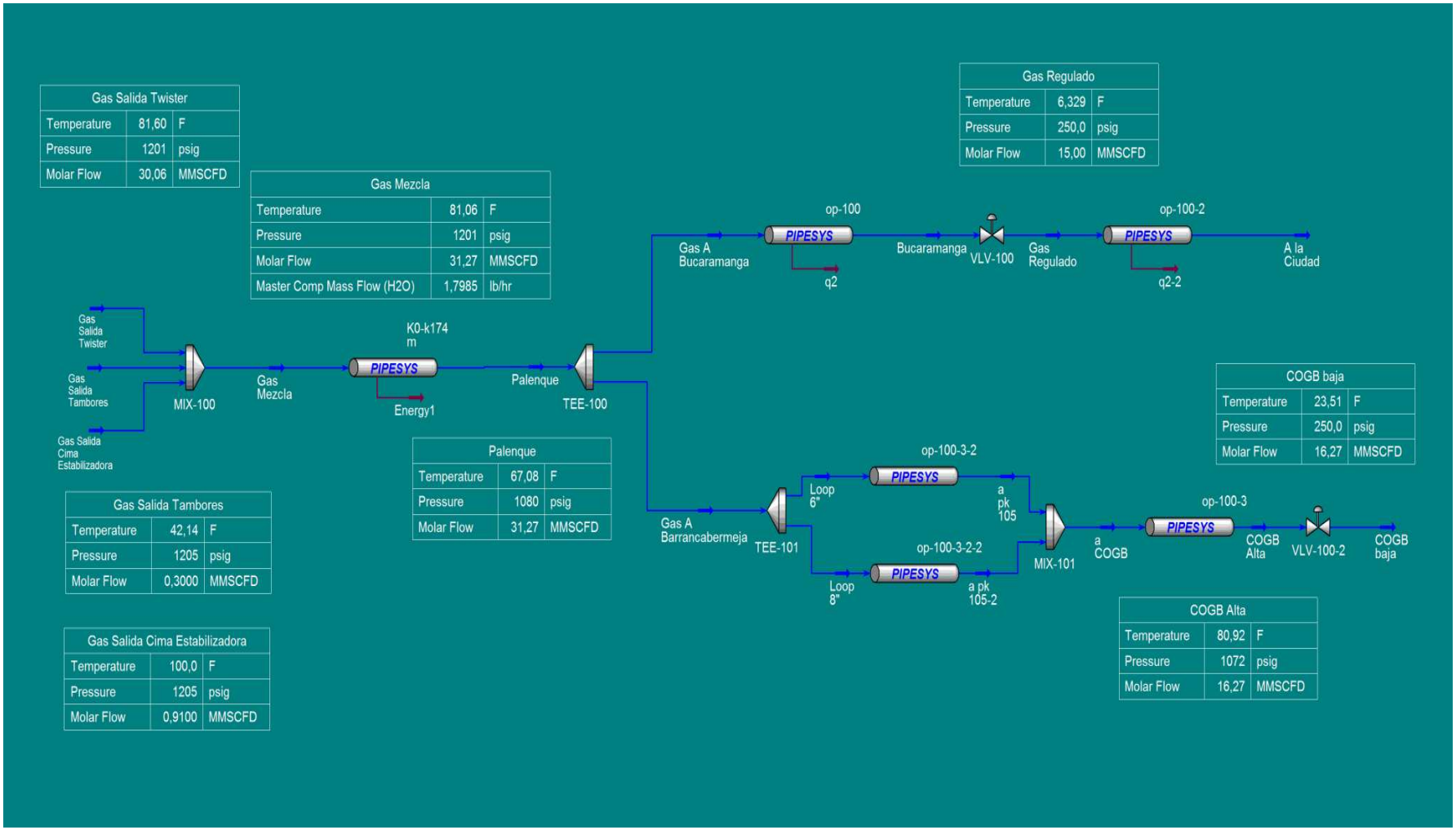
32. NFPA. Norma NFPA – 70. Version2008. Standard for Electrical Safety in the Workplace.
33. NFPA. Norma NFPA - 10. Version 2007. Portable Fire Extinguishers
34. NFPA. Norma NFPA – 14. Version2008. Standard on Motion Picture and Television Production Studio Soundstages and Approved Production Facilities.
35. NFPA. Norma NFPA - 15. Version 2009. Fire Safety in Racetrack Stables.

