

**“DISEÑO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA ESTACIÓN DE GAS NATURAL
PARA INDUSTRIAS CON OPCIÓN DE ACCEDER A DOBLE RED DE
SUMINISTRO”**

GUILLERMO AVILA ROMERO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
ESPECIALIZACION EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA**

2011

**“DISEÑO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA ESTACIÓN DE GAS NATURAL
PARA INDUSTRIAS CON OPCIÓN DE ACCEDER A DOBLE RED DE
SUMINISTRO”**

GUILLERMO AVILA ROMERO

**Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialista en
Ingeniería del gas**

DIRECTOR

Ing. FAUSTINO CAMARGO SARMIENTO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA PETROLEOS
ESPECIALIZACION EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA**

2011

AGRADECIMIENTOS

*Nunca serán suficientes mis agradecimientos para mi Esposa
Luisa y mis hijos: Carmen, María & Nelson*

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETO	14
2. ALCANCE	16
3. DESARROLLO	18
3.1 ANÁLISIS JURÍDICO Y NORMATIVO	18
3.2 ANÁLISIS TÉCNICO	20
3.2.1 Bases de Cálculo	21
3.2.1.1 Composición del Gas.	22
3.2.1.2 Configuración de la Estación.	23
3.2.1.3 Condiciones de Operación.	23
3.2.2 Filosofía De Diseño	24
3.2.2.1 Capacidad De La Estación	24
3.2.2.2 Condiciones de Presión	24
3.2.2.3 Temperatura.	25
3.2.2.4 Ruido Permisible.	25
3.2.2.5 Calidad del Gas.	25
3.2.2.6 Presión de Diseño.	25
3.2.2.7 Esfuerzo de Cedencia (S)	26
3.2.2.8 Espesor Nominal De Pared (T).	26
3.2.2.9 Factor De Diseño (F).	26
3.2.2.10 Factor De Unión Longitudinal (E).	27
3.2.2.11 Factor De Reducción De La Resistencia Por Temperatura (T).	27
3.2.2.12 Criterios Para Definir Componentes Mecánicos	27

3.2.2.13 Pinturas Para Tuberías Aéreas.	29
3.2.2.14 Obras Civiles Y Eléctricas	29
3.2.3 Filosofía De Operación Y Mantenimiento	29
3.2.4 Descripción De La Estación	31
3.2.4.1 Tren #1.	33
3.2.4.2 Tren #2.	33
3.2.4.3 Regulación.	33
3.2.4.4 Línea Común.	33
3.2.5 Diámetros y Espesores de las Tuberías	34
3.2.6 Materiales Y Equipos	35
3.2.7 Ensayos Y Pruebas	37
3.2.8. Clasificación Eléctrica	38
3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO	38
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFIA	44
ANEXOS	45

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición del Gas	22
Tabla 2. Selección de valvulas	27
Tabla 3. Valores de Diámetros y Espesores de tuberías.	34
Tabla 4. Listado de Materiales y Equipos	35
Tabla 5. Información y calculo para determina beneficios económicos	40
Tabla 6. Flujo de caja capitalizado mensualmente (Tasa de INT. 4.5% E.A)	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. DIAGRAMA DE BLOQUES, DISEÑO GENÉRICO	46
ANEXO 2. P&ID, DISEÑO GENÉRICO	48
ANEXO 3. SIMBOLOGÍA GENERAL	50
ANEXO 4. VISTA ISOMETRICA	52

RESUMEN

TITULO: “DISEÑO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA ESTACIÓN DE GAS NATURAL PARA INDUSTRIAS CON OPCIÓN DE ACCEDER A DOBLE RED DE SUMINISTRO”*

AUTOR: GUILLERMO AVILA ROMERO**

PALABRAS CLAVES: Suministro de respaldo, Automatización, estación, Beneficios económicos, Aplicabilidad

Esta monografía busca demostrar la viabilidad del diseño genérico de una Estación de Gas Natural, para empresas con opción de recibir gas desde dos redes de suministro: Red de Distribución y Sistema Nacional de Transporte; dicha viabilidad es estudiada en sus aspectos jurídicos, técnicos y económicos.

Se espera que demostrada la viabilidad del diseño genérico, éste sea aplicable en empresas colombianas, en las cuales una vez realizado el estudio Técnico-Económico respectivo, se obtengan los beneficios económicos, operacionales y ambientales que el diseño ofrece. La decisión sobre la aplicabilidad del diseño dependerá del resultado del estudio mencionado, el cual considerará para cada caso particular los siguientes factores: Caudal, disponibilidad y precios del gas, diámetro y longitud de la nueva conexión; condiciones de operación, físicas, ambientales, etc.

Los aspectos bajo los cuales se estudia la viabilidad del diseño planteado son:

-Aspecto Jurídico: Analiza las normas y reglamentaciones que regulan este tema en el país, emanadas de la CREG y establecidas en el RUT, demostrándose que no existe impedimento legal para aplicar este diseño.

-Aspecto Técnico: Demuestra que mediante el ordenamiento e instalación apropiada de equipos, tuberías y accesorios, se logra que la estación cumpla las funciones básicas para este tipo de operaciones: Limpieza, filtrado, medición, regulación y seguridad; incluyendo adicionalmente automatización en la selección de la red de suministro normal y la de respaldo; así como en el sistema de drenajes.

-Aspecto Económico: Establece las bondades económicas en la recuperación de la inversión y en la reducción de egresos, mediante eliminación del cargo por distribución.

Se concluye del análisis, que el diseño es totalmente viable y aplicable.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería de petróleo, Especialización en Ingeniería del Gas, Director Ing. Faustino Camargo Sarmiento

SUMMARY

TITLE: "TECHNICAL-ECONOMIC DESIGN OF A NATURAL GAS STATION WITH OPTION FOR ACCESS INDUSTRIES DUAL SUPPLY NETWORK"

AUTHOR: AVILA GUILLERMO ROMERO**

KEYWORDS: Provision of support, automation, station, Economic Benefits, Applicability

This paper seeks to demonstrate the viability of the generic design of a Natural Gas Station, for companies with the option to receive gas from two different supply networks: Distribution Network and National Transportation System. The viability of the mentioned design, will be studied from legal, technical and economic perspectives.

It is expected that, once the viability of the generic design is demonstrated, it would be applicable to Colombian companies. After completing the appropriate technical- economical assessment, Colombian companies will obtain economic, operational and environmental benefits. The decision over the feasibility of the design, depends on the outcome of the above test, which will consider for each situation the following factors: gas flow, availability and price, diameter and length of the new connection, operating, physical and environmental circumstances, etc.

The viability of the design is studied taking into account the following aspects:

-Legal Aspect: Analyzes the enacted rules and regulations, issued by the CREG and established in the RUT, in order to show the legal viability of implementing the generic design.

-Technical Aspect: With the proper management and installation of equipment, pipes and fittings, the station will carry out the basic functions related to the operation such as cleaning, filtering, measuring, pressure control and safety; including further automation in the selection of the normal supply and the back up system, as well as in the drainage system.

-Economic Aspect: Sets the economic benefits of the new design through the recovery of investment and reducing expenses by elimination of distribution costs.

The conclusion of the analysis is that the design is completely viable and applicable.

* monograph

** Physicochemical Faculty of Engineering, School of Petroleum Engineering, Engineering Specialist in Gas, Director Ing. Faustino Camargo Sarmiento

INTRODUCCIÓN

Una vez aprobadas todas las asignaturas que corresponden al programa de la Especialización en Ingeniería del Gas - Primera Promoción, adelantada por la Universidad Industrial de Santander (UIS) en la ciudad de Bogotá, entre Febrero del 2009 y Marzo del 2011, se hace requisitoria la realización y presentación de un trabajo de grado individual en la modalidad de monografía, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Posgrado de la Universidad.

Con el fin de dar cumplimiento al requisito mencionado, se presenta esta Monografía a consideración del Comité Asesor de Programas de Posgrado, con la aspiración que sea estudiada, puesta en consideración y se obtenga la calificación de APROBADA, para así llevar a cabo la sustentación oral, entrega de copias de acuerdo con lo ordenado por la Universidad y finalmente optar el título de Especialista en Ingeniería del Gas.

Adicionalmente se debe resaltar que además de cumplir con la función de tesis de grado, este trabajo es un diseño genérico pero de aplicación real a casos específicos que actualmente se presentan en varias regiones del país, en las cuales las empresas consumidoras de gas natural ven afectada su producción por la suspensión repetida del suministro debido a accidentes, sabotajes y/o bajas presiones en las redes de distribución; teniendo en cuenta además, que dichas empresas pueden ver incrementados sus ingresos en razón de la diferencia de precios entre el gas suministrado por las Redes de Distribución y el entregado por el Sistema Nacional de Transporte..

