

**CRITERIOS DE INGENIERÍA PARA LA SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
EN UN PROCESO DE SEPARACIÓN DE CRUDO**

LAURA CLARENA MAESTRE CARRILLO



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA
ESPECIALIZACION EN CONTROL E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2012

**CRITERIOS DE INGENIERÍA PARA LA SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
EN UN PROCESO DE SEPARACIÓN DE CRUDO**

**CRITERIOS DE INGENIERÍA PARA LA SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN
EN UN PROCESO DE SEPARACIÓN DE CRUDO**

LAURA CLARENA MAESTRE CARRILLO

MONOGRAFIA DE GRADO

**JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA
DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA
ESPECIALIZACION EN CONTROL E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2012**

Nota de Aceptación

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

A Dios y mis angeles, por protegermen y acompañarmen a disfrutar lo maravilloso que es la vida que tuve el privilegio que me concedieran

A mi mami, por siempre apoyarme y amarme

A mi familia y amigos, porque siempre han estado cuando los necesito.

Laura Clarena Maestre Carrillo

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla, coordinador de la especialización, por ser una pieza fundamental en el desarrollo de toda la especialización y especialmente en este proyecto.

Al Ingeniero Alejandro Perdomo, Gerente General de Girem Ingeniería Ltda por proporcionar la información necesaria para el estudio del Proceso de Selección de crudo que se manejó en el Contrato No. MA0001423 desarrollado en la Facilidad de chichimine.

A todos los docentes de la especialización, por sus enseñanzas, orientaciones y sabios consejos durante el desarrollo de la misma.

A todos los compañeros de la especialización por el apoyo durante esta etapa.

A todas las demás personas que de una u otra forma ayudaron al buen desarrollo y feliz término de la especialización y presente proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. ESTUDIO PROCESO DE SEPARACIÓN DE CRUDO	2
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE PROCESO	2
1.2 Criterios de Diseño para el Proceso	3
2. ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTOS SELECCIONADOS.....	6
2.1 Tipos de producto	7
2.2 Variables de Proceso.....	7
2.3 Objetivo de la medida	8
2.4 Tipo de instrumentación: electrónica o neumática	8
2.5 Principio de Medición.....	9
2.5.1 Transmisores de flujo Ultrasónicos.....	9
2.5.2 Transmisor de Flujo Tipo Turbina.....	12
2.5.3 Transmisor de Flujo Tipo Coriolis	13
2.5.4 Transmisor de Nivel de Pulsos de Radar	16
2.5.5 Transmisor de nivel Tipo Radar de Onda Guiada	16
2.5.6 Transmisor de Nivel KAM OWD Controls	18
2.5.7 Transmisor de Nivel por presión Diferencial.....	18
2.5.8 Indicadores de Nivel	20
2.5.9 Switch de Nivel	20
2.5.10 Analizador BS&W	21
2.5.11 Transmisor de presión manométrica	23
2.5.12 Transmisor de Presión Diferencial.....	24
2.5.13 Transmisor de Temperatura	26
2.5.14 Válvulas de Control	27
2.5.15 Posicionador Optimux HPP4500	28

2.5.16 Válvula de Seguridad	28
2.6 Tipo de conexión	29
2.7 Rango del instrumento.....	29
2.8 Proveedor del Instrumento	30
3. ESTUDIO DE INSTRUMENTACIÓN SELECCIONADA SEGÚN LAS ETAPAS DEL PROCESO	30
3.1 CABEZAL DE ENTRADA	32
3.2 SEPARADOR TRIFASICO	34
3.3 BOMBAS IMPULSIÓN DEL CRUDO DEL SEPARADOR AL INTERCAMBIADOR	39
3.4 INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	43
3.5 BOTA DE GAS	45
3.6 GUN BARRELS.....	48
3.7 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO.....	51
3.8 SISTEMA DE BOMBEO	54
3.9 SISTEMA DE MEDICION	56
3.10 TANQUE DESNATADOR Y BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE AGUA .	59
3.11 CALDERAS	63
3.12 DEPURADOR DE GAS	63
3.13 UNIDAD RECUPERADORA DE VAPORES (URV) Y KO-DRUM	68
4. PRESUPUESTO DE INSTRUMENTACIÓN SELECCIONADA EN UN PROCESO DE SELECCIÓN DE CRUDO	VI
RECOMENDACIONES.....	72
CONCLUSIONES	73
BIBLIOGRAFIA.....	74
ANEXOS.....	76

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Caudales y Condiciones Diseño de Proceso	5
Tabla 2. Flujo Neto de Proceso.....	6
Tabla 3. Listado de Instrumentos Cabezal de Entrada	33
Tabla 4. Listado de Instrumentos Separador General	39
Tabla 5. Listado de Instrumentos Bombas de Impulsión	41
Tabla 6. Listado de Instrumentos Intercambiador de Calor	45
Tabla 8. Listado de Instrumentos Gun Barrels.....	51
Tabla 9. Listado de Instrumentos Tanques de Almacenamiento	54
Tabla 10. Listado de Sistema de Bombeo	56
Tabla 11. Sistema de Medición.....	59
Tabla 12. Listado de Instrumentos Tanque Desnatador y Bombas de Transferencia de Agua	61
Tabla 13. Listado de Instrumentos Depurador de Gas	67
Tabla 14. Listado de Instrumentos KO-DRUM.....	69

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema Proceso Selección de Crudo Facilidad Chichimene	4
Figura 2. Esquema principio de medición Transmisor de Flujo Ultrasónico Proline Prosonic Flow 93P.	10
Figura 3. Simulación Datos de Entrada Transmisor de Flujo Ultrasónico	11
Figura 4. Simulación Datos de Salida Transmisor de Flujo Ultrasónico.....	12
Figura 5. Simulación Gráfica Error Vs Fluido del Transmisor de Flujo Ultrasónico	12
Figura 6. Partes de un Medidor de Flujo Tipo Turbina.....	13
Figura 7. Sección de Flujo Típica de Medidor Tipo Turbina.....	13
Figura 8. Esquema Transmisor de flujo Coriolis Endress Hauser Promass 83F..	14
Figura 9. Simulación Datos de Entrada Transmisor de Flujo Coriolis	15
Figura 10. Simulación Datos de Salida Transmisor de Flujo Coriolis.....	15
Figura 11. Simulación Gráfica Error Vs Fluido de Transmisor de Flujo Coriolis ...	16
Figura 12. Simulación parámetros de proceso transmisores de nivel	17
Figura 13. Simulación Especificaciones transmisores de nivel Pulsar.....	17
Figura 14. Simulación Especificaciones transmisores de nivel tipo Radar de Onda Guiada	18
Figura 15. Esquema Transmisor de Nivel tipo KAM Controls	19
Figura 16. Esquema Transmisor de Nivel por presión Diferencial Rosemount 3051L.....	19
Figura 18. Esquema Switch de Nivel Kimray	21
Figura 19. Esquema Switch de Nivel Magnetrol B73 & Series 75.....	22
Figura 20. Esquema BS&W Invalco Modelo 7300 WCM	22
Figura 21. Simulación Datos de Entrada Transmisores de Presión Cerabar M.....	23
Figura 22. Simulación Datos de Entrada Transmisores de Presión Cerabar M.....	24

Figura 23. Simulación Datos de Entrada Transmisores de Presión Deltabar S	25
Figura 24. Simulación Especificaciones Transmisores de Presión Deltabar S	25
Figura 25 . Esquema Transmisor de Temperatura iTEMP TMT 142	26
Figura 26. Simulación Datos de Proceso Transmisor de Temperatura iTEMP TMT 142.....	26
Figura 27. Simulación Especificaciones Transmisor de Temperatura iTEMP TMT 142.....	27
Figura 28. Esquema Posicionador Optimux HPP4500	28
Figura 29. Simulación Datos de Entrada y Salida Válvula de seguridad	29
Figura 30. HMI del Proceso Selección de Crudo	31
Figura 31. HMI del Cabezal de Entrada y Separador General.....	37
Figura 32. HMI de Bombas de Impulsión	42
Figura 33. HMI del Cabezal del Intercambiador de Calor y Bota de Gas.....	47
Figura 34. HMI de Gun Barrels	50
Figura 35. HMI de Tanques de Almacenamiento.....	53
Figura 36. HMI de Sistema de Bombeo y Sistema de Medición	57
Figura 37. HMI de Tanque Desnatador y Bombas de Transferencia de Agua.....	62
Figura 38. HMI de Calderas.....	64
Figura 39. HMI de Depurador de Gas.....	66
Figura 40. HMI de KO-DRUM	70
Figura 41. HMI de URV.....	71

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO 1. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO	I
ANEXO 2. DIAGRAMAS DE PROCESO E INSTRUMENTACIÓN, P&ID	II
ANEXO 3. MATRIZ CAUSA Y EFECTO	III
ANEXO 4. LISTADO DE INSTRUMENTOS	IV
ANEXO 5. HOJAS DE DATOS	V
ANEXO 6. ANEXO 6. PRESUPUESTO DE INSTRUMENTACIÓN SELECCIONADA EN UN PROCESO DE SELECCIÓN DE CRUDO	VI

GLOSARIO

- **API.** Gravedad del crudo
- **BS&W.** Factor que mide porcentaje de agua en el crudo
- **DCS.** (Distributed Control System). Sistema de Control Distribuido.
- **HMI.** (Human Machine Interface). Interfase Humano Máquina.
- **INTERLOCKS.** Interbloqueos, es decir cuando la acción de una alarma interviene en el funcionamiento de un equipo.
- **ISA.** (International Society of Automation). Sociedad Internacional de Automatización.
- **P&ID.** Diagrama de Proceso e Instrumentación. Estandarizado bajo la Norma ISA / ANSI S5.1 / 84.
- **RTU.** (Remote Terminal Unit). Unidad Terminal Remota.
- **SCADA.** (Supervisory Control And Data Acquisition). Sistema de Supervisión de Control y Adquisición de Datos.
- **SET POINT.** Puntos de set de los instrumentos, valores para configurar alarmas y disparos

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar un proceso de separación de crudo para establecer los criterios de Ingeniería para la selección de la instrumentación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar un proceso determinado de selección de crudo, estudiar las variables y condiciones de proceso que en su momento decidieron el tipo de instrumento que se debe utilizar.
- Analizar cada una de las etapas de proceso y la instrumentación seleccionado, entendiendo los lazos de control, interlocks y configuración de alarmas dependiendo de su función en el proceso.
- Establecer como se diseñan las hojas de datos de instrumentos según las especificaciones técnicas y su comportamiento en el proceso
- Realizar simulaciones para la selección de instrumentos que lo requieren según la exigencia del proceso.
- Mostrar el presupuesto que se utilizaría en el proyecto de selección de crudo según la instrumentación seleccionada.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: CRITERIOS DE INGENIERÍA PARA LA SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN EN UN PROCESO DE SEPARACIÓN DE CRUDO

AUTORES: LAURA CLARENA MAESTRE CARRILLO

FACULTAD: ESP. EN CONTROL E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

RESUMEN

El proyecto mostrará los diferentes criterios de ingeniería que se deben tener en cuenta para la selección de la instrumentación que se instalan en las líneas de proceso y en los equipos en un proceso de separación de crudo que se encuentra desarrollando actualmente la empresa Girem Ingeniería Ltda. en el marco del Contrato No. MA0001423 en la facilidad de Chichimene. En base a herramientas como diagramas de flujo, Diagramas de Proceso e Instrumentación (P&ID), matriz causa y efecto, listado de instrumentos se establecerán el tipo de instrumento que se selecciona para cada etapa de proceso estableciendo rangos, lazos de control, e interlocks.

PALABRAS CLAVE: Instrumentación, Proceso,P&ID, Rangos, Lazos de Control, Interlocks,

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

ABSTRACT OF THESIS PROJECT

TITLE: ENGINEERING CRITERIA FOR SELECTION PROCESS INSTRUMENTATION IN SEPARATION OF CRUDE

AUTHORS: LAURA CLARENA MAESTRE CARRILLO

DEPARTMENT: SP. CONTROL AND INDUSTRIAL INSTRUMENTATION

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

ABSTRACT

The project will show the different engineering criteria that must be taken into account for the selection of instrumentation that are installed in the process lines and equipment in an oil separation process which is currently developing Girem Ingeniería Ltda. under the Contract No. MA0001423 Chichimene at ease. Based on tools such as flowcharts, process diagrams and Instrumentation (&ID), matrix cause and effect, list of instruments establish the type of instrument that is selected for each process step setting ranges, control loops, and interlocks.

KEYWORDS: Instrumentation, Process, P & ID, ranges, control loops, interlocks.

V° B° THESIS DIRECTOR

INTRODUCCION

Debido a la importancia que tiene la instrumentación para medir y controlar un proceso es fundamental realizar un estudio que nos muestre como se diseña y selecciona la instrumentación en un proceso determinado, paso a paso como lo siguiente:

- Tipo de producto que se maneja en el proceso
- Determinar que variable se va a medir si presión, temperatura, flujo o nivel
- Tipo de instrumento se colocaría si indicador, transmisor, válvula según la necesidad del proceso
- Rango del Instrumento
- Principio de Medición
- Tipo de conexión del instrumento según plano mecánico
- Fabricante y Modelo según los criterios anteriores

El proyecto consiste en estudiar y analizar un proceso de Separación de Crudo que se encuentra desarrollando la empresa Girem Ingeniería Ltda. en el marco del Contrato No. MA0001423 Servicio de Tratamiento de Crudo, Agua y Gas con Opción de Compra de Equipos a Instalar para los Campos de la Superintendencia de Operaciones Castilla Chichimene Ubicados en los Municipios de Castilla la Nueva, Acacias y Guamal". El estudio del proceso busca determinar los criterios para la selección de cada una de la instrumentación implementada.

El objetivo de la separación de crudo del proyecto mencionado anteriormente es obtener un producto con unas especificaciones determinadas por un factor llamado BS&W, el cuál debe ser menor de 1, este BS&W mide el contenido de agua en el crudo que se obtiene después de su tratamiento. En este proceso se va obtener separado agua y gas los cuales tienen que tener un tratamiento especial para su recuperación. Durante el desarrollo del proyecto también se explicará los equipos que se utilizarán para el tratamiento de cada uno de los productos. Teniendo el estudio de los equipos y de los criterios de ingeniería que permiten seleccionar la instrumentación también se debe analizar los lazos de control y los interlocks que permitirán realizar el control del proceso.

En el proyecto se estudiarán los Diagramas de P&ID (Diagrama de Procesos e Instrumento), la matriz causa y efecto y las hojas de datos donde se pueden establecer especificaciones técnicas de cada uno de los diferentes instrumentos, sus conexiones, lazos de control, interlocks. Para complementar el estudio se realizan simulaciones para los instrumentos que lo requiera el proceso especialmente válvulas y transmisores de flujo. También se realizará un listado de instrumentos donde se describe del instrumento, el servicio, la conexión, el rango, el tipo de señal y el proveedor

1. ESTUDIO PROCESO DE SEPARACIÓN DE CRUDO

El Proceso de separación de Crudo que se va a analizar y estudiar hace parte del Contrato No. MA0001423 Servicio de Tratamiento de Crudo, Agua y Gas con Opción de Compra de Equipos a Instalar para los Campos de la Superintendencia de Operaciones Castilla Chichimene Ubicados en los Municipios de Castilla la Nueva, Acacias y Guamal". El proyecto consiste en diseñar y operar una Facilidat que se encargará del tratamiento de crudo, agua y gas de 10 KBOPD de crudo san Fernando, con opción de tratamiento de 10 KBOPD adicionales. Esta facilidad es una unidad operativa semiautomática que contará con un sistema de control distribuido encargado de monitorear y controlar las diferentes variables de proceso, con el fin de asegurar la integridad de la operación de manera automática.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE PROCESO

El proceso comienza con un separador trifásico, donde se separa el agua libre en el crudo, hasta obtener aproximadamente un crudo con un BS&W (porcentaje de agua en el crudo) del 25% a la salida del separador, desde donde se transfiere el crudo hacia un sistema de calentamiento por intercambiador de calor utilizando como medio de calentamiento vapor de baja presión, y desde el cual se envía el crudo a una bota de gas, para separar el gas producido por la descompresión del líquido desde el separador hasta el Gun Barrel. El crudo se transfiere del Gun Barrel a los tanques de almacenamiento por gravedad.

El crudo se calienta después del separador con el fin de reducir tanto su viscosidad como su densidad para su tratamiento posterior y de esta manera facilitar la separación del crudo y el agua en emulsión.

El gas obtenido por la descompresión del fluido entre el separador y los Gun Barrel y el obtenido por efecto del calentamiento del crudo a 160°F, se separa en una bota de gas antes de los Gun Barrel.

El crudo en especificaciones separado del segundo Gun Barrel, se transfiere por gravedad al sistema de almacenamiento, alineados en la succión y en la descarga para operar los mismos recibiendo y despachando simultáneamente y evitar de esta forma problemas operativos.

El gas de la bota de gas se envía hacia la unidad de recuperación de vapores VRU, desde donde después de 2 etapas de compresión se une a la corriente de gas del separador, y que posteriormente se envía hacia el sistema de gas combustible.

En la Figura 1. se observa el Esquema del proceso con sus diferentes etapas y equipos.

El Proceso de Separación de Crudo se divide en los siguientes sistemas operativos:

- Sistema Cabezal de Entrada
- Sistema de Separación.
- Sistema Intercambiador de Temperatura
- Sistema Bota de gas
- Sistema de Lavado (GunBarrel)
- Sistema de Almacenamiento del crudo.
- Sistema de Bombeo de Crudo.
- Sistema de Tanque Desnatado
- Sistema de Bombeo de Agua.
- Sistema de Medición
- Sistema Unidad Recuperadora de vapores
- Sistema de Generación de Vapores (Caldera)
- Sistema de Drenajes
- Sistema de Aire de Instrumentos

1.2 CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL PROCESO

Para el diseño del proceso fue necesario realizar simulaciones que permitieran conocer los valores de variables que se trabajarían en el proceso. Se utilizó como herramienta de simulación Aspen HYSYS V7.0, tomando como base para el modelo termodinámico la ecuación de Peng-Robinson. Este método termodinámico es aplicable al tipo de crudo manejado en la estación de Chichimene, ya que no tiene compuestos polares y cumple con las restricciones de Chao-Seader: Hidrocarburo con Temperatura reducida menor a 0.93, presión reducida de la mezcla menor a 0.8, Temperatura inferior a 500°F y presión menor a 1000 psia.

La simulación del proceso tiene como objetivos fundamentales definir:

- Propiedades, caudales y condiciones de operación de cada corriente de proceso.
- Cantidad de vapor generado en cada una de las etapas de proceso, incluyendo los tanques de separación y su posible recuperación.
- Cantidad de condensados recuperados, en la Unidad de Recuperación de Vapores (URV), de los vapores de Nafta y otros livianos generados en el proceso.

Facilidades De Producción .GIREM.

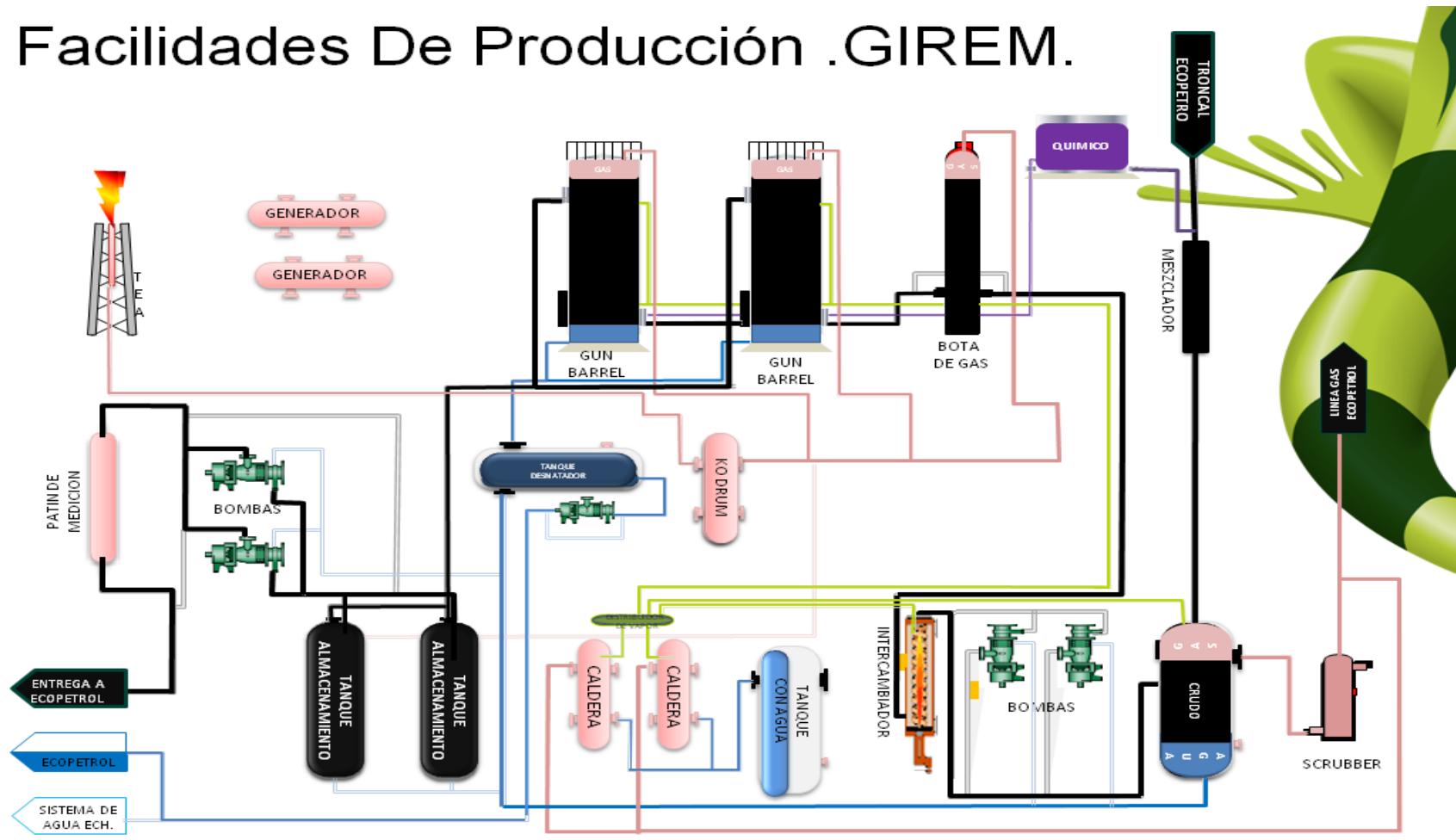


Figura 1. Esquema Proceso Selección de Crudo Facilidat Chichimene

Se tienen dos escenarios: una producción normal de 10000 BOPD, y una producción normal de 20000 BOPD. Se considera para propósitos de diseño el escenario de 20000 BOPD, que fue el caudal de diseño con el cual se hizo la simulación. Los caudales y condiciones que se utilizaron para el diseño del proceso son las observadas en la Tabla 1. En el Anexo 1, se encuentra el Diagrama de Flujo del proceso obtenido de una simulación donde se muestran las entradas y salidas de flujos de cada uno de los equipos.

PARAMETROS DE PRODUCCIÓN	UNIDAD	FORMACIÓN		
		SAN FERNADO (T2)		
		MINIMO	NORMAL	MÁXIMO
Crudo	BPD (barriles por día)	15000	20000	21000
Nafta	% de nafta en mezcla (crudo nafta)	21%	21%	21%
GOR	SCF/ bls STD (pie cúbico por barril estándar)	50-150	50-150	50-150
BSW	% (Cantidad de agua en la emulsión)	10%-30%	10%-30%	10%-30%
API	°API	14-17	14-17	14-17
Presión	Psig en manifold	40-60	40-60	40-60
Temperatura	°F en manifold	100-120	100-120	100-120

Tabla 1. Caudales y Condiciones Diseño de Proceso. [3]

El escenario de diseño considera la operación de los fluidos con 20000 BOPD de crudo de Chichimene entrando a la estación. El GOR y el BSW a la entrada de la estación se considera con base en la cantidad de crudo neto sin diluir. El flujo neto de crudo, gas, agua y nafta, de acuerdo con el escenario de 20000 Barriles por día se muestra en la Tabla 2.

Resultado de la Simulación

La captura del esquema de flujo de proceso con algunos datos de proceso importantes se muestra en la siguiente gráfica para el caso de un GOR de 50 SCF/Barril de crudo. En este diagrama de flujo se pueden observar las diferentes variables de proceso tanto en la entrada y salida de cada equipo. En la Gráfica 2 se tiene el Esquema del diagrama de flujo de proceso en la simulación para la alternativa seleccionada. GOR-50SCF/Bbl.

