

**MANUAL DE OPERACIONES PARA UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE
GAS NATURAL AUTOMATIZADO PARA REDIRECCIONAR Y MANEJAR LOS
CAUDALES DE TRES GASODUCTOS QUE CONVERGEN EN EL MISMO**

**DEYBY MARIA VERGARA BAUTISTA
PILAR RUEDA QUIROZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA**

2012

**MANUAL DE OPERACIONES PARA UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE
GAS NATURAL AUTOMATIZADO PARA REDIRECCIONAR Y MANEJAR LOS
CAUDALES DE TRES GASODUCTOS QUE CONVERGEN EN EL MISMO**

**DEYBY MARIA VERGARA BAUTISTA
PILAR RUEDA QUIROZ**

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Ingeniería del Gas

**Director
César Augusto Quiroz Rincón, PMP®**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA
2012**

DEDICATORIA

De Deyby Maria Vergara

Porque cada logro en mi vida, es de ustedes y para ustedes.

Amado Esposo y adorados Hijos...

De Pilar Rueda Quiroz

Cada paso que doy en mi vida ustedes son la razón y la base de este logro. Por ti y para ti mi Angelito, mi madre que me impulso a realizarlo.

AGRADECIMIENTOS

De Deyby Maria Vergara

A Dios por regalarme un amado esposo y unos adorados hijos, quienes son el motor de mi vida.

A mis papas por las bases que me dieron para ser la persona que soy.

A mis suegros, hermanos y amigos por su ayuda y paciencia.

De Pilar Rueda Quiroz

A Dios por cada momento de mi vida, por regalarme una familia maravillosa y un hijo precioso que son motivos para salir adelante.

A mi papa por la paciencia y aporte a mi avance como profesional

A mi Angelito, mi madre, que desde la Gloria del Señor hizo posible este logro, como ella siempre quizo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. INFORMACIÓN GENERAL	16
1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	16
1.1.1. Objetivo General	16
1.1.2. Objetivos Específicos	16
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO	17
1.4. JUSTIFICACIÓN	18
1.5. CÓDIGOS Y NORMAS APLICABLES AL PROYECTO	19
1.6. CALIDAD DEL GAS A TRANSPORTAR	20
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	22
3. MANUAL DE OPERACIONES	27
3.1. ABREVIACIONES	27
3.2. OBJETIVO DEL MANUAL	27
3.3. DESCRIPCION Y ALCANCE	28
3.4. OPERABILIDAD DEL CENTRO DE DISTRIBUCION	28
3.4.1. Funcionalidad del centro de distribución	28
3.4.2. Condiciones de Operación	31
3.5. SISTEMAS DE CONTROL DE PROCESO DCS Y EMERGENCIA ESD	31
3.5.1. Sistema de Control de Procesos DCS	32
3.5.2.. Sistema Cierre de Emergencia ESD.	38
3.6. OPERACIÓN AUTOMÁTICA DEL HUB (VER ANEXO A.)	40
3.6.1. Sistema Cusiana gasoducto A	40
3.6.2. Sistema de recibo Guajira (Ballenas) Gasoducto B	42

3.6.3. Sistema envío de Gas Alto Magdalena gasoducto C	43
3.6.4. Desvíos parciales de gasoducto A hacia el B	45
3.6.5. Funcionalidad del centro de distribución de gas HUB	45
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	51

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especificaciones de calidad del gas natural según RUT	20

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Mapa red de gasoductos	23
Figura 2. Diagrama esquemático de operación normal del HUB	24
Figura 3. Diagrama de bloques HUB	25
Figura 4. despliegue gráfico del HMI del HUB en el CPC.	25
Figura 5 Gabinete DCS	32
Figura 6 Trampas gasoducto A Cusiana	33
Figura 7 Medidor de flujo, válvula de control de presión, válvulas de corte sistema gasoducto A	34
Figura 8 Medidor de flujo, válvula de control de presión, válvulas de corte sistema gasoducto B	35
Figura 9 Medidor de flujo, válvula de control de presión, válvulas de corte sistema gasoducto C.	36
Figura 10 Cuadro de control entre sistemas gasoductos A y C, válvulas HVA-FV-004/005.	37
Figura 11 SCADA Open Enterprise de Bristol del HUB.	38
Figura 12 Gabinete ESD	38

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Diagramas P&ID	52
Anexo B. Matriz De Operabilidad Del Centro De Distribución De Gas (HUB)	54

RESUMEN

TITULO: *

MANUAL DE OPERACIONES PARA UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL AUTOMATIZADO PARA REDIRECCIONAR Y MANEJAR LOS CAUDALES DE TRES GASODUCTOS QUE CONVERGEN EN EL MISMO

AUTORES: **

DEYBY MARIA VERGARA

BAUTISTA PILAR RUEDA QUIROZ

PALABRAS CLAVES:

Manual de Operaciones, Gas Natural, Centro de Distribución Automatizado, Gasoductos, Estación de Compresión de Gas de Vasconia.

El Objetivo principal de este trabajo es la elaboración de un Manual de Operaciones para un Centro de Distribución de Gas Natural Automatizado que permita re-direccionar y manejar los caudales de tres gasoductos que convergen en el mismo. El Centro de Distribución Automático operara un flujo de recibo de 260 MMSCDFD de gas Cusiana (Gasoducto A), 200 MMSCDFD de gas de Ballenas (Gasoducto B) y 200 MMSCDFD de gas del Alto Magdalena (Gasoducto C) en sus correspondientes sentidos de flujo en el gasoducto, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Ley Colombiana y demás estándares internacionales, concernientes a facilidades e infraestructura de gasoductos. Para la elaboración de este Manual se incluye una matriz de válvulas (Estado de la válvula On-Off) para cada una de las condiciones planteadas en el alcance.

El Manual también debe describir las operaciones automatizadas por flujo natural en función de los siguientes arreglos: Mezclar los gases de dos gasoductos en dirección a un gasoducto, y desde un gasoducto hacia uno o hacia los dos restantes, además debe indicar el funcionamiento con compresión desde la Estación de Compresión de Gas de Vasconia (ECGVA), cumpliendo los siguientes arreglos: Comprimir la mezcla de dos gasoducto, hacia uno y comprimir un gasoducto hacia los otros dos.

El Centro de distribución de gas está ubicado en la actual localización donde convergen las trampas de raspadores de los gasoductos en mención en el Municipio de Puerto Boyacá en el departamento de Boyacá, localizada frente a la estación Vasconia de ECOPETROL.

* Monografía Especialización Ingeniería del Gas

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas- Escuela de Ingeniería de Petróleos,
Director: Cesar Augusto Quiroz Rincón

SUMMARY

TITLE: *

MANUAL DE OPERACIONES PARA UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL AUTOMATIZADO PARA REDIRECCIONAR Y MANEJAR LOS CAUDALES DE TRES GASODUCTOS QUE CONVERGEN EN EL MISMO

AUTHORS: **

DEYBY MARIA VERGARA BAUTISTA

PILAR RUEDA QUIROZ

KEY WORDS:

Operations Manual, Natural Gas, The Automatic Distribution Center, Gas Pipelines, Gas compression Vasconia Station.