Como puede observarse en el tema y el plan previamente aprobados, ésta monografía se denomina:

“DISEÑO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA ESTACIÓN DE GAS NATURAL PARA INDUSTRIAS CON OPCION DE ACCEDER A DOBLE RED DE SUMINISTRO”

Tal como su nombre lo indica, el contenido de este trabajo consiste en la elaboración del diseño de una estación de gas, la cual puede ser alimentada en forma automática, por dos redes existentes en cercanía al consumidor.

El objeto de la presente monografía es demostrar, como en efecto se hace, la viabilidad jurídica, técnica y económica del diseño planteado, el cual es aplicable para obtener:

A): Mayor confiabilidad en el suministro del gas natural, ya que incluye una red adicional, que respalda la operación en caso de fallas en la red que esté alimentando. .

B): Innovación tecnológica que se ve reflejada en menor operación manual y mayor control en el impacto ambiental, debidos a la automatización del sistema de selección de la red y del sistema de filtración.

C): Ventajas económicas, debido a que la recuperación de la inversión representada en la nueva estación, se obtiene en corto tiempo y además se logra una sensible reducción de egresos al eliminar el cargo por distribución

Los resultados obtenidos confirman la viabilidad jurídica, técnica y económica del diseño presentado.

Cabe mencionar que en los aspectos relacionados con los derechos de autor, patrimoniales y otros derechos conexos, al igual que los acuerdos de confidencialidad, contratos y convenio; el presente trabajo se rige por lo establecido en la legislación nacional y por los reglamentos de la Universidad Industrial de Santander

1. OBJETO

El objeto del presente trabajo consiste en lograr el diseño de una Estación de Gas Natural, que disponga de las facilidades que permitan realizar las funciones básicas en la operación de una estación: Filtrado y Separación (si son requeridos), Medición, Regulación y Sistema de Seguridad; pero con la gran diferencia, el gran atractivo, que dichas funciones (todas) pueden ser realizadas para dos ramales que manejen gas natural proveniente de dos redes diferentes, que en este caso serían la Red de Distribución y la Red de Transporte (Sistema Nacional de Transporte), en aquellos puntos en que se den las condiciones favorables de distancias, presiones, disponibilidad del gas, precios y acuerdo entre las partes participantes.

El diseño propuesto permite que la red de suministro a utilizar se seleccione previamente, (según la conveniencia se puede escoger cualquiera de las dos redes) y en caso de falla en el suministro por parte de la red seleccionada, el cambio lo realizará la estación en forma automática, mediante un arreglo en el sistema de regulación.

A pesar que este diseño puede ofrecer otras aplicaciones cuyos beneficios dependen de las condiciones particulares en cada caso, en general se persiguen los siguientes objetivos:

A- Mayor confiabilidad en la operación ya que se obtiene un respaldo en la red adicional de suministro, lo cual representa menor tiempo de suspensiones (causadas por accidentes, sabotajes u otras razones) y por supuesto mayor tiempo en producción y mayores ingresos.

B- Mas y mejores facilidades para los mantenimientos, sin que se requiera suspensiones de la operación.

C- Innovación tecnológica, ya que la nueva estación cuenta con equipos actualizados que permiten mayor grado de automatización de la operación, lo cual representa: Reducción de costos, reducción de riesgos de accidentes y mayor control del impacto ambiental mediante un sistema automático de drenajes.

D- Ventajas económicas por la utilización del gas proveniente de la Red de Transporte, significando menores egresos ya que su precio es menor y su presión es más alta, lo cual se verá reflejado significativamente en las utilidades de las empresas y en la recuperación de la inversión en la nueva estación, en tiempos muy cortos y con una alta tasa de retorno.

2. ALCANCE

Dentro del alcance de este trabajo, inicialmente se presentará el **análisis y aplicación de las normas y leyes** que regulan este tipo de actividades, garantizando el libre acceso a los sistemas de transporte de gas natural, asegurándonos así de la legalidad de la propuesta antes de continuar con los aspectos técnicos y económicos.

Luego en el **aspecto técnico**, el alcance de esta monografía es presentar en forma genérica, el diseño de una estación para una empresa no regulada o gran consumidora de gas natural, con la opción de obtener el suministro del gas desde dos fuentes: La Red de Distribución y la Red de Transporte (SNT), de tal manera que previamente se establezca esta última como fuente de suministro para la operación normal.

Dicha estación ofrecerá las facilidades para realizar las operaciones de filtrado y limpieza, medición, regulación y seguridad en la operación, por cualquiera de los dos ramales correspondientes a cada una de las fuentes de suministro y deberá cambiar de fuente automáticamente, en caso que por cualquier causa falle el suministro de la fuente seleccionada para operar (Red de Transporte).

El presente diseño además de constituirse en tesis de grado, será planteado como solución para aquellas empresas consumidoras de gas natural, con posibilidad de acceso a una segunda fuente de suministro (la Red de Transporte), adicional a la Red de Distribución fuente de suministro actual. Cada caso en particular debe ser objeto de un estudio técnico-económico, del cual dependerá la viabilidad de aplicación de este diseño y la toma de la decisión final.

En el alcance de esta monografía se incluye el **análisis económico aplicado al caso de una estación típica**, para la cual se estiman los consumos, presiones y demás características requeridas, con el fin de obtener el valor del diseño, construcción y montaje de dicha estación tipo; además se evaluará la recuperación de la inversión y la rentabilidad del proyecto, considerando la diferencia de precios del gas suministrado por cada una de las fuentes (Red de Distribución y Red de Transporte), ya que al consumir el gas de la Red de Transporte (SNT) se elimina el cargo de distribución (DT). Estas consideraciones se aplican según lo establecido en las Resoluciones de la CREG, 011 y 108 del año 2003 y 040 del año 2004.

3. DESARROLLO

3.1 ANÁLISIS JURÍDICO Y NORMATIVO

De acuerdo con las leyes 142 y 143 de 1994, se organizó la COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG), como una Unidad Administrativa Especial del Ministerio de Minas y Energía.

La CREG, de acuerdo con los artículos 74 y 73 de la Ley 142 de 1994, tiene como unas de sus funciones, regular el ejercicio de las actividades de los sectores de energía y gas combustible para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, propiciar la competencia en el sector de minas y energía, proponer la adopción de medidas necesarias para impedir abusos de posición dominante y buscar la liberación gradual de los mercados hacia la libre competencia. Igualmente es su función, establecer las reglas y condiciones operativas que debe cumplir toda la infraestructura del Sistema Nacional de Transporte, la cual ha ejercido a través de su resolución 071 de Diciembre 03 de 1999, mediante la cual se establece el Reglamento Único de Transporte del Gas Natural (RUT).

El RUT, es el “conjunto de normas de carácter general expedido por la CREG que reglamentan la actividad de las empresas que prestan el Servicio de Transporte de Gas Natural y su interrelación con los demás agentes”.

El RUT define el Sistema Nacional de Transporte como el “conjunto de gasoductos localizados en el territorio nacional, excluyendo conexiones y gasoductos dedicados, que vinculan los centros de producción gas del País con las Puertas

de Ciudad, Sistemas de Distribución, Usuarios No Regulados, Interconexiones Internacionales y Sistemas de almacenamientos”

En lo que se refiere a la presente monografía, cabe resaltar la aplicabilidad de los siguientes apartes del REGLAMENTO UNICO DE TRANSPORTE DEL GAS NATURAL (RUT):

“1.2.1 OBJETIVOS

- a) Asegurar acceso abierto y sin discriminación*
- b) Crear las condiciones e instrumentos para la operación eficiente, económica y confiable*
- c) Facilitar el desarrollo de mercados de suministro y transporte de gas*
- d) Estandarizar prácticas y terminología para la industria del gas*
- e) Fijar normas y especificaciones de calidad del gas transportado”*

“2.1 ACCESO AL SISTEMA NACIONAL DE TRANSPORTE Y SUS SERVICIOS

-2.1.1 Compromiso de acceso

“Todo transportador debe garantizar el acceso a los Sistemas de Transporte y a los Servicios de Transporte, de forma no discriminatoria y de acuerdo con lo establecido en el RUT.

Los Transportadores de Gas Natural por tubería permitirán el acceso a los gasoductos, de su propiedad o que se encuentren bajo su control, a cualquier Productor-comercializador; Distribuidor, Usuario no Regulado, Usuario Regulado (No localizado en áreas de servicio exclusivo) atendido a través de un Comercializador; Almacenador y en general a cualquier Agente que lo solicite. Dicho acceso deberá ofrecerse a cualquier agente en las mismas condiciones de calidad y seguridad establecidas en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables a esta materia, así como en el RUT y demás reglamentos que expida la Comisión”.