Fluido	Unidad	TOTAL
Flujo de Crudo + Nafta	BOPD	25309
Flujo de Nafta	BPD	5312
Flujo de Crudo sin Nafta	BOPD	20000
BSW	%	25.1%
GOR	SCFD/Bbl	150
Flujo de agua	BWPD	88858
Flujo de Gas	MMSCFD	3.00
Flujo de Líquido *	BPD	35456

Tabla 2. Flujo Neto de Proceso. [3]

a. Temperatura de Diseño

La temperatura de diseño para las bombas y tuberías se tomará como 50 °F por encima de la temperatura máxima de trabajo, con una temperatura mínima de diseño de 150 °F.

b. Presión de Diseño

Se establece que la presión de diseño será igual a la presión operativa máxima más un margen de seguridad establecido de la siguiente manera:

Para presiones entre 0 y 150psig Máx. Presión operativa + 20psi

Siendo la presión de diseño mínima para los equipos de 50psig.

2. ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTOS SELECCIONADOS

Las siguientes son las especificaciones extraídas del proceso para decidir el tipo de instrumento a instalar, al igual que sus características técnicas para que permitirán el diseño de las hojas de datos correspondientes a cada instrumento, las cuales se encuentran en el anexo 5.

2.1 TIPOS DE PRODUCTO

a. Crudo: el crudo del proceso para la facilidad de chichimene tiene las siguientes características para sobresaltar y tener en cuenta

API: 14 a 17

BS&W: 30%

Viscosidad: 29000cP

Flujo: 20000 BOPD

Al tener el crudo un API tan alto y una viscosidad tan alta la separación es más complicada por eso es fundamental los lazos de control de nivel para obtener una separación de agua y del crudo con el fin de obtener un BS&W <1. Este proceso tiene como fin entregar a un cliente final un crudo dentro de especificaciones por esta razón la medición de flujo es fundamental.

b. Agua: En este proceso el objetivo es obtener un crudo con el menor cometido de agua, el cual se mide con el factor de BS&W que debe ser menor de 1. En la entrada del proceso el contenido del agua es el 30% de crudo que se va a separar. El agua que se logre separar debe ir a un tanque desnatador para su correspondiente tratamiento y devolución al cliente; por esta razón también se debe realizar medición de este flujo.

c. Gas: Este producto se obtiene en cada una de las etapas del proceso, por esta razón se tiene que diseñar etapas que permitan su tratamiento como un scrubber de gas, una unidad recuperadora de vapores y también se utiliza para alimentar algunos de los equipos que permiten el funcionamiento del proceso como la caldera y generadores

2.2 VARIABLES DE PROCESO

Es necesario saber que variable se va a medir en el proceso, para este caso en particular se van a medir las siguientes:

a. Flujo: Para el rendimiento del proceso y su objetivo que es la producción es importante tener la medida de flujo de cada uno de los productos que se obtienen durante el proceso, en este caso sería agua, gas y crudo. Fundamentalmente en la salida del proceso se debe medir el flujo total de crudo lo que se conoce como transferencia de custodia.

b. Nivel: En los equipos de separación, en este caso nos referimos al separador y a los gun barrels los lazos de control de nivel de interfase permitirán obtener un crudo dentro de especificaciones; ya que ellos son los que controlarán que el agua se separe y se lleve al tanque desnatado, con el fin de obtener crudo lo más puro posible. También es fundamental controlar el nivel para evitar derrames en todos los equipos, en algunos casos el nivel permitirá controlar el apagado y encendido de las bombas de transferencia y de impulsión y en estas últimas también controlará la frecuencia.

c. BS&W: Se instalará un instrumento en la salida del proceso para medir el Parámetro BS&W, el cuál permitirá el conocer el contenido del agua en el crudo y saber la eficacia del proceso.

d. Presión: Los equipos tienen una presión de diseño y es fundamental protegerlos evitando sobrepresiones; existen condiciones operaciones de las presión que se manejan en cada parte del proceso, si sobre pasa o es menor pueden ocasionarse problemas según la función del equipo y las líneas que se encuentren conectadas.

e. Temperatura: En el proceso de separación de crudo la temperatura es fundamental para lograr el resultado que se quiere; este proceso al tener una viscosidad alta hace que el crudo tenga calentarse para lograr la separación, por esta razón se instaló un intercambiador de calor. También se tiene unas calderas que son las que proporcionan vapor para calentar el crudo tanto en el intercambiador como en los gun barrels; gran parte del éxito del proceso depende de la temperatura que se inyecta a los gun barrels que finalmente también separan el crudo para tenerlo dentro de especificaciones, es decir con el parámetro BS&W requerido.

2.3 OBJETIVO DE LA MEDIDA

Es necesario definir la importancia de la medida y la acción que tiene en el proceso, con el fin de establecer el tipo de control y los lazos. Se debe determinar si la medición debe ser solo monitoreo o control. Es decir si se necesita sólo un indicador o si es necesario un transmisor, o si se debe colocar una válvula para establecer un control.

2.4 TIPO DE INSTRUMENTACIÓN: ELECTRÓNICA O NEUMÁTICA

Las necesidades del proceso deben determinar si es necesario colocar instrumentación electrónica o neumática; existen varios factores para determinar esto, económicamente es más conveniente instrumentación neumática porque los instrumentos tienen precios mas bajos, también no

sería necesario implementar un sistema de control, por lo tanto no se tendría que hacer conexionado, y suele ser mucho más fácil.

Pero si se mide la eficacia del proceso, se debe determinar si es más fácil controlar el nivel de un crudo que tiene una viscosidad tan alta con una instrumentación neumática o una electrónica. También se debe tener en cuenta que al tener instrumentación neumática el proceso requerirá recurso humano que lo maneje y que haga el monitoreo de variables a través de indicadores, a su vez que no habrán interlocks, es decir si hay alguna alarma no se puede tener alguna acción de los equipos para evitar derrames o que las especificaciones del proceso se alteren.

En este proceso la instrumentación va ser electrónica y se instalará un sistema de control distribuido DCS, desde donde se manejarán los lazos de control, interlocks, y el variable de todos los controles según la configuración de los set-points de los instrumentos.

2.5 PRINCIPIO DE MEDICIÓN

El estudio de cada uno de los equipos y líneas permiten determinar que variable necesitan medir; pero cada variable en algunos casos tiene principio de medición diferente, la selección de

l principio depende de la objetivo de la medida, de las características del flujo, las conexiones tanto de los equipos como en las tubería y los porcentajes de eficacia que se quieren tener. A continuación se mostrarán las diferentes clases de instrumento que se instalaron en este proceso, se mostrarán los modelos seleccionados donde se explicará el principio de medición de cada uno de ellos.

2.5.1 Transmisores de flujo Ultrasónicos

En la salida del intercambiador se instaló un Transmisor de flujo que permita obtener la medida del crudo que se obtuvo en la primera fase de la separación, es decir después del Separador General, el cuál era un requerimiento del cliente. Debido al diseño de tubería y a la viscosidad del crudo el principio de medición seleccionado fue el ultrasónico. Teniendo las hojas de datos y seleccionando con distintos proveedores el tipo de transmisor, el elegido fue el Transmisor Ultrasónico Endress+Hauser Proline Prosonic Flow 93P.

El sistema de medición de este transmisor funciona según el principio de diferencia de tiempo de tránsito. En este método de medición ultrasónica se transmiten señales entre dos sensores. Las señales se envían en ambas direcciones, el sensor en cuestión funciona como un transmisor de sonido y un receptor de sonido.

Como la velocidad de propagación de las ondas es menor cuando las ondas viajan en contra de la dirección del flujo a lo largo de la dirección del flujo, una diferencia de tiempo de tránsito se produce. Esta diferencia de tiempo de tránsito es directamente proporcional a la velocidad de flujo. En la Figura 2. se puede observar el comportamiento del principio de diferencia de tiempo de tránsito.

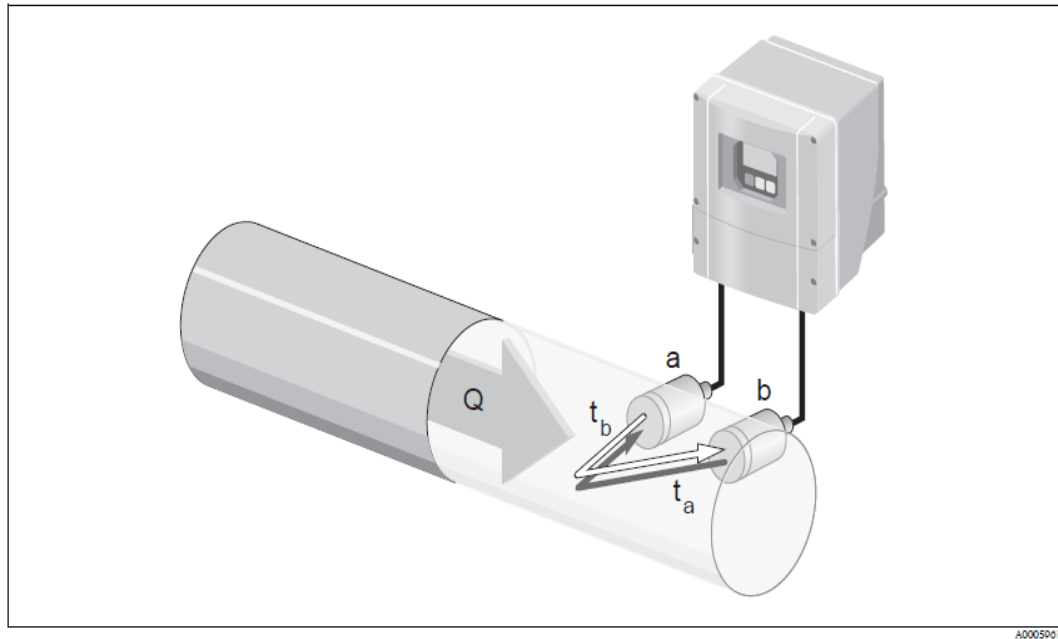


Figura 2. Esquema principio de medición Transmisor de Flujo Ultrasónico Proline Prosonic Flow 93P. [17]

Al ser tan importante esta medición de flujo y tan difícil por las características del crudo antes de la selección del medidor se debe realizar una simulación. La Figura 3 muestra la simulación realizada con los datos de proceso, los cuales se tomaron según las simulaciones de proceso que se hicieron, y de los set points que se establecieron en la matriz causa y efecto (Anexo 3), en este caso los datos fueron de la salida del intercambiador. En la figura 4 se muestran después de seleccionado el modelo los datos de entrada proceso incluyendo diámetro de tubería y los datos de salida obtenidos de la simulación como el porcentaje de error el cuál es de 3%. En la figura 5 se muestra la gráfica del error de medición versus el fluido, donde se confirma que para un flujo de crudo de 20000 BPD el error es 3%.

La herramienta utilizada para simulación es un software del proveedor del instrumento, en este caso Endress+Hauser

People for Process Automation **Endress+Hauser**

MyApplicator | License | Terms of use | About | Help

Applicator Selection **Product Selection** Choose Applicator Tool

Input requests Show products

Parameter explanation

The input mask does not contain any required fields.

Principle: Ultrasonic

Process temperature: From 0 to 175 °F

Process pressure: From 0 to 30 psi gauge

Requested flowrate: From 0 to 20 000 ob/d

Process density nom.: 14 APIg

Default: Process density = 1000 kg/m3

Pipe size (DIN/EN, JIS): DN 150

Pipe size (ANSI; AWWA):

Measurement targets

Applications: Monitoring/Control, Batch control

Direct mass measurement
 Calculated mass
 Low pressure drop
 High turn down

Selected Principles

Principle	Products
Coriolis	0 of 18
Ultrasonic	6 of 10
Vortex	0 of 4
Delta P	0 of 16
Thermal	0 of 4

Compare principles

Your Parameters

Principle: Ultrasonic

Process temperature: 0 to 175 °F

Process pressure: 0 to 30 psi gauge

Requested flowrate: 0 to 20 000 ob/d

Process density nom.: 14 APIg

Pipe size (DIN/EN, JIS): DN 150

Figura 3. Simulación Datos de Entrada Transmisor de Flujo Ultrasonico

People for Process Automation **Endress+Hauser**

MyApplicator | License | Terms of use | About | Help

Applicator Sizing Flow **Dimensioning of flowmeters** Choose Applicator Tool

Sizing Chart Order Code Conversion Calculator Unit Defaults CorDB

General parameters

Fluid: Gasoline, Eurosuper (ROZ 91) Status: Liquid

Flowmeter: 93P (Clamp On) - Prosonic Flow (UFM) Standard: EN/DIN (circular)

Process data	Reference values	Meter operating range
Requested flow: 20 000	Unit: ob/d	Operating range: minimum 0, maximum 1.006E+6
Pressure: 30	Unit: psi gauge	laminar (Re 1000): 4.909E+6
Temperature: 175	Unit: °F	turbulent (Re 5000): 2.455E+7
Density: 14	Unit: APIg	
Viscosity: 2.9E+4	Unit: cP	Sizing and calculated results
Sound velocity: 1 166	Unit: m/s	Requested flow: 20 000
Vapor pressure: 20.36	Unit: psi abs	Velocity: 0.298
		Measured error Volume: 3.01
		Measured error spec. Vol.: 3.02
		Measured error Mass: n.a.
		Reynolds no.: 4.07
		Meter/Pipe size: DN 400
		No. of traverses: 2
		Wire length: 0
		Sensor position: E 42
		Sensor spacing: 15.123

Warnings/ Messages

- Fluid is very likely to be Non-Newtonian
- Pressure rating is not calculable. Process connection not defined or necessary!
- The sound velocity is estimated! Please verify with the actual application data, if necessary correct the value.

Configurator Print Sizing --> Selection

Figura 4. Simulación Datos de Salida Transmisor de Flujo Ultrasónico

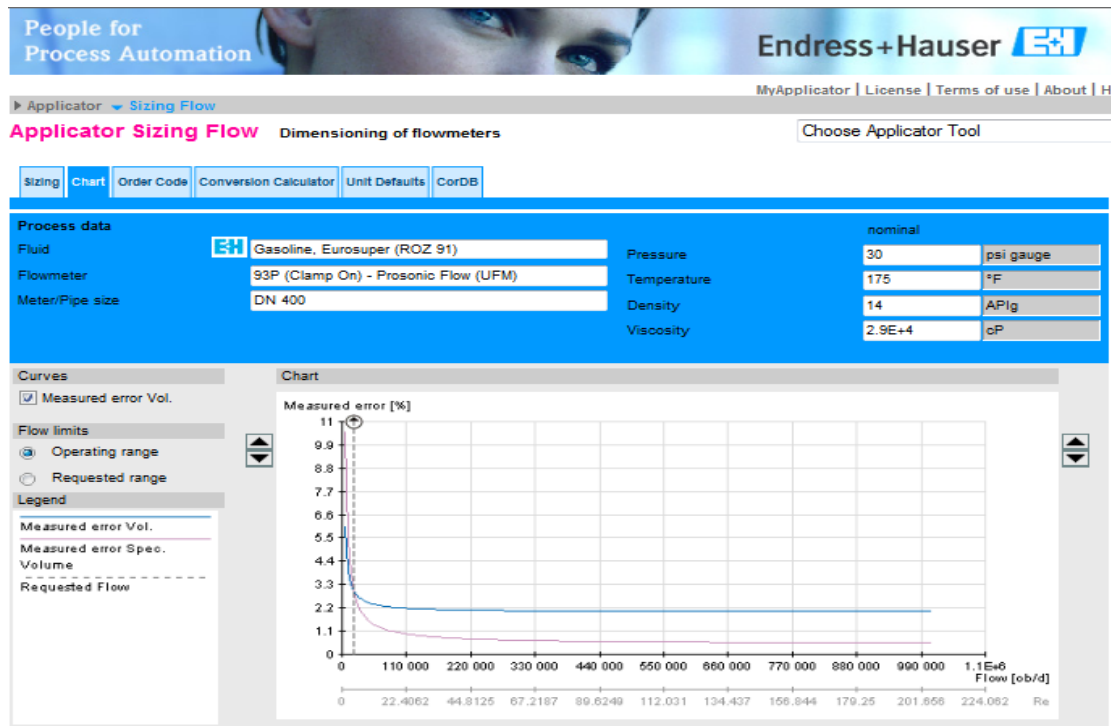


Figura 5. Simulación Gráfica Error Vs Flujo del Transmisor de Flujo Ultrasónico

2.5.2 Transmisor de Flujo Tipo Turbina

El medidor tipo turbina determina la rotación angular del rotor, los traduce en velocidad lineal y con esta información se deduce el volumen del líquido que ha pasado por el medidor, a través de su área Selección Transversal.

Para este proceso se seleccionó la Turbina Kimray BK 2800, su principio de medición es el siguiente: el fluido que entra al medidor pasa a través del rectificador de flujo de entrada que reduce su patrón de flujo turbulento y mejora el perfil de la velocidad del fluido, el fluido pasa a través de la turbina, haciendo que gire a la velocidad proporcional a la velocidad del fluido. A medida que cada pala de la turbina pasa a través del campo magnético en la base del transductor, un pulso de voltaje de corriente alterna se genera en la bobina de captación; Estos pulsos producen una frecuencia de salida proporcional al flujo volumétrico a través del medidor. El monitor de flujo B2800 acepta una entrada de frecuencia de bajo nivel y así calcular la tasa de flujo total; estos cálculos se la muestra en unidades de medida

seleccionadas por el usuario. En la figura 6 se muestra un esquema de las partes de la turbina.

Por norma para la instalación del medidor tipo turbina se debe instalar en aguas arriba un mínimo de 10 diámetros de tubería y aguas abajo mínimo 5 diámetros de tubería como se muestra en la figura 7..

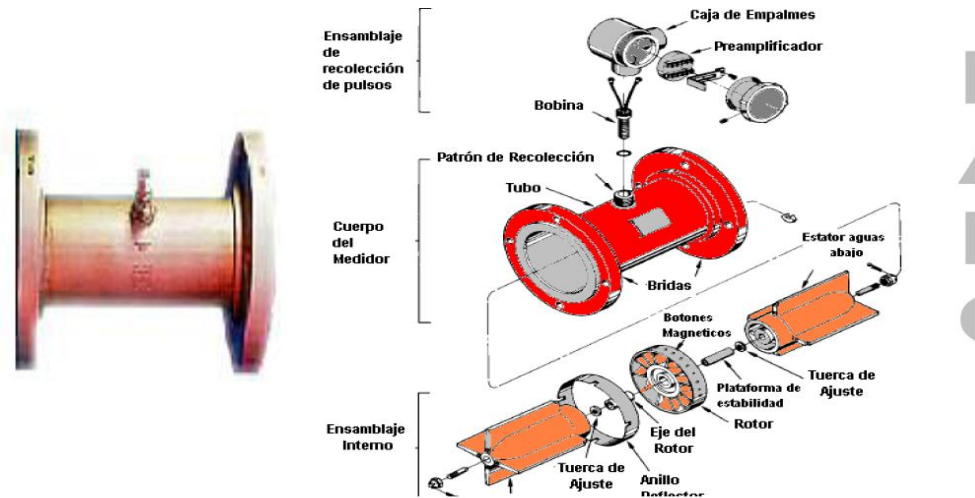


Figura 6. Partes de un Medidor de Flujo Tipo Turbina . [4]

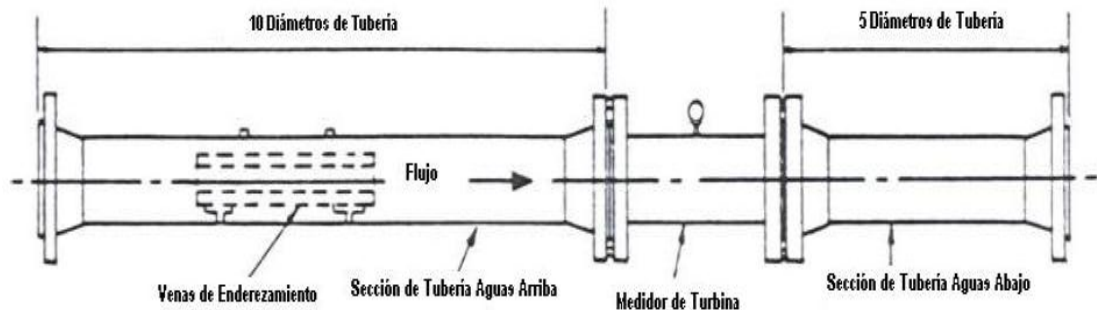


Figura 7. Sección de Flujo Típica de Medidor Tipo Turbina . [4]

2.5.3 Transmisor de Flujo Tipo Coriolis

Para la transferencia de custodia, es decir la medición del crudo de salida del proceso se decidió instalar un transmisor de flujo tipo coriolis, el seleccionado fue el Transmisor Endress Hausser Promass 83F.

El principio de medición se basa en la generación controlada de las fuerzas de Coriolis. Estas fuerzas están siempre presentes cuando ambos movimientos de traslación y rotación se superponen. La amplitud de la fuerza de Coriolis depende de la masa en movimiento, su velocidad en el sistema, y por lo tanto en el flujo de masa.

Para el caso del Promass 83F en lugar de una velocidad angular constante, el sensor Promass utiliza oscilación. En el Promass F se tienen dos tubos paralelos de medición que contienen líquido que fluye oscilando en antifase. Las fuerzas de Coriolis producidas en los tubos de medición causan un desplazamiento de fase de la oscilación del tubo lo que se puede observar en la Figura 8. La diferencia de fase (A-B) aumenta con el aumento de flujo de masa. El equilibrio del sistema está garantizada por la oscilación en antifase de los dos tubos de medición.

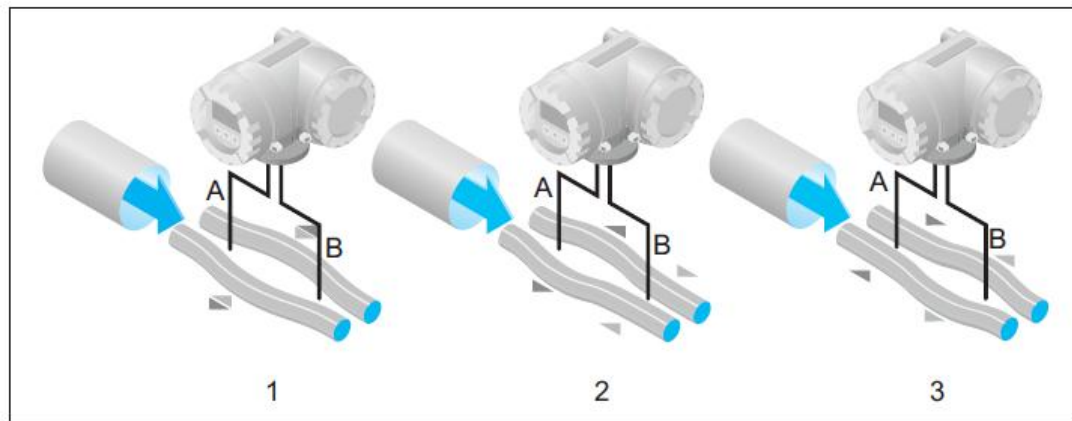



Figura 8. Esquema Transmisor de flujo Coriolis Endress Hauser Promass 83F. [10]

Para el transmisor tipo coriolis también se realizó una simulación. La Figura 9 muestra la simulación realizada con los datos de proceso, los cuales también se tomaron según las simulaciones de proceso que se hicieron, y de los set points que se establecieron en la matriz causa y efecto (Anexo 3), en este caso los datos fueron de la salida final del proceso. En la figura 10 se muestran después de seleccionado el modelo los datos de entrada proceso incluyendo diámetro de tubería y los datos de salida obtenidos de la simulación como el porcentaje de error el cuál es de 0.22%. En la figura 11 se muestra la gráfica del error de medición versus el fluido, donde se confirma que para un flujo de crudo de 20000 BPD el error es 0.22%.

People for Process Automation Endress+Hauser 

MyApplicator | License | Terms of use | About | Help

Applicator Selection Product Selection Choose Applicator Tool

Input requests Show products

Parameter explanation

The input mask does not contain any required fields.

Principle: Coriolis

Process temperature: From 0 to 175 °F

Process pressure: From 0 to 40 psi gauge

Requested flowrate: From 0 to 20 000 ob/d

Process density nom.: 14 APiG

Default: Process density = 1000 kg/m3

Pipe size (DIN/EN, JIS): DN 150

Pipe size (ANSI, AWWA):

Measurement targets

Applications: Monitoring/Control, Batch control

Direct mass measurement

Calculated mass

Low pressure drop

High turn down

Bidirectional flow

Selected Principles

Principle	Products
Coriolis	3 of 18
Ultrasonic	0 of 10
Vortex	0 of 4
Delta P	0 of 16
Thermal	0 of 4

Compare principles

Your Parameters

Principle: Coriolis

Process temperature: 0 to 175 °F

Process pressure: 0 to 40 psi gauge


Requested flowrate: 0 to 20 000 ob/d

Process density nom.: 14 APiG

Pipe size (DIN/EN, JIS): DN 150

Applications: Monitoring/Control

Figura 9. Simulación Datos de Entrada Transmisor de Flujo Coriolis

People for Process Automation Endress+Hauser 

MyApplicator | License | Terms of use | About | Help

Applicator Sizing Flow Dimensioning of flowmeters Choose Applicator Tool

Sizing Chart Order Code Conversion Calculator Unit Defaults CorDB

General parameters

Fluid: Gasoline, Eurosuper (ROZ 91) Status: Liquid

Flowmeter: 83F - Promass (CMF) Standard: EN/DIN (circular)

Process data	Unit	Referenced values	Meter operating range
Requested flow	20 000	ob/d	Operating range: 0 to 332 294 ob/d
Pressure	40	psi gauge	Sizing and calculated results
Temperature	175	°F	
Density	14	APiG	Pressure loss: 95.5 psi
Viscosity	2.9E+4	cP	Velocity: 2.241 m/s
Sound velocity	1 168	m/s	Measured error Volume: 0.22 %
Vapor pressure	20.36	psi abs	Measured error Mass: 0.17 %
Sensor / Pipe	Material (Sensor): SS 1.4404 / 316L		Reynolds no.: 7.9
Process connection	PN 16 EN 1092-1 B1 / 1.4404/316L flange		PED Result: Application is Cat. II

Warnings/ Messages

- Cavitation may occur at max. conditions. This could interfere with accurate measurement results. To avoid cavitation either the diameter or pressure has to be increased or the flowrate or temperature has to be decreased.
- Cavitation may occur at nom. operating conditions. This could interfere with accurate measurement results. To avoid cavitation either the diameter or pressure has to be increased or the flowrate or temperature has to be decreased.

