

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**“ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA
DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA UN CENTRO
OPERACIONAL DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LA
REGION ICA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

AREA: AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

AUTORES: BR. ERIC ALBERTO CASTILLO PONCE

BR. SANTIAGO ARTURO MALCA REYES

ASESOR: ING. FILIBERTO MELCHOR AZABACHE FERNANDEZ

TRUJILLO-PERÚ

2013

“ANALISIS Y PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA UN CENTRO OPERACIONAL DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LA REGION ICA”

AUTORES

Br. Eric Alberto Castillo Ponce

Br. Santiago Arturo Malca Reyes

APROBADO POR:

Ing. Saúl Noé Linares Vertiz
PRESIDENTE
CIP 142213

Ing. Luis Alberto Vargas Díaz
SECRETARIO
CIP 104175

Ing. Lenin Humberto Llanos León
VOCAL
CIP 139213

Ing. Filiberto Melchor Azabache Fernández
ASESOR
CIP 97916

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, a mis padres Virginia y Alberto quienes me brindaron todo el apoyo durante el desarrollo de mi carrera profesional.

A mis hermanos Lucia y David que siempre han estado a mi lado y han sabido comprender las ausencias como parte de mi desarrollo profesional.

A mi familia en general y amigos que han sido parte importante del desarrollo de mis actitudes y aptitudes profesionales y personales.

Eric Alberto Castillo Ponce

Este trabajo va dedicado a mi Mami Nena a mi Papa Chago, que fueron las personas que impulsaron y apoyaron la realización de mis estudios tanto material como espiritualmente.

A mis hermanos Carlos y Martin por el apoyo incondicional que me brindan siempre, a mis sobrina Alba por el cariño siempre brindado, por el cariño que me brinda a cada momento.

Y a mis familiares y amigos que son parte muy importante de mi desarrollo profesional y como personas.

Santiago Arturo Malca Reyes

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco al Ing. Filiberto Azabache por la ayuda brindada para poder realizar el trabajo presentado, a Eric Castillo mi compañero de tesis ya que con él se pudo hacer efectiva la presente tesis, a Fiorella Rodríguez por toda la ayuda brindada.

Por último hago extensivo este agradecimiento profundo y sincero para mi familia que, sin su apoyo y colaboración habría sido imposible llevar a cabo este trabajo.

Santiago Arturo Malca Reyes

Agradezco en primer lugar al Ing. Filiberto Azabache Fernández por todo el apoyo brindado en el desarrollo del presente trabajo, a Santiago Malca compañero de tesis con quien esta aventura llamada tesis se pudo concretar. A Lucia y Fiorella por hacer de la de la distancia un obstáculo menos en la presentación de este trabajo.

Finalmente a todas las personas que supieron brindarme su apoyo tanto con conocimiento como en soporte.

Eric Alberto Castillo Ponce

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta se tuvo como objetivo identificar el sistema de Supervisión y Control que mejor se adecue para un Centro Operacional de distribución de Gas Natural en la región ICA; con la finalidad de poder desarrollar un sistema adecuado dado que en el Perú este tipos de sistemas para la distribución de gas natural no se tienen implementados.

Mediante el estudio de los diferentes sistemas de control y supervisión, se pudo elaborar un cuadro comparativo en el cual podemos ver claramente las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas, de esta manera se pudo elegir el mejor sistema que se adecuado de acuerdo a los requerimientos del proceso de distribución de gas natural.

La elección del sistema de supervisión fue el de un Sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Se propuso el diseño del sistema SCADA cumpliendo las normas internacionales, estándares y recomendaciones que debe cumplir debido a la criticidad del proceso, en este se especifica el diseño del HMI, lógica de control, las comunicaciones y seguridad en el SCADA.

Finalmente se elaboró una cotización para la implementación del sistema SCADA para la distribución de gas natural

ABSTRACT

In this work is presented is aimed to identify the system of supervision and control that is best suited for an Operational Distribution Center Natural Gas in the ICA region, with the purpose to develop a suitable system because in Peru this types of systems for the distribution of natural gas are not implemented.

By studying the different systems of control and supervision , it could develop a comparative framework in which we can clearly see the advantages and disadvantages of different systems , so you could choose the best system that is suitable according to the requirements the process of distribution of natural gas.

The choice of the monitoring system was that of a SCADA system (Supervisory Control and Data Acquisition) .

SCADA system design was proposed meeting international norms, standards and recommendations to be met due to the criticality of the process, in this design HMI , control logic is specified , communications and SCADA security .