2.1.3 Acceso a Gasoductos Dedicados

“En el evento de Gasoductos Dedicados a los que se solicite servicio de Transporte, y este sea técnicamente factible, su propietario tendrá la obligación de permitir el acceso. Mientras el propietario no haya decidido convertirse en transportador, se requerirá autorización de la CREG, quien impondrá las condiciones para el acceso. En tal caso, el propietario del Gasoducto Dedicado tendrá las siguientes opciones: a) Convertirse en Transportador; b) Vender los activos a un Transportador; o c) continuar como operador del Gasoducto. En todo caso, la CREG podrá exigir al propietario del gasoducto, que se convierta en Transportador cuando las condiciones de utilización del gasoducto lo requieran o lo aconsejen”.

Para el caso que nos ocupa en esta monografía, se puede presentar que la Red adicional a la cual se podría conectar la estación objeto de este diseño, puede ser el Sistema Nacional de Transporte de Transporte o un Gasoducto Dedicado.

En cualquier caso, el primer paso debe ser la búsqueda de un acuerdo entre la empresa interesada en el suministro y el propietario del gasoducto, pero siempre la relación entre los dos será regulada por lo establecido y reglamentado por la CREG.

3.2 ANÁLISIS TÉCNICO

Se trata de obtener un diseño que cumpla con las operaciones básicas de una estación de gas natural: Filtración, Separación (si es requerida), Medición, Regulación, Sistemas de Seguridad y Entrega del gas al punto de consumo, Ver **Anexo 1- DIAGRAMA DE BLOQUES, DISEÑO GENÉRICO**. Sin embargo se busca en nuestro caso que la Estación sea alimentada por dos redes, de las cuales se selecciona la de más alta presión y menos costo del gas durante la operación normal, presentando como opción alterna el suministro de gas por la segunda red, en caso que la red seleccionada como prioritaria falle.

Este es un diseño genérico que aplica para empresas consumidoras que estando conectadas a una red de distribución, se encuentren ubicadas en las cercanías de tuberías del Sistema de Transporte Nacional o de Gasoductos Dedicados.

Obviamente se hace obligatorio verificar la capacidad de transporte, la disponibilidad del gas, adelantar el estudio de factibilidad técnico-económica para cada caso específico y el acuerdo con el Transportador-Distribuidor o con el propietario del Gasoducto Dedicado.

Con el fin de obtener un caso de aplicación específica, se explicará la Filosofía de de Operación a través de una simulación que toma como base la siguiente información:

Se parte del hecho que la empresa interesada en la nueva estación, consume gas natural a través de su estación conectada a una Red de Distribución. En vista que el Sistema de Transporte ofrece la posibilidad de conectarse a corta distancia (en este caso se asumen 100 M.) y tiene capacidad de transporte y gas disponible para suministrar a la empresa en mención, se plantea el diseño y construcción de una nueva Estación que incluya la opción de ser alimentada por cualquiera de las dos redes: la Red correspondiente al Sistema de Transporte o la Red de Distribución.

A continuación se presentan los detalles del Diseño y Filosofía de Operación de la Estación:

3.2.1 Bases de Cálculo

Las variables involucradas como bases de cálculo de este diseño son:

3.2.1.1 Composición del Gas. Se ha tomado en este caso, el gas de La Guajira, transportado por Promigas

Tabla 1. Composición del Gas

COMPONENTE	FÓRMULA	COMPOSICIÓN	
		PORCENTAJE MOLAR	
Metano	CH4		97.9808
Nitrógeno	N2		1.4576
Dióxido de carbono	CO2		0.1985
Etano	C2H6		0.2523
Propano	C3H8		0.0531
Agua	H2O		0.0000
Sulfuro de hidrógeno	H2S		0.0000
Hidrógeno	H2		0.0000
Monóxido de carbono	CO		0.0000
Oxígeno	O2		0.0000
i-Butano	C4H10		0.0234
n-Butano	C4H10		0.0085
i-Pentano	C5H12		0.0078
n-Pentano	C5H12		0.0005
n-Hexano	C6H14		0.0175
n-Heptano	C7H16		0.0000
n-Octano	C8H18		0.0000
n-Nonano	C9H20		0.0000
n-Decano	C10H22		0.0000
Helio	He		0.0000
Argón	Ar		0.0000
	TOTAL		100.0000
Gravedad específica real de la mezcla, a condiciones Estándar			0.5655
Poder calorífico bruto real, (@Pb y Tb), a 14.65 psia y 60F= BTU/pc			996.4
Densidad (Kg/m3)			

Fuente: www.promigas.com

3.2.1.2 Configuración de la Estación. El anexo 2 presenta el diagrama P&ID, DISEÑO GENÉRICO de la Estación, en el cual se observa la existencia de dos trenes, incluyendo cada uno etapas de Filtración, Medición y Regulación. La simbología utilizada en el diagrama P&ID, aparece en el Anexo 3- SIMBOLOGÍA GENERAL. Para tener mayor claridad sobre la conformación de la estación, se presenta una vista isométrica en el ANEXO 4- VISTA ISOMÉTRICA.

3.2.1.3 Condiciones de Operación. Cada uno de los trenes operará según las siguientes condiciones:

- **TREN #1:** Este Tren se alimenta de la conexión al Sistema de Transporte, el cual presenta las siguientes condiciones de operación:
 - a. Presión máxima: 600 psig.
 - b. Presión mínima: 450 psig.
 - c. Presión promedio: 500 psig.
 - d. Temperatura promedio 80°F.
 - e. Caudal máximo: 22 MMSCFD
 - f. Caudal mínimo: 3 MMSCFD
 - g. Caudal promedio: 10 MMSCFD

- **TREN #2:** Este Tren es alimentado por la Red de Distribución y sus condiciones de operación son las siguientes:
 - a. Presión máxima: 285 psig
 - b. Presión mínima: 150 psig
 - c. Presión promedio: 180 psig
 - d. Temperatura Promedio: 80°F
 - e. Caudal máximo: 22 MMSCFD
 - f. Caudal mínimo: 3 MMSCFD
 - g. Caudal promedio: 10 MMSCFD

3.2.2 Filosofía De Diseño

3.2.2.1 Capacidad De La Estación

- La estación será diseñada bajo el criterio de presentar capacidad suficiente, para manejar el flujo máximo a la mínima presión esperada durante la operación normal.
- Los valores de consumos aplicados para este diseño fueron estimados, pero en casos reales deben ser suministrados por el cliente.
- Se asume que el punto de conexión tiene la capacidad suficiente para suplir el consumo estimado en el numeral anterior.
- Para la selección de los sistemas de filtración, medición y regulación de presión, se tuvieron en cuenta los flujos máximos y mínimos a entregar, garantizando así la correcta operación permanentemente, durante la vida del proyecto.
- La estación y sus componentes, tendrán en capacidad de manejar el flujo de diseño en todo momento de la operación.

3.2.2.2 Condiciones de Presión

El diseño ha tenido en cuenta las presiones de operación máxima y mínima a la entrada de la estación.

La tolerancia establecida para las presiones mencionadas en el punto anterior, expresadas en Psig. es de +/- 5%.

Con el fin de trabajar en el escenario mas estricto en el establecimiento de la presión de diseño de la estación, para efecto de la selección de materiales, se consideró localidad clase 4 para efecto del presente diseño; clasificación que

obedece a los mas severos criterios y factores de seguridad y diseño establecidos por la norma ASME B.31.8 en su Capitulo V, Tabla 854.1(c) Location Class.

3.2.2.3 Temperatura. Las temperaturas de operación establecidas como mínima y máxima son de 80°F y 95°F respectivamente, y la promedio de 80°F, las cuales cumplen con el rango de mínimo 40°F y máximo 120°, establecido por el RUT.

3.2.2.4 Ruido Permisible. El nivel de ruido generado por los equipos que conforman la Estación, en ningún caso superará los 115 db, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Salud en el artículo 42 de la resolución 8321 del 4 de agosto de 1983.

3.2.2.5 Calidad del Gas. En el diseño de esta estación, se consideró que la calidad del gas es responsabilidad del Transportador y que el gas recibido cumple con las especificaciones legales de calidad, para ser transportado por el Sistema Nacional de Transporte (SNT).

El sistema de filtración del gas de la Estación, garantiza el cumplimiento de la calidad mediante la remoción que efectúan los elementos filtrantes, para un tamaño de partícula máximo de 10 micrones, establecida por el fabricante.

3.2.2.6 Presión de Diseño. La presión de diseño para la tubería de acero del gasoducto que sea requerido, se determina como sigue:

$$P = \frac{2 * S * t}{D} * E * F * T$$

P = Presión interna de diseño (Psig.)