Meter/Pipe size: DN 250

Configurator | Print Sizing | Selection

Save | Save to buffer | Reset

TAG: _____

Figura 10. Simulación Datos de Salida Transmisor de Flujo Coriolis

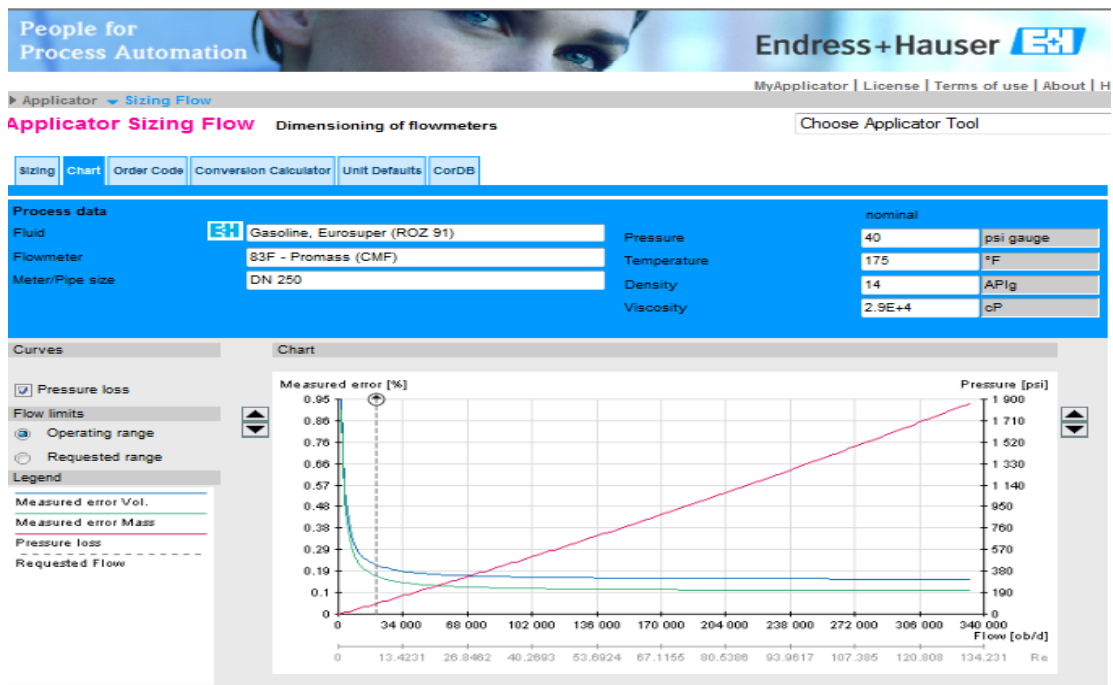


Figura 11. Simulación Gráfica Error Vs Flujo de Transmisor de Flujo Coriolis

2.5.4 Transmisor de Nivel de Pulsos de Radar

El Transmisor seleccionado para instalar en los tanques de almacenamiento es el Pulsar RX5 , el cuál es una ráfaga de pulsos de radar. Pulsar se basa en la tecnología de radar de pulso ráfaga junto con el circuito equivalente de tiempo de muestreo. Ráfagas cortas de 5,8 o 6,3 GHz energía de microondas se emiten y se refleja posteriormente de la superficie de nivel de líquido.

2.5.5 Transmisor de nivel Tipo Radar de Onda Guiada

El Transmisor seleccionado para instalar en el separador y en los Gun Barrels es el Modelo Eclipse 705, el cuál es un transmisor de nivel tipo radar de onda guiada que se basa en la tecnología de TDR (Reflectometría en el dominio del tiempo). TDR utiliza pulsos de energía electromagnética transmitida por la sonda. Cuando un pulso alcanza una superficie que tiene una constante dieléctrica mayor que el aire / vapor en el que está viajando, el pulso se refleja. Un ultra alta velocidad de circuito de temporización mide con precisión el tiempo de tránsito y proporciona una medición precisa del nivel.

Utilizando el programa M.E.L. del proveedor Magnetrol se puede seleccionar el transmisor de nivel según los datos del proceso como se observa en la figura 12. Como resultado de esta simulación se puede observar que se puede seleccionar el Transmisor de Nivel Pulsar y el Radar tipo Onda Guiada

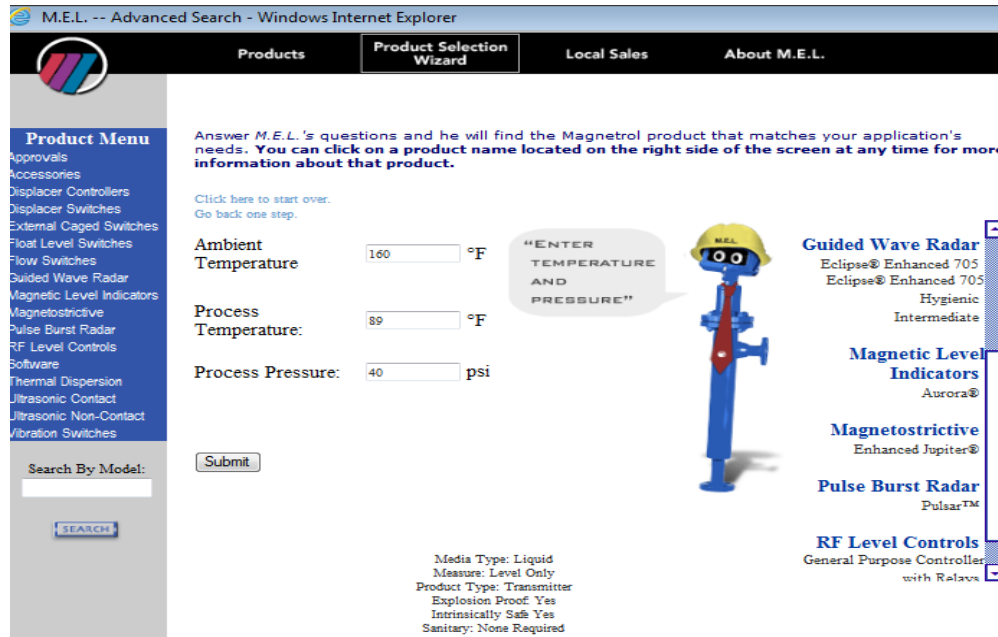


Figura 12. Simulación parámetros de proceso transmisores de nivel

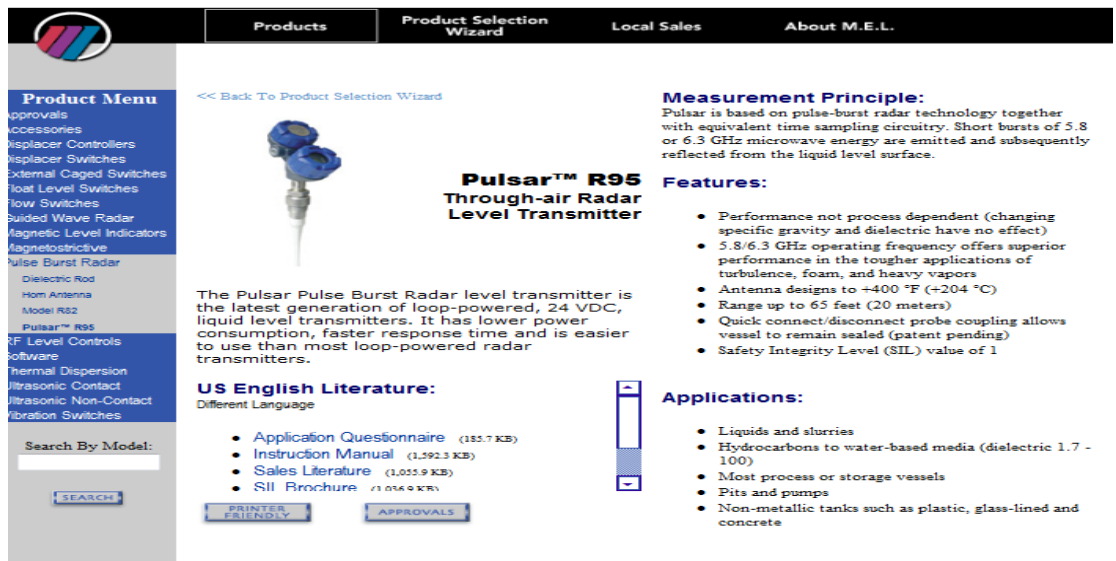


Figura 13. Simulación Especificaciones transmisores de nivel Pulsar

Product Menu

- Approvals
- Accessories
- Displacer Controllers
- Displacer Switches
- External Caged Switches
- Float Level Switches
- Flow Switches
- Guided Wave Radar
 - Eclipse® Enhanced 705
 - Eclipse® Enhanced 705
 - Hygienic
 - Horizon™ 704
 - Model 7EK Top-In Bottom Out
 - Model 7x1 Flexible Single Rod
 - Model 7x2 Single Rod
 - Flexible Bulk Solid
 - Model 7x5 Twin Rod
 - Flexible Bulk Solids
 - Model 7x7 Flexible
 - Extended Range Twin Rod
 - Model 7xA Coaxial
 - Model 7xB Twin Rod
 - Model 7xD High Temperature / High Pressure
 - Coaxial
 - Model 7xF Rigid Single Rod

Eclipse® Enhanced 705 Guided Wave Radar Transmitter

The Enhanced Eclipse Model 705 is a 24 VDC loop-powered level transmitter based upon the revolutionary Guided Wave Radar (GWR) technology. This single transmitter can be used with all probe types and offers enhanced reliability, as demonstrated by a Safe Failure Fraction of 91%, allowing it to be used in SIL 2 loops.

This Eclipse transmitter is designed to provide measurement performance well beyond that of many traditional technologies. The innovative, patented enclosure is a first in the industry orienting both wiring and electronics compartments in the same plane; and, angled to maximize ease of wiring, configuration and data display.

Eclipse supports the FDT/DTM standard and a

Measurement Principle:
Eclipse Guided Wave Radar is based upon the technology of TDR (Time Domain Reflectometry). TDR utilizes pulses of electromagnetic energy transmitted down a probe. When a pulse reaches a surface that has a higher dielectric than the air/vapor in which it is traveling, the pulse is reflected. An ultra high-speed timing circuit precisely measures the transit time and provides an accurate level measurement.

Eclipse GWR can be utilized to detect overall level or interface level, and when used with a HART® splitter, it can transmit two 4-20 mA signals.

Features:

- Low dielectric measurement capability ($\epsilon_r > 1.4$)
- Volumetric output
- Quick connect/disconnect probe coupling
- Operates in visible vapors and ignores most foams
- IS, XP, and Non-Incendive approvals
- Ignores coating buildup

Applications:

- Liquids / Slurries / Solids
- Hydrocarbons to water-based media (dielectric 1.4 - 100)

Figura 14. Simulación Especificaciones transmisores de nivel tipo Radar de Onda Guiada

2.5.6 Transmisor de Nivel KAM OWD Controls

Uno de los lazos de control más importantes en este proceso de separación de crudo es el lazo de interfase que se encuentra en el separador y en los gun barrels, ya que con estos lazos se logra disminuir el porcentaje de agua presente en el crudo, por esta razón fue fundamental la selección del adecuado instrumento que permitiera el nivel de interfase y a su vez enviar la señal de control para la apertura de la válvula. Analizando las características del crudo en especial el API y la viscosidad se decidió seleccionar la onda KAM OWD Controls el cuál permite detectar la presencia de agua en el crudo, el sensor OWD le permite maximizar la producción de crudo frente a agua producida. En la Figura 15 se observa un esquema del transmisor de nivel KAM.

2.5.7 Transmisor de Nivel por presión Diferencial

Para la medición de nivel de crudo en el caso de bota de gas se eligió un transmisor de presión diferencial con sello remoto, a fin de independizarse de cualquier variable que no sea la columna de líquido. El Principio de funcionamiento del Transmisor de Presión Diferencial con Sellos Remoto consiste en un diafragma en contacto con el líquido del tanque, que mide la presión hidrostática en un punto del fondo del tanque. Si el recipiente se

encuentra presurizado se conecta también una toma superior al nivel del líquido. En cambio, si el recipiente es atmosférico, esta toma no es necesaria. La diferencia de presión entre las dos tomas es proporcional a la altura de líquido y a su peso específico. El transmisor seleccionado fue el Rosemount 3051L, el cuál se muestra en la Figura 16.

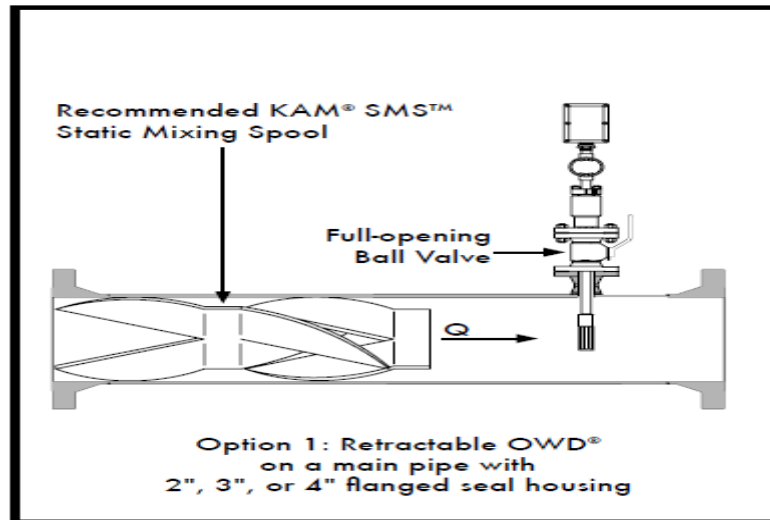


Figura 15. Esquema Transmisor de Nivel tipo KAM Controls. [12]



Figura 16. Esquema Transmisor de Nivel por presión Diferencial Rosemount 3051L. [3]

2.5.8 Indicadores de Nivel

El Indicador de nivel Magnetostrictivo es un preciso indicador de nivel de líquido acoplado magnéticamente. En cuanto su principio de medición, un cambio de nivel en el tanque de proceso corresponde a un cambio similar dentro de la cámara del indicador. En respuesta al movimiento de nivel, el flotador del indicador se mueve proporcionalmente accionando las banderas para la indicación visual.



Figura 17. Indicador de Nivel Magnetostrictivo. [3]

2.5.9 Switch de Nivel

Los switches de nivel seleccionados son tipo flotador; para los tanques de almacenamiento y gun barrels por el tipo de conexión de 2" lateral se instaló un switch de nivel kimray, mientras que para el separador por facilidad de conexión y requerimiento de precisión en la medida se instaló un Switch de nivel Magnetrol B73 & Series 75

a. Switch de Nivel Kimray: El detecta un nivel de líquido específico y produce una salida eléctrica para controlar nivel alto o bajo, la cuál puede activar alarmas, válvulas solenoides u otros dispositivos con interruptores eléctricos. El switch actúa de la siguiente manera: la palanca del flotador sube a medida que aumenta el nivel del líquido, un imán en la palanca se mueva hacia abajo y cerca del interruptor de láminas que se encuentra en el gabinete en el cuerpo, éste cierra el interruptor de láminas; a medida que disminuye el nivel del líquido, el flotador desciende y aleja el imán del

interruptor de láminas y hace que éste se abra. En la figura 18. se ven las partes del switch. La alimentación es de 110 V corriente alterna.

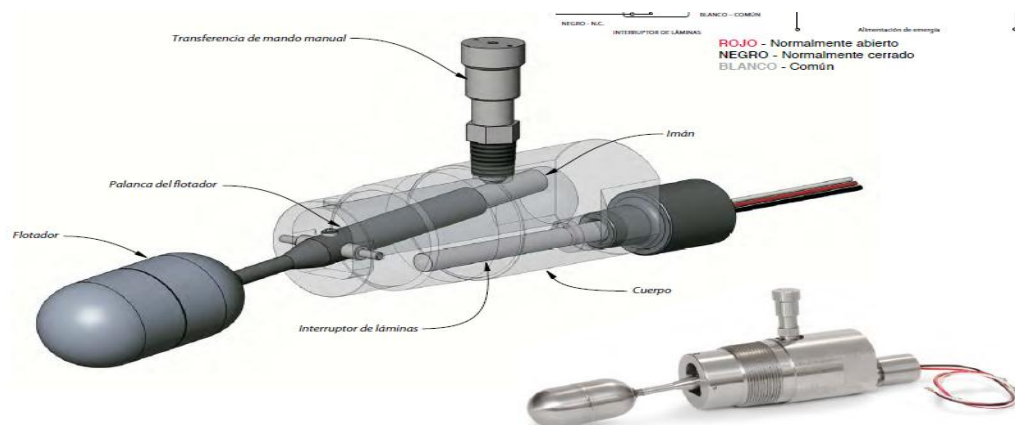


Figura 18. Esquema Switch de Nivel Kimray. [7]

b. Switch de nivel Magnetrol B73 & Series 75

Son interruptores de nivel completamente autónomos y diseñados para el montaje lateral de un tanque o recipiente con soldadura roscado, tubo o conexiones de tuberías con bridas. Su principio de medición es la fuerza de flotación de un líquido de proceso en el flotador. Por movimiento del flotador con el nivel de líquido se mueve una manga de atracción en el campo del imán interruptor, jalando el imán hacia la manga y así se acciona el interruptor. En la figura 19 se observa un esquema de los switches B73 & Series 75

2.5.10 Analizador BS&W

Un analizador BS&W permite medir con precisión pequeñas cantidades de agua en una corriente de vapores de hidrocarburos; para la transferencia de custodia en el patín de medición diseñado se instaló un Analizador BS&W Invalco Modelo 7300 WCM.

El WCM 7300 es capaz de medir cantidades de traza de contaminación a causa de vigilar los cambios en la constante dieléctrica (DK) del fluido de proceso. La sonda se presenta como un condensador grande en la corriente de proceso con un tubo interior o un electrodo que forma una placa del condensador y la tubería exterior que forma la otra placa del condensador (figura 20). La constantes dieléctricas del agua y el aceite son muy

diferentes, el aceite típicamente tiene un Dk de 2,0 + - y el agua tiene un Dk de 80; las propiedades dieléctricas hacen, que la sonda actúe como una pequeña batería, la cantidad de energía almacenada en la sonda es una medida de la capacidad dieléctrica o capacitancia. Cuando se produce la contaminación del agua, el Dk del aceite cambia, alterando la capacitancia de la sonda, mediante la colocación de una pequeña cantidad de corriente alterna de alta frecuencia en el electrodo de la sonda interior, es posible detectar cambios en el dieléctrico. Conociendo el área de los electrodos y el Dk del aceite, es posible determinar la capacitancia de la sonda cuando está llena de aceite limpio o de hidrocarburos.

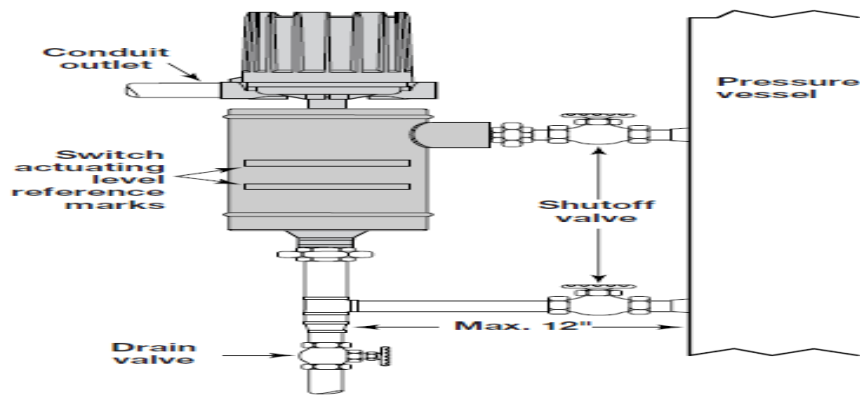


Figura 19. Esquema Switch de Nivel Magnetrol B73 & Series 75. [8]

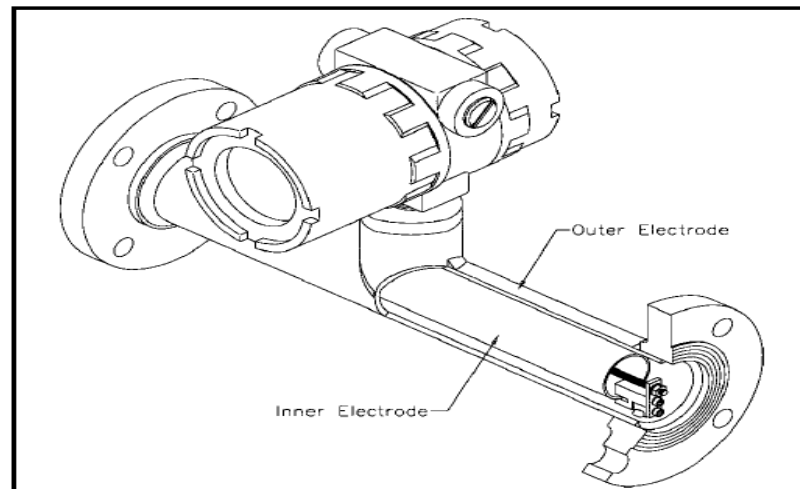


Figura 20. Esquema BS&W Invalco Modelo 7300 WCM. [5]

2.5.11 Transmisor de presión manométrica

Para los transmisores de presión manométrica a instalar en las bombas, en las líneas de entrada y salida de intercambiador, separador y bota de gas y teniendo en cuenta que la mayoría se instalarían en tubería se seleccionó Transmisor de Presión Cerabar M PMP46, utilizando el programa de Endress Hauser se seleccionó este transmisor según los datos de proceso como se observa en la figura 21 y 22. Los datos de presión se consideraron de 50 psi teniendo esta presión como la máxima que se manejará en el proceso

The screenshot displays the 'Applicator Selection' interface for a pressure transmitter. The main content area is titled 'Applicator Selection' and 'Product Selection'. It features a 'Choose Applicator Tool' dropdown menu. Below this, there are tabs for 'Input requests' and 'Show products', with 'Input requests' currently selected. A 'Parameter explanation' link is also visible. The main form contains the following fields:

- Principle:** Absolute and gauge pressure
- Process temperature:** From 0 to 175 °F
- Measurement range:** From 0 to 50 psi gaug
- Static pressure:** From 0 to 50 psi gaug
- Diaphragm:** Metal
- Accuracy:** 0.5 %
- Turndown:** (empty)
- Diaphragm. seal

A message at the top of the form states: 'The input mask does not contain any required fields.' Below the form is a 'Show extended requests' link. At the bottom of the form are 'Reset' and 'Show products' buttons. On the right side, there is a 'Selected Principles' panel with the following items:

- Absolute and gauge pressure:** 6 of 23 (Selected)
- Differential pressure:** 0 of 5
- Pressure switch:** 0 of 3

Below this panel is a 'Compare principles' link. Further down, there is a 'Your Parameters' section that summarizes the selected configuration:

- Principle:** Absolute and gauge pressure
- Static pressure:** 0 to 50 psi gauge
- Process temperature:** 0 to 175 °F
- Measurement range:** 0 to 50 psi gauge
- Diaphragm:** Metal
- Accuracy:** 0.5 %

Figura 21. Simulación Datos de Entrada Transmisores de Presión Cerabar M

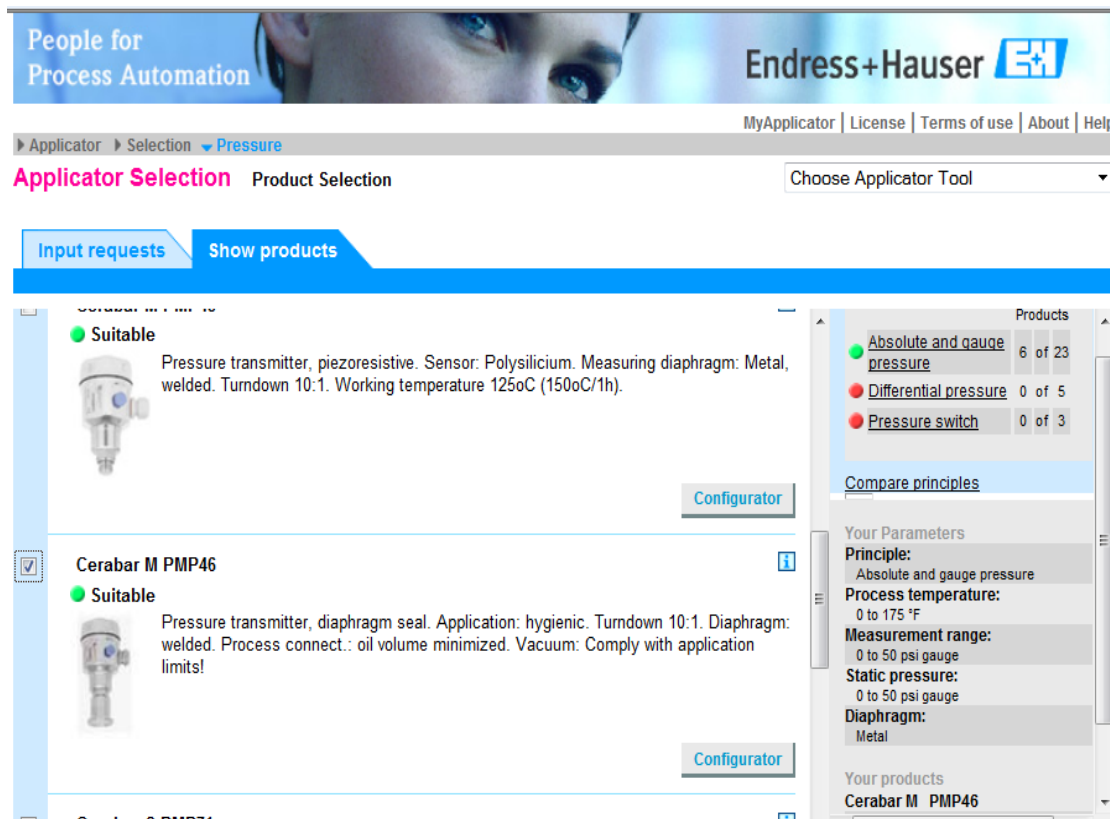



Figura 22. Simulación Datos de Entrada Transmisores de Presión Cerabar M

2.5.12 Transmisor de Presión Diferencial

El transmisor de presión diferencial que se instalará en los filtros de las bombas de transferencia y de impulsión se seleccionaron Endress+Hauser de acuerdo con la simulación de la figura 23 y 24, el cuál corresponde a un Deltabar S PMD75. Para este transmisor el proceso de aislamiento en el diafragma son desviados en ambos lados por la presión que actúa. Un llenado de crudo transfiere la presión a un puente de resistencia (tecnología de semiconductores). El cambio en el voltaje de salida del puente, que depende de la presión diferencial, es medida y procesada.