The main objective of this work is to elaborate of operations manual for the distribution of automatized Natural gas that allow handle the flow of 3 gas pipelines that converge into one. The Automatic Distribution center operates with 260 MMSCDFD from Cusiana (gas pipeline A), 200 MMSCDFD from Ballenas(gas pipeline) and 200 MMSCDFD from Alto Magdalena (gas pipeline C) each one n itself flow direction, approving the requirements of Colombian Law and all the internationals standards related with facilities and gas pipelines infrastructure. To elaborate this manual include a valves matrix (Valve state on-off) for each one of the conditions planned in the scope.

Also, the manual must describe the automated operations for natural flow in order to make the following configurations: Mix gas from 2 gas pipelines in direction to one gas pipeline, and since one line to one or two more gas pipelines, additional must indicate the operating with compression since the Gas compression Vasconia station (ECGVA), reaching the following configurations: Compress the mix of gas pipelines, to one and compress one gas pipeline to the others two.

Gas distribution center is located in the current location where converge the scrapers's traps of Gas pipelines mentioned in Puerto Boyaca County in Boyacá's Department, located in front of the Vasconia station of ECOPETROL

* Monograph Specialization Gas Engineering

** Physicochemical Engineering Faculty-School of Petroleum Engineering, Director: Cesar Augusto Quiroz Rincon

INTRODUCCIÓN

Actualmente no se cuenta con un manual de operaciones para el centro de distribución de gas natural automatizado para redireccionar y manejar los caudales de tres gasoductos que convergen en el mismo. Este manual brindará la orientación básica necesaria al personal de operaciones para el manejo automatizado y remoto del centro de distribución.

El Centro de distribución de gas está ubicado en la actual localización donde convergen las trampas de raspadores de los gasoductos en mención en el Municipio de Puerto Boyacá en el departamento de Boyacá, localizada frente a la estación Vasconia de ECOPEPETROL.

El Centro de distribución hace parte del proyecto de expansión de la infraestructura de una de las principales transportadoras de gas del país, y se diseñó para manejar un flujo de 260 MMSCFD de gas Cusiana Gasoducto A, 200 MMSCFD de gas Ballena Gasoducto B y 200 MMSCFD de gas del Alto Magdalena Gasoducto C, en sus correspondientes sentidos de flujo de acuerdo con las necesidades del sistema, y bajo los esquemas de operación (flujo y temperatura) dados para la estación de compresión ECGVA.

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1.1. Objetivo General

Elaboración de un manual de operaciones para un centro de distribución de gas natural automatizado para re-direccionar y manejar los caudales de tres gasoductos que convergen en el mismo, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Ley Colombiana y demás estándares internacionales, concernientes a facilidades e infraestructura de gasoductos.

1.1.2. Objetivos Específicos

- ✓ Elaboración del manual de operaciones del HUB centro de distribución bajos los parámetros y condiciones establecidos en el alcance.

- ✓ Elaborar una matriz de válvulas (Estado de la válvula On-Off) para cada una de las condiciones planteadas en el alcance.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el centro de distribución fue automatizado, como parte de un proyecto de expansión y mejora de la infraestructura de la empresa transportadora, esta automatización implicó el montaje y arreglo de una gran cantidad de válvulas de control y bloqueo con actuadores para ser operados remotamente desde el CPC (Centro Principal de Control), el sistema fue entregado con un P&ID, pero no

contiene un estándar de operación para las diferentes condiciones de operación en el centro de distribución.

1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO

El propósito de este trabajo es realizar el manual de operaciones para un centro de distribución automatizado para el intercambio, mezcla y redireccionamiento de flujos de Gas Natural. Los principales entregables del libro de ingeniería son los siguientes:

Elaboración de un manual de operaciones para operar un flujo de 260 MMSCDFD de gas del gasoducto A, 200 MMSCDFD de gas del gasoducto B y 200 MMSCDFD de gas del gasoducto C en sus correspondientes sentidos de flujo en el gasoducto como se describe en las siguientes condiciones:

- ✓ Recibir flujos de gas para unas condiciones de diseño de 260 MMSCFD del Gasoducto A llegando por dos líneas, una de 12 pulgadas existente y otra de 16 pulgadas como loop.
- ✓ Recibir 200 MMSCFD del gasoducto B en una línea de 20 pulgadas.
- ✓ Recibir 200 MMSCFD de gas del Gasoducto C en una línea 20 pulgadas.
- ✓ El manual debe contemplar todas las facilidades de regulación y medición con señal a la estación de compresión anexa al centro de distribución para ser remitidas al Centro Principal de Control (CPC).
- ✓ El manual debe describir las operaciones automatizadas por flujo natural en función de los siguientes arreglos:
 - mezclar los gases de A y B en dirección al gasoducto C.
 - mezclar los gases B y C en dirección al gasoducto A.
 - mezclar los gases A y Gasoducto C en dirección al gasoducto B.
 - desde el gasoducto A hasta el gasoducto B y/o C.

- desde el gasoducto B hasta el gasoducto A y/o C.
- desde el gasoducto C hasta el gasoducto B y/o A.
- ✓ Además el manual debe indicar el funcionamiento con compresión desde la estación anexa, cumpliendo los siguientes arreglos:
 - comprimir la mezcla de gasoducto A y gasoducto B hacia al gasoducto C.
 - comprimir la mezcla de gasoducto B y gas del Gasoducto C hacia al gasoducto A
 - comprimir la mezcla de gasoducto A y gas del Gasoducto C hacia al gasoducto B
 - comprimir gasoducto A proveniente de la estación DE compresión ECGPG en dirección hacia las estaciones de compresión de ECGBA y/o ECGMA.
 - comprimir gasoducto B hacia los gasoductos C y A.
 - comprimir gas del Gasoducto C hacia los gasoductos B y A.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Debido al aumento en la demanda de Gas Natural y su continuo crecimiento, es deseo de las compañías de transporte de hidrocarburos ingresar gas proveniente de los sistemas de producción al sistema nacional de transporte y llevarlos hacia los centros de consumo en todo el país.

El sistema de nominaciones, demandas y ofertas obliga a las empresas transportadoras de gas a tener una infraestructura confiable, dinámica y con sistemas de respaldo para garantizar en todo momento y en épocas como el fenómeno del niño el suministro básico para el consumo de generación eléctrica y el consumo residencial de gas. En ese sentido La empresa transportadora de gas realizó la conexión de sus tres gasoductos principales en un centro de distribución común y equidistante de los centros de consumo para manejar diferentes alternativas de transporte de gas para mantener en todo momento un flujo

constante y acorde con la demanda del sector y poder maniobrar en caso de emergencia para priorizar los consumos claves para la economía y las condiciones básicas de consumo residencial, evitando y mitigando los riesgos de una posible emergencia social y energética del país.

En ese sentido y acorde con los objetivos estratégicos de la compañía se decidió ampliar y automatizar el centro de distribución que en adelante será referenciado como HUB y para cumplir con los requisitos de confiabilidad y eficiencia en la operación se requiere contar con un manual de operaciones claro, práctico y acorde con las mejores prácticas de ingeniería y los estándares internacionales.