D = Diámetro externo (Pulgadas)

S = Mínimo esfuerzo de Cedencia especificado (Psi.)(1)

t = Espesor de Pared (Pulgadas)(2)

E = Eficiencia de la unión.(3)

F = Factor de Diseño.(4)

T = Factor de corrección por temperatura del gas. (5)

Notas:

- (1).El valor de S depende del grado de la tubería, por ejemplo, para Tubería grado B, $S=35.000$ psi, para API X-42 será 42.000 Psi. (Ver tabla No.2)
- (2).Esta ecuación no incluye ninguna tolerancia para corrosión, en la determinación del espesor de pared. (Ver Tabla No.2)
- (3).Según el material usado se utilizará el factor definido en el código ASME B31.8, tabla 841.115^a.
- (4).El factor de diseño depende de la clasificación de la localidad, que en este caso se consideró como clase 4. (Ver Tabla No.2)
- (5).Este factor es 1.0 para temperaturas del gas inferiores a 250°F

3.2.2.7 Esfuerzo de Cedencia (S)

El Esfuerzo de Cedencia considerado, es el establecido en la norma de fabricación de la tubería. (Ver Tabla No.2).

3.2.2.8 Espesor Nominal De Pared (T). En la fórmula de presión, se utilizó el espesor de pared publicado en las especificaciones comerciales de la tubería. (Ver Tabla No.2)

3.2.2.9 Factor De Diseño (F). En la fórmula de diseño, se consideró el factor de diseño que cumple con la clase de localidad 4, de acuerdo con la clasificación establecida en el numeral 2.2 CONDICIONES DE PRESIÓN. (Ver Tabla No. 2)

3.2.2.10 Factor De Unión Longitudinal (E). El factor longitudinal usado fue 1.

3.2.2.11 Factor De Reducción De La Resistencia Por Temperatura (T). Se tomó el factor con valor de 1 puesto que la temperatura máxima esperada del gas, es inferior a 250°F.

3.2.2.12 Criterios Para Definir Componentes Mecánicos

a. Selección de Tuberías de Conducción hasta y desde la Estación

- La tubería a utilizar puede ser: Sin costura (seamless), con costura mediante arco sumergido (SAW), o por resistencia eléctrica (ER). La selección dependerá de precios, disponibilidad y tiempos de entrega. de la misma.
- Dependiendo de los diámetros se utilizará tubería de especificación ASTM A106 Grado B o API 5L.
- La selección de tuberías (diámetro, espesor, clase y grado), se realizará de conformidad con los requisitos mínimos señalados en ASME B31.8.

NOTA: En caso de tuberías enterradas, estas deben ser protegidas mediante el diseño e instalación de un sistema de Protección Catódica, adecuado a las características del medio y al revestimiento de la tubería.

b. Selección de Válvulas

Tabla 2. Selección de valvulas

Uso	Tipo de Válvula
Para Bloqueo, aislamiento y blowdown	Tapón
Después de regulación y de medición, donde se requiera minimizar las caídas de presión.	Bola (Paso completo)
Protección de sobre-presión.	Seguridad
Para control de presión.	Reguladoras de Presión

Fuente: El Autor

En la selección de las válvulas se aplican los siguientes criterios según el uso:

- No se utilizan válvulas de tapón lubricado, antes de los equipos de medición o control, en el sentido del flujo.
- El diseño mecánico de líneas alternas (by pass) y sus desfogues, se realizará de conformidad con los requisitos mínimos señalados en la normativa internacional cuando no exista la norma nacional.
- El diseño y selección de las válvulas se lleva a cabo, considerando siempre que el gas recibido del transportador, cumple con las normas de calidad establecidas por el RUT.

c. Condiciones de Flexibilidad

La estación se diseñará con suficiente flexibilidad para evitar esfuerzos excesivos sobre las tuberías o componentes, debidos a la expansión o contracción térmica, excesivo doblado o cargas inusuales sobre las uniones, momentos en los puntos de conexión o anclajes, etc. En los casos en que, por razón de la ubicación de la Estación, ésta coincida con una zona de riesgo sísmico, se debe considerar el requerimiento de estructuras especiales.

d. Diseño de Soportes y Anclajes

En el diseño específico de cada caso, se considerará la necesidad de anclajes y soportes, requeridos para evitar esfuerzos indeseables sobre los equipos conectados y para prevenir o amortiguar vibraciones.

e. Diseño de dispositivos limitadores y de alivio de presión

- Los venteos tendrán chimeneas (stacks) de descarga, diseñados para evitar la acumulación de agua, y serán localizados de tal forma que el gas pueda descargarse sin inducir riesgos.
- Los componentes de los sistemas limitadores o de alivio de presión, deben ser diseñados de tal manera que los diámetros de la tubería de venteo y de los

accesorios, no permitan que se presente golpeteo de las válvulas ni reducción en su capacidad de alivio.

3.2.2.13 Pinturas Para Tuberías Aéreas. Las tuberías y elementos que conforman la Estación, deben ser recubiertas mediante un sistema de pinturas para protección externa, con el fin de prevenir la corrosión atmosférica. Dicho sistema, será diseñado en concordancia con las características del medio en cada caso específico.

3.2.2.14 Obras Civiles Y Eléctricas

- **Diseño Arquitectónico y de Obras Civiles**

Los diseños arquitectónico, estructural y de las obras civiles asociadas a la Estación, tales como: Registros, cerramientos de protección, etc. se realizarán de conformidad con lo estipulado en las Normas vigentes en el País y con las normas aplicadas por cada empresa en particular.

- **Diseño Eléctrico**

El diseño eléctrico de las obras asociadas a la Estación se ejecutará de conformidad con lo establecido en el RETIE e incluirá un SPT, que garantice el aterrizaje y protección de los equipos eléctricos y electrónicos involucrados.

3.2.3 Filosofía De Operación Y Mantenimiento

La nueva Estación tiene la finalidad de filtrar, medir y regular el gas natural de manera continua y segura, hasta entregarlo en las condiciones de calidad, presión y volumen requeridas para el proceso de la empresa interesada. Para ello se llevarán hasta la entrada de la nueva Estación: La acometida existente que proviene de la Red de Distribución y la nueva acometida que proviene de la

conexión al Sistema Nacional de Transporte; ambas acometidas con suficiente capacidad individual para suplir 22 MMSCFD.

La nueva Estación es diseñada y será operada siguiendo la siguiente filosofía:

- La capacidad de cada ramal de la estación, será suficiente para abastecer el volumen máximo de 22 MMSCFD a sus condiciones de operación, indicadas en el numeral 1.3 “Condiciones de operación”.
- A la entrada de la nueva Estación, en cada uno de los dos trenes, será instalada una válvula de bloqueo de operación manual (Válvulas de Entrada), las cuales permitirán cortar el flujo hacia la Estación, seguidas cada una de una válvula cheque que impida el retro-flujo en las entradas de la Estación y evite que el gas pase de la acometida de alta a la de mas baja presión.
- La configuración de la estación permitirá recibir gas del Sistema Nacional de Transporte y/o de la Red de Distribución. La operación normal se efectuará a través del ramal alimentado por el Sistema Nacional de Transporte y en caso de falla total o parcial de éste, o en caso de presentarse alguna condición que determine baja de presión en este ramal, a valores inferiores a los acordados entre los agentes (Transportador-Distribuidor-Consumidor), automáticamente se producirá el cambio del suministro a la Red de Distribución, la cual suplirá total o parcialmente el consumo requerido, para tal efecto se cerrará la válvula en arreglo Back-pressure del ramal correspondiente al Sistema Nacional de Transporte y simultáneamente se abrirá una válvula de retención de la conexión a la Red de Distribución. Esta válvula estará instalada aguas abajo del medidor para evitar retro-flujo en éste. Igualmente, corriente abajo del medidor de la conexión al Sistema Nacional de Transporte, se instalará una válvula cheque con el mismo propósito.

Durante el mantenimiento programado del sistema de filtración del tren #1, correspondiente a la conexión de la línea del Sistema Nacional de Transporte, que implica el bloqueo del sistema Back-pressure (PC-001), se ha previsto la instalación de un segundo sistema Back-pressure (PC-002) para mantener la capacidad de respuesta automática del sistema ante una emergencia.

Se instalará un By-Pass que permitirá las labores de mantenimiento del filtro y de la válvula en arreglo Back-pressure, correspondiente al ramal conectado al Sistema Nacional de Transporte. El By-pass mencionado incluye el filtro del ramal conectado a la Red de Distribución y la otra válvula en arreglo Back-pressure. La operación de dicho By-pass será responsabilidad exclusiva del propietario de la Estación o de la entidad que éste autorice.

- Durante las labores de mantenimiento o en una emergencia, el Sistema Nacional de Transporte puede ser reemplazado por la Red de Distribución, para lo cual cada tren contará con su sistema de filtración medición y regulación para la capacidad total requerida.

3.2.4 Descripción De La Estación

Para plasmar la filosofía de operación, la estación cumplirá por lo menos con lo siguiente:

- Las válvulas de bloqueo a la entrada de la Estación deben serán bridadas y tendrán aislamiento dieléctrico en la brida de aguas abajo.
- Es una exigencia del diseño que el sistema de filtración conste de vasijas fabricadas de conformidad con las normas ASME y con elementos filtrantes que garanticen el cumplimiento de calidad establecido por el RUT. Con el fin de minimizar la operación manual, los recipientes de los filtros pueden contar con

facilidades de chequeo de presión diferencial, vidrio nivel, válvulas de drenaje de líquidos, comunicación a un sistema de drenaje, válvulas de venteo y de seguridad, tapa y mecanismo de izaje que permita el remplazo de los elementos filtrantes en forma cómoda y segura.