People for Process Automation Endress+Hauser 

MyApplicator | License | Terms of use | About | Help

Applicator Selection Pressure Choose Applicator Tool

Input requests Show products

Parameter explanation

The input mask does not contain any required fields.

Principle	Differential pressure		
Process temperature	From 0	to 175	*F
Measurement range	From 0	to 50	in.H2O a
Static pressure	From	to	bar abs
Diaphragm	Metal		
Accuracy			
Turndown			
<input type="checkbox"/> Diaphragm. seal			

[Show extended requests](#)

Reset Show products

Selected Principles

Principle	Products
● Absolute and gauge pressure	0 of 23
● Differential pressure	3 of 5
● Pressure switch	0 of 3

[Compare principles](#)

Your Parameters


Principle: Differential pressure

Process temperature: 0 to 175 °F

Measurement range: 0 to 50 in.H2O abs

Diaphragm: Metal

Figura 23. Simulación Datos de Entrada Transmisores de Presión Deltabar S

People for Process Automation Endress+Hauser 

MyApplicator | License | Terms of use | About | Help

Applicator Selection Pressure Choose Applicator Tool


Input requests Show products

3 suitable products found

[Show all products](#)

Compare products Buffer store Compressed view

Differential pressure (3 of 5)

<input checked="" type="checkbox"/>	 <p>Deltabar S PMD75 ● Suitable</p> <p>Digital different. pressure transmitter. Sensor: Metal, piezoresistive. High-Performance, Typ. Linear. +/-0.075% up to TD 15:1 (max TD 100:1), (Platinum 0.05%) Modular transmitter. Long term stability. High static pressure / overload safety. Enhanced safety via self diagnostic. functions. :: High reliability through process monitoring :: Secondary process barrier. :: enhanced mechanical integrity</p> <p style="text-align: right;">Configurator</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Deltabar S FMD77 ● Suitable</p>

Selected Principles

Principle	Products
● Absolute and gauge pressure	0 of 23
● Differential pressure	3 of 5
● Pressure switch	0 of 3

[Compare principles](#)

Your Parameters

Principle: Differential pressure

Process temperature: 0 to 175 °F

Measurement range: 0 to 50 psi gauge

Static pressure: 0 to 50 psi gauge

Your products
Deltabar S PMD75

Figura 24. Simulación Especificaciones Transmisores de Presión Deltabar S

2.5.13 Transmisor de Temperatura

Para los transmisores de temperatura que se van a instalar en todos los equipos y las líneas se seleccionó el Transmisor de Temperatura Endress+Hauser iTEMP TMT 142, el cuál es un transmisor universal y configurable de temperatura para termómetros de resistencia (RTD). En la Figura 25 se observa un esquema del transmisor de temperatura iTEMP TMT 142. En la figura 26 y 27 se muestra la simulación correspondiente.

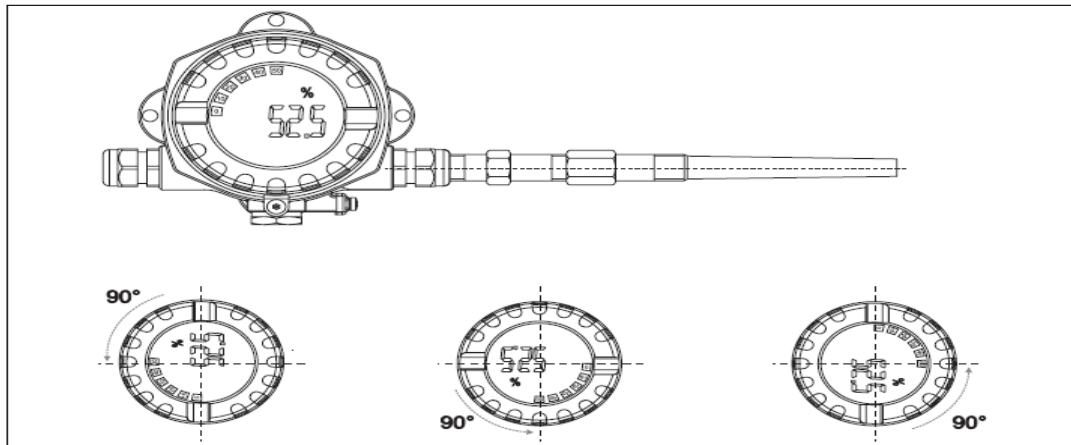



Figura 25 . Esquema Transmisor de Temperatura iTEMP TMT 142. [3]

People for Process Automation Endress+Hauser 

MyApplicator | License | Terms of use | About | Help

► Applicator ► Selection ▼ Temperature - Temperature transmitters

Applicator Selection Product Selection Choose Applicator Tool

Input requests Show products

Parameter explanation

The input mask does not contain any required fields.	
Principle	Field transmitter
Inputs	
Input RTD	Pt 100 IEC
Input TC	
Input Ohm	
Input mV	
Sensor input	
Signal transmission	4..20mA HART

[Show extended requests](#)

Reset Show products

Selected Principles

Principle	Products
Head transmitter	0 of 7
Rail transmitter	0 of 5
Field transmitter	2 of 3

[Compare principles](#)

Your Parameters


Principle: Field transmitter

Input RTD: Pt 100 IEC

Signal transmission: 4..20mA HART

[Contact Endress+Hauser](#)
[Print Pre-specifications sheet](#)

Figura 26. Simulación Datos de Proceso Transmisor de Temperatura iTEMP TMT 142

People for Process Automation **Endress+Hauser** 


MyApplicator | License | Terms of use | About | Help

► Applicator ► Selection ▼ Temperature - Temperature transmitters

Applicator Selection Product Selection Choose Applicator Tool

Input requests Show products

Suitable




Temperature transmitter. Application: RTD, TC, Ohm, mV. 2-wire 4-20mA, galvanic isolation. NEMA 4x, IP67. Dual compartment. GL (German Llyod) Marine.

[Configurator](#)

iTEMP TMT142

Suitable



Temperature transmitter, HART protocol. Application: RTD, TC, Ohm, mV. 2-wire 4-20mA, galvanic isolation. Failure mode: NAMUR NE 43. Single compartment, NEMA 4X, IP67.

[Configurator](#)

Selected Principles

Principle	Products
Head transmitter	0 of 7
Rail transmitter	0 of 5
Field transmitter	2 of 3

[Compare principles](#)

Your Parameters

Principle:
Field transmitter

Input RTD:
Pt 100 IEC

Signal transmission:
4...20mA HART

[Contact Endress+Hauser](#)
[Print Pre-specifications sheet](#)

Figura 27. Simulación Especificaciones Transmisor de Temperatura iTEMP TMT 142

2.5.14 Válvulas de Control

En el proceso de selección de crudo los lazos de control son parte fundamental, entre ellos se encuentran:

- Lazo de control de nivel de crudo del separador
- Lazo de control de nivel de interfase del separador
- Lazo de control de nivel de gun barrels
- Lazo de control de presión de salida de gas de separador
- Lazo de control de presión de salida de gas del scrubber
- Lazo de control de temperatura entrada vapor intercambiador

Estos lazos no serían posibles si no se instalarán las válvulas de control, las cuales reciben señales sea del transmisor de nivel, presión o temperatura para la apertura.

Es muy importante el determinar el tamaño de una válvula ya que Un sobredimensionamiento trae por consecuencia mala operación del lazo de control y perdidas en la producción. El coeficiente de flujo de válvula CV da un índice de capacidad, no solo en cuanto tamaño, sino también por la cantidad de fluido que pasa por la válvula.

2.5.15 Posicionador Optimux HPP4500

El Posicionador HPP4500 maneja apertura de la válvula, en respuesta a la señal de entrada de 4-20mA, desde el controlador de instrumento. Además, incorpora un micro-procesador que optimiza el rendimiento del posicionador y ofrece funciones únicas como la calibración automática, control PID, Alarma, así como el protocolo HART comunicación. De forma que este posicionador a la vez que funciona como convertidor I/P en la válvula también se utiliza como un transmisor de posición para mostrar en un sistema de control la apertura de la válvula.

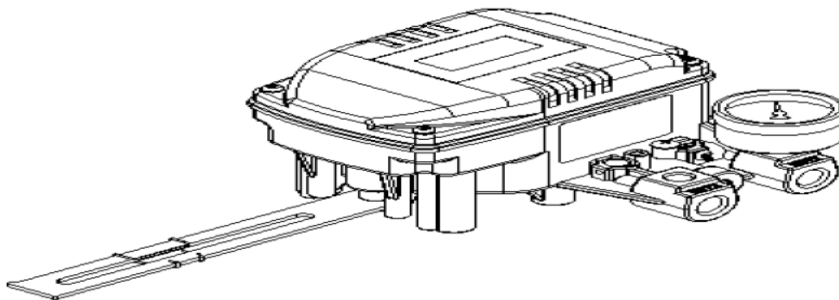


Figura 28. Esquema Posicionador Optimux HPP4500. [6]

2.5.16 VÁLVULA DE SEGURIDAD

Las válvulas de seguridad en este proceso de separación de crudo se instalaron en equipos como el separador, scrubber, bota de gas, con el fin de liberar el gas cuando la presión de los equipos sea mayor a la que se diseñó o se considera el límite máximo que pueden soportar los equipos. En la Figura 29 se observa la simulación de válvula de seguridad del scrubber con un set point de 75 psi.

VALVE CALCULATION Project G-ECP-SCC-. CHICHIMENE		
<u>Relief Valve - Gas relief - Known flow</u>		
Tag number	PSV-0601	By EGR App 0
<u>Input data</u>		
ASME code	Sect 8 single valve	
Design	Standard valve	
Rupture disk	Not required	
Fluid	GAS	
Normal gas flow	3800000 sft3/d	
Relief temperature	120 degF	
Valve set pressure	75 psig	
Total back pressure	10 psig	
Molecular weight	27	
Ratio of specific heats @ FTP	1.22	
Compressibility factor @ FTP	.95	
Percent overpressure	10	
Valve discharge coefficient	.975	
Selected valve area	1.838 in2	
<u>Output data</u>		
Calculated valve area	1.586 in2	
Relief pressure	82.5 psig	
Valve capacity	4405103 sft3/d	
Max back pressure	61.75 psig	
Valve orifice designation	3K4	
Relieving noise level	134 dbA	
Reaction force	174 lb	
Selection based on BY VENDOR Model		
<u>Notes</u> VALVULA ALIVIO SCRUBBER		

Figura 29. Simulación Datos de Entrada y Salida Válvula de seguridad.
[3]

2.6 TIPO DE CONEXIÓN

Al tener el tipo de instrumento se debe remitir a los diseños del proceso tanto de los equipos como la tubería, para encontrar la ubicación exacta del instrumento y que tipo de conexión requiere es decir, el diámetro de la conexión, si es roscada o bridada, que otros accesorios necesita y el típico de montaje del instrumento. Para la conexión una base son los P&ID Diagramas de Instrumentación y Proceso (Anexo 2), los cuales se diseñaron después de tener los planos mecánicos de cada equipo, donde se encuentra especificado en que boquilla debe instalarse el instrumento, según la variable a medir, es decir donde se ubicará el switch de nivel, el transmisor o el indicador.

2.7 RANGO DEL INSTRUMENTO

Se determina el rango de instrumento según la condiciones del proceso, el diseño de los equipos y de la tubería. Para determinar los rangos al igual que las alarmas se deben realizar simulaciones del proceso, también es posible

ajustar estos valores cuando se hagan pruebas de lazo de los equipos en funcionamiento. En el Anexo 3 se encuentra en la Matriz causa y efecto los rangos y las alarmas de los instrumentos que se instalaron en este proceso.

2.8 PROVEEDOR DEL INSTRUMENTO

Esta selección puede depender de varios factores como:

- **Marca aceptada por el cliente:** Existen clientes que exigen ciertas marcas en los instrumentos, cuyo criterio lo hacen por la certificación de ellos y por su experiencia.
- **Factor económico:** la parte económica es importante por costos para la empresa
- **Tipo de Tecnología:** Existen instrumentos que nos ofrecen una tecnología que permiten asegurar que el objetivo de lo que se requiere se va obtener
- **Tiempos de entrega:** este factor se debe tener en cuenta cuando en la realidad el proyecto se tiene determinados tiempo para instalación y el proveedor por la fábrica no los tiene disponible.

3. ESTUDIO DE INSTRUMENTACIÓN SELECCIONADA SEGÚN LAS ETAPAS DEL PROCESO

Para el proceso de selección de crudo, el sistema fue automatizado a través de un sistema supervisorio Scada. Las señales de los instrumentos electrónicos se deben comunicar al DCS para el monitoreo y control de las alarmas y disparos.

En la Figura 30. se muestra el HMI (Interfaz Maquina-Usuario) de todo el proceso de selección de crudo donde se encuentran todos los equipos y líneas de las diferentes etapas de proceso.

A continuación se explicará cada etapa del proceso y la instrumentación correspondiente.

En el anexo 2 se encuentran todos los P&ID's Diagramas de Proceso y Tubería de cada una de las etapas del proceso, donde se encuentran los equipos y las líneas con los correspondientes instrumentos; además se muestran los lazos de control e Interbloqueos.

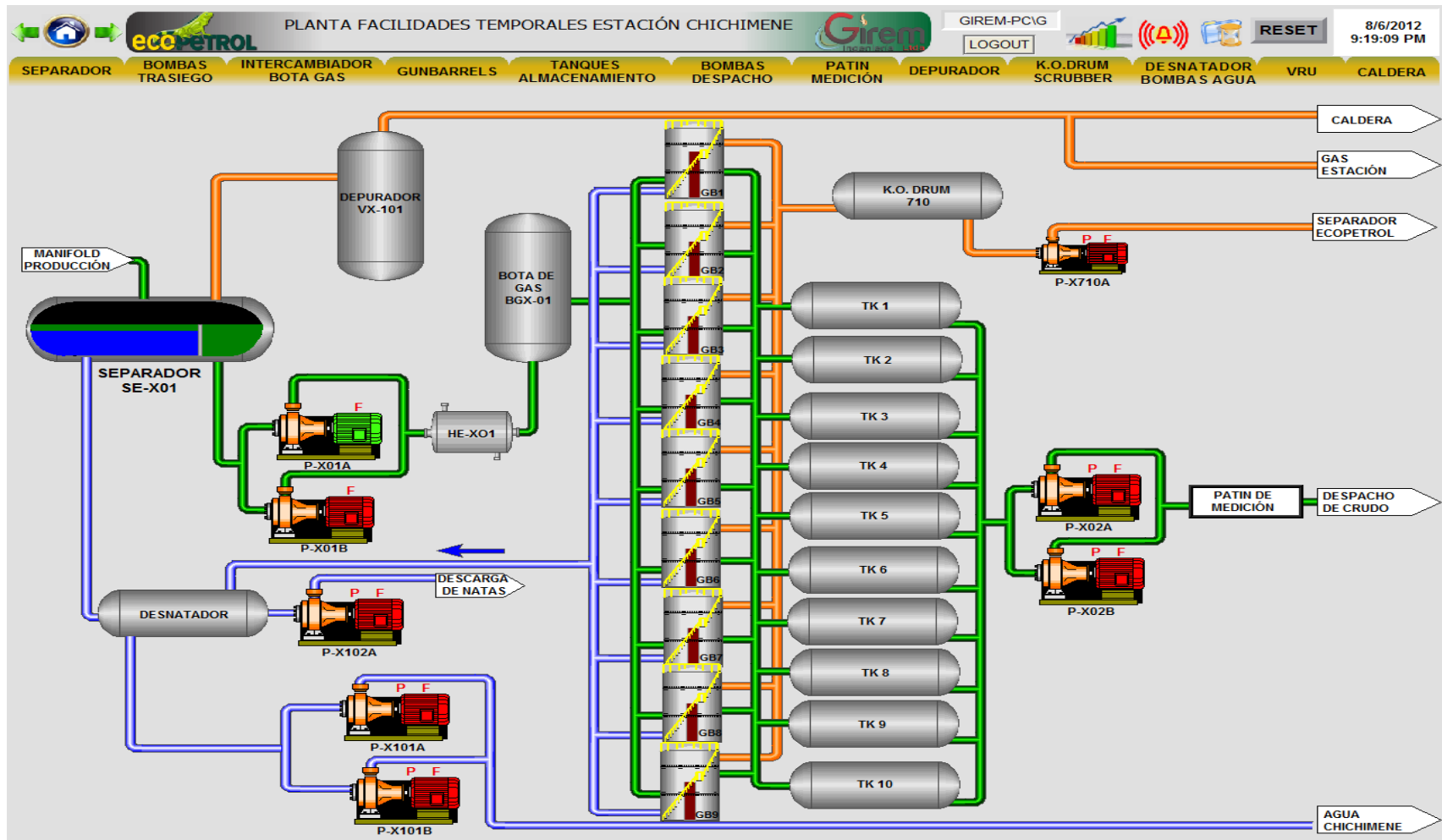


Figura 30. HMI del Proceso Selección de Crudo. [3]

En el Anexo 3. Matriz Causa y Efecto se observan las alarmas y disparos de cada instrumento, es decir muestra HH: alto-alto, H: alto, L: bajo, LL: bajo-bajo, lo cuál también se muestra en los P&ID's.

En el Anexo 4. Listado de Instrumentos se muestra cada uno de los instrumentos con el tag, el servicio, la conexión, el rango, y el tipo de señal (Neu: neumática; AI: Entrada Análoga; DI: Entrada Digital; AO: Salida Analógica; DO: Salida Digital); también se coloca el proveedor y el modelo que se seleccionó para el determinado instrumentos. Las tablas que se muestran en cada una de las etapas del proceso se tomaron de este Listado de Instrumentos.

3.1 CABEZAL DE ENTRADA

En el cabezal de entrada se tiene la entrada de fluido la cual es una mezcla de crudo, agua, gas y sólidos y para recibir este fluido se tiene un mezclador. Antes de llegar al separador se encuentra un shutdown, es decir una válvula de bola que se encarga del manejo del producto a la entrada del separador de forma que se puedan aliviar los baches (exceso de producto) de gas y crudo en el evento de presentarse, con el fin de minimizar sobrepresiones y altos niveles en el proceso.

En la línea de entrada al separador se deben monitorear y controlar dos variables de proceso: la temperatura y la presión.

a. Presión Cabezal de Entrada

PI-0101A: Indicador de presión el cuál permite monitorear la presión con la que viene el producto antes del mezclador, la presión que se manejará en el proceso es de 30 a 50 psi, por esta razón el indicador tiene rango de 0-200 psi.

PIT-0101: Además de monitorear la presión antes del mezclador también se debe controlar por esta razón se instala un transmisor de presión que enviará señal al sistema de control. El rango es de 0-200psi, pero se van a configurar la alarma por H (alto), HH (alto-alto), L (bajo), LL (bajo-bajo) con valores entre 30,35,45 y 50, ya que la presión mínima que se puede permitir en esta línea es 30 y la máxima es 50 psi.

PSLL-0101: Después del mezclador se encuentra instalado un switch de presión por bajo-bajo con set point de 30 psi, siendo la mínima presión que se puede aceptar en el cabezal.

PSHH-0101: Después del mezclador se encuentra instalado switch de presión por alto-alto con set point de 50 psi, siendo la máxima presión que se puede aceptar en el cabezal.

PDIT-0101: Después del mezclador se instala un transmisor indicador de presión diferencial entre el mezclador para indicar algún tipo de taponamiento; se configura alarma por alta H. El rango es de presiones pequeñas de 0-50"H2O.

b. Temperatura Cabezal de Entrada

TI-0101A: Para monitoreo antes del mezclador se debe colocar un indicador de temperatura local. El rango seleccionado es entre 0-250°F, ya que la temperatura es entre 100°F y 130°F.

TIT-0101: Para el control de temperatura después del mezclador se instala un transmisor de temperatura. Se configura alarma por H y L con el rango de temperatura que se maneja antes del separador que es entre 100°F y 130°F.

En la Figura 31. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al cabezal de entrada. En el Anexo 2 ECH-PR-PL-001 P&ID Separador General se encuentra el P&ID del Cabezal de Entrada

En la Tabla 3 se encuentra el Listado de Instrumentos del Cabezal de Entrada.

TAG	SERVICIO	CONE XIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANT E	MODELO
PI-0101	Indicador de Presion Linea de Entrada a proceso	1/2"	0-200 PSI	Neu	Ritherm	N.A
TI-0101A	Indicador de Temperatura Linea de Entrada a proceso	3/4" a 1/2"	0-250 F	Neu	Ritherm	N.A
TIT-0101	Transmisor de Temperatura Linea de Entrada a proceso	3/4" a 1/2"	32-320 F	AI	Endress+Hau ser	iTEMP TMT 142
PIT-0101A	Transmisor de Presion Linea de Entrada a proceso	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hau ser	Cerabar M PMP46
PDIT-0101	Transmisor de Presion Diferencial Linea de Mezclador de entrada	1/2"	0- 50"H2O	AI	Endress+Hau ser	Deltabar S PMD75
PSHH-0101	Switch de Alta Alta Presion en la linea de entrada	1/2"	50 PSI	DI	UE	2XD00
PSLL-0101	Switch de Baja Baja Presion en la linea de entrada	1/2"	30 PSI	DI	UE	2XD00

Tabla 3. Listado de Instrumentos Cabezal de Entrada

3.2 SEPARADOR TRIFASICO

El separador trifásico tiene como función separar físicamente mediante diferencia de densidades corriente de hidrocarburo, la corriente de agua y la corriente en fase gaseosa que existen a una temperatura y presión específica, donde ocurre la separación inicial del líquido y vapor. La fuerza de gravedad causa que las gotas del líquido caigan fuera de la corriente de gas a la parte inferior del recipiente en donde es recogido. El sistema de recolección del líquido permite el tiempo de retención requerido para dejar que el gas disuelto se desprenda de la corriente líquida y ascienda al espacio de vapor.