1.5. CÓDIGOS Y NORMAS APLICABLES AL PROYECTO

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

ASME B31.8	Gas Transmission and Distribution Piping Systems
API 1105	Construction Practices for Oil and Products Pipelines
API 5L	Specifications for Line Pipes
API 6D	Pipeline Valves, End Closures, Connectors and Swivels
NACE	National Association of Corrosion Engineers, Recommended Practice for Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping System
ANSI B16.5	Pipe Flanges and Flanged Fittings
ANSI B16.9	Factory - Made Wrought Steel Butt-welding Fittings
ANSI B16.11	Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded
ASTM E384	Test Method for Microhardness of Materials
ASTM A105	Forged Carbon Steel for Piping Components

ASTM A269	Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
ASTM A106	Seamless Carbon-Steel Pipes
ASTM A234	Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel
ICONTEC 2050	Código Eléctrico

1.6. CALIDAD DEL GAS A TRANSPORTAR

Las propiedades del gas a condiciones determinadas de presión y temperatura son un aspecto importante en la operación, al igual que su volumen, factor de compresibilidad, calor específico, coeficiente de Joule Thompson, coeficiente isentrópico, entalpía, entropía y viscosidad. Las condiciones de presión y temperatura influyen significativamente en las propiedades de un gas y su incremento o disminución varía la capacidad de transporte.

La calidad del gas que transportará y manejará el centro de distribución se valora en la mayoría de los casos teniendo en cuenta los parámetros dictados por el Reglamento Único de Transporte RUT, los cuales se indican en la tabla 1. ya que los diferentes agentes productores involucrados en la cadena deben cumplir por ley con estas especificaciones.

Tabla 1. Especificaciones de calidad del gas natural según RUT

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 ₂ S 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

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL GAS NATURAL		
Contenido de inertes máximo, %Vol. (CO ₂ + N ₂ + O ₂) (Nota 3)	5	5
Contenido de Oxígeno máximo, %Vol.	0.1	0.1
Contenido de agua máximo, mg / m ³ (lb / MMSCF)	97	6.0
Temperatura de entrada máxima, °C (°F)	49	120
Temperatura de entrada mínima, °C (°F)	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
<p>Nota 1: Todos los datos sobre metro cúbico o pie cúbico de gas están referidos a Condiciones Estándar.</p> <p>Nota 2: Los líquidos pueden ser: hidrocarburos, agua y otros contaminantes en estado líquido.</p> <p>Nota 3: Se considera como contenido de inertes la suma de los contenidos de CO₂, nitrógeno y oxígeno.</p> <p>Nota 4: El máximo tamaño de las partículas debe ser 15 micrones.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>		

Fuente: CREG

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El centro de distribución es un sitio físico donde se unen los principales gasoductos troncales del país y su principal función es hacer intercambios, manejos, distribuciones, compensaciones etc, que permita cumplir a la transportadora con la nominación y la demanda diaria hacia los remitentes conectados a cualquiera de los tres gasoductos mencionados al igual con los ramales conectados a dichos gasoductos.

El centro de distribución es un punto crítico y neurálgico de la cadena de valor del gas natural ver Figura 2.1, en el mapa de red el centro de distribución se localiza justo al lado de la estación de compresión de gas Vasconia ECGVA.

El gas que maneja el centro de distribución en adelante denominado HUB es una mezcla combustible de gases de gran poder calorífico, formado en las entrañas de la tierra en el curso de un proceso evolutivo de centenares de miles de años. El principal componente de la mezcla que conforma el gas natural es el metano. Los demás componentes, en muy pequeñas cantidades, son otros gases tales como óxidos de nitrógenos, dióxido de carbono, y vapor de agua (ver tabla 1).

A través de la Red Nacional de Gasoductos, se busca suministrar gas natural a los principales centros de consumo industrial y residencial. El plan de masificación del gas natural busca, además, reducir el consumo de leña y la tala de árboles. Otro factor benéfico, es sustituir el uso de la energía eléctrica, la cual es más costosa que el gas natural. La función de la estación compresora de gas natural es, elevar la presión del fluido en la línea, con el fin de suministrar la energía necesaria para su transporte.

Nuestro Sistema de Transporte



Centro Oriente	—
Ballena - Barrancabermeja	—
Cusiana - Porvenir - La Belleza	—
Cusiana - Apiay - Usme	—
Boyacá - Santander	—
Mariquita - Cali	—
De La Sabana	—
Morichal - Yopal	—
Sur de Bolívar	—

NUESTRO SISTEMA DE TRANSPORTE		
Red de Gasoductos	Longitud	Longitud Total
Directamente operados y mantenidos por TGI	3.047 Km	3.957 Km
Operado por terceros (La Sabana)	150 Km	
Operados y mantenidos bajo contrato BOMT con TDO	760 Km	

ESTACIONES DE COMPRESIÓN	
Estaciones	HP Total
▽ Desde Ballena	94240
▾ Desde Cusiana	54830

	Loop	Fase I	Fase II	Total
—	20"	37	149	186 Km
---	16"	58	35	93 Km
Total		95	184	279 Km



Figura 1 Mapa red de gasoductos¹

¹ Fuente TGI S.A ESP www.tgi.com.co

El proceso normal de operación del HUB esta esquemáticamente mostrado en la siguiente figura:

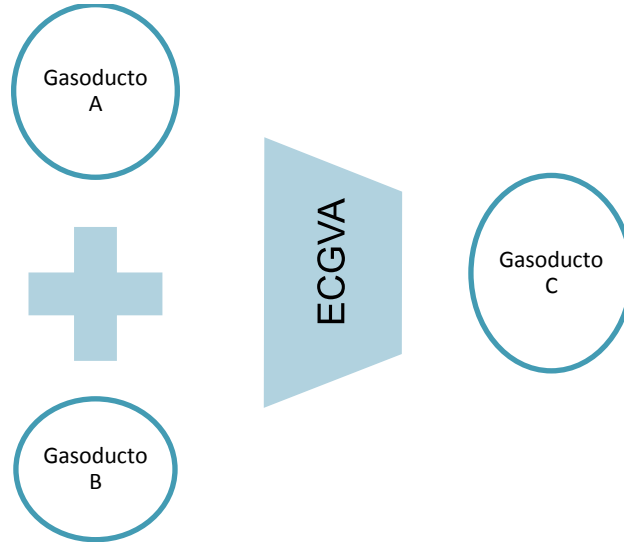


Figura 2. Diagrama esquemático de operación normal del HUB

Donde los gasoductos A (Cusiana) y B (Ballena) se unen se regulan y se mezclan para ser enviados a la succión de la estación de compresión de gas Vasconia en adelante ECGVA y esta regresa la corriente de gas con una presión de entrega de 1200 psig hacia el gasoducto C (Alto Magdalena).

Pero dada las condiciones del mercado, las nominaciones, las emergencias, los fenómenos climáticos, hacen que estas condiciones normales de funcionamiento sufran constantes variaciones y sea necesario tener las facilidades adecuadas para poder redireccionar y combinar todos los escenarios posibles con el fin de llevar gas desde cualquier agente productor hacia cualquier remitente conectado al sistema, en condiciones de flujo natural o enviando a la estación de compresión.

A continuación se muestra un diagrama de bloques con los diferentes escenarios que puede manejar el HUB.