En este sistema de filtración se ha considerado la automatización de las válvulas de descarga, de tal manera que los drenajes se produzcan sin la intervención de operadores.

- La medición en cada tren se recomienda con medidores tipo Coriolis o de otros tipo seleccionado por el propietario, pero siempre conforme a las normas AGA y preferiblemente con equipos electrónicos para el cálculo, reportes y almacenamiento de datos.
- A continuación se instalará el sistema de regulación de presión y la válvula de seguridad, antes del punto de salida de la estación que entrega a la tubería que lleva el gas al proceso.
- El sistema de regulación de presión constará de dos trenes, cada uno con capacidad para manejar la totalidad del gas requerido.
- Cada tren de regulación estará conformado por dos reguladoras en arreglo monitor-trabajador y una válvula de seguridad común a los dos trenes para que, en caso de falla del tren de regulación que esté trabajando, evite la sobrepresión en la tubería de entrega al proceso.
- Normalmente estará trabajando un tren de regulación, en tanto que el otro se utilizará como respaldo para labores de mantenimiento y emergencias; para estos casos el cierre y puesta en servicio de cada tren, se realizará mediante operación manual. La presión de entrega o salida de la estación, trabajando con cualquiera de los dos trenes de regulación, estará ajustada al requerimiento de presión en la entrada de proceso,
- A la salida de la estación se instalará una válvula de corte (bridada) y habrá un aislamiento dieléctrico, corriente abajo de la misma.

3.2.4.1 Tren #1. Este tren constará de los siguientes elementos:

- Válvula de bloqueo
- Válvula cheque
- Filtro de 18"
- EZR Fisher 2" (PC-001) en arreglo Back Pressure
- Medidor de flujo
- Válvula de retención

3.2.4.2 Tren #2. A continuación se indican los componentes principales de este tren:

- Válvula de bloqueo
- Válvula cheque
- Filtro de 18"
- EZR Fisher 2" (PC-002) en arreglo Back Pressure (operará sólo cuando se realice el mantenimiento programado al sistema de filtración y back-pressure del tren # 1, PC-001)
- Medidor de flujo
- Válvula de retención

3.2.4.3 Regulación. Esta etapa estará compuesta por:

- Tren principal de regulación con válvula reguladora EZR Fisher 4" en arreglo monitor-trabajador
- Tren de respaldo de regulación con válvula reguladora EZR Fisher 4" en arreglo monitor-trabajador

3.2.4.4 Línea Común. Se entiende como línea común, el sistema aguas abajo de los dos trenes de regulación, en el que estos se unen, y se compone de:

- Válvula de alivio de sobre-presión 4"X6" ANSI-150-Orificio: Q. Seteada para abrir a 100 Psig.

- Válvula de Salida de la Estación, con aislamiento dieléctrico instalado aguas abajo.

3.2.5 Diámetros y Espesores de las Tuberías

El espesor de cada diámetro se define usando la siguiente expresión:

$$D = \frac{2 * S * t * F * T * E}{P}$$

$$t = \frac{PD}{2S * F * T * E}$$

P = presión de diseño, psig

S = mínimo esfuerzo de fluencia, psi

D = diámetro exterior

F = Factor de construcción

T = Factor de degradación por temperatura

E = Factor de junta longitudinal

t = espesor

En el siguiente cuadro se pueden observar los valores seleccionados.

Tabla 3. Valores de Diámetros y Espesores de tuberías.

Presión	740	740	285	285	285
SMYS	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
D. Extemo	4.500	6.625	8.625	10.750	12.750
F	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T:	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Espesor calculado	0.119	0.175	0.088	0,109	0.130
Espesor seleccionado	0.237	0.280	0.322	----	----

Fuente: El Autor

Las tuberías tendrán las siguientes especificaciones:

Especificación:	API-5L
Nivel de especificación:	PSL 1
Grado:	B o superior
Tipo de tubería:	EW o SEAMLESS
Diámetro:	Ver tabla anterior
Espesor:	Ver tabla anterior
Longitud nominal:	Double o single random.
Tipo de extremo:	Plain end.

3.2.6 Materiales Y Equipos

A continuación en la Tabla 3 se presenta el listado de los materiales y equipos requeridos en la Estación genérica, diseñada de acuerdo con lo descrito en el Item 4.2: ANÁLISIS TÉCNICO PARA ESTACIÓN A GAS CON ACCESO A DOBLE RED DE SUMINISTRO:

Tabla 4. Listado de Materiales y Equipos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
1	Filtro 18", tomas de 6", ANSI 300	2
2	EZR Fisher 2" ANSI 300, arreglo Back Pressure	2
3	Válvula cheque 4" ANSI 300 Bridada RF	3
4	Válvula cheque 6" ANSI 300 Bridada RF	2
5	Medidor de Flujo tren #1	1
6	Medidor de Flujo tren #2	1
7	Computador de Flujo Bristol Telecorrector	1
8	EZR Fisher 4" ANSI 300, arreglo monitor-trabajador	4
9	Válvula Seguridad 4" X 150 – 6" X150:Orificio Q	1
10	Válvula esférica 4" x 300 FB, bridadas	7
11	Válvula esférica 6" x 300 FB, bridadas	6
12	Válvula esférica 6" x 150 FB, bridadas	1

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
13	Válvula esférica 8" x 300 FB, bridadas	1
14	Válvula tapón 1" roscada 1000#	1
15	Válvula esférica ½" roscada 1000#	8
16	Bridas de aislamiento dieléctrico 6" x 300	1
17	Brida de aislamiento dieléctrico 4" X 300	1
18	Empaque espirometálico 8" x 150	1
19	Tubería 4", STD API 5L seamless grado B o superior	20 M
20	Tubería 6", STD API 5L seamless grado B o superior	20 M
21	Tubería 8", STD API 5L seamless grado B o superior	32 M
22	Tees, 4", STD grado B o superior	2
23	Tees, 8", STD grado B o superior	1
24	Tees, 6", STD grado B o superior	3
25	Tees reducida, 4"x2", STD. grado B o superior	4
26	Tees reducida, 6"x4", STD. grado B o superior	1
27	Tees reducida, 8"x6", STD. grado B o superior	1
28	Tubing de 1/2"SS-316	30
29	Válvula aguja 1/2" roscar 3000#	5
30	Válvula esférica 1/2" roscar 3000#	3
31	Juego de aislamiento dieléctrico 8" x 150	1
32	Empaque espirometálico 4" x 300	12
33	Empaque espirometálico 6" x 150	1
34	Empaque espirometálico 6" x 300	8
35	Manómetro carátula 4", 0-1000	1
36	Manómetro carátula 4", 0-150	1
37	Manómetro carátula 4", 0-400	4
38	Manómetro diferencial 0-30 psi	2
39	Reducciones 6"x4" STD, grado B o superior	7
40	Reducciones 4"x2" STD, grado B o superior	3
41	Reducciones 6"x2" STD, grado B o superior	1
42	Juego de aislamiento dieléctrico 4" x 300	1
43	Juego de aislamiento dieléctrico 6" x 300	1
44	Bridas con cuello 4" x 300, RF	14
45	Bridas con cuello 6" x 300, RF	4
46	Bridas con cuello 6" x 150, RF	1

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT
47	Bridas con cuello 8" x 150, RF	3
48	Indicador de nivel	4
49	Espárrago ¾" X 4 grado B7	8
50	Espárrago ¾" X 4-1/4" grado B7, tuerca 2H	72
51	Espárrago 5/8" X 3-1/2" grado B7, tuerca 2H	48
52	Espárrago ¾" X 4-3/4" grado B7, tuerca 2H	132
53	Espárrago ¾" X 4-1/2" grado B7, tuerca 2H	184
540	Codos 90° radio largo, 8", STD grado B o superior	3
55	Codos 90° radio largo, 6", STD grado B o superior	6
56	Codos 90° radio largo, 4", STD grado B o superior	6
57	Conectores macho SS 1/2" T x ½" NPT	24

Fuente: El Autor

3.2.7 Ensayos Y Pruebas

Antes de ser puesta en servicio, la Estación se someterá a los siguientes ensayos y pruebas:

- Radiografías al 100% de las juntas o tintas penetrantes en las que no sea práctico tomar radiografía.
- Prueba de resistencia mecánica con agua a 1100 psi. a los spools con bridas ANSI 300.
- Prueba de resistencia mecánica con agua a 410 psi. a los spools con bridas ANSI 150
- Prueba de estanquidad a 85 psi después del montaje.
- Limpieza interior de las líneas después de las pruebas.