Para los tres productos que se obtienen en el separador agua, crudo y gas se tienen lazos de control para el manejo de cada uno de ellos. En el separador se miden las variables presión, nivel, temperatura y flujo

a. Lazo de Control de Crudo en el separador

Una vez cumplido el recorrido a través del sistema de rebose; el líquido deja el recipiente que puede ser de dos formas: la primera es a través de la válvula controladora de nivel de líquido LCV-SE-02 que está regulada por un transmisor de nivel LIT-0104 y controlador LIC-0104, que detectan los cambios en el nivel del líquido, también se coloca otro transmisor de nivel LIT-0102 para redundancia del sistema; la segunda es a través de las bombas de impulsión, cuyo caso el variador de frecuencia de las bombas dependerán del del transmisor de nivel de crudo LIT-0104 del separador o en su respaldo el LIT-0102. A través de la HMI se decide el cambio del lazo de control de nivel para el separador, es decir si el desalojo del crudo se controlará con la LCV-SE-02 o con las bombas de impulsión.

b. Lazo de Control de Nivel de Interfase

La interfase es la parte más importante de este proceso ya que permite separar el agua del crudo, por la inyección de químicos y la operación del separador se puede desprender agua del crudo, la cual debe ir al tanque desnatador. La instrumentación que se utiliza es la siguiente:

LIT-0103: Transmisor de nivel de interfase tipo onda Kam Controls (LIT-0103), el cual genera un lazo de control automático actuando directamente sobre la válvula de control LCV-0103 para permitir el paso de agua al tanque desnatador

LCV-0103: Válvula de salida de agua la cuál tiene un ZT-0103, transmisor de posición que le envía la señal de apertura del DCS a la válvula, esto quiere

decir que cuando el crudo se separa del agua, permite desalojarla. El ZT se comporta como un convertidor IP, a la vez que informa en que posición se encuentra la válvula.

FIT-0101: .Para medición de agua se utiliza una transmisor de flujo tipo turbina.

LG-0103: Medidor de nivel de agua o interfase.

c. Lazo de Control de Presión

PIT-0102: Transmisor de presión ubicado en el separador, y es el encargado de enviar la señal para el lazo de control de presión de la línea de salida de gas., ya que detecta los cambios de presión en el separador y envía una señal para abrir o cerrar las válvulas de control de presión PCV-0102.

PCV-0102: Válvula de presión de salida de gas del separador, la cuál tiene un ZT-0102, transmisor de posición que le envía la señal de apertura del DCS a la válvula , es decir también es un convertidor IP, a la vez que informa en que posición se encuentra la válvula.

d. Medición de flujo de gas de salida del separador

FIT-0103: Medidor de flujo salida de la línea de gas. Este equipo se utiliza para insertar un disco (Platina de orificio) en la línea; el cual causa una diferencia de presión entre su entrada y su salida; para los cálculos en la línea se coloca un Transmisor de presión PIT-0103 y un Transmisor de Temperatura TIT-0103.

PIT-0103: transmisor de presión ubicado en la línea de salida de gas del separador para hacer cálculos de compensación que permita medir flujo de gas.

TIT-0103: transmisor de temperatura ubicado en la línea de salida de gas del separador para hacer cálculos de compensación que permita medir flujo de gas.

e. Presión en el separador General

PSV-0101: Válvula de seguridad para controlar la presión del equipo, cuyo set point es de 70 psi para proteger el equipo, ya que la máxima presión del separador es menor a 50 psi. Hay dos válvulas de seguridad de sobre protección; por esta razón una tiene set de 70 psi y la otra de 75 psi y estas actúan en caso de que la válvula PCV, no actúe cuando se suba la presión

del separador; se abre automáticamente la válvula de relevo y deja escapar la presión del separador a la descarga de la línea.

PSV-0102: Válvula de seguridad para controlar la presión del equipo, cuyo set point es de 75 psi para proteger el equipo, ya que la máxima presión del separador es menor a 50 psi.

f. Nivel Separador General

LSHH-0101: Switch de nivel por alto-alto del separador de nivel total, para controlar que haya un derrame del producto en el equipo.

LSLL-0101: Switch de nivel por bajo-bajo del separador de nivel total, para tener control sobre los niveles del separador.

LSHH-0102: Switch de nivel por alto-alto del separador de nivel crudo, este instrumento se instala en la sección del separador donde solo se tiene el crudo que se va enviar al intercambiador para continuar el proceso, este switch debe controlar que haya un derrame del producto en el equipo. Su alarma proporciona interlock en las bombas de impulsión, de forma que cuando detecten nivel alto las bombas se deben prender.

LSLL-0102: Switch de nivel por bajo-bajo del separador de nivel crudo, para tener control sobre los niveles del separador. Su alarma proporciona interlock en las bombas de impulsión, de forma que cuando detecten nivel bajo las bombas se deben apagar.

En la Figura 31. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al cabezal de entrada. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-001 P&ID Separador General se puede observar toda la instrumentación que se instaló en el separador y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 3 se encuentra el Listado de Instrumentos del Separador General

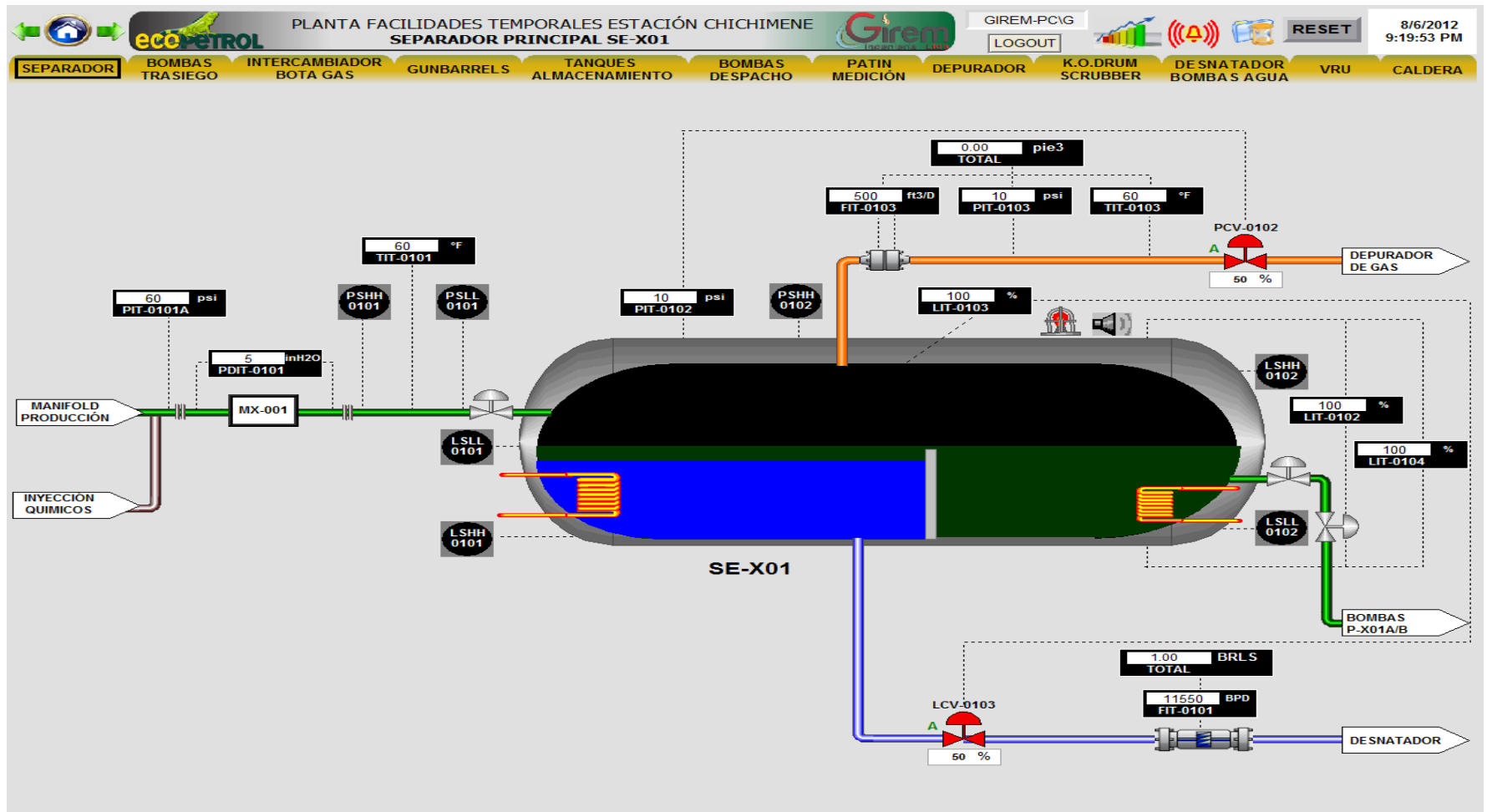


Figura 31. HMI del Cabezal de Entrada y Separador General. [3]

TAG	SERVICIO	CONEXI ÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
LSHH-0101	Switch de Alto Alto Nivel en el Separador	2"	N.A	DI	Magnetrol	B73-1B20-BNP
LSSL-0101	Switch de Bajo Bajo Nivel en el Separador	2"	N.A	DI	Magnetrol	B73-1B20-BNP
PSHH-0102	Switch de Alta Alta Presion Separador General	1/2"	60	DI	UE	J-120-702
PIT-0102	Transmisor Indicador de Presión Separador General	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Haus er	Cerabar M PMP46
ZT-0102	Posicion Valvula de Control de Presion PCV-0102	N.A	N.A	AI	Optimum	HPP4500
PCV-0102	Valvula Controladora de Presión	6" x 300	3-15 psi	AO	Kimray	FMT
P0RV-0101	Valvula de Seguridad	3" x 4"	70 PSI	Neu	Taylor	N.A
P0RV-0102	Valvula de Seguridad	3" x 4"	75 PSI	Neu	Taylor	N.A
PI-0104	Indicador de Presion Separador General	1/2"	0-200 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PI-0105	Indicador de Presion Salida de crudo	1/2"	0-100 PSI	Neu	Ritherm	N.A
TI-0102	Indicador de Temperatura Separador General	3/4" a 1/2"	0-250 F	Neu	Ritherm	N.A
LIT-0103	Transmisor Indicador de nivel de Interfase Separador General	2"	N.A	AI	KAM CONTROLS	KAM OWD I/R
LCV-0103	Valvula Controladora de Nivel de Agua en Separador General	3" x 150	6-30psi	AO	Kimray	FMT
ZT-0103	Posicion Valvula de Control de Nivel LCV-SE-01	N.A	N.A	AI	Optimum	HPP4500
LG-0103	Indicador de Nivel interfases Separador General	N.A	30%-45%	Neu	Magnetrol	N.A
LG-0101	Indicador de Nivel Salida de Crudo Separador General	N.A	35%-70%	Neu	Magnetrol	N.A
LIT-0104	Transmisor Indicador de nivel de Crudo Separador General	2" x 150	N.A	AI	Magnetrol/Ori on	705-510A- 310
LIT-0102	Transmisor Indicador de nivel de Crudo tipo Magnetostrictivo Separador General	2" x 150	N.A	AI	Magnetrol/Ori on	705-510A- 310
ZT-0102	Posicion Valvula de Control de Nivel de crudo LCV-SE-04	N.A	N.A	AI	Optimum	HPP4500
LCV-SE-02	Valvula Controladora de Nivel de Crudo en Separador General	8" x 300	6-30psi	AO	Kimray	FMT
PI-0103	Indicador de Presión Separador General Linea de Gas	1/2"	0-100 psi	AI	Rosemount	3144P

PIT-0103	Transmisor Indicador de Presión Separador General Línea de Gas	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
TIT-0103	Transmisor de Temperatura Separador General	3/4" a 1/2"	32-320 F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
TI-0104	Indicador de Temperatura de la línea de gas del separador	3/4" a 1/2"	50-400 F	Neu	Ritherm	N.A
FIT-0101	Transmisor Indicador de Flujo Línea de Agua	3" X 150	2100-21000 BPD	AI	Kimray	BK 2800 Series
FIT-0103	Transmisor Indicador de Flujo línea de Gas	6" X 150	250000-350000FT3PD	AI	Endress+Hauser	Deltabar S PMD75
LSHH-0102	Switch de Alto Alto Nivel en el Separador Nivel de crudo	2"	N.A	DI	Kimray	2200SLSM/0
LSSL-0102	Switch de Bajo Bajo Nivel en el Separador Nivel de crudo	2"	N.A	DI	Kimray	2200SLSM/0

Tabla 4. Listado de Instrumentos Separador General

3.3 BOMBAS IMPULSIÓN DEL CRUDO DEL SEPARADOR AL INTERCAMBIADOR

Se instalará una bomba con su respectivo backup (P-X01A y P-X01B) entre el separador y el intercambiador con el fin de aumentar presión para poder transportar el crudo a través del intercambiador. Para protección del funcionamiento de la descarga de las bombas, se cuenta con una válvula de seguridad por presión PSV interna para reaccionar ante un evento de sobrepresión. Las bombas cuentan con los filtros en línea que permitan garantizar que el crudo que va por la línea no tenga ninguna partícula que cause problemas mecánicos en los impulsores tipo paleta de las bombas.

Las variables de proceso es la presión en las líneas de succión y descargas de las bombas, al igual que en los filtros. También se muestran los interlocks y el control de las bombas.

a. Presión de Bombas de Impulsión

PI-0201A: Indicador de presión que se instala para monitoreo en la succión de la bomba de trasego P-X01A.

PIT-0201: Transmisor Indicador de presión que se instala para control en la succión de la bomba de trasego P-X01A; este transmisor se configurará alarma por bajo L y bajo-bajo LL.

PI-0203A: Indicador de presión que se instala para monitoreo en la succión de la bomba de impulsión P-X01B.

PIT-0203: Transmisor Indicador de presión que se instala para control en la succión de la bomba de impulsión P-X01B; este transmisor se configurará alarma por bajo L y bajo-bajo LL.

PDIT-0201: Transmisor Indicador de presión diferencial ubicado en el filtro de succión de una de las bombas de transferencia P-X01A con el fin de indicar taponamiento.

PI-0202A: Indicador de presión que se instala para monitoreo en la descarga de la bomba de impulsión P-X01A.

PIT-0202: Transmisor Indicador de presión que se instala para control en la descarga de la bomba de impulsión P-X01A; este transmisor se configurará alarma por alto H y alto-alto HH.

PI-0204A: Indicador de presión que se instala para monitoreo en la descarga de la bomba de impulsión P-X01A.

PIT-0204: Transmisor Indicador de presión que se instala para control en la succión de la bomba de impulsión P-X01B; este transmisor se configurará alarma por alto H y alto-alto HH.

PDIT-0202: Transmisor Indicador de presión diferencial ubicado en el filtro de succión de una de las bombas de transferencia P-X01B con el fin de indicar taponamiento.

b. Interlocks de las Bombas de Impulsión

Las alarmas por bajo y alta presión y nivel se configurarán para el apagado de las bombas de impulsión.

Para los transmisores de succión de las bombas PIT-0201/PIT-0202 las alarmas por L y LL apagarán las bombas ya que al haber baja presión quiere decir que no hay nivel suficiente para que las bombas sigan funcionando y así se evita que se sobrecarguen de trabajo.

Para los transmisores de descarga las bombas PIT-0203/PIT-0204 las alarmas por H y HH apagarán las bombas ya que al haber alta presión en descarga las bombas deben ser protegidas por sobrepresión para evitar que se dañen.

Los transmisores de nivel de crudo del separador LIT-0104/LIT-0102 apagan las bombas por H y HH nivel ya que al haber alta presencia de crudo en el separador se deben encender las bombas para que puedan desalojar el equipo y enviar el crudo al intercambiador, evitando así que ocurra un bache de crudo en el separador. Cuando tienen L y LL nivel las bombas deben apagar las bombas ya que no es necesario que las bombas de impulsión trabajen. Estos niveles de alarmas también los dan los switches de nivel que sirven de respaldo LSHH-0102 y LSSL-0102.

c.Lazos de control de las bombas

Las bombas tienen un variador de frecuencia que trabajará dependiendo de las señales del transmisor de nivel de crudo LIT-0104 del separador o en su respaldo el LIT-0102; de esta forma el funcionamiento de las bombas dependerán de los niveles de crudo del separador con el fin de evitar que ocurra un sobre nivel de crudo y ocurra un derrame o que las bombas estén trabajando a su máxima velocidad si hay poco nivel de crudo que transportar.

En la Figura 32. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada a las bombas de impulsión. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-002 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en las bombas de Impulsión y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 5 se encuentra el Listado de Instrumentos de las bombas de impulsión.

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
PDIT-0201	Transmisor Indicador de Presion Diferencial F-X01A	1/2"	0-50"H2O	AI	Endress+Hauser	Deltabar S PMD75
PI-0201A	Presión succion bomba P-X01A	1/2"	0-5 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0201	Transmisor de Presion succion bomba P-X01A	1/2"	0-100 psi	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PI-0202A	Presion descarga bomba P-X01A	1/2"	0-200 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0202	Transmisor de Presion descarga bomba P-X01A	1/2"	0-100 psi	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PDIT-0202	Transmisor Indicador de Presion Diferencial F-X01B	1/2"	0-50"H2O	AI	Endress+Hauser	Deltabar S PMD75
PI-0203A	Presion succion bomba P-X01B	1/2"	0-5PSI	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0203	Transmisor de Presion succion bomba P-X01B	1/2"	0-100 psi	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PI-0204A	Presion descarga bomba P-X01B	1/2"	0-100 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0204	Transmisor de Presion descarga bomba P-X01B	1/2"	0-100 psi	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46

Tabla 5. Listado de Instrumentos Bombas de Impulsión

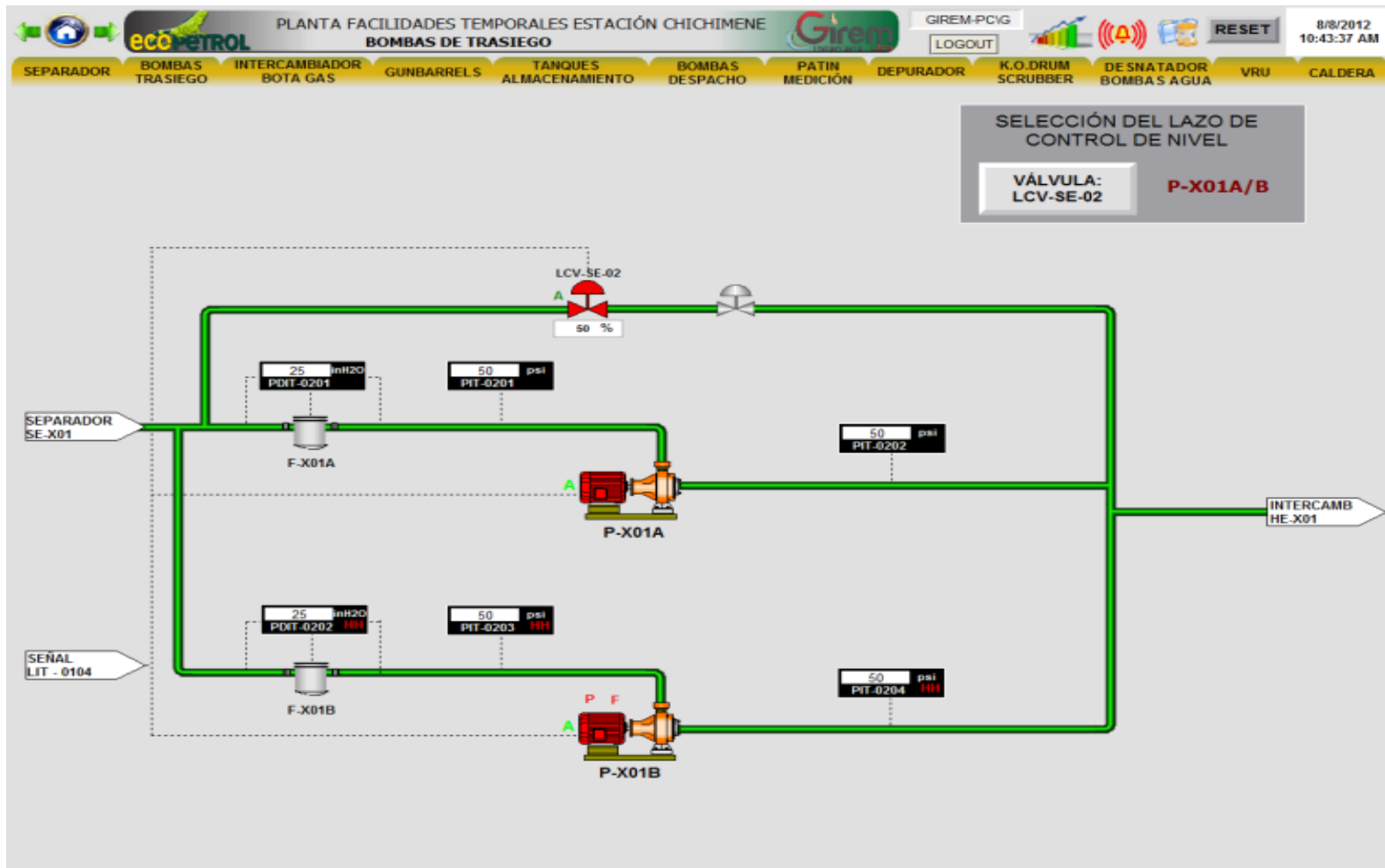


Figura 32. HMI de Bombas de Impulsión. [3]

3.4 INTERCAMBIADOR DE CALOR

Una vez el crudo sale del separador general y pasa a través de las bombas de impulsión entra a una primera fase de calentamiento a través de un intercambiador de calor en el cual la temperatura se incrementa desde 100°F hasta un máximo de 190°F, para los valores mínimos, normales y máximo de caudal a tratar en el proceso de deshidratación. El vapor circula por el haz de tubo del intercambiador y el crudo por el casco. La selección de la temperatura de proceso para lograr la deshidratación ideal de crudo, será de acuerdo a las pruebas iniciales en laboratorio o en operación y una vez estabilizado el proceso por esta razón es importante la medición de temperatura.

En la etapa del intercambiador se van a monitorear dos variables, la presión y temperatura; también se tiene el lazo de control de temperatura que necesita el intercambiador y viene del vapor de calderas.

a.Presión del Intercambiador

PI-0303: En la línea que viene de las bombas de impulsión y va al intercambiador se tiene para monitoreo un indicador de presión.

PI-0304A: En la salida del intercambiador a la bota de gas también es necesario monitorear la presión con un indicador.

PIT-0304A: para controlar la presión en la salida del intercambiador a bota de gas también se instala un transmisor de presión, con alarmas HH: 8psi; H: 10 psi; L: 20psi y LL: 25 psi donde la mínima presión permitida es 8 psi y la máxima es 25 psi.

PI-0301: En la línea de vapor de caldera a intercambiador también es necesario monitorear la presión y por esta razón se instala un indicador.

PSV-HE-01:En la salida del intercambiador contamos con la válvula de alivio térmico que permite proteger la operación y los equipos por expansión térmica.

b.Temperatura del Intercambiador:

TI-0303: se instala un indicador de temperatura en la entrada del intercambiador que viene de las bombas de impulsión.

TI-0301A: en la salida del intercambiador a la bota de gas es necesario monitorear la temperatura con un indicador.

TIT-0301: transmisor de temperatura que se instala para controlar la temperatura de la salida del intercambiador, ya que es el crudo debe entrar a un barrel con cierto calentamiento de acuerdo a las pruebas que se hayan realizado. Las alarmas que tiene el transmisor son H: 175°F y L: 145°F.

TI-0302A: En la línea de vapor de caldera a intercambiador también se debe monitorear la temperatura con un indicador.

TIT-0302: También en la línea de vapor de caldera a intercambiador también se debe controlar la temperatura con un transmisor y se configuran las alarmas H y L: 360°F y 310°F siendo la temperatura que viene de la caldera y entra al intercambiador para que pueda realizar el proceso de calentamiento de crudo.

c.Lazo de Control de Temperatura

El transmisor de temperatura TIT-0301 ubicado en la salida e intercambiador permite controlar la válvula controladora TCV-HE-01 de entrada de vapor proveniente de la caldera para mantener el proceso del intercambiador en condiciones normales.

En el anexo del ECH-PR-PL-003 P&ID Gun barrels se puede observar toda la instrumentación que se instaló en las líneas hacia el intercambiador desde la del vapor de calderas y la del crudo de las bombas, así como la salida hacia la bota de gas; también se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Figura 33. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al Intercambiador. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-002 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en el Intercambiador y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 6 se encuentra el Listado de Instrumentos del Intercambiador de Calor.