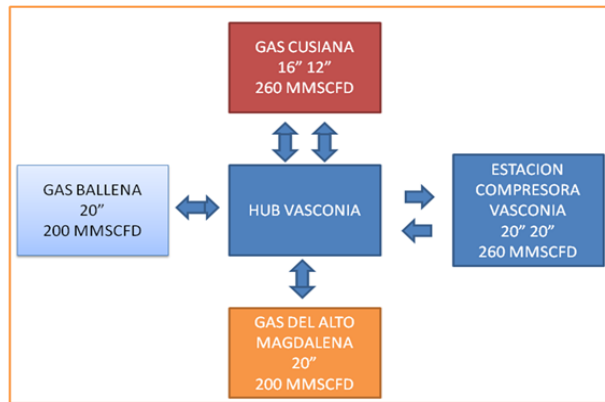


Figura 3. Diagrama de bloques HUB

Esto obliga a que los operadores del centro principal de control en adelante CPC tengan un control remoto en tiempo real y con un grado de confiabilidad alto para poder responder ante cualquier cambio en las condiciones de operación que se requiera, por eso se hace necesario crear un documento básico que muestre a cualquier operador capacitado el adecuado funcionamiento de los sistemas de válvulas para poder redireccionar los flujos y corrientes de gas según lo planteado en los objetivos de este documento.

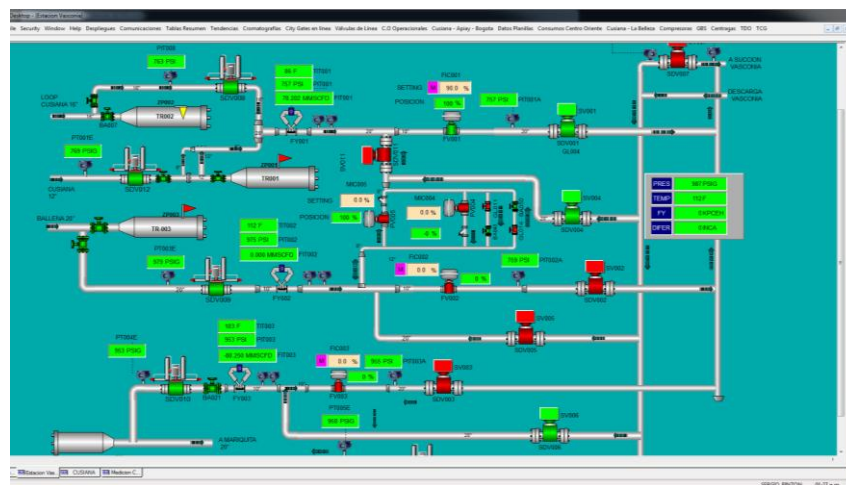


Figura 4. despliegue gráfico del HMI del HUB en el CPC.2

² Fuente TGI S.A ESP.

El proceso completo del HUB se muestra en detalle en el ANEXO A. P&ID del HUB.

3. MANUAL DE OPERACIONES

3.1. ABREVIACIONES

BDV	Válvula de Blowdown
CCR	Cuarto de Control
CPC	Cuarto Principal de Control
DCS	Sistema de Control Distribuido
E/S	Entrada/Salida
ESD	Sistema de Seguridad y Shutdown
HMI	Interfase Operador-Máquina
MMSCFD	Millón de estándar pie cúbico día, medido en condiciones estándar (@ 60°F y 0 psig).
MO	Manual de Operación
msnm	Metros sobre el nivel del mar.
PC	Computadoras Personales
PCV	Válvula de Control (Regulación) de Presión
P&ID	Diagrama de Tuberías e Instrumentos
PSV	Válvula de Seguridad
SDV	Válvula de Shutdown
SP	Set Point
TGI	Transportadora de Gas Internacional

3.2. OBJETIVO DEL MANUAL

El siguiente procedimiento establece los pasos generales para el manual del Centro de Distribución de Gas HUB, considerando que en este centro confluyen

las corrientes de gas del gasoducto A, y gas del gasoducto B, para su respectiva compresión en la estación ECGVA y su posterior envío hacia el gasoducto C.

3.3. DESCRIPCION Y ALCANCE

El Centro de distribución de gas está ubicado en la actual localización donde convergen las trampas de raspadores de los gasoductos en mención en el Municipio de Puerto Boyacá en el departamento de Boyacá, localizada frente a la estación Vasconia de ECOPEPETROL.

El Centro de distribución hace parte del proyecto de expansión del gasoducto A de una de las principales transportadoras de gas del país, y se diseñó para manejar un flujo de 260 MMSCFD de gas Cusiana Gasoducto A, 200 MMSCFD de gas Ballena Gasoducto B y 200 MMSCFD de gas del Alto Magdalena Gasoducto C, en sus correspondientes sentidos de flujo de acuerdos con las necesidades del sistema, y bajos los esquemas de operación (flujo y temperatura) dados para la estación de compresión ECGVA.

3.4. OPERABILIDAD DEL CENTRO DE DISTRIBUCION

3.4.1. Funcionalidad del centro de distribución

El Centro de Distribución HUB de gas contará con las siguientes facilidades operativas y funcionales:

- Recibir flujos de gas para unas condiciones de diseño de 260 MMSCFD de Gas Cusiana llegando por dos líneas, una de 12" existente y otra de 16" que

se construye por un tercero como loop desde la estación de compresión Puente Guillermo en adelante ECGPG gasoducto A.

- Recibir 200 MMSCFD de gas de Ballenas gasoducto B, desde la estación de compresión Barrancabermeja en adelante ECGBA, por una línea de 20" existente.
- Recibir 200 MMSCFD de gas del Alto Magdalena gasoducto C, desde la estación de compresión Mariquita en adelante ECGMA, por una línea de 20" existente.
- Enviar gas combustible hacia la ECGVA, tomando dicha corriente de las facilidades de gas de Ballenas o Cusiana.
- Desviar una cantidad apreciable de gas de Cusiana hacia Ballenas o viceversa, estando en cualquiera de las otras alternativas operativas.

El Centro de distribución operará en flujo natural bajo los siguientes esquemas operativos:

- A. Mezclar los gases de Cusiana y Ballenas provenientes de las estaciones de compresión ECGPG y ECGBA, en dirección a la estación de compresión ECGMA
- B. Mezclar los gases de Cusiana y Alto Magdalena de las estaciones ECGPG y ECGMA, en dirección a la estación de compresión ECGBA.
- C. Mezclar los gases de Ballenas y Alto Magdalena provenientes de las estaciones compresoras de ECGBA y ECGMA, en dirección a la estación de compresión ECGPG.

- D. Enviar gases de la estación de compresión ECGPG hacia las estaciones ECGBA y/o ECGMA.
- E. Enviar gases de la estación de compresión ECGBA hacia las estaciones compresoras de ECGPG y/o ECGMA.
- F. Enviar gases de la estación de compresión ECGMA hacia las estaciones de compresión de ECGBA y/o ECGPG.

Adicionalmente este centro funcionará desde la estación de Compresión Vasconia ECGVA, cumpliendo con los siguientes arreglos:

- ✓ Comprimir la mezcla de gas Cusiana y gas Ballena, y realizar su envío hacia la estación de compresión ECGMA.
- ✓ Comprimir la mezcla de gas Cusiana y gas del Alto Magdalena, y realizar su envío hacia la estación de compresión ECGBA.
- ✓ Comprimir la mezcla de gas Ballena y Alto Magdalena, y realizar su envío hacia la estación de compresión ECGPG.
- ✓ Comprimir gas Cusiana proveniente de la estación ECGPG en dirección hacia las estaciones ECGBA y/o ECGMA.
- ✓ Comprimir gas Ballenas proveniente de la estación ECGBA en dirección hacia las estaciones ECGPG y/o ECGMA.
- ✓ Comprimir gas Alto Magdalena proveniente de la estación ECGMA en dirección hacia las estaciones ECGPG y/o ECGBA.