Los ensayos y pruebas se llevarán a cabo mediante la aplicación de las normas ASME o API según el caso.

3.2.8. Clasificación Eléctrica

La instalación de los equipos eléctricos y electrónicos se llevará a cabo conforme a la clasificación de áreas eléctricas, definidas en la NORMA API-500 "RECOMMENDED PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF LOCATION FOR ELECTRICAL INSTALLATION AT PETROLEUM FACILITIES, CLASSIFIED AS CLASS 1, DIVISION 1 AND DIVISION 2.

LA DUCTERIA CORRESPONDIENTE A LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS CONTARA CON SELLOS CORTA FUEGO SEGÚN LA NORMA RETIE Y NFPA 70.

La estación contará con un SPT que garantice el aterrizaje y protección de los equipos eléctricos y electrónicos.

3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Este análisis persigue demostrar los beneficios económicos del proyecto, aplicados al caso planteado en la presente monografía, representados en dos consideraciones:

- El tiempo de recuperación de la inversión, la cual incluye: La nueva conexión mas La nueva estación, la cual comprende: Diseño, Suministros, Construcción y Montaje, Pruebas, Ensayos y Puesta en Operación.
- La reducción en los egresos de la empresa interesada, teniendo en cuenta la diferencia en el precio del gas, suministrado por el Sistema Nacional de Transporte ya que se excluye de la tarifa el valor correspondiente al Cargo de Distribución (DT).

NOTA: Todos los valores utilizados en éste análisis son referidos en pesos colombianos.

DATOS BÁSICOS:

Los siguientes son los datos básicos tenidos en cuenta para el presente análisis:

A-Consumo Promedio-CPD: 10MMSCF/D Expresados en SCM =**283,168 SCMD**

Factor de conversión: 35.31 SCF/SCM

B-Cargo de Distribución-DT (Promedio): \$ 200/SCM

Este valor fue considerado al tomar en cuenta el comportamiento del Cargo por Distribución de los años 2004 al 2006, en las áreas no exclusivas de diferentes sectores del país, en los cuales este diseño es potencialmente aplicable^{1 2}.

C-Valor inversión en nueva conexión (Hot-Tap:6"x12"-300# +100M tubería 6"):

Diseño:	\$ 5,000,000
Equipos y Materiales:	\$ 80,000,000
Construcción:	\$ 65,000,000

=====
TOTAL: \$ 150,000,000

D-Valor inversión en la nueva estación (Según Diseño):

Diseño:	\$ 75,000,000
Equipos y Materiales:	\$ 1,759,631,000

¹ La cadena del gas natural en Colombia."-www.upme.gov.co/docs/pdf

² Informe de evolución de tarifas del gas natural por red- 2° Semestre 2006.
www.superservicio.gov.co

Construcción: \$ 800,000.000

=====

TOTAL: \$ 2,634,631,000

E- Valor total de la Inversión: Para obtener el valor total de la inversión incluyendo la nueva conexión y la nueva estación, sumamos:

Valor Total de inversión en la nueva conexión: \$ 150,000,000

Valor Total de inversión en la nueva estación: \$ 2,634,631,000

=====

\$ 2,784,631,000

F-Tasa de referencia usada: 4.5 % efectivo anual (Banrepública)

G- Ahorro mensual: $CPD \times DT \times 30 D = 283,206 \text{ SCM/D} \times \$200/\text{SCM} \times 30D$
= \$ 1,699,235,344

NOTA: PARA EFECTOS DEL CÁLCULO ECONÓMICO, NO SE CONSIDERÓ NINGUN VALOR DE RECUPERACIÓN PARA LA ESTACIÓN EXISTENTE.

El siguiente cuadro nos muestra en resumen los datos básicos y los resultados de los cálculos, requeridos para determinar los beneficios económicos:

Tabla 5. Información y calculo para determina beneficios económicos

INFORMACIÓN Y CALCULOS PARA DETERMINAR BENEFICIOS ECONOMICOS								
Consumo SCF/D	Consumo SCM/D	Carga Distribución (DT) \$/SCM	Reducción Egresos Dia (\$/D)	Reducción Egresos Mes (\$/M)	Reducción Egresos Año (\$/A)	Inversión Nueva Conexión	Inversión Nueva Estación	Inversión Total
10,000,000	283,206	200	56,641,178	1,699,235,344	20,390,824,129	150,000,000	2,634,631,000	2,784,631,000

Fuente: El Autor

Además se realizó el siguiente flujo de caja, capitalizado mensualmente con una tasa del 4.5% efectivo anual, para lo cual se asume un período de construcción de la conexión y la estación de seis meses; a partir de los cuales se inicia la recuperación de la inversión.

Tabla 6. Flujo de caja capitalizado mensualmente (Tasa de INT. 4.5% E.A)

MES	EGRESO	INGRESO	SALDO CAPITALIZADO CON UNA TASA DEL 4.5% E.A
1	\$ 2,784,631,000.00		
2			
3			
4			
5			
6		\$ 1,699,235,344.10	\$ 1,699,235,344.10
7		\$ 1,699,235,344.10	\$ 3,474,936,277.67
8		\$ 1,699,235,344.10	\$ 5,330,543,753.27
9		\$ 1,699,235,344.10	\$ 7,269,653,565.26
10		\$ 1,699,235,344.10	\$ 9,296,023,318.79
11		\$ 1,699,235,344.10	\$ 11,413,579,711.23
12		\$ 1,699,235,344.10	\$ 13,626,426,141.33
13		\$ 1,699,235,344.10	\$ 15,938,850,660.79
14		\$ 1,699,235,344.10	\$ 18,355,334,283.62
15		\$ 1,699,235,344.10	\$ 20,880,559,669.47
16		\$ 1,699,235,344.10	\$ 23,519,420,197.69
17		\$ 1,699,235,344.10	\$ 26,277,029,449.69
18		\$ 1,699,235,344.10	\$ 29,158,731,118.02
19		\$ 1,699,235,344.10	\$ 32,170,109,361.42
20		\$ 1,699,235,344.10	\$ 35,316,999,625.78

Fuente: El Autor

Como puede observarse, en el séptimo mes de iniciados los trabajos ya se ha recuperado la inversión y empieza a obtenerse reducción en los egresos.

La reducción en egresos en el mes diecinueve, (un año después de iniciada la operación de la nueva estación) es de **\$ 32,170,109,361.42**.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La conexión al Sistema Nacional de Transporte de Gas Natural y a los Gasoductos Dedicados, en Colombia es perfectamente viable y legal, siempre que se dé cumplimiento a lo establecido por la CREG y se logre un acuerdo con el Transportador o con el propietario del Gasoducto, una se vez sea verificada la disponibilidad del gas y de la capacidad de transporte.

Es técnicamente viable que mediante la instalación de una sola estación, de acuerdo con el diseño objeto de esta monografía, se suministre gas natural proveniente del Sistema Nacional de Transporte como opción principal y mantener la Red de Distribución como opción secundaria; operando la estación de forma automática con reducción de la operación manual, menor riesgo operativo y ambiental.

La instalación de la Estación diseñada en el presente trabajo, representa beneficios económicos considerables:

a)- La recuperación de la inversión en el caso simulado (Con un consumo promedio de 10MMSCFD), se logra en **siete meses** y por otro lado la reducción en los egresos causados en un año, por la eliminación del cargo por distribución (DT), es de un valor de **Col.\$ 32,170,109,361.42** .

Obviamente estos valores cambian en función del volumen consumido, (Los bajos consumos presentan también; menores valores de la conexión y de la estación), de la distancia entre la estación y la conexión al Sistema Nacional de Transporte, así como de las condiciones particulares en cada lugar. Sin embargo siempre

será positivo y hará rentable el proyecto, el hecho de eliminar el Cargo por Distribución.

b)- El respaldo que ofrece el incremento en las posibilidades del suministro, al contar con dos opciones, reduce los riesgos de suspensión de la producción lo cual se refleja en mayor eficiencia y por consiguiente mayores ingresos.

c)- La innovación tecnológica mediante la automatización en la estación, incluido el sistema de drenajes de los filtros, reduce al mínimo la operación manual lo cual disminuye por otro lado los egresos de la empresa y los riesgos de contaminación ambiental, ya que la operación de drenaje se llevará a cabo mediante controles automáticos, de acuerdo con los niveles obtenidos, y no por decisiones tomadas por operadores.

Es prioritaria a cualquier decisión, la elaboración de un estudio Técnico-Económico para cada caso específico ya que las condiciones particulares pueden significar cambios en los resultados. Igualmente es requerido el acuerdo previo entre las partes involucradas, para iniciar dicho estudio.

Se recomienda complementar este trabajo con la realización de un estudio, que evalúe e identifique las empresas que en el país puedan ser sujeto de aplicación del presente diseño.