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODEL O
TIT-0302	Transmisión de temperatura de la línea de vapor de caldera	3/4" a 1/2"	100-600 °F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
TCV-HE-01	Valvula controladora de temperatura intercambiador. 3" FC	8" X 300	6-30psi	AO	Kimray	FMT
ZT-0301	Posición valvula TCV HE-101	N.A	N.A	AI	Optimux	HPP4500
TIT-0301	Transmisor de temperatura línea de salida crudo intercambiador	3/4" a 1/2"	32-320 °F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
PIT-0304A	Transmisor de Presión línea de entrada bota de gas	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
FIT-0201	Transmisor Indicador de Flujo descarga bombas de crudo	No Intrusivo	0-40000BPD	AI	Endress Hauser	Flow 93P
PI-0303	Indicador de presión de entrada al intercambiador	1/2"	0-100 psi	Neu	Ritherm	N.A
TI-0303	Indicador de Temperatura entada de crudo al intercambiador	3/4" a 1/2"	0 - 250 °F	Neu	Ritherm	N.A
TI-0302A	Indicador de temperatura de la línea de vapor de caldera	3/4" a 1/2"	50-400°F	Neu	Ritherm	N.A
PI-0301	Indicador de presión de la línea de vapor de caldera	1/2"	0-100 psi	Neu	Ritherm	N.A
PSV-HE-01	Valvula de alivio termico línea crudo	3/4"	150 PSI	Neu	Tecval	VAIB
TI-0301A	Indicador de temperatura línea de salida crudo intercambiador	3/4" a 1/2"	0 - 250 °F	Neu	winners	N.A
PI-0304A	Indicador de Presión salida de intercambiador a bota de gas	1/2"	0-100 psi	Neu	Boudon Haenni	N.A

Tabla 6. Listado de Instrumentos Intercambiador de Calor

3.5 BOTA DE GAS

Una vez sale el crudo del intercambiador, entra a un separador vertical de baja presión (Bota); donde se separa la proporción de gas remanente y emanada durante el proceso de calentamiento en el crudo, después de pasar por el intercambiador de calor. La separación del líquido y gas ocurre por la precipitación del fluido al golpear en el sombrero chino ubicado en la parte superior de la bota, liberando moléculas de gas.

Las variables de la bota de gas que se manejan son el nivel y la presión

a. Presión de Bota de gas

PIT-0305: Para el control de la presión de la bota de gas, del equipo como tal se instaló un transmisor de presión en la parte alta de la bota después del gorro chino es decir donde se encuentra el gas. Para este transmisor se configuraron alarmas HH y LL entre 2 psi y 8 psi ya que es importantísimo controlar altas presiones en la bota de esta forma se informa a operación que pueden existir problemas de sobrepresiones especialmente cuando se envíe el gas a la línea de la tea del cliente.

PI-0305A: Indicador de presión para monitoreo de la bota después del gorro chino es decir donde se encuentra el gas.

PSHH-0305: switch de presión con alarma de 5 psi que se instala en la línea de tubería de salida de la bota a los gun barrels, la misma línea donde se encuentra el lazo de control de la PCV-GB-01.

PSV-BG-01: Como elemento de seguridad de la bota de la salida de gas se contará con la válvula de seguridad con un set point de 5 psi

PCV-BG-01: Para el control de la presión en la salida de la bota se cuenta con la válvula autoreguladora PCV-BG-01, que conforma un lazo de presión neumático

b. Nivel Bota de gas

LIT-0302: Para control y monitoreo de nivel de crudo se encuentra instalado un transmisor de nivel de crudo. Su conexión es bridada y el transmisor de nivel es tipo de sello remoto diferencial .

LSHH-0305: El switch de nivel por alto-alto gas se instala para controlar el nivel más alto de gas.

LSH-0305: El switch de nivel por alto se instala para controlar el nivel alto de gas, en este caso el switch cuando el gas sobrepasa el sensor del switch y se enciende la alarma.

En la Figura 33. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada a la bota de gas. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-003 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en la bota de gas y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 7 se encuentra el Listado de Instrumentos de la Bota de Gas

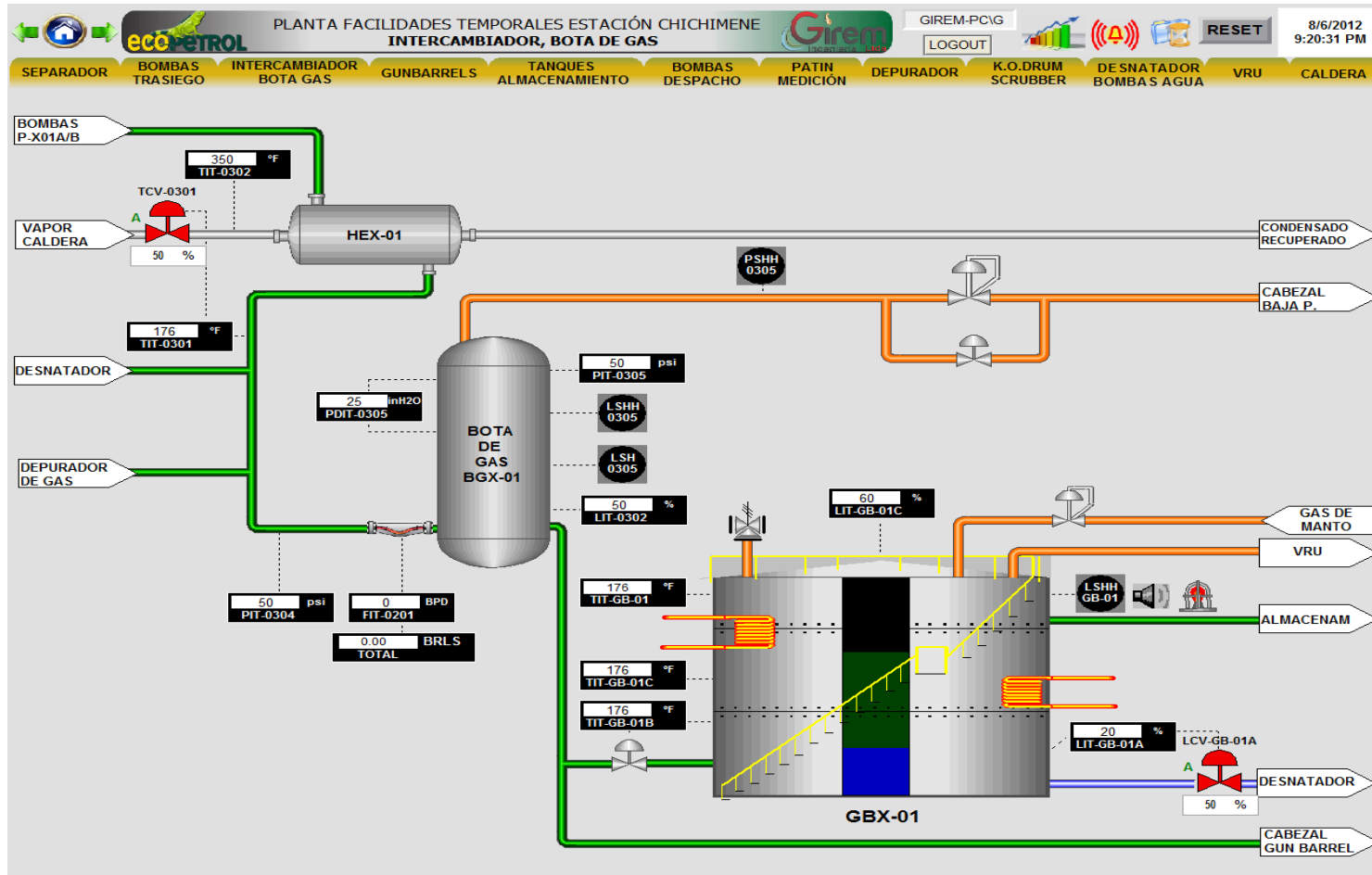


Figura 33. HMI del Cabezal del Intercambiador de Calor y Bota de Gas. [3]

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
LIT-0302	Transmisor de Nivel Bota de Gas	2"X150	N.A	AI	Rosemount	3051L
PIT-0305	Transmisor de Presión Bota de Gas	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
LSHH-0305	Switch de Alto Nivel en la bota de gas	2"	N.A	DI	kimray	2200SL SM/0
LSH-0305	Switch de Alto Alto Nivel en la bota de gas	2"	N.A	DI	kimray	2200SL SM/0
PDIT-0305	Transmisor Indicador de Presión Diferencial Bota de Gas	1/2"	0-50"H2O	AI	Endress+Hauser	Deltabar S PMD75
PSHH-0305	Switch de presión Alto-Alto Bota de Gas	1/2"	5 psi	DI	UE	J-120-702
PI-0305	Indicador de Presión Bota de Gas	1/2"	0-100 PSI	1/2"	Ritherm	N.A
PSV-BG-01	Valvula de seguridad Bota de Gas	3"x4"	5.5 psi	Neu	Consolidate	N.A
PCV-BG-01	Controla Presión línea gas	6" x 300	1.7 psi	6"	Kimray	6.2 F6T OBVP

Tabla 7. Listado de Instrumentos Bota de Gas

3.6 GUN BARRELS

El crudo separado en la bota de gas se dirige hacia los gun barrel mediante el efecto generado de vasos comunicantes, por el cabezal de alimentación; en donde se encuentra un distribuidor tipo araña (Difusor); inmerso en un colchón de fluido permitiendo la distribución uniforme del fluido, y permitiendo que el agua presente en la emulsión, se asocie al colchón de agua liberando el aceite limpio a la parte superior del tanque por diferencia de densidades.

Los equipos se encuentran provistos con dos líneas de conducción de vapor (Serpentín); para transmitir calor a la corriente de crudo ó el agua (colchón). El volumen del gun barrel permitirá que las partículas de agua presentes en dichos niveles desciendan a la zona de interface; y permitiendo la llegada de crudo con menor contenido de agua a la corona de reboce, ubicada en la parte superior del gun barrel.

Las variables de proceso que se manejan en los gun barrels son nivel y temperatura

a. Nivel de Crudo Gun Barrel

LIT-GB-01#: Transmisor de nivel tipo radar ubicado en todo el tanque, se configuran alarmas HH,H,LL,L para tener el control y monitoreo del crudo

LSHH-GB-0#: switch de nivel por alto-alto ubicado en la parte alta del tanque, su alarma aunque no origina interbloqueo es importante para que se tomen acciones en la válvula de entrada del separador que es manual, para así evitar un bache de crudo.

b. Lazo de Control de Nivel de Interfase

Para el control de interface se utiliza el transmisor de nivel de interface AGAR (LIT-GB-0#A) a través del controlador de nivel (LIC-GB-0#A) cuya señal manejará la válvula de nivel (LCV-GB-0#A) que envía el agua hacia el tanque desnatado, el transmisor de nivel tipo Kam Controls tiene configurada una alarma por alto y bajo nivel en la interface.

c. Temperatura Gun Barrels

TIT-GB-0#: Transmisor de temperatura de crudo gun barrel, se ubica en el segundo anillo del gun barrel.

TI-GB-0#: Indicador de temperatura de agua de gun barrel, se ubica en el primer anillo del gun barrel.

TIT-GB-0#B: Indicador de temperatura ubicado después del primer serpentín, el cuál permite el manejo de las temperaturas de los serpentines con el fin de saber el vapor que se requiere de la caldera.

TIT-GB-0#B: Indicador de temperatura ubicado después del segundo serpentín, el cuál permite el manejo de las temperaturas de los serpentines con el fin de saber el vapor que se requiere de la caldera.

En la Figura 34. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada a los Gun Barrels Intercambiador. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-003 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en los Gun Barrels y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 8 se encuentra el Listado de Instrumentos de los Gun Barrels

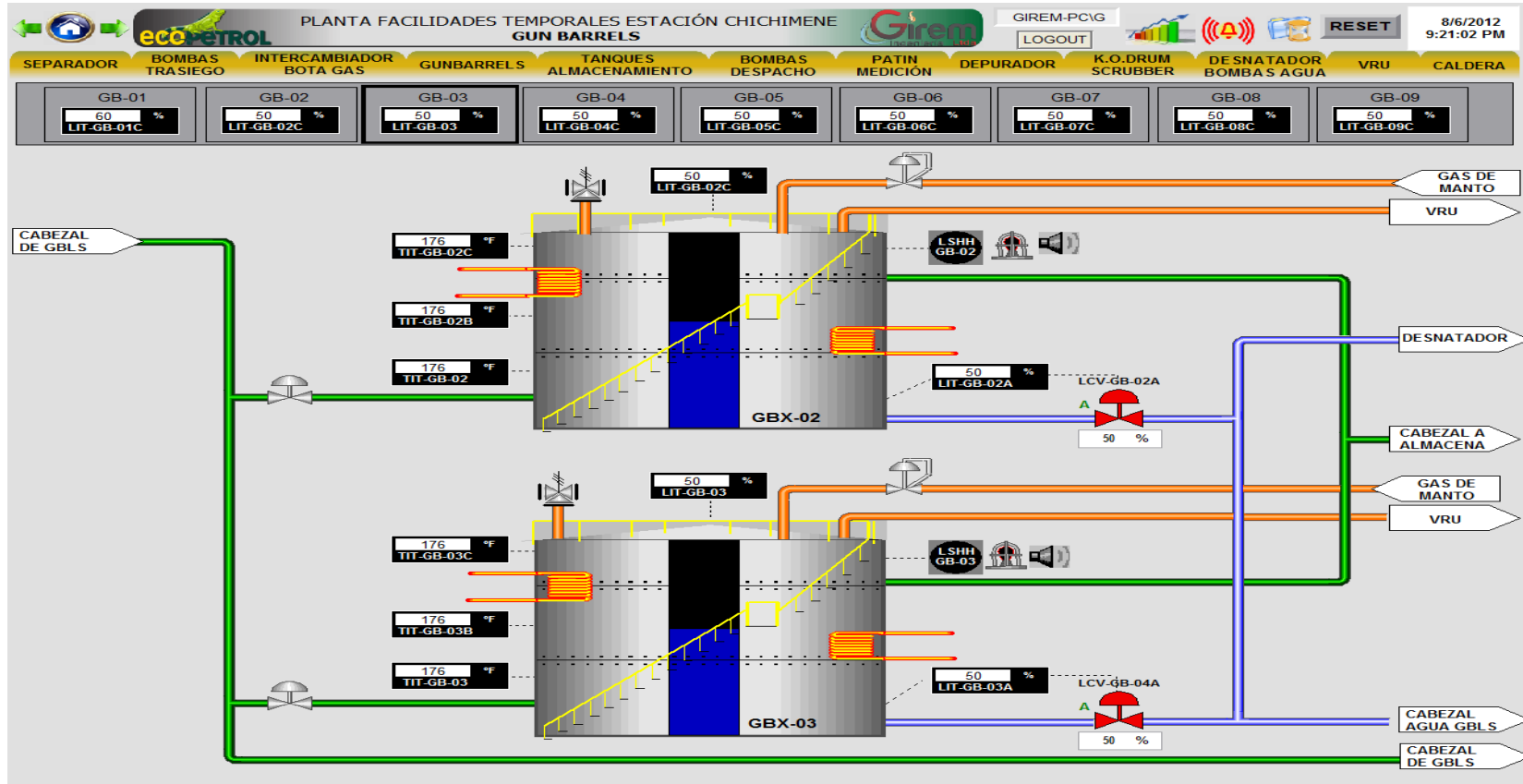


Figura 34. HMI de Gun Barrels. [3]

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
LIT GB-01C	Transmisor de Nivel Gun Barrel	4" x 150	N.A	AI	Eclipse/Magnetrol	705-510A-310
TIT GB-01	Transmisor de Temperatura Gun Barrel crudo	3/4" a 1/2"	32-320 °F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
LIT GB-01 ^a	Transmisor de Nivel (Medidor Interfase tipo AGAR) Gun Barrel	2" x 150	N.A	AI	KAM CONTROLS	KAM OWD I/R
LCV GB-01A	Controla Nivel de Agua del Gun Barrel	3" X 150	6-30 psi	N.A	Optimux	HPP4000
ZT GB-01A	Transmisor de Posición para válvula nivel agua	N.A	N.A	AI	Optimux	HPP4000
LSHH-GB-01	Switch de Alto Alto Nivel en Gun Barrel	2"	N.A	DI	kimray	2200SLS M/0
TIT GB-01B	Transmisor de temperatura de crudo en el primer serpentín del Gun Barrel	3/4" a 1/2"	32-320 °F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
TIT GB-01C	Transmisor de temperatura de crudo en el segundo serpentín del Gun Barrel	3/4" a 1/2"	32-320 °F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
TI GB-01A	Indicador de Temperatura de interfase Gun Barrel	3/4" a 1/2"	50-400°F	Neu	Ritherm	N.A
LCV GB-01A	Controla Nivel de Agua del Gun Barrel	2" X 150	6-30 psi	AO	Eclipse/Magnetrol	705-510A-310

Tabla 8. Listado de Instrumentos Gun Barrels

3.7 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO

Los tanques de almacenamiento recolectan el crudo para permitir así la fiscalización de la producción de acuerdo a la normatividad establecida. Los tanques de almacenamiento también brindan al crudo un tiempo de retención suficiente para separar por gravedad las pequeñas partículas de agua en suspensión que aún permanecen en el mismo después del tratamiento químico y térmico. El proceso de almacenamiento en estos tanques puede realizarse de dos diferentes formas:

- Alineando la totalidad de los tanques para que en estos mismos se almacene (cargue desde gun barrel) y se despache hacia la facilidad de ECOPETROL.
- Alinear por lo menos de a 4 tanques para almacenamiento (cargue desde gun barrel) y los otros pueden operar descargando hacia la facilidad de ECOPETROL.

Las variables que se monitorean en el tanque de almacenamiento son nivel y temperatura y presión.

a. Nivel Tanques de Almacenamiento

LIT-TK-0#A: Transmisor tipo radar que se instala dentro del tanque y permite controlar el nivel de forma que pueda detectar nivel bajo y nivel alto.

LG-TK-0#A: Es el medidor de nivel ubicado en todo en el tanque de almacenamiento y permite visualizar nivel bajo y alto.

LSHH-TK-0#: Switch de nivel por alto-alto kimray el cuál tiene un flotador que a detectar nivel según su ubicación envía alarma al sistema de control.

LSLL-TK-0#: Switch de nivel por bajo-bajo kimray el cuál tiene un flotador que a detectar nivel según su ubicación envía alarma al sistema de control.

b. Presión Tanques de Almacenamiento

PVV-TK-0#: La válvula de presión y vacío permite controlar la presión y la liberar y en caso de detectar falta presión introduce presión atmosférica.

PCV-TK-0#: válvula autoregulada ubicada en la línea de gas para controlar la presión, la válvula utilizada tiene una conexión de 1/2" ubicada en el tanque, esto quiere decir que la presión es controlada desde el tanque

c. Temperatura Tanques de Almacenamiento

TIT-TK-0#: Para controlar de temperatura en el tanque se instala un transmisor y se configura alarma por H: 165°F y por L: 145°F.

TI-TK-0#: Indicador local de temperatura para monitorear la temperatura del tanque de almacenamiento.

En la Figura 35. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada a los Tanques de Almacenamiento. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-004 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en los Tanques de almacenamiento y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 9 se encuentra el Listado de Instrumentos de los Tanques de Almacenamiento

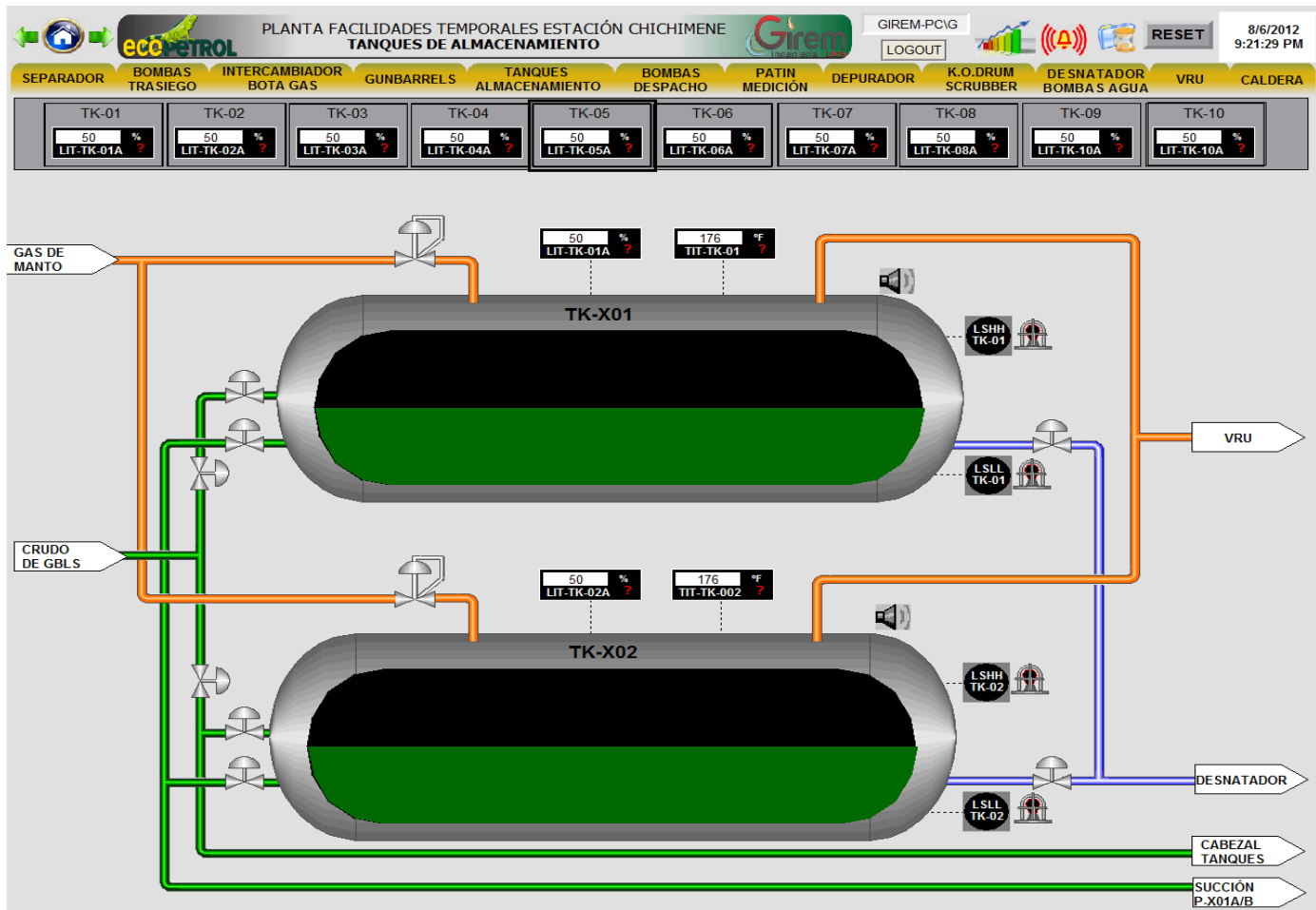


Figura 35. HMI de Tanques de Almacenamiento. [3]

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
LIT TK-01A	Transmisor Indicador de Nivel	6" X 150	N.A	AI	Magnetrol/Pulsar	Model RX5
TIT TK-01	Transmisor Indicador de Temperatuta	3/4" a 1/2"	32-320 °F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
LSHH-TK-01	Switch de Alto Alto Nivel en Tanque de Almacenamiento	2"	N.A	DI	kimray	2200SLSM/0
LSLL-TK-01	Switch de Bajo Bajo en Tanque de Almacenamiento	2"	N.A	DI	kimray	2200SLSM/0
PCV-TK-01	Valvula Controladora de Presión	1" x 150 y 1/2"	Set 1.73 inH2O presión	Neu	Groth	3011H
PW TK-01	Valvula de Presión y Vacío	3" X 4"	Set 8.65 inH2O presión; Set 1.73 inH2O vacío	Neu	Groth	1220A

Tabla 9. Listado de Instrumentos Tanques de Almacenamiento

3.8 SISTEMA DE BOMBEO

Una vez fiscalizado el crudo producido, este será entregado al Cliente en tanques de almacenamiento. Se tiene un sistema de bombeo con Stand-By para la entrega de crudo. El crudo a entregar es medido de acuerdo con el procedimiento de transferencia de custodia del cliente. Las bombas de transferencia cuentan con filtros para garantizar que el crudo no tenga ninguna partícula que cause problemas mecánicos en los equipos.

Las variables de proceso es la presión en las líneas de succión y descargas de las bombas, al igual que en los filtros. También se muestran los interlocks y el control de las bombas.

a.Presión Sistema de Bombeo

PI-0501A: Indicador de presión que se instala para monitoreo en la succión de la bomba de trasego P-X02A.

PIT-0501: Transmisor Indicador de presión que se instala para control en la succión de la bomba de trasego P-X02A; este transmisor se configurará alarma por bajo L y bajo-bajo LL.

PI-0503A: Indicador de presión que se instala para monitoreo en la succión de la bomba de trasego P-X02B.

PIT-0503: Transmisor Indicador de presión que se instala para control en la succión de la bomba de trasego P-X02B; este transmisor se configurará alarma por bajo L y bajo-bajo LL.

PDIT-0501: Transmisor Indicador de presión diferencial ubicado en el filtro de succión de una de las bombas de transferencia P-X02A con el fin de indicar taponamiento.

PI-0502A: Indicador de presión que se instala para monitoreo en la descarga de la bomba de trasego P-X02A.

PIT-0502: Transmisor Indicador de presión que se instala para control en la descarga de la bomba de trasego P-X02A; este transmisor se configurará alarma por alto H y alto-alto HH.

PI-0504A: Indicador de presión que se instala para monitoreo en la descarga de la bomba de trasego P-X02A.