3.4.2. Condiciones de Operación

A continuación se indican las condiciones operacionales consideradas para la operación del centro de distribución de gas Vasconia HUB, resaltando que las condiciones más efectivas y eficientes serán las encontradas por los operadores en su experiencia posterior adquirida a través de tiempo.

CENTRO DE DISTRIBUCION (HUB) DE GAS VASCONIA	
Gases a comprimir:	
Gasoducto A Cusiana, MMSCFD	260
Gasoducto B Ballenas, MMSCFD	200
Gasoducto C Alto Magdalena, MMSCFD	200
Rango de Presiones en recibo: psig	550 a 850
Presión máxima de operación en descarga: psig	1200
Temperatura máxima del gas en recibo: °F	97
Temperatura máxima del gas en descarga: °F	120
Desvío máximo de gas Cusiana hacia Ballenas: MMSCFD	105
Flujo máximo de gas combustible: MMSCFD	1,86

3.5. SISTEMAS DE CONTROL DE PROCESO DCS Y EMERGENCIA ESD

El funcionamiento confiable del HUB Vasconia está optimizado mediante 2 sistemas de control principales definidos como:

- ✓ Sistema de Control de Procesos DCS
- ✓ Sistema de Cierre de emergencia ESD

3.5.1. Sistema de Control de Procesos DCS

El Sistema de control de proceso está compuesto principalmente por un controlador tipo DCS marca Bristol Control Wave Micro instalado en un gabinete en el cuarto de control llamado HV-P-CONT-001 junto con sus módulos E/S y accesorios respectivos ver figura 5.



Figura 5 Gabinete DCS

El sistema DCS tiene la función de monitorear y diagnosticar la instrumentación propia del proceso de distribución de gas referido la ejecución de lazos de control de presión flujo y temperatura haciendo uso de la interfaz gráfica SCADA Open Enterprise desde la estación ECGVA o desde el Centro Principal de Control CPC.

El DCS monitorea y controla la instrumentación del proceso de distribución, así:

- ✓ Válvulas de control
- ✓ Transmisores de presión
- ✓ Transmisores de temperatura
- ✓ Medidores de flujo
- ✓ Válvulas hidroneumáticas

- ✓ Indicadores de paso de marrano en las trampas

Como se mencionó antes en el HUB confluyen las corrientes de gas de Cusiana línea de 16" (loop) y línea de 12", esto forman el gasoducto A, gas Guajira Ballenas línea de 20" gasoducto B y gas Alto Magdalena línea de 20" gasoducto C.

El HUB está interconectado con la Estación de Gas Vasconia ECGVA mediante dos líneas de 20" Succión y descarga, y una de 3" gas combustible para las unidades de compresión. Cada sistema tiene implementada instrumentación que permite obtener el control y monitoreo confiable Ver plano del ANEXO 1.

Instrumentación de Sistema Cusiana Gasoducto A

El sistema Cusiana cuenta con dos trampas de raspadores HVA-TR-001 y HVA-TR-002 las cuales cuentan con válvulas de seguridad HVA-PSV-001 y HVA-PSV-002, Válvulas de bloqueo de gas de la llegada del gasoducto A (hidroneumáticas Bettis) HVA-SDV-012 y HVA-SDV-008 transmisores de presión HVA-PIT-001E y HVA-PIT-002E, indicadores de paso de marrano HVA-ZP-001 y HVA-ZP-002 y la instrumentación de indicación en campo ver figura 6.



Figura 6 Trampas gasoducto A Cusiana

Luego el gas recibido en las 2 trampas se reúne en una sola línea que converge a los cabezales de mezcla de succión y descarga, dicha línea contiene un medidor de flujo de 10" HVA-FIT-001 con sus PIT-001 y TIT-001 asociados; válvula de control de presión de 10" HVA-FV-001 con su PIT-001A aguas abajo y finalmente termina la línea en los cabezales con 3 válvulas de corte de 20" HVA-SDV-01/004/011 ver figura 7.



Figura 7 Medidor de flujo, válvula de control de presión, válvulas de corte sistema gasoducto A

Instrumentación de Sistema Ballena Gasoducto B

El sistema gasoducto B cuenta con una trampa de raspadores HVA-TR-003 la cual cuenta con válvulas de seguridad HVA-PSV-003, Válvula de bloqueo de gas de la llegada del gasoducto B (hidroneumáticas Bettis) HVA-SDV-009, transmisor de presión HVA-PIT-003E, indicador de paso de marrano HVA-ZP-003 y la instrumentación de indicación en campo

Luego el gas recibido en la trampa se reúne en una sola línea que converge a los cabezales de mezcla de succión y descarga, dicha línea contiene un medidor de flujo de 10" HVA-FIT-002 con sus PIT-002 y TIT-002 asociados; válvula de control

de presión de 10" HVA-FV-002 con su PIT-002A aguas abajo y finalmente termina la línea en los cabezales con 2 válvulas de corte de 20" HVA-SDV-02/005 ver figura 8.



Figura 8 Medidor de flujo, válvula de control de presión, válvulas de corte sistema gasoducto B

Instrumentación de Sistema Alto Magdalena Gasoducto C

El sistema gasoducto C cuenta con una trampa de raspadores HVA-TR-004 la cual cuenta con válvulas de seguridad HVA-PSV-004, Válvula de bloqueo de gas de la llegada del gasoducto B (hidroneumáticas Bettis) HVA-SDV-010, transmisor de presión HVA-PIT-004E, indicador de paso de marrano HVA-ZP-004 y la instrumentación de indicación en campo

Luego el gas recibido en la trampa se reúne en una sola línea que converge a los cabezales de mezcla de succión y descarga, dicha línea contiene un medidor de flujo de 10" HVA-FIT-003 con sus PIT-003 y TIT-003 asociados; válvula de control de presión de 10" HVA-FV-003 con su PIT-003A aguas abajo y finalmente termina

la línea en los cabezales con 2 válvulas de corte de 20" HVA-SDV-03/006 ver figura 9.



Figura 9 Medidor de flujo, válvula de control de presión, válvulas de corte sistema gasoducto C.

Instrumentación cuadro de control Gasoducto A-Gasoducto B

Entre las líneas del gasoducto A y el B, llegando hacia los cabezales de mezcla está implementado un cuadro de control de presión que contiene dos válvulas de control de presión HVA-FV-004 y HVA-FV-005 con sus respectivas válvulas de bloque manual, para enviar gas de forma bidireccional entre los dos gasoductos en forma natural sin comprimir, ver figura 10.



Figura 10 Cuadro de control entre sistemas gasoductos A y C, válvulas HVA-FV-004/005.

El sistema DCS que recopila los datos de la instrumentación mencionada permite comunicarse con el sistema de emergencia ESD mediante protocolo MODBUS RS-485 entre sus controladores.

El sistema ESD envía al controlador DCS toda la información de la instrumentación de emergencia y recibe del DCS comandos originados desde los despliegues de operación que este ejecuta.

El DCS Bristol instalado en el HUB se comunica con el controlador Bristol de la Estación ECGVA mediante un enlace de radiofrecuencia spread Spectrum y este controlador integra todos los datos del HUB a su base de datos y al SCADA. De esta manera tanto en las Workstation de la EGGVA como en el CPC se puede monitorear y controlar la instrumentación del HUB.

Finalmente todos los datos del HUB (DCS y ESD) tanto de monitoreo como de control son transferidos desde y hacia el CPC en la ciudad de Bucaramanga mediante un enlace satelital de la ECGVA, con el objeto primordial de permitir dar una operación remota, ver figura 11.