Finally a quote for the implementation of the SCADA system for the distribution of natural gas was produced.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. ANTECEDENTES.....	12
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	13
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	13
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	14
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1. GENERALIDADES.....	15
2.1.1. GAS NATURAL.....	15
2.1.1.1. EXTRACCIÓN DE GAS NATURAL.....	15
2.1.1.2. PROCESAMIENTO DE GAS NATURAL	16
2.1.1.3. PROCESO DE SEPARACIÓN.....	16
2.1.1.4. PROCESO DE FRACCIONAMIENTO	16
2.1.1.5. TRANSPORTE DE GAS NATURAL.....	17
2.1.1.6. ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL	18
2.1.1.7. VENTAJAS DEL GAS NATURAL.....	20
2.1.1.8. ÁREAS DE USO DEL GAS NATURAL.....	20
2.1.2. GAS NATURAL EN EL PERÚ	21
2.1.2.1. ZONAS DE PRODUCCIÓN DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ	21
2.1.3. CENTRO OPERACIONAL.....	23
2.2. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL Y SUPERVISIÓN. 23	
2.2.1. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	23
2.2.1.1. GENERALIDADES.....	23
2.2.1.2. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	24
2.2.2. SISTEMA SCADA (SUPERVISIÓN, ADQUISICIÓN Y CONTROL DE DATOS)25	
2.2.2.1. GENERALIDADES.....	25
2.2.2.2. CARACTERÍSTICAS Y PRESTACIONES	26
2.3. CUADRO COMPARATIVO ENTRE SCADA Y DCS.....	28
3. MATERIAL Y METODOS	29
3.1. MATERIALES	29
3.2. METODOS	29
3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29

3.2.2.	VARIABLES DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN	29
3.2.2.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	29
3.2.2.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE	29
3.2.2.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	30
4.	RESULTADOS	32
4.1.	PARAMETROS DEL SISTEMA SCADA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LA REGIÓN ICA	32
4.1.1.	CENTRO PRINCIPAL DE CONTROL (CPC)	32
4.1.2.	SISTEMA DE CONTROL	34
4.1.3.	SISTEMA DE ESD (EMERGENCY SHUTDOWN)	37
4.1.4.	FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL	41
4.1.5.	CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS SCADA	42
4.1.6.	REQUISITOS DEL SOFTWARE DE SUPERVISIÓN	45
4.1.7.	FUNCIONALIDAD HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)	45
4.1.8.	DESPLIEGUE DE DATOS	46
4.1.9.	DESPLIEGUES DE PANTALLAS	47
4.1.10.	DESPLIEGUES GRÁFICOS	48
4.1.11.	MATRIZ DE REFERENCIA DE ESTANDARES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN 50	
4.2.	PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN ICA	51
4.2.1.	PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN EL CENTRO OPERACIONAL CHINCHA	51
4.2.2.	DISEÑO DEL SISTEMA SCADA	54
4.2.2.1.	ADQUISICIÓN DE LAS SEÑALES DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL.....	55
4.2.2.2.	CONTROL DE LOS ACTUADORES EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL	56
4.2.2.3.	SISTEMA DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS EN EL SCADA	56
4.2.2.4.	ESPECIFICACIONES DEL HMI.....	58
4.2.2.5.	ESPECIFICACIONES DE LA LÓGICA DE CONTROL	66
4.2.2.5.2.	SISTEMA DE BLOQUEO CENTRO OPERACIONAL	68
4.2.2.5.2.1.	SUPERVISIÓN	68
4.2.2.5.2.2.	PROTECCIÓN.....	68
4.2.2.5.3.	SISTEMA DE FILTRACIÓN.....	70
4.2.2.5.4.	SISTEMA DE CONDENSADOS.....	78

4.2.2.5.4.1.	SUPERVISIÓN	78
4.2.2.5.4.2.	PROTECCIÓN.....	79
4.2.2.5.5.	SISTEMA DE MEDICIÓN	79
4.2.2.5.5.1.	SUPERVISIÓN	79
4.2.2.5.6.	SISTEMA DE CALENTAMIENTO:	82
4.2.2.5.7.	SISTEMA DE REGULACIÓN A RED DE ACERO	86
4.2.2.5.8.	SISTEMA DE ODORIZACIÓN.....	90
4.2.2.5.9.	SISTEMA DE BLOQUEO RED DE ACERO DE CHINCHA	91
4.2.2.5.10.	SISTEMA DE BLOQUEO RED DE POLIETILENO DE CHINCHA	93
4.2.2.5.12.	SISTEMA DE CALENTAMIENTO A RED DE POLIETILENO.....	96
4.2.2.5.13.	SISTEMA DE REGULACION A RED DE POLIETILENO.....	97
4.2.2.6.	SEGURIDAD DEL SCADA.....	99
4.3.	PROPUESTA ECONÓMICA.....	101
4.3.1.	METODOLOGÍA PROPUESTA	101
4.3.1.1.	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y ACCESORIOS.....	101
4.3.1.2.	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE (INCLUYE CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE DISPOSITIVOS).....	102
4.3.1.3.	COMISIONAMIENTO Y ARRANQUE.....	102
4.3.1.4.	CAPACITACIÓN.....	102
4.3.2.	ANÁLISIS FINANCIERO DE LA OFERTA	103
4.3.3.	CONDICIONES COMERCIALES.....	108
5.	DISCUSION DE RESULTADOS	110
5.1.	SISTEMA SCADA	110
5.2.	DISEÑO DEL HMI.....	110
5.3.	DISEÑO DE LA LOGICA DE CONTROL	110
6.	CONCLUSIONES	111
7.	RECOMENDACIONES	111
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	112
	ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL.....	15
TABLA 2: PRINCIPALES SECTORES DE USO PARA EL GAS NATURAL.....	21
TABLA 3: CUADRO COMPARATIVO DCS Y SCADA	28
TABLA 4: OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	30
TABLA 5: OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	31
TABLA 6 MATRIZ DE REFERENCIA DE ESTANDARES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN	51
TABLA 7 