PIT-0504: Transmisor Indicador de presión que se instala para control en la succión de la bomba de trasego P-X02B; este transmisor se configurará alarma por alto H y alto-alto HH.

PDIT-0502: Transmisor Indicador de presión diferencial ubicado en el filtro de succión de una de las bombas de transferencia P-X02B con el fin de indicar taponamiento.

b. Interlocks de las Bombas de Transferencia

Desde el sistema de control el operador seleccionará los tanques alineados y estos serán los tanques que protegerán la operación de las bombas por bajo-bajo nivel, señales de los transmisores de nivel LIT y de los switches de nivel LSLL; cuando detectan alarma por bajo nivel las bombas de transferencia de crudo apagan.

Las señales por alto-alto nivel provenientes de los LIT y de los LSHH en los tanques solo habrá alarma, no ocurre interlock.

c. Lazos de control de las bombas

Las bombas cuentan con un variador de velocidad manejado por el set de flujo del patín de medición dado por el instrumento de flujo que en ese momento se encuentre funcionando sea el FIT-0510A o el FIT-0510B.

En la Figura 36. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al sistema de bombeo. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-005 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en el sistema de bombeo y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 10 se encuentra el Listado de Instrumentos del Sistema de Bombeo.

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
PDIT-0501	Transmisor Indicador de Presion Diferencial F-X02A	1/2"	0-50"H2O	AI	Endress+Hauser	Deltabar S PMD75
PI-0501 ^a	Presion succion bomba P-X02A	1/2"	0-5 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0501	Transmisor de Presion succion bomba P-X02A	1/2"	0-100 psi	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PI-0502 ^a	Presion descarga bomba P-X02A	1/2"	0-200 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0502	Transmisor de Presion descarga bomba P-X02A	1/2"	0-100 psi	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PDIT-0502	Transmisor Indicador de Presion Diferencial F-X02B	1/2"	0-50"H2O	AI	Endress+Hauser	Deltabar S PMD75
PI-0503 ^a	Presion succion bomba P-X02B	1/2"	0-5PSI	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0503	Transmisor de Presion succion bomba P-X02B	1/2"	0-100 psi	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PI-0504 ^a	Presion descarga bomba P-X02B	1/2"	0-100 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0504	Transmisor de Presion descarga bomba P-X02B	1/2"	0-100 psi	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46

Tabla 10. Listado de Sistema de Bombeo

3.9 SISTEMA DE MEDICION

La medición dinámica de fluidos se realizará en corrientes de inyección de diluyentes, en corrientes de fluidos (crudo y agua), en la descarga del separador trifásico, y en la entrega de crudo dentro de especificaciones. Para la corriente de entrega de crudo dentro de especificaciones, las mediciones se realizaran de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Manual de Medición de hidrocarburos de Ecopetrol s.a. (que en este proceso es el cliente).

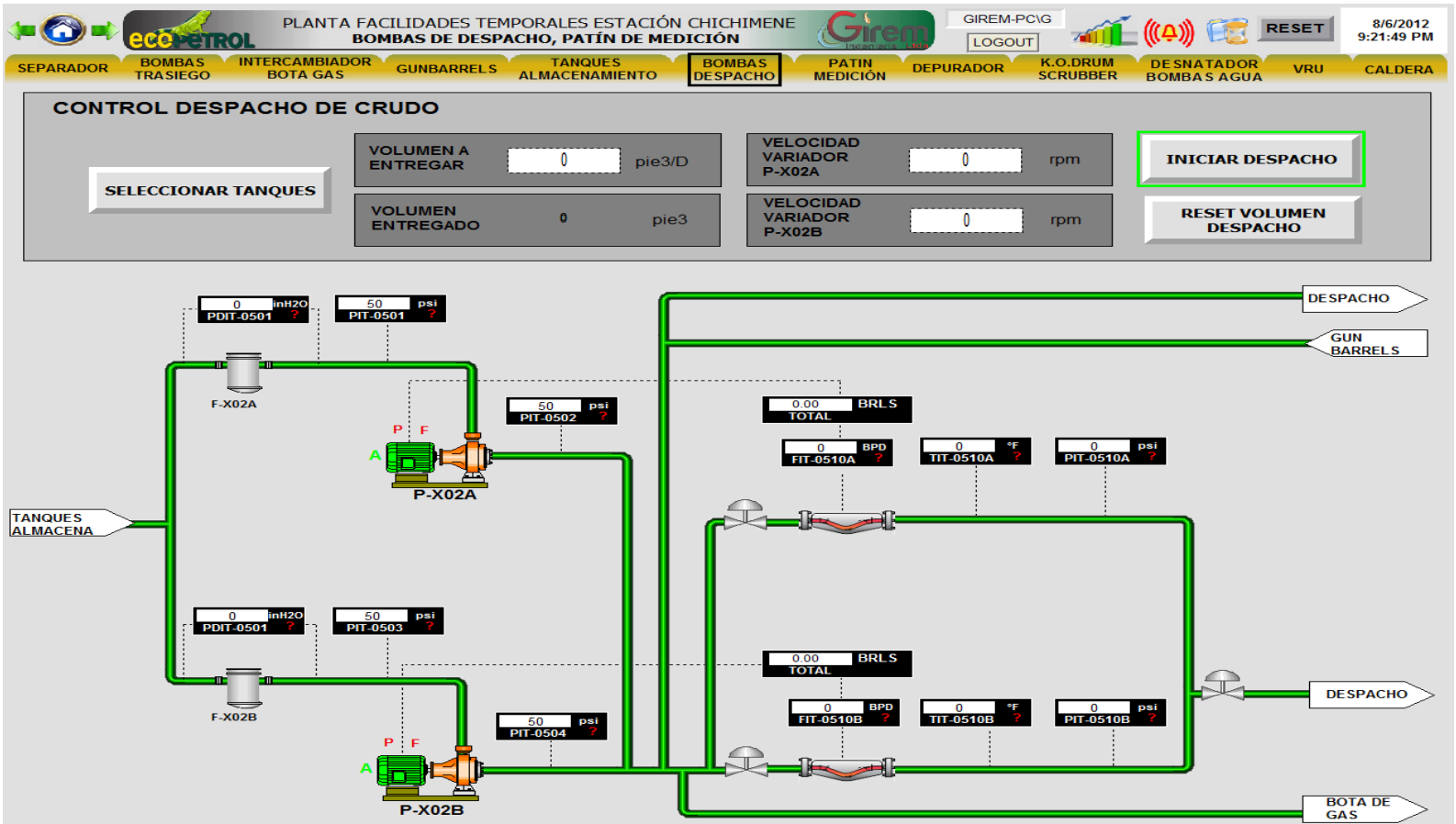


Figura 36. HMI de Sistema de Bombeo y Sistema de Medición. [3]

El sistema de medición de fiscalización de entrega hacia la estación incluye adicionalmente al medidor de desplazamiento positivo, equipos, accesorios y la instrumentación asociada tales como: válvulas de corte de acción rápida, instrumentación de temperatura y presión (transmisores e indicadores), como elementos de compensación volumétrica, válvulas de doble sello y purga para el corte y desvío hacia y desde el probador, cheques y válvulas de corte de cierre rápido, analizador de BS&W. Se tienen dos brazos de medición para cálculos del flujo de crudo.

Adicionalmente el operador contara con un computador de flujo en el cual se realizaran todos los cálculos de volumen de acuerdo a lo establecido en el manual de medición de Ecopetrol.

Las variables de medición en el patín es flujo y BS&W. La presión y temperatura se miden para los cálculos de compensación de flujo ya que se utiliza un computador de flujo

a. Medición de Flujo, Brazos de Medición

Se tiene el primer brazo con un transmisor de flujo FIT-0510A, un transmisor de presión PIT-0510A y un Transmisor de temperatura TIT-0510A ; para el segundo brazo se tiene un transmisor de flujo FIT-0510B, un transmisor de presión PIT-0510B y un Transmisor de temperatura TIT-0510B.

b. BS&W

AIT-0510: Analizador de BS&W que permite medir el contenido del agua en el crudo, de forma que determine que según especificaciones el BS&W es menor que 1.

En la Figura 36. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al sistema de medición. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-013 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en el patín de Medición y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 11 se encuentra el Listado de Instrumentos del Sistema de Bombeo

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
PIT-0510 ^a	Transmisor presión línea a estación chichimene primer brazo de medición	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PI-0510 ^a	Indicador presión línea a estación chichimene primer brazo de medición	1/2"	0-100 PSI	Neu	Ritherm	N.A
FIT-0510 ^a	Transmisor de flujo línea a estación chichimene primer brazo de medición	6" X 150	0-40000BPD	AI	Endress + Hausser	83F1F-1W53/0
TIT-0510 ^a	Transmisor de temperatura línea a estación chichimene primer brazo de medición	3/4" a 1/2"	32-320 F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
TI-0510 ^a	Indicador de temperatura línea a estación chichimene primer brazo de medición	3/4" a 1/2"	0-250 F	Neu	Ritherm	N.A
PIT-0510B	Transmisor presión línea a estación chichimene segundo brazo de medición	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PI-0510B	Indicador presión línea a estación chichimene segundo brazo de medición	1/2"	0-100 PSI	Neu	Ritherm	N.A
FIT-0510B	Transmisor de flujo línea a estación chichimene segundo brazo de medición	3" X 150	0-40000BPD	AI	Endress + Hausser	83F1F-1W53/0
TIT-0510B	Transmisor de temperatura línea a estación chichimene segundo brazo de medición	3/4" a 1/2"	32-320 F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
TI-0510B	Indicador de temperatura línea a estación chichimene segundo brazo de medición	3/4" a 1/2"	0-250 F	Neu	Ritherm	N.A
AIT-0510	Analizador de BS&W	10" x 150	0-1%	AI	Invalco	WCM-7300-1000-HFEB

Tabla 11. Sistema de Medición

3.10 TANQUE DESNATADOR Y BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE AGUA

Permite el tratamiento de agua para recuperar el agua y retirar la nata de crudo que viene del separador y del gun barrel. Después del tanque se tiene una bomba de transferencia de agua con su correspondiente backup para el transporte de agua hacia la estación designada por el cliente.

Las variables que se maneja en el tanque desnatador son nivel y temperatura

Las bombas de transferencia manejan la variable de presión y en la salida de las bombas se maneja el flujo.

a.Lazo de control de nivel con las bombas de Transferencia

LIT-0801: Transmisor de nivel tipo radar ubicado en el tanque desnatado, para determinar nivel del agua y el crudo desnatado. En el transmisor se configuran todas las alarmas HH, H, L, LL; Las alarmas de transmisor de los switches por alto-alto encienden las bombas de agua y por bajo-bajo las apagan. Este transmisor tiene como respaldo las acciones de los switches de nivel.

LSHH-0802: Switch de nivel por alto-alto, que envía la señal para encender las bombas de transferencia.

LSLL-0802: Switch de nivel por bajo-bajo, que envía la señal para apagar las bombas de transferencia.

b. Lazo de control con la bomba de nata

LSHH-0803: Las alarmas de los switches por alto-alto encienden las bombas de nata, es decir cuando se detecta un alto nivel en la sección de natas es necesario empezar a desalojar por esta razón las bombas de deben empezar a funcionar.

LSLL-0803: Las alarmas de los switches por bajo-bajo apagan las bombas de nata, es decir cuando se detecta un bajo nivel en la sección de natas es necesario que las bombas dejen de funcionar porque no se necesita mas natas que desalojar.

c. Temperatura Tanque desnatador

TI-0801: Indicador de temperatura para monitorear la temperatura del tanque desnatado.

d.Presión e Interlock en las bombas de transferencia

PI-0801: Indicador de presión ubicada en la sección de la bomba P-X101A.

PI-0803: Indicador de presión ubicada en la sección de la bomba P-X101B.

PIT-0802: Transmisor de presión ubicada en la descarga de la bomba P-X101A

PIT-0802: Transmisor de presión ubicada en la descarga de la bomba P-X101A

Las alarmas de presión de los transmisores tienen interlocks para apagar las bombas de transferencia de agua.

e. Flujo

FIT-0801: Transmisor de flujo tipo turbina para establecer la cantidad de fluido de agua que se obtiene después del tanque desnatador.

En la Figura 37. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al tanque desnatador y bombas de Transferencia de agua. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-008 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en el tanque y bombas y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 12 se encuentra el Listado de Instrumentos del Sistema de Agua.

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
LIT-0801	Transmisor nivel agua	2" X 150	N.A	AI	Eclipse/Magnetrol	705-510A-310
PIT-0802	Transmisor de presión de descarga de la bomba P-X101A	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PIT-0804	Transmisor de presión de descarga de la bomba P-X101B	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
FIT-0801	Transmisor de Flujo línea salida de Agua Desnatador	4" X 150	3400--41000BPD	AI	Kimray	BK 2800 Series
LSHH-0802	Switch de nivel por alto-alto tanque desnatado	2"	N.A	DI	Kimray	2200SLSM/0
LSLL-0802	Switch de nivel por bajo-bajo tanque desnatado	2"	N.A	DI	Kimray	2200SLSM/0
LSHH-0803	Switch de nivel por alto-alto para bomba de natas	2"	N.A	DI	Kimray	2200SLSM/0
LSLL-0803	Switch de nivel por bajo-bajo para bomba de natas		N.A	DI	Kimray	2200SLSM/0
TI-0801	Indicador temperatura tanque	1/2"	0-250°F	Neu	Ritherm	N.A
PI-0801	Indicador presión succion bomba P-X101A	1/2"	0-5 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PI-0803	Indicador presión succion bomba P-X101B	1/2"	0-5 PSI	Neu	Ritherm	N.A

Tabla 12. Listado de Instrumentos Tanque Desnatador y Bombas de Transferencia de Agua

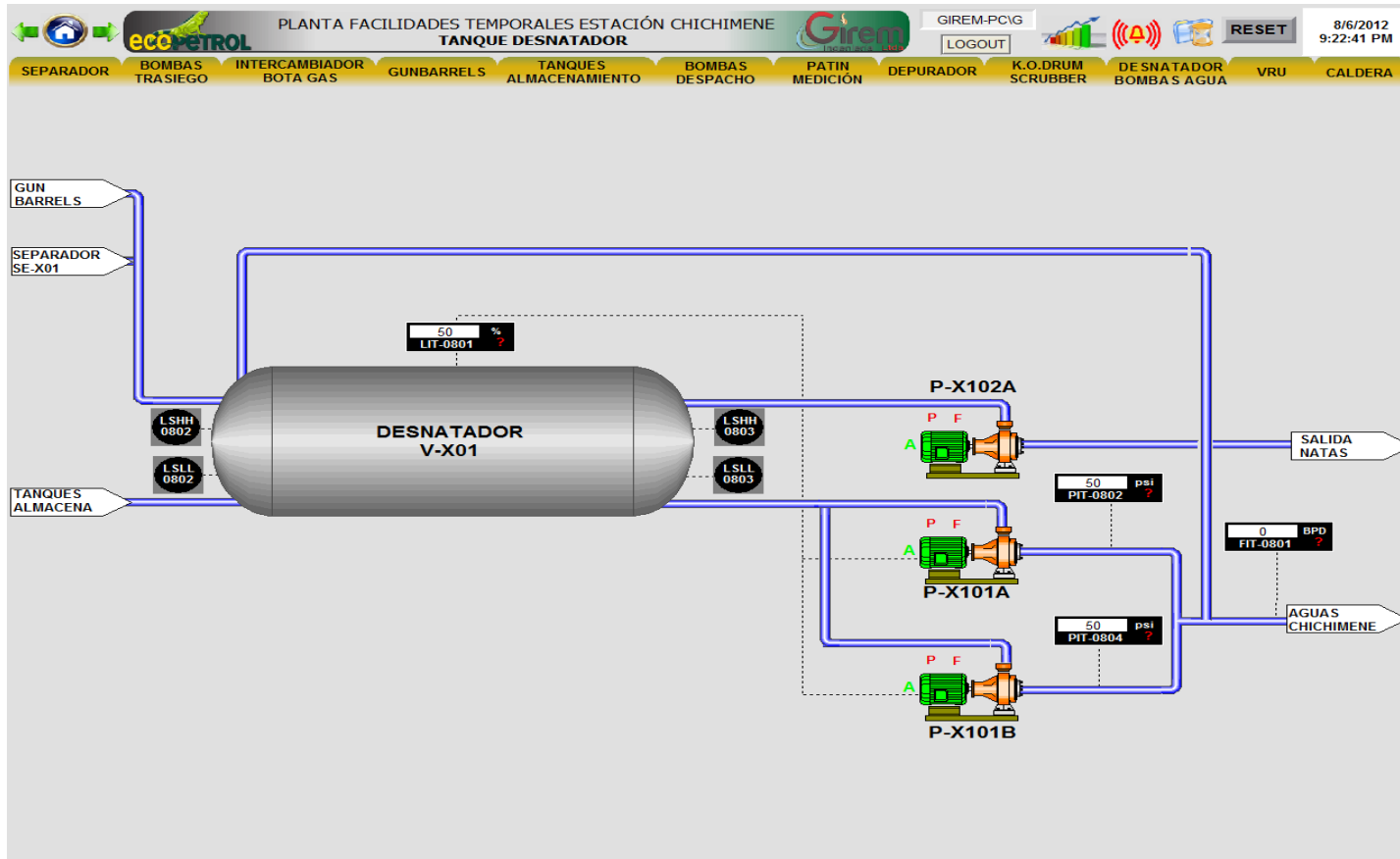


Figura 37. HMI de Tanque Desnatador y Bombas de Transferencia de Agua. [3]

3.11 CALDERAS

La función principal es suministrar vapor a temperatura ideal de operación, a los diferentes equipos utilizados en el proceso de deshidratación por aumento de temperatura el cual se lleva a cabo en los serpentines. La caldera alimenta con vapor al separador, al intercambiador y a los gun barrels utilizando un distribuidor de vapor. La caldera se alimenta con el gas del scrubber V-X01 de gas.

Las calderas vienen común un paquete de forma que sus especificaciones, la instrumentación es según el proveedor y la guía sería el Manual del fabricante. El paquete de caldera viene con un PLC local, de forma que se debe comunicar con el sistema de control donde a través del HMI se visualizarán las señales que son importantes para el control de la caldera y especialmente el funcionamiento del quemador. Las señales que se controlarían serían: : fase del quemador, es decir el estado del actuador, la posición del servomotor de la válvula de regulación del combustible, la posición del servomotor del dámper de aire, la indicación del combustible actual, señal del transmisor de presión, señal de llama de la fotocelda , reporte de fallas de la caldera, Historial de fallas y Horas en operación.

En la Figura 38. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al tanque desnatador y bombas de Transferencia de agua. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-010 P&ID se puede observar el paquete de Caldera.

3.12 DEPURADOR DE GAS

Este equipo permite la separación de partículas de líquido remanentes en el gas proveniente del separador para posteriormente usar este gas depurado como combustible en los equipos conectados al sistema y enviar el remanente hacia la tea de la facilidad

Las variables del depurador de gas son nivel y presión.

a.Lazo de control de presión de salida del scrubber hacia el cabezal de tea

PIT-0601: Transmisor de presión ubicado en el depurador de gas el cuál controla la presión del separador para la apertura de la válvula PCV-0602.

PSV-0601 : Válvula de seguridad para aliviar la sobrepresión que se encuentre en el equipo y así controlarlo, el set es de 45 psi.

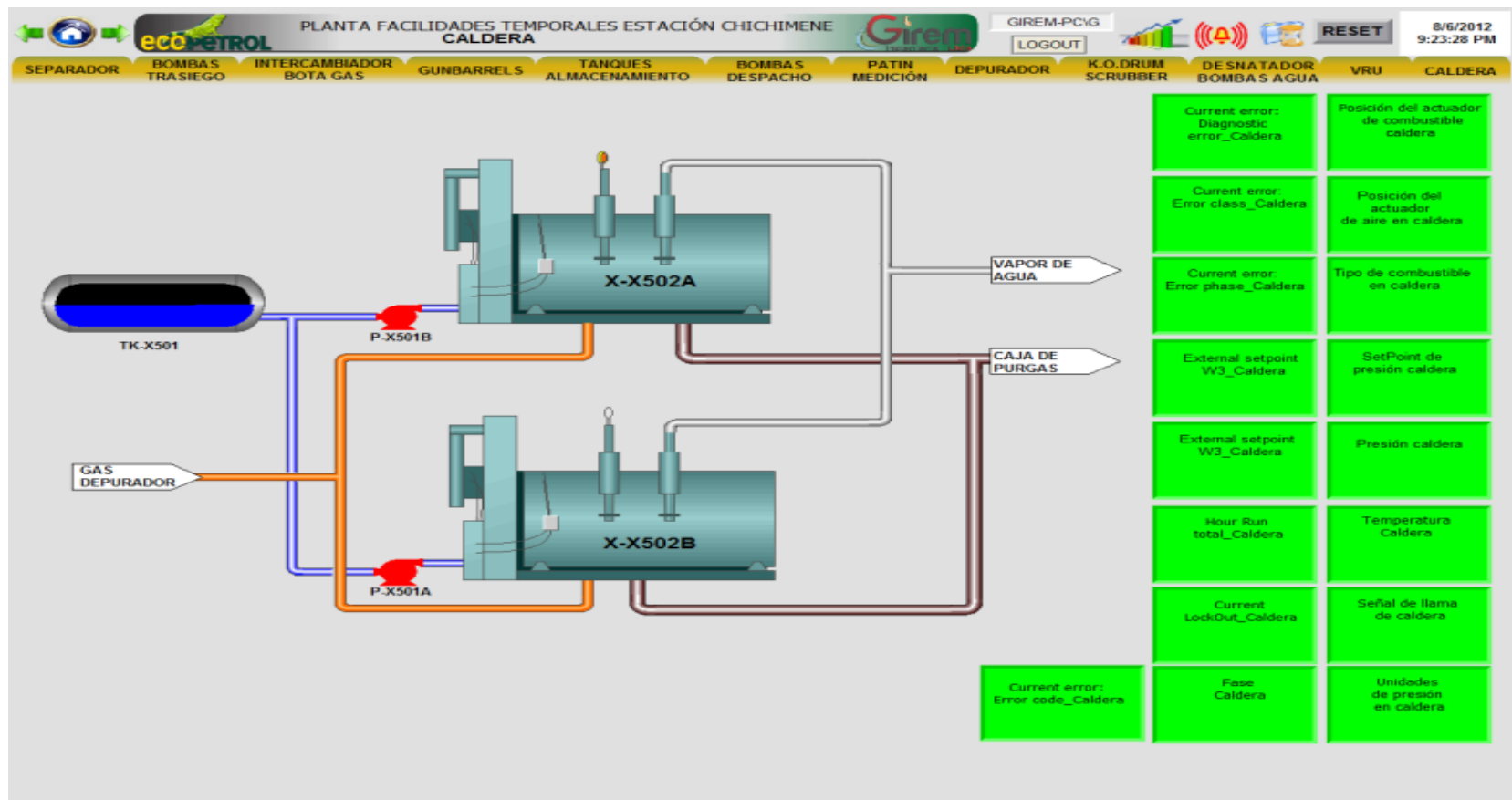


Figura 38. HMI de Calderas. [3]

b.Lazo de control de presión de salida del scrubber hacia la caldera

PIT-0603: Transmisor de presión en la línea de salida de gas del scrubber hacia la caldera, se tiene señal de control PIC-0603 desde el PLC que permite el paso de presión hacia la caldera con la válvula controladora PCV-0603.

PCV-0603: Válvula de control que va a generar el gas hacia la línea de calderas.

c. Lazo de control de Nivel de condensados

Se tienen un lazo de control para nivel de condensados con el fin de tener un set point en LIT-0601, que le indique a la válvula LCV-0601 cuando debe desalojar los condensados que se acumulen en el recipiente y llevarlos nuevamente a los gun barrels.

d. Nivel de condensados

LSHH-0601: Switch de nivel por alto-alto de condensados, del scrubber, se ubican de forma que sea en donde están los condensados, de forma que cuando el flotador del switch detecte nivel alto funcione la alarma

LSLL-0601: Switch de nivel por bajo-bajo de condensados, del scrubber, se ubican de forma que sea en donde están los condensados, de forma que cuando el flotador del switch detecte nivel bajo funcione la alarma

e. Medición de flujo de gas

A la salida del gas combustible se tiene un medidor de flujo FIT-0601 esto con el fin de consolidar el gas combustible que se consume durante las 24 horas en las facilidades; esta señal va a un computador de flujo para cálculo de gas que utiliza un PIT-0601A y un Transmisor de Temperatura TIT-0601 para compensación.

En la Figura 39. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al scrubber de gas. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-006 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en el scrubber de gas y se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 13 se encuentra el Listado de Instrumentos del Scrubber de gas.