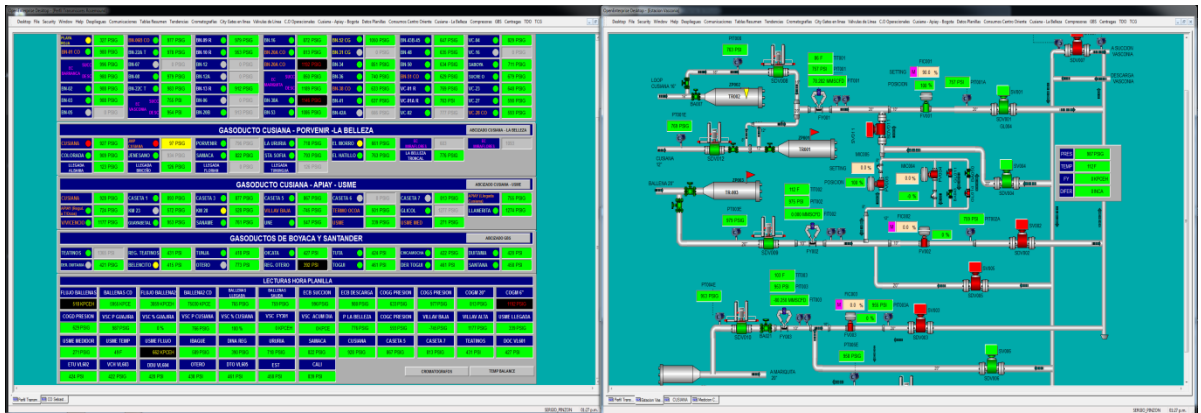


Figura 11 SCADA Open Enterprise de Bristol del HUB.

Para obtener información detallada del Sistema de control de procesos del HUB y del SCADA remitirse al dossier del mismo en el volumen F del tomo 11 del dossier principal del HUB Vasconia.

3.5.2.. Sistema Cierre de Emergencia ESD.

El Sistema de cierre de Emergencia ESD está compuesto principalmente por un controlador tipo PLC marca HIMATRIX F30 instalado en un gabinete en el cuarto de control llamado HV-PLC-ESD-001 junto con sus módulos E/S y accesorios respectivos ver figura 12.



Figura 12 Gabinete ESD

El sistema ESD también conocido como sistema de Shut Down tiene la función de monitorear todas las variables que indican una condición de emergencia en el HUB, como presión alta-alta y baja-baja, flujo alto-alto. Cuando cualquier condición de estas se presenta en alguno de los sistemas del HUB el sistema ESD actúa las válvulas de cierre de emergencia respectivas (SDV- Shut Down Valve) de forma inmediata.

La lógica implementada para la activación de los interlocks Shut Down, consta de los siguientes componentes:

- ✓ Bloqueo general del HUB - Cierre de todas las válvulas de corte HVA-SDV-001/002/003/004/005/006/007/011. Se genera esta acción cuando:
 - Se presiona cualquiera de los dos push bottom físicos ubicados en la cercanía del portón principal de acceso y en el CCR, o si se presiona el PB virtual en el HMI.
 - La presión en la línea de succión que va a la ECGVA supera los 1200 psig o cae por debajo de 500 psig.
- ✓ Bloqueo gasoducto A - Cierre de las válvulas de corte HVA-SDV-001/004//011. Se genera esta acción cuando:
 - Si se presiona el PB virtual en el HMI.
 - La presión en la línea de gasoducto A (transmisor HVA-PIT-001) cae por debajo de 500 psig o cuando el flujo en el medidor HVA-FIT-001 es mayor a 260 MMSCFD.
- ✓ Bloqueo gasoducto B - Cierre de las válvulas de corte HVA-SDV-002/005. Se genera esta acción cuando:
 - Si se presiona el PB virtual en el HMI.
 - La presión en la línea de gasoducto A (transmisor HVA-PIT-002) cae por debajo de 500 psig o cuando el flujo en el medidor HVA-FIT-002 es mayor a 200 MMSCFD.

- ✓ Bloqueo gasoducto C - Cierre de las válvulas de corte HVA-SDV-003/006/. Se genera esta acción cuando:
 - Si se presiona el PB virtual en el HMI.
 - La presión en la línea de gasoducto A (transmisor HVA-PIT-003) cae por debajo de 500 psig o cuando el flujo en el medidor HVA-FIT-003 es mayor a 200 MMSCFD.

3.6. OPERACIÓN AUTOMÁTICA DEL HUB (VER ANEXO A.)

El sistema de control permite un funcionamiento automático de las válvulas de control de flujo, transmisor de presión y temperatura, medidor de flujo, actuadores entre otros y permite la operación remota desde el CPC de Bucaramanga gracias a su interacción con la ECGVA y el CPC mediante los sistemas de comunicación de radiofrecuencia y satelital.

3.6.1. Sistema Cusiana gasoducto A

Cuando el sistema Cusiana se encuentre fuera de línea independiente de si los otros dos sistemas están o no en funcionamiento las válvulas SDV-001 BA-052, SDV-004, BA-053, SDV-012, SDV-008, BA-058, VC-01 y la válvula de su by-pass de 2" deben estar en posición cerrada

Para iniciar con la operación de este se debe sistema cumplir con lo siguiente:

1. Verifique si está en servicio otro de los sistemas de recibo de gas. Si es así, pase al punto 3.
2. Asegurar que las válvulas de bola de interconexión de los nuevos cabezales de 20" con la estación compresora Vasconia, válvulas BA-025 y BA-026, y la válvula de corte SDV-007, estén cerradas.

3. Asegurar que las válvulas SDV-001 (conexión con el nuevo cabezal de 20" hacia la estación Vasconia), la SDV-004 (descarga de la estación Vasconia hacia Cusiana) y la SDV-011, se encuentren cerradas.
4. Asegurar que las válvulas de interconexión con los cabezales existentes (Tie ins 001A y 001B del P&ID) estén cerradas.
5. Verificar que todas las válvulas de interconexión con el sistema Guajira (Ballenas), FV-004 y FV-005 y sus bypass, se encuentren cerradas.
6. Verificar que la válvula de corte SDV-008 y su bypass (BA-058 y GL-015) estén cerradas.

Cumplido lo anterior, se puede proceder al recibo de gas desde Cusiana, para lo cual proceda de la siguiente manera:

- ✓ Abrir la válvula de 2" del bypass de la válvula de línea BA-001 (SDV-011 ó VC-01 existente con actuador), para igualar presiones en los sistemas.
- ✓ Abra la válvula de bola BA-004 y tal como actualmente se realiza, efectúe el control de flujo y/o presión con la válvula de control existente en la línea de 8".
- ✓ Abra totalmente la válvula BA-001 (SDV-011).
- ✓ Verifique la presión de recibo con el indicar de presión existente y compruébelo con los nuevos instalados en el sistema (PI-002 y PI-006).
- ✓ Verifique que la válvula de control de flujo nueva (FV-001) y sus válvulas de bloque (bola BA-010 y BA-011) estén abiertas.

- ✓ Desde el tablero de control temporal instalado en el nuevo cuarto de control, abra la SDV-001, operación con la cual el recibo de gas de Cusiana estará en el nuevo cabezal del HUB de 20”.