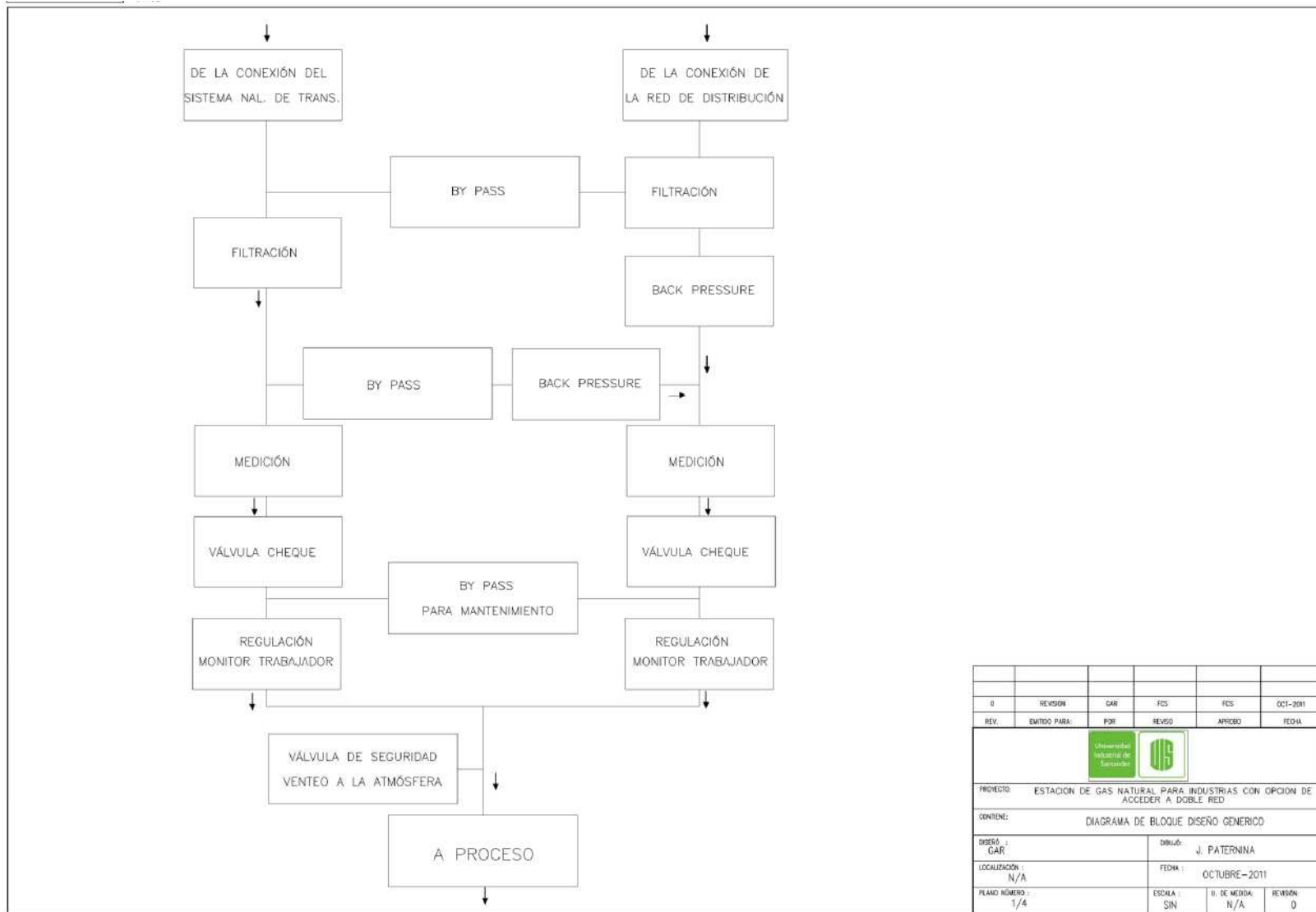
Se recomienda incrementar la divulgación hacia el sector consumidor, de la información relacionada con la regulación y normatividad del gas natural, buscando que al hacer uso de ella se logren beneficios a los cuales tiene derecho, pero les son desconocidos.

BIBLIOGRAFIA

- Norma ASME B31.8
- AGA Report # 11, "Measurement of Natural gas by Coriolis Meter
- Norma Icontec. 3728
- Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG) www.creg.gov.co
- Reglamento Único de Transporte (RUT)
- Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) www.upme.gov.co
- "La cadena del gas natural en Colombia" Pág. 81-Tabla 12 tarifas medias vigentes"
- www.superservicios.gov.co "Informe de evolución de tarifas de Gas Natural por Red- Segundo semestre 2006"
- www.promigas.com.