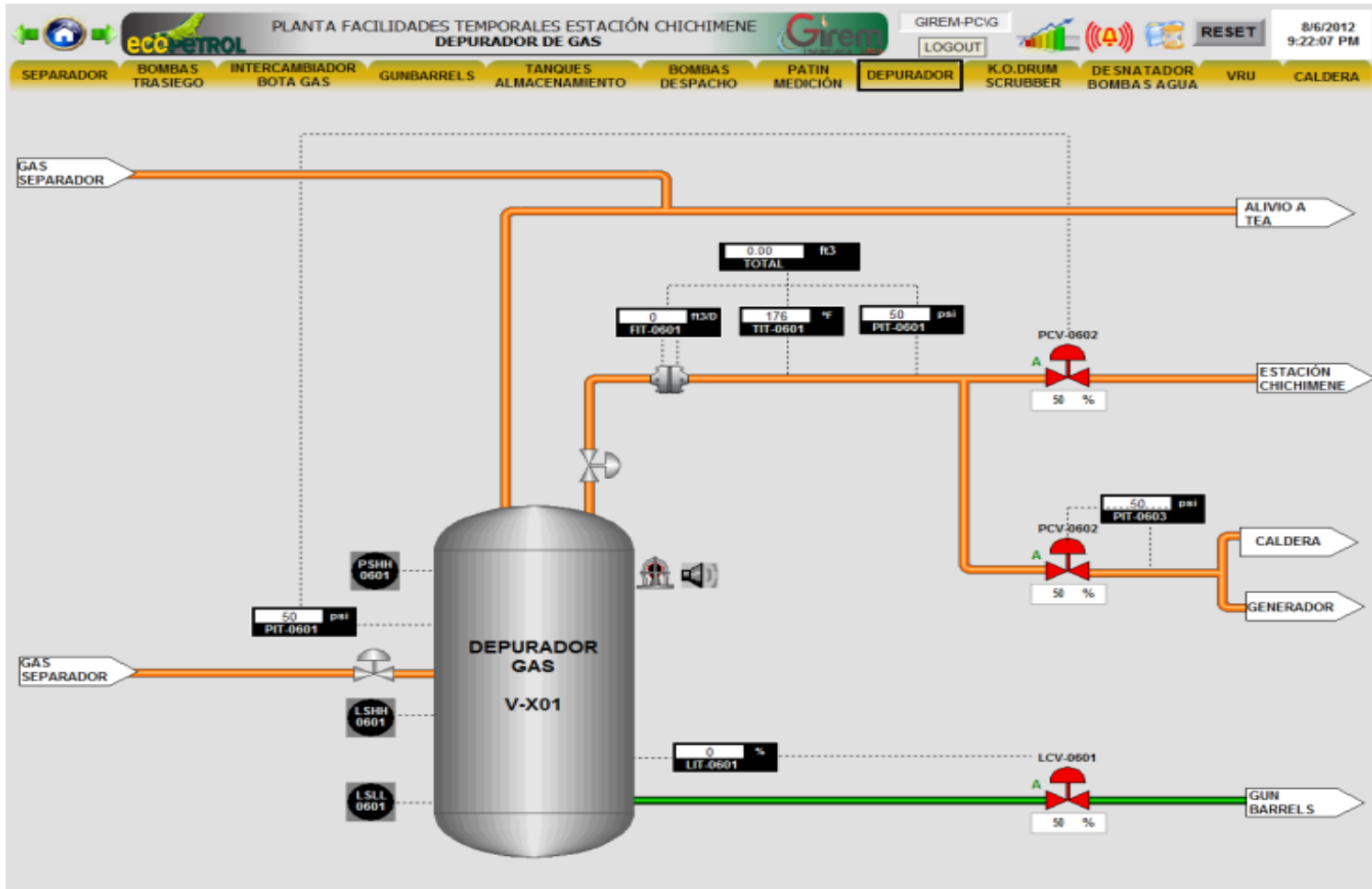


Figura 39. HMI de Depurador de Gas. [3]

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
PIT-0601	Transmisor de presión depurador de GAS V-X01	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
PSHH-0601	Switch de Alta Alta Presion Scrubber		60 PSI	DI	UE	J-120-702
LSHH-0601	Switch de Nivel Alto - Alto del condensado en el V-X01	2"	N.A	DI	kimray	2200SLS M/O
LSSL-0601	Switch de Nivel Bajo - Bajo del condensado en el V-X01	2"	N.A	DI	kimray	2200SLS M/O
PIT-0601A	Transmisor de presión línea salida depurador de GAS V-X01	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
FIT-0601	Transmisor de Flujo línea salida depurador de GAS V-X01	6" X 150	250000-350000FT3PD	AI	Endress+Hauser	Deltabar S PMD75
TIT-0601	Transmisor Temperatura línea Gas	3/4" a 1/2"	32-320°F	AI	Endress+Hauser	iTEMP TMT 142
PCV-0602	Controla presión de gas a estación chichimene	6" X 150	6-30psi	N.A.	Kimray	HPMV PB
ZT-0602	Transmisor de posición de PCV-0602 de gas a estación de chichimene	N.A	N.A	AI	Optimux	HPP4000
PCV-0603	Controla presión gas a caldera y generadores	3" X 150	6-30psi	N.A	Kimray	HPMV PB
ZT-0603	Transmisor de posición de PCV-0603 gas a caldera y generadores	N.A	N.A	AI	Optimux	HPP4000
PIT-0603	Transmisor de Presión línea de depurador de gas a calderas	1/2"	0-100 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
LIT-0601	Transmisor de Nivel del depurador de GAS V-X01	2"	N.A	AI	Endress+Hauser	Deltabar S PMD75
LCV-0601	Controla nivel de condensado del depurador de GAS V-X01	3" X 150	6-30psi	N.A	Kimray	HPMV PB
ZT-0601	Transmisor de posición de la valvula LCV V-01	N.A	N.A	AI	Optimux	HPP4000
PI-0602	Indicador de Presion Scrubber	1/2"	0-200 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PI-0601A	Indicador de presión línea salida depurador de GAS V-X01	1/2"	0-200 PSI	Neu	Ritherm	N.A
PSV-0601	Valvula de seguridad del depurador de GAS V-X01	3"x4"	Set 70 psi	Neu	Consolidated	Consolidated
TI-0601	Indicador de temperatura línea de salida de gas	1/2"	50-300F	Neu	Ritherm	N.A

Tabla 13. Listado de Instrumentos Depurador de Gas

3.13 UNIDAD RECUPERADORA DE VAPORES (URV) Y KO-DRUM

Es la encargada de recibir los gases de los Gun Barrel y de los tanques de almacenamiento para recoger los vapor que han pasado primero por el K-Drum y llevarlos a un proceso de condensado los cuáles se desplazan hacia los tanques de almacenamiento de Nafta de Ecopetrol.

Para el KO-Drum las señales que se manejan son la presión y el nivel.

a.Lazo de control de nivel para la bomba del KO-Drum

LIT-0701: Transmisor de nivel al cuál se le configurarán alarmas HH, H, L, L para detectar niveles de gas y encender la bomba del KO-Drum cuando existe alarma por alto-alto y se apaga la bomba cuando existe alarma por bajo-bajo. Para su respaldo tendrán los switches de nivel LSHH-0701 y LSLL-0701 que controlarán también la bomba.

LSHH-0701: Switch de alarma por alto-alto de presencia de gas, y en el momento que actua el switch se enciende la bomba del KO-Drum.

LSLL-0701: switch de alarma por bajo-bajo de presencia de gas, y en el momento que actua el switch se apaga la bomba del K-Drum.

b.Presión

PIT-0701: Transmisor de presión instalado en el KO-Drum para controlar la presión el cual es un sistema de baja presión, se configuran alarmas H y L. El KO-Drum maneja presione pequeñas entre 1 y 5 psi.

La URV, Unidad Recuperadora de Vapores es un paquete, y la instrumentación hace parte de el.

Las unidades recuperadoras de vapor VRU, mecánicas están diseñadas de acuerdo a la operación de los compresores de tornillo. La operación del motor de los compresores es iniciada y controlada por medio de un variador de frecuencia VFD. A medida que el compresor disminuye la presión de succión el VFD disminuye la velocidad del motor al set-point de baja velocidad utilizando un algoritmo PID. Si la presión de succión alcanza el set-point de “Apagado del compresor” establecido por el operador el compresor dejara de operar.

El panel de control, PLC local que tiene la VRU, incluye la interfase del usuario HMI, el control de velocidad, y los controles de apagado para la VRU. El sistema de Control se comunicará al PLC local de la VRU para mostrar en la HMI las señales como las que se describen a continuación:

En la Figura 40. Se muestra en el HMI de la instrumentación asociada al KO-DRUM. En la Figura 41 la instrumentación que se muestra es la de la URV. En el anexo 2 del ECH-PR-PL-007 P&ID se puede observar toda la instrumentación que se instaló en el KO-DRUM y la URV, además se muestran las conexiones de los instrumentos.

En la Tabla 14 se encuentra el Listado de Instrumentos del Scrubber de gas

TAG	SERVICIO	CONEXIÓN	RANGO	TIPO SEÑAL	FABRICANTE	MODELO
PIT-0701	Transmisor de presión del K-Drum	1/2"	0-10 PSI	AI	Endress+Hauser	Cerabar M PMP46
LIT-0701	Transmisor de nivel del K-Drum	2" X 150	N.A	AI	Eclipse/Magnetrol	705-510A-310
LSHH-0701	Switch de Nivel por alto-alto del K-Drum	2"	N.A	DI	kimray	2200SLS M/0
LSLL-0701	Switch de Nivel por bajo-bajo del K-Drum	2"	N.A	DI	kimray	2200SLS M/0
PI-0701	Indicador de presión del K-Drum	1/2"	0-5 PSI	Neu	Ritherm	N.A
FIT-0701	Transmisor de Flujo línea salida de K-Drum	2"	1300-13000 BPD	Neu	Kimray	BK 2800 Series
PI-0704	Indicador de presión del scrubber	1/2"	0-5 PSI		Ritherm	N.A
FIT-0702	Transmisor de Flujo de scrubber	2"	1300-13000 BPD	Neu	Kimray	BK 2800 Series

Tabla 14. Listado de Instrumentos KO-DRUM

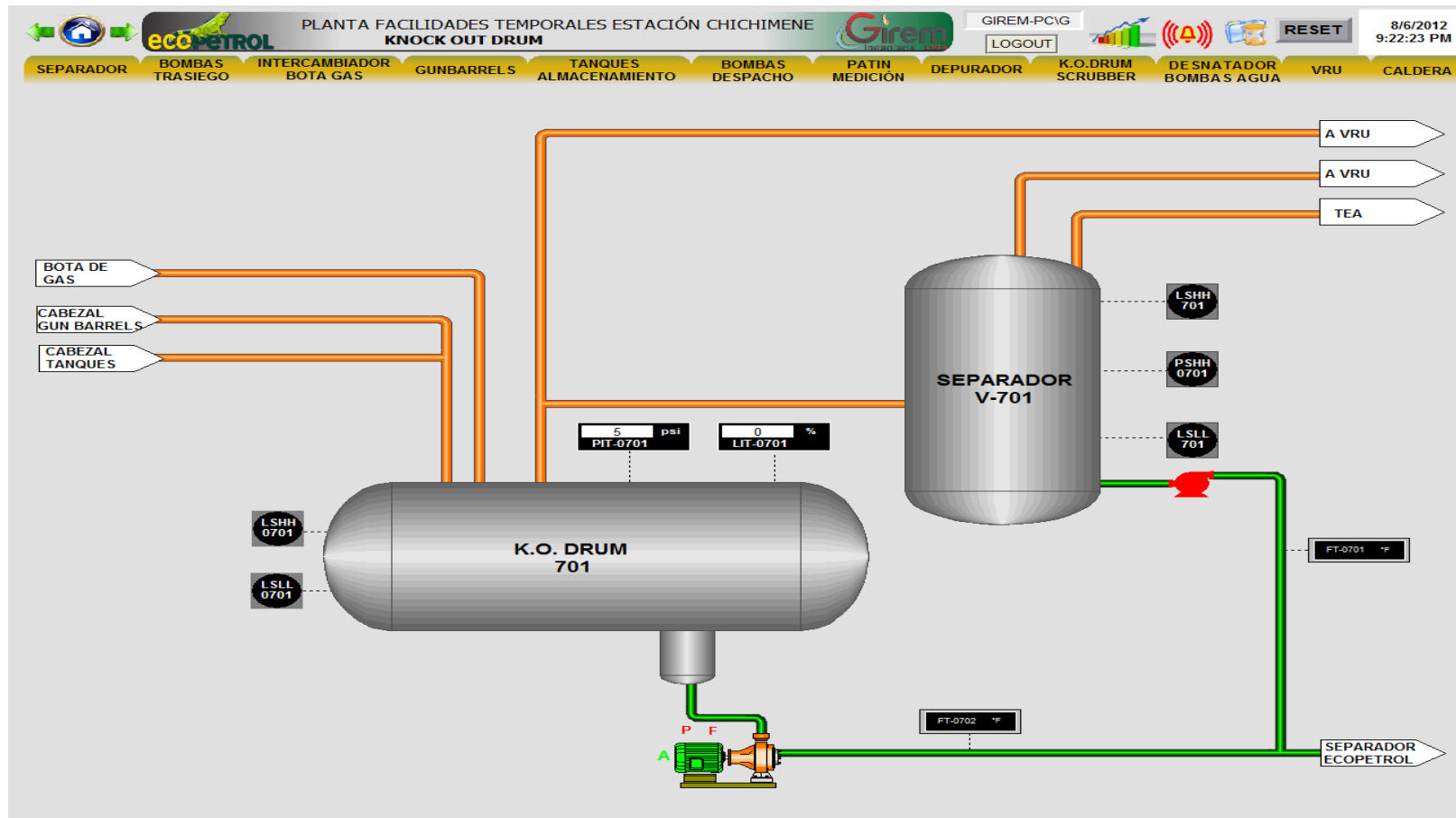


Figura 40. HMI de KO-DRUM. [3]

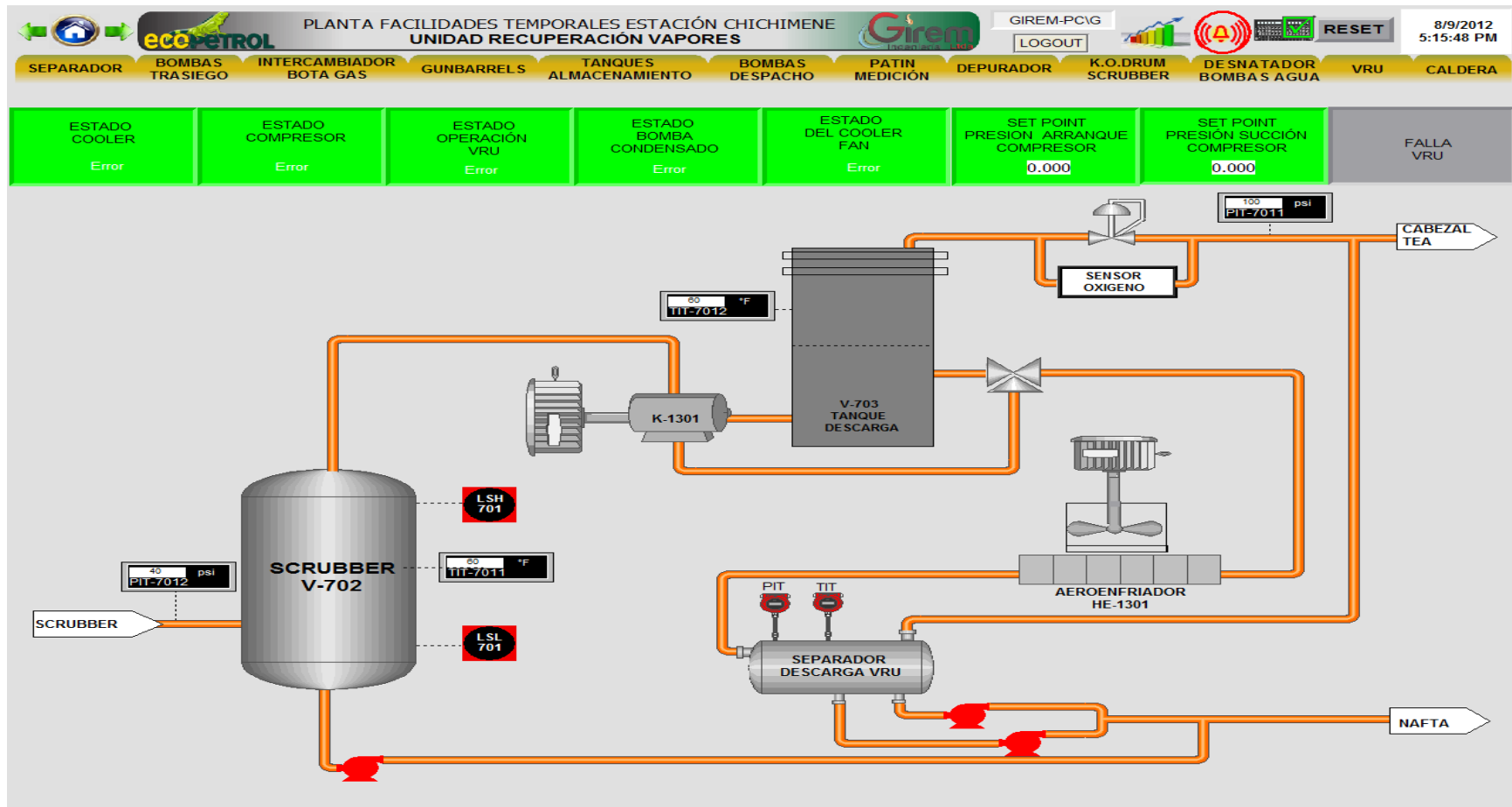


Figura 41. HMI de URV. [3]

RECOMENDACIONES

En la selección de la instrumentación para un determinado proceso no basta con decir se va instalar un transmisor de flujo, hay muchos criterios que se deben tener en cuenta a los que normalmente no se les da importancia y en el momento de la instalación se presentan los problemas como es el caso de las conexiones disponibles en los equipos y la línea, el principio de medición que se debe seleccionar de acuerdo a la aplicación del instrumento y el tipo de producto; el rango del instrumento, el tipo de material del instrumento y las condiciones específicas de él. Siendo de esta manera necesario que en el momento de seleccionarla se tengan en cuenta todos los criterios que se explicaron en la presente monografía.

También es necesario que todo diseño de instrumentación sea plasmada en una ingeniería avalada por documentos como son Matriz Causa y Efecto, Diagramas de Proceso e Instrumentación (P&ID), Listado de Instrumentos y Hoja de Datos, los cuales permitirán conocer exactamente las características para la compra de los instrumentos.

CONCLUSIONES

La base principal para la selección de instrumentación después de que el proceso sea diseñado son los Diagramas de Proceso e Instrumentación (P&ID), ya que en ellos se muestran las conexiones en los equipos y líneas, la variable de proceso a medir, los lazos de control y los interlocks.

El proceso de separación de crudo seleccionado tiene como objetivo una transferencia de custodia de un crudo dentro de especificaciones, en este caso un BS&W<1, esto quiere decir que el éxito de la selección de la instrumentación se evalúa es con este criterio.

Un diagrama de matriz causa y efecto muestra los rangos de cada instrumento, alarmas, disparos e interlocks que muestran los resultados de simulación de un proceso o su comportamiento está en funcionamiento

En las Hojas de Datos se describe todas las especificaciones técnicas de cada instrumento, siendo esta la guía para la selección adecuada del instrumento; los datos más importantes son las variables del proceso ya que son el criterio para la seleccionar el principio de medición.

Hoy en día los programas que permiten realizar las simulaciones de los instrumentos permiten garantizar en cierta parte que si es el instrumento indicado, y suele ser una herramienta que utilizan los proveedores para mostrarle al cliente los beneficios y posibles problemas que se pueden tener al instalar la instrumentación seleccionada.

Para la selección de instrumentación también se deben contar con dos factores importantes el tiempo y el precio; es necesario saber con que recursos se cuenta para la compra instrumentación y también con los tiempos con los que se ha comprometido para su instalación, sin olvidar las especificaciones técnicas del cliente.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ken Arnold, Maurice Stewart. Surface Production Operations Design of Oil Handling Systems and Facilities. 3 edition. United States. 2008. Pags 203, 262, 499.
- [2] Salager J.L. Deshidratación de crudo, Principios y Tecnología. Cuaderno FIRP 853, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela (1987b). Pag 4.
- [3] Información tomada de Girem Ingeniería en el “Contrato No. MA0001423 Servicio de Tratamiento de Crudo, Agua y Gas con Opción de Compra de Equipos a Instalar para los Campos de la Superintendencia de Operaciones Castilla Chichimene Ubicados en los Municipios de Castilla la Nueva, Acacias y Guamal”.
- [4] Manual de Hidrocarburos Capítulo 5 Medición Dinámica Ecopetrol. Colombia. Enero 2008
- [5] Installation/Operation Manual FMC Invalco Model WCM 7300. USA. Junio 2001.
- [6] Users-Manual Trimteck Optimux HPP4500. USA. Agosto 2009.
- [7] Manual Switches de Nivel operados por flotador Kimray. Abril 2009.
- [8] Manual Switches de Nivel B73 & Series 75. USA. Agosto 2010.
- [9] Manual Switches de Presión UE.
- [10] Manual Transmisor de flujo Medidor Proline ProMass 80F, 80M, 83F, 83M.
- [11] Manual Genuine Kimray
- [12] Manual Kam Controls Incorporated.
- [13] Manual Magnetrol Eclipse Modelo 705. Enero 2008

- [14] Manual Pulsar Modelo RX5. Marzo 2005
- [15] Manual Válvulas de Control Kimray. Marzo 2009.
- [16] Manual Válvulas de Presión y Vacío Groth Corporation.
- [17] Manual Proline Prosonic Flow 93P.
- [18] Manual Deltabar S. Endress+Hauser
- [19] Manual Transmisores de Presión Rosemount 3051L.
- [20] Manual iTEM HART TMT142

ANEXOS

ANEXO 1. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO [3]

ANEXO 2. DIAGRAMAS DE PROCESO E INSTRUMENTACIÓN, P&ID

- ANEXO 2.1 ECH-PR-PL-001 P&ID SEPARADOR GENERAL [3]
- ANEXO 2.2 ECH-PR-PL-002 P&ID BOMBAS DE IMPULSIÓN [3]
- ANEXO 2.3 ECH-PR-PL-003 P&ID GUN BARREL [3]
- ANEXO 2.4 ECH-PR-PL-004 P&ID TANQUES DE ALMACENAMIENTO [3]
- ANEXO 2.5 ECH-PR-PL-005 P&ID BOMBAS DE TRANSFERENCIA [3]
- ANEXO 2.6 ECH-PR-PL-006 P&ID DEPURADOR DE GAS [3]
- ANEXO 2.7 ECH-PR-PL-007 1/3 P&ID PAQUETE UNIDAD [3]
RECUPERADORA DE VAPORES (URV) [3]
- ANEXO 2.8 ECH-PR-PL-007 2/3 P&ID KO DRUM Y SCRUBBER 2 [3]
- ANEXO 2.9 ECH-PR-PL-007 3/3 P&ID AEROENFRIADOR (URV) [3]
- ANEXO 2.10 ECH-PR-PL-008 P&ID TANQUE DESNATADO [3]
- ANEXO 2.11 ECH-PR-PL-010 P&ID TANQUE DE AGUA DESIONIZADA Y
CALDERA [3]
- ANEXO 2.12 ECH-PR-PL-013 PATÍN DE MEDICIÓN [3]

ANEXO 3. MATRIZ CAUSA Y EFECTO [3]

ANEXO 4. LISTADO DE INSTRUMENTOS

ANEXO 5. HOJAS DE DATOS

ANEXO 5.1 ECH-INS-HD-001 REV 0 HOJA DE DATOS INDICADOR DE PRESIÓN [3]

ANEXO 5.2 ECH-INS-HD-002 REV 0 HOJA DE DATOS INDICADORES DE TEMPERATURA [3]

ANEXO 5.3 ECH-INS-HD-003 REV 0 TRANSMISORES DE PRESIÓN

ANEXO 5.4 ECH-INS-HD-004 REV 0 HOJA DE DATOS TRANSMISORES DE NIVEL [3]

ANEXO 5.5 ECH-INS-HD-005 REV 0 HOJA DE DATOS VÁLVULAS DE SEGURIDAD [3]

ANEXO 5.6 ECH-INS-HD-006 REV 0 HOJA DE DATOS VÁLVULAS DE CONTROL [3]

ANEXO 5.7 ECH-INS-HD-007 REV 0 HOJA DE DATOS TRANSMISORES DE TEMPERATURA [3]

ANEXO 5.8 ECH-INS-HD-008 REV 0 HOJA DE DATOS TRANSMISORES DE FLUJO [3]

ANEXO 5.9 ECH-INS-HD-009 REV 0 HOJA DE DATOS TRANSMISORES DE PRESIÓN DIFERENCIAL [3]

ANEXO 5.10 ECH-INS-HD-010 REV 0 HOJA DE DATOS SWITCHES DE NIVEL [3]

ANEXO 5.11 ECH-INS-HD-011 REV 0 HOJA DE DATOS SWITCHES DE PRESIÓN [3]

**ANEXO 6. PRESUPUESTO DE INSTRUMENTACIÓN
SELECCIONADA EN UN PROCESO DE SELECCIÓN DE
CRUDO**