- ✓ Para dar paso hacia la Estación de Compresión Vasconia, abra la válvula BA-025, la cual está localizada en el costado sur-este del HUB Vasconia. Igualmente, para habilitar el nuevo sistema de descarga hacia Puerto Salgar (Alto Magdalena), se debe abrir la válvula de bola BA-026.

3.6.2. Sistema de recibo Guajira (Ballenas) Gasoducto B

Para iniciar con la operación de este sistema se debe cumplir con lo siguiente:

1. Verifique si está en servicio otro de los sistemas de recibo. Si es así, continúe con el punto 3, si no, por favor siga al numeral 2.
2. Asegurar que las válvulas de bola de interconexión de los nuevos cabezales de 20” con la estación compresora Vasconia, válvulas BA-025 y BA-026, y la válvula de corte SDV-007, estén cerradas.
3. Asegurar que las válvulas SDV-002 (conexión con el nuevo cabezal de 20” hacia la estación Vasconia), y la SDV-005 (descarga de la estación Vasconia hacia Guajira), se encuentren cerradas.
4. Asegurar que las válvulas de interconexión con los cabezales existentes (Tie ins 007 y 008 del P&ID) estén cerradas.
5. Verificar que todas las válvulas de interconexión con el sistema Guajira (Ballenas), FV-004 y FV-005 y sus bypass, se encuentren cerradas.

Cumplido lo anterior, se puede proceder al recibo de gas desde Guajira, para lo cual proceda de la siguiente manera:

- ✓ Abrir la válvula de 2" del bypass de la válvula de línea SDV-009 (existente BN-10 con actuador), para igualar presiones en los sistemas.
- ✓ Habilite el sistema de 8" existente, y efectúe el control de flujo y/o presión con la válvula de control de 8".
- ✓ Abra totalmente la válvula SDV-009.
- ✓ Verifique la presión de recibo con el indicar de presión existente y compruébelo con los nuevos instalados en el sistema (PI-008 y PI-010).
- ✓ Verifique que la válvula de control de flujo nueva (FV-002) y sus válvulas de bloque (bola BA-015 y BA-016) estén abiertas.
- ✓ Desde el tablero de control temporal instalado en el nuevo cuarto de control, abra la SDV-002, operación con la cual el recibo de gas de Cusiana estará en el nuevo cabezal del HUB de 20".
- ✓ Para dar paso hacia la Estación de Compresión Vasconia, abra la válvula BA-025, la cual está localizada en el costado sur-este del HUB Vasconia. Igualmente, para habilitar el nuevo sistema de descarga hacia Puerto Salgar (Alto Magdalena), se debe abrir la válvula de bola BA-026.

3.6.3. Sistema envío de Gas Alto Magdalena gasoducto C

Para iniciar con la operación de este sistema se debe cumplir con lo siguiente:

1. Verifique si está en servicio otro de los sistemas de recibo. Si es así, continúe con el punto 3, si no, por favor siga al numeral 2.
2. Asegurar que las válvulas de bola de interconexión de los nuevos cabezales de 20" con la estación compresora Vasconia, válvulas BA-025 y BA-026, y la válvula de corte SDV-007, estén cerradas.
3. Asegurar que las válvulas SDV-003 (conexión con el nuevo cabezal de 20" hacia la estación Vasconia), y la SDV-006 (descarga de la estación Vasconia hacia Guajira), se encuentren cerradas.
4. Asegurar que la válvula de interconexión con el cabezal existente (descarga de la estación Vasconia) esté cerrada.
5. Verifique que las válvulas de comunicación con Puerto Salgar BA-017 y BA-018, estén cerradas.

Cumplido lo anterior, se puede proceder al despacho de gas hacia Puerto Salgar (Alto Magdalena), para lo cual proceda de la siguiente manera:

- ✓ Abra totalmente la válvula de línea existente SDV-010 (Actual BN-09).
- ✓ Abrir la válvula de 2" del bypass (BA-057 y GL-010) de la válvula de corte SDV-006, para igualar presiones en los sistemas. La válvula BA-026 del cabezal de 20" deberá estar abierta.
- ✓ Abra totalmente la válvula SDV-006, desde el tablero temporal instalado en el nuevo cuarto de control
- ✓ Verifique la presión de despacho con el indicador de presión PI-012.
- ✓ Para dar paso final hacia Puerto Salgar, abra la válvula BA-018 de 20".

3.6.4. Desvíos parciales de gasoducto A hacia el B

Para realizar estos desvíos, y considerando que sea mediante flujo natural (sin compresión), se debe, adicional a lo estipulado para el recibo de Cusiana en 3.1, realizar lo siguiente:

Habilitar la apertura de la válvula SDV-011, lo cual se efectúa desde el tablero temporal localizado en el nuevo cuarto de control, no sin antes igualar presiones por medio de las válvulas bypass de la SDV-004, válvulas BA-053 y GL-004.

Manteniendo cerrada la válvula de control FV-004, abrir las válvula de bola BA-027 y BA-028.

Luego proceda de manera manual a controlar el flujo hacia la Guajira, por medio de la válvula de control FV-004.

3.6.5. Funcionalidad del centro de distribución de gas HUB

Para el caso específico que se requiera realizar algunas de las alternativas enunciadas en el numeral 2.0, se debe proceder según el siguiente ejemplo: Comprimiendo Guajira y Alto Magdalena, para despachar hacia Cusiana.

- Tal como se enunció en los numerales 3.2 y 3.3 anteriores, se habilitan tales sistemas para recibir dichos flujo en la Estación de Compresión Vasconia.
- Considerando que el sistema Cusiana está habilitado en su operación normal para recibir, proceder así:
- Asegure que la válvula de corte SDV-001 esté totalmente cerrada.

- Verifique que las válvulas de control de flujo FV-004 y FV-005, y sus bypass, estén cerradas.

- Asegure que la válvula SDV-011 esté abierta.

- Desde el tablero temporal localizado en el nuevo cuarto de control, abra la válvula SDV-004, operación con la cual el sistema quedará habilitado para el envío de Gas del Alto Magdalena (si así fuera el caso) y/o de Guajira, hacia Cusiana.

Para los demás escenarios posibles, y considerando que cada uno de los sistemas de recibo de gas (Cusiana, Guajira y Alto Magdalena) se encuentra presionado hasta la respectiva válvula de corte (SDV), favor proceder al alineamiento de válvulas, según se indica en el cuadro de “Escenarios operacionales del HUB Vasconia”, Anexo 2.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los documentos de referencia fueron los elaborados en la Ingeniería de detalle por el EPC y presentados y aprobados para Construcción por parte de la Interventoría. Para este trabajo los documentos de referencia son los siguientes:

Planos:

TGI-HVA-PL-PR-003-R3

TGI-HVA-PL-TU-001-R3

BIBLIOGRAFÍA

1. AISC. Norma AISC-2005. Versión 2005. Normas para el Diseño de Estructuras de Acero de Estructuras Metálicas.
2. ANSI. Norma ANSI A 14.3. Version 2002. American National Standard for Ladders - Fixed - Safety Requirements.
3. API. Norma API 1104. Version 2008 Welding of Pipelines and related facilities.
4. API. Norma API 650. Version 2009. Welded Steel Tank for oil Storage.
5. API. Norma API Spec 6D. Version 2008. Specification for Pipeline Valves
6. API. Norma API 5L. Version 2007. Specifications For Line Pipes.
7. API. Norma API 600. Version 2009. Steel Gate Valves, flanged and butt-welding ends, Bolted Bonnets.
8. API. Norma API RP1107. Version 1991. Pipeline Maintenance Welding Practices.
9. ASCE. Norma ASCE/SEI 7-05. Version 2006. Minimum Design Load in Building and Other Structures.
10. ASME. Norma ANSI/ASME B 16.11. Version 2009. Forged Steel Fittings, Socket. Welding and Threaded.
11. ASME. Norma ANSI/ASME B 16.47. Version 2006. Large Diameter Steel Flanges
12. ASME. Norma ANSI/ASME B 16.5. Version 2009. Steel Pipe Flanges and Flanged Fitting.
13. ASME. Norma ANSI/ASME B 16.9. Version 2007. Factory Made Wrought Steel but Welding Fitting.
14. ASME. Norma ANSI/ASME B16.36. Version 2009. Steel Orifice Flange.
15. ASME. Norma ANSI/ASME B36.10. Version 2004. Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.