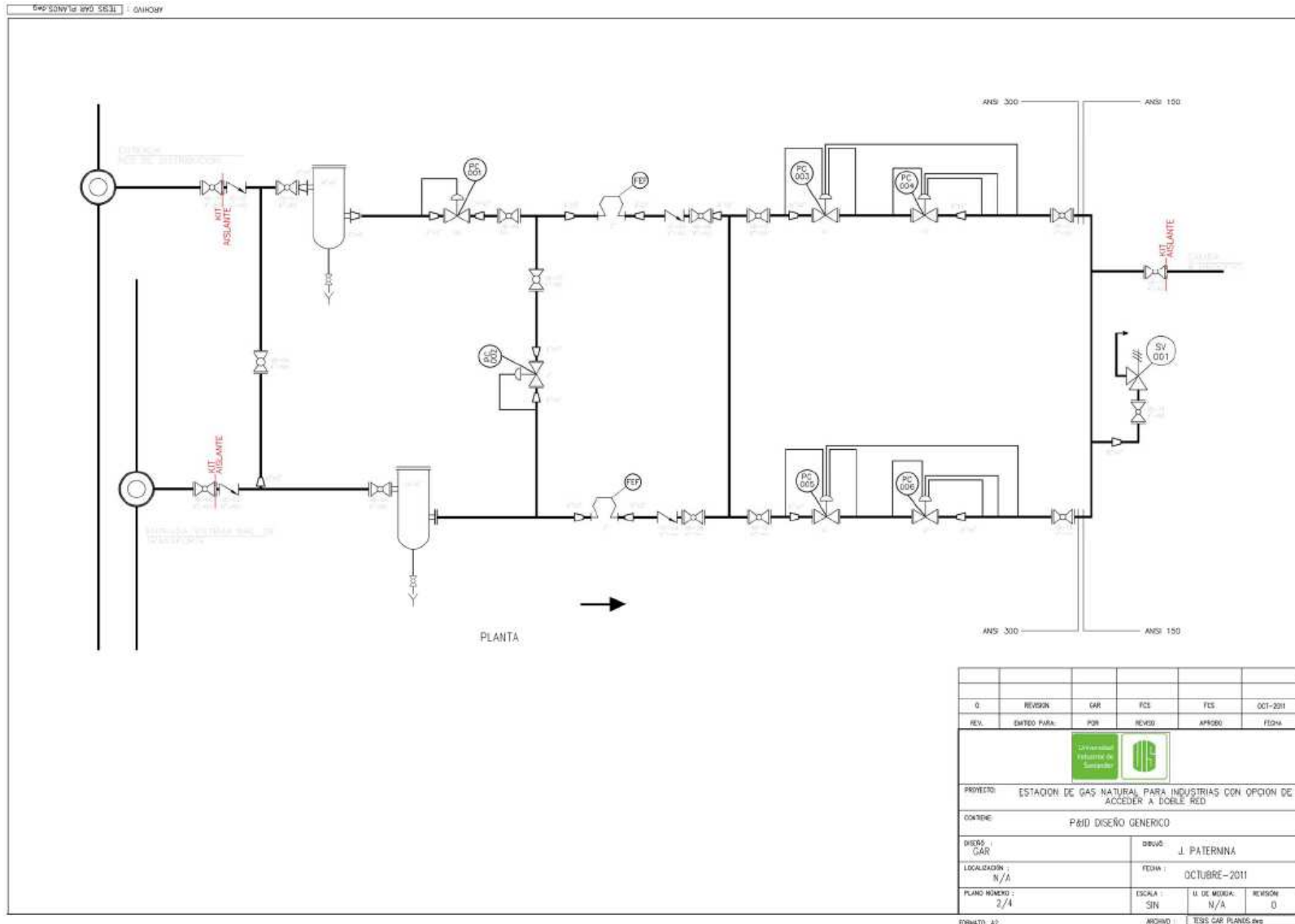
ANEXOS

ANEXO 1. DIAGRAMA DE BLOQUES, DISEÑO GENÉRICO

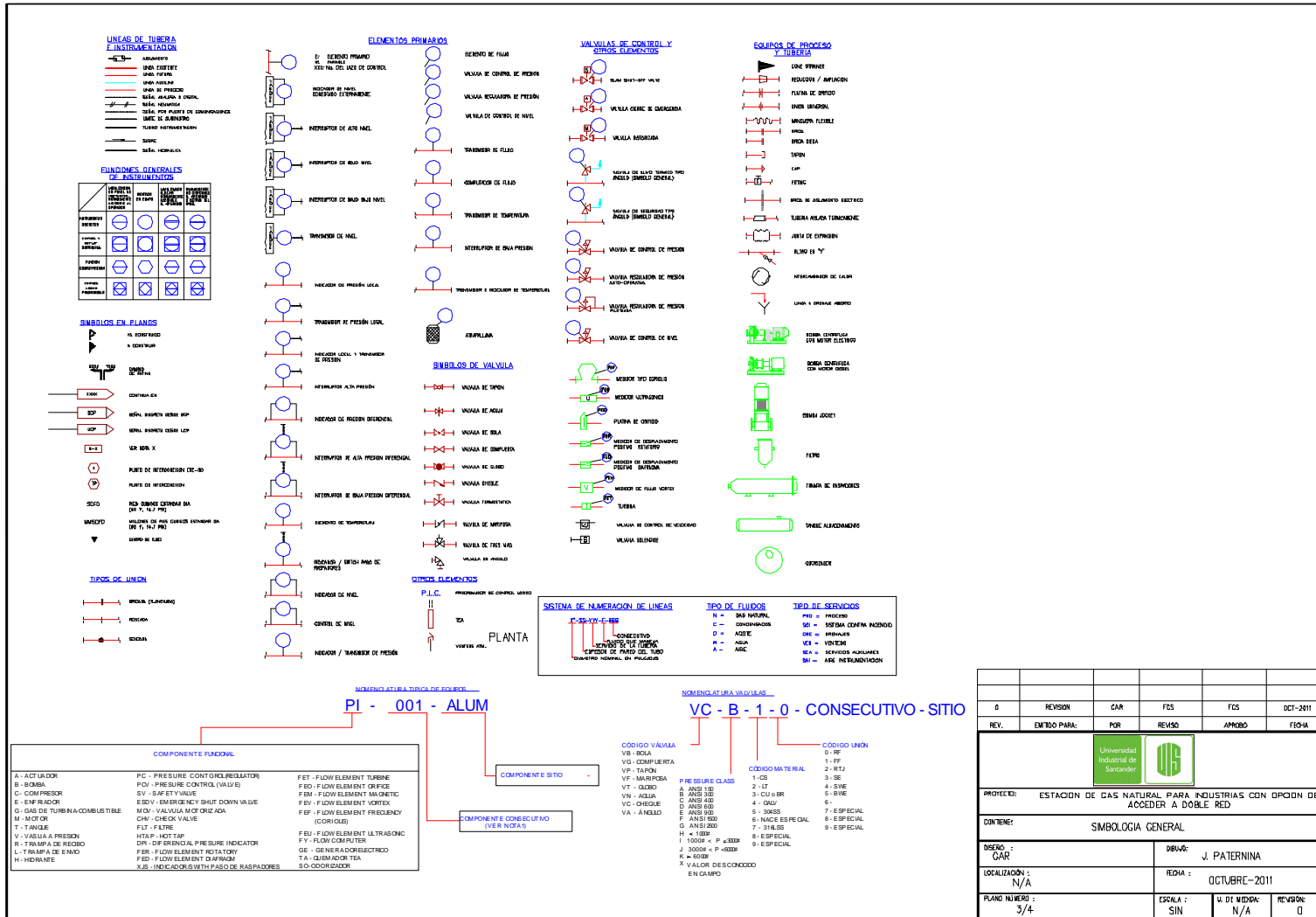


REV.	EMITIDO PARA:	POR:	REVISO:	APROBADO:	FECHA:
0	REVISION	GAR	FCS	FCS	OCT-2011
					
PROYECTO: ESTACION DE GAS NATURAL PARA INDUSTRIAS CON OPCION DE ACCEDER A DOBLE RED					
CONTENIDO: DIAGRAMA DE BLOQUE DISEÑO GENERICO					
DISEÑO: GAR			DIBUJO: J. PATERNINA		
LOCALIZACIÓN: N/A			FECHA: OCTUBRE-2011		
PLANO NÚMERO: 1/4		ESCALA: SIN	U. DE MEDIDA: N/A	REVISIÓN: 0	

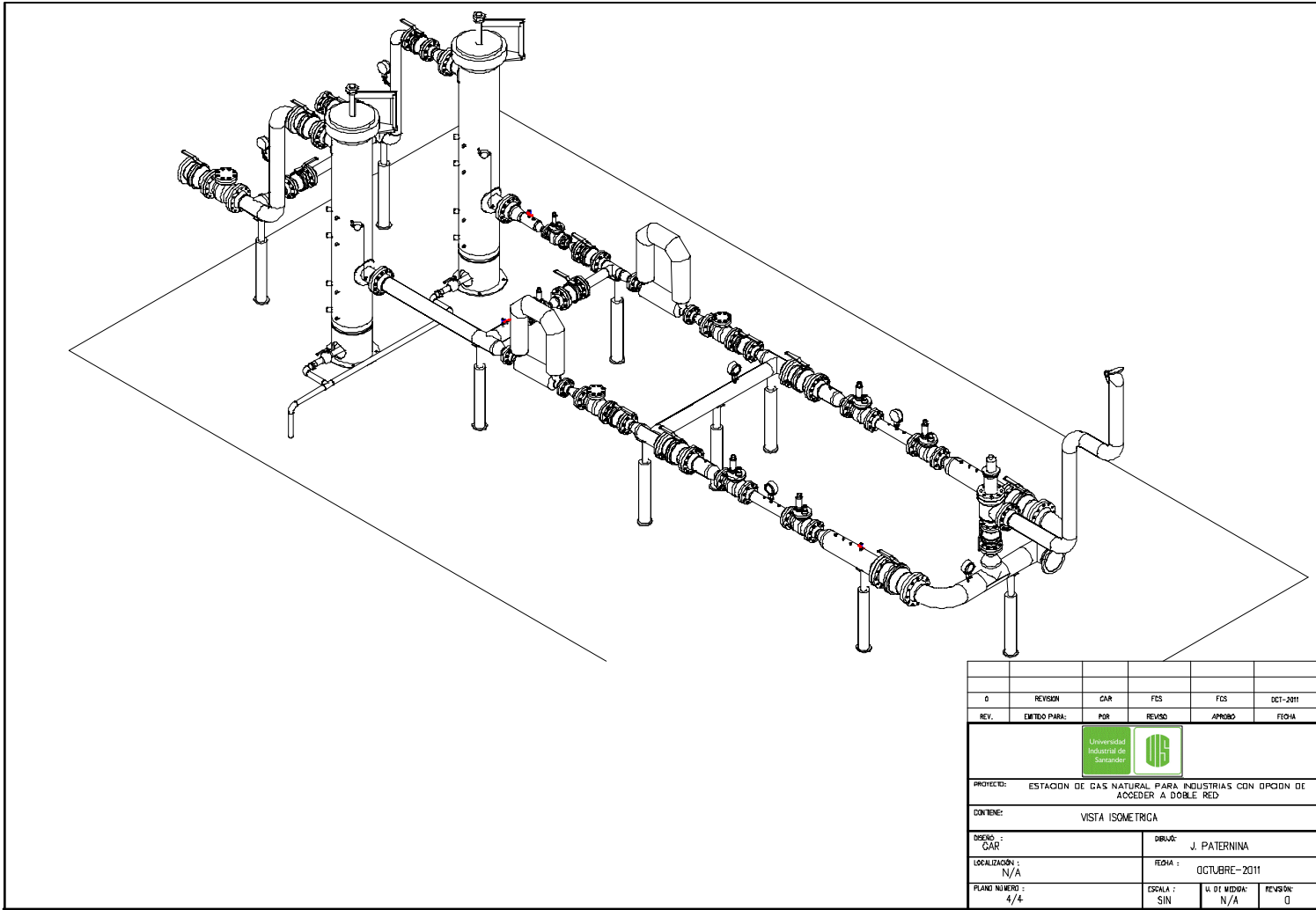
ANEXO 2. P&ID, DISEÑO GENÉRICO



ANEXO 3. SIMBOLOGÍA GENERAL



ANEXO 4. VISTA ISOMETRICA



0	REVISION	CAR	FDS	FDS	OCT-2011
REV.	EMITIDO PARA:	POR	REVISOR	APROBADO	FECHA
					
PROYECTO: ESTACION DE GAS NATURAL PARA INDUSTRIAS CON OPCION DE ACCEDER A DOBLE RED					
CONTIENE: VISTA ISOMETRICA					
DISEÑO : CAR			DIBUJO: J. PATERNINA		
LOCALIZACION : N/A			FECHA : OCTUBRE-2011		
PLANO NUMERO : 4/4			ESCALA : SIN	U. DE MEDIDA: N/A	REVISION: 0
FORMATO: A2			ARCHIVO : TESIS GAS PLANOS.dwg		