ANEXOS

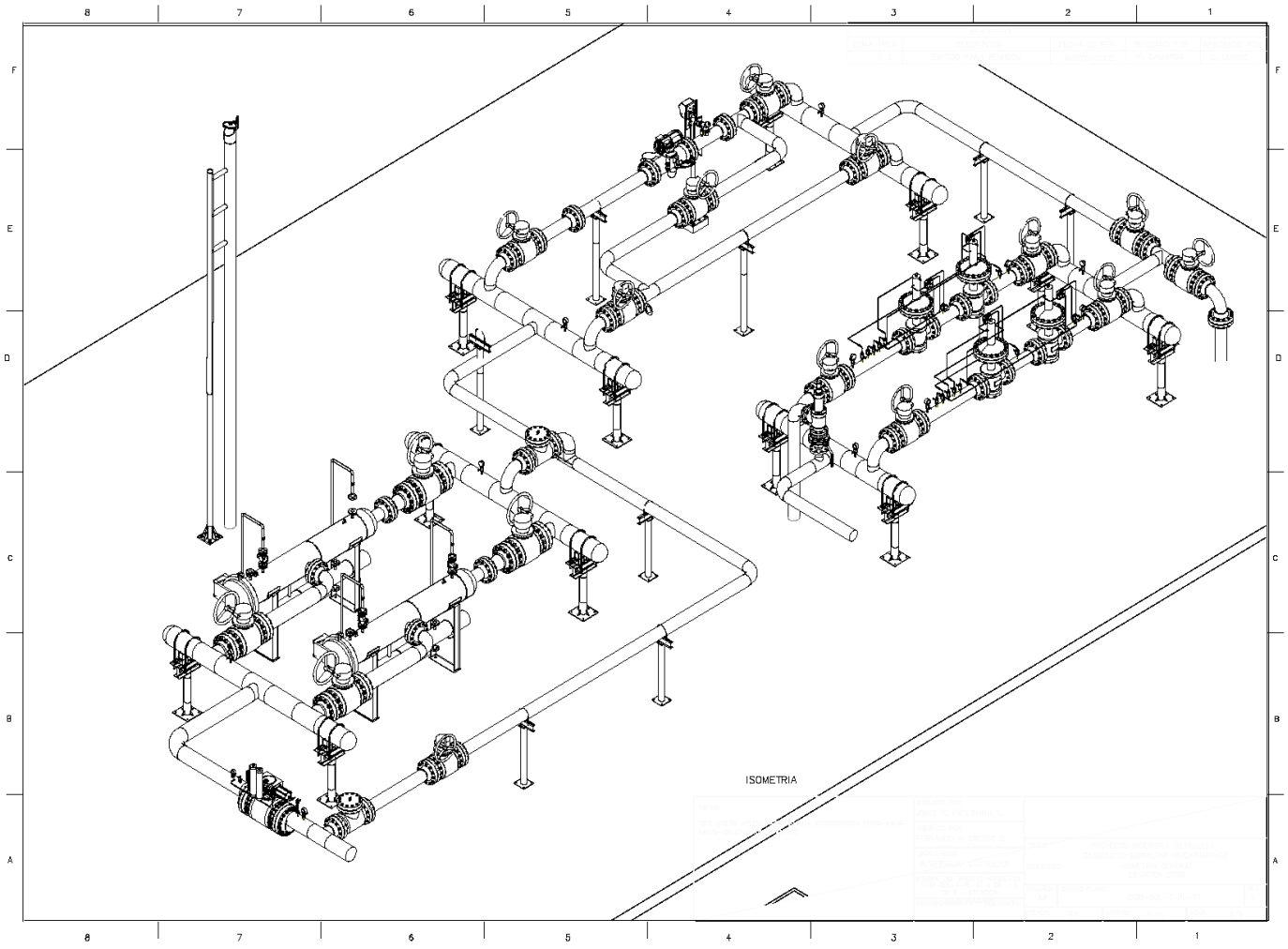
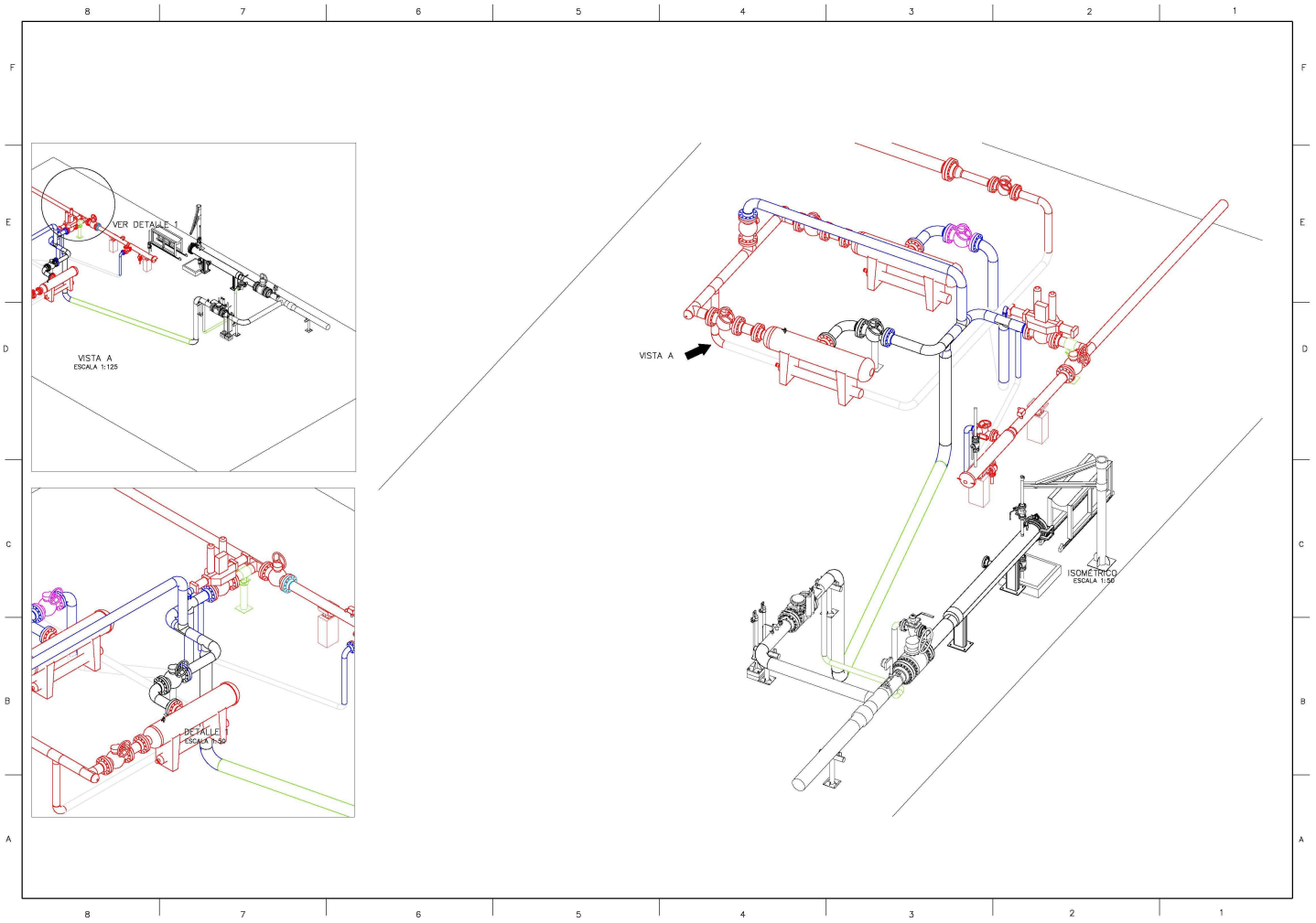
Anexo 1. PERFILES DE PRESIÓN GASODUCTO GIBRALTAR TOLEDO BUCARAMANGA



Anexo 2. SIMULACIÓN GASODUCTO SOFTWARE HYSYS



Anexo 2. ISOMÉTRICO ESTACIÓN COGB



Anexo 3. ISOMÉTRICO ESTACIÓN PALENQUE