16. ASME. Norma ASME Sec. 8 Div 1. Version 2007. Boiler and Pressure Vessel Code.
17. ASME. Norma ASME Sec. 9. Version 2007. Welding and Brazing Qualifications.
18. ASME. Norma B31.8. Version 2007. Gas transmission and distribution piping systems.
19. 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
20. GPSA ENGINEERING DATA BOOK. Twelfth Edition
21. ICONTEC. Norma NTC 3949. Versión 2002. Estaciones de Regulación de Presión para líneas de transporte y redes de distribución de gas combustible.
22. ICONTEC. Norma NTC 2050. Versión 1998 1ª Actualización. Código Eléctrico Colombiano.
23. IEEE. Norma ANSI/IEEE C37.13.1. Version 2006. IEEE Standard for Definite Purpose Switching Devices for Use in Metal-Enclosed Low-Voltage.
24. ISA. Norma ISA COMPLETE SET. Version 2008. ISA Standards Library for Automation and Control
25. MSS. Norma MSS-SP-44. Version 2006. Steel Pipe Line Flange
26. MSS. Norma MSS-SP-75. Version 2008. Specifications for High Test Wrought Butt-Welding Fittings.
27. NEMA. Norma ANSI/NEMA C84.1. Version 2006. Electric Power Systems and Equipment -Voltage Ratings.
28. 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.
29. NFPA. Norma NFPA - 10. Version 2007. Portable Fire Extinguishers
30. NFPA. Norma NFPA – 14. Version 2008. Standard on Motion Picture and Television Production Studio Soundstages and Approved Production Facilities.
31. NFPA. Norma NFPA - 15. Version 2009. Fire Safety in Racetrack Stables.

32. NFPA. Norma NFPA – 70. Version 2008. Standard for Electrical Safety in the Workplace.
33. NFPA. Norma NFPA 54. Version 2009. National Fuel Gas Code.
34. RULES OF THUMB. Handbook. E.W. McAllister, Editor. Seventh Edition. (a manual of quick, accurate solutions to everyday pipeline engineering problems).
35. SURFACE PRODUCTION OPERATIONS. Ken Arnold Maurice Stewart. Second Edition. Volume 2. (Design of Gas-handling Systems and Facilities)

ANEXOS

ANEXO A DIAGRAMAS P&ID

**ANEXO B. MATRIZ DE
OPERABILIDAD DEL
CENTRO DE
DISTRIBUCIÓN DE GAS
(HUB)**

A N E X O No. 2
MATRIX DE OPERABILIDAD DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS (HUB) VASCONIA

		ESTADO (ALINEACION) DE LAS VÁLVULAS DE CORTE										VALVULAS DE CONTROL DE FLUJO					MEDICION DE FLUJOS		
		BA-025	BA-026	SDV-001	SDV-002	SDV-003	SDV-004	SDV-005	SDV-006	SDV-007	SDV-011	FV-001	FV-002	FV-003	FV-004	FV-005	FIT-001	FIT-002	FIT-003
ESCCENARIOS POSIBLES																			
Item	FLUJO NATURAL (Compresora Vasconia F de S)																		
1	Gasoducto A y Gasoducto B hacia Gasoducto C	Close	Close	Open	Open	Close	Close	Close	Open	Open	Close	O.K.	O.K.				O.K.	O.K.	O.K.
2	Gasoducto A y Gasoducto C hacia Gasoducto B	Close	Close	Open	Close	Open	Close	Open	Close	Open	Close	O.K.		O.K.			O.K.	O.K.	O.K.
3	Gasoducto B y Gasoducto C hacia Gasoducto A	Close	Close	Close	Open	Open	Open	Close	Open	Open	Open		O.K.	O.K.			O.K.	O.K.	O.K.
4	Gasoducto A hacia Gasoducto B y Gasoducto C	Close	Close	Open	Close	Close	Open	Close	Open	Open	Close	O.K.			O.K.		O.K.	O.K.	O.K.
5	Gasoducto B hacia Gasoducto A y Gasoducto C	Close	Close	Close	Open	Close	Close	Close	Open	Open	Open		O.K.			O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
6	Gasoducto C hacia Gasoducto A y Gasoducto B	Close	Close	Close	Close	Open	Open	Open	Close	Open	Open			O.K.		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
COMPRESION EN ESTACION VASCONIA																			
7	Gasoducto A y Gasoducto B hacia Gasoducto C	Open	Open	Open	Open	Close	Close	Close	Open	Close	Close	O.K.	O.K.				O.K.	O.K.	O.K.
8	Gasoducto A y Gasoducto C hacia Gasoducto B	Open	Open	Open	Close	Open	Close	Open	Close	Close	Close	O.K.		O.K.			O.K.	O.K.	O.K.
9	Gasoducto B y Gasoducto C hacia Gasoducto A	Open	Open	Close	Open	Open	Open	Close	Close	Close	Open		O.K.	O.K.			O.K.	O.K.	O.K.
10	Gasoducto A hacia Gasoducto B y Gasoducto C	Open	Open	Open	Close	Close	Open	Close	Open	Close	Close	O.K.			O.K.		O.K.	O.K.	O.K.
11	Gasoducto B hacia Gasoducto A y Gasoducto C	Open	Open	Close	Open	Close	Open	Close	Open	Close	Close		O.K.				O.K.	O.K.	O.K.
12	Gasoducto C hacia Gasoducto A y Gasoducto B	Open	Open	Close	Close	Open	Open	Open	Close	Close	Open			O.K.		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
13	Gasoducto C hacia Gasoducto A y Gasoducto B (*)	Open	Open	Close	Close	Open	Close	Open	Close	Close	Open			O.K.		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
OTROS ESCENARIOS																			
14	Gasoducto A Natural hacia Gasoducto B y Comprimido hacia Gasoducto C	Open	Open	Open	Close	Close	Close	Close	Open	Close	Open	O.K.			O.K.		O.K.	O.K.	O.K.

NOTAS ACLARATORIAS:

- (1) Se entiende que para operar cualquier escenario cada sistema se encuentra presionado hasta la válvula de corte respectiva (SDV).
- (2) Para la alineación hacia cada sistema nuevo, se debe siempre abrir primero la válvula (SDV) requerida, antes de cerrar la correspondiente.
- (3) O.K. significa que este instrumentos se utilizará para el control y/o para la medición del flujo.
- (*) Este escenario también se podría utilizar como alterno del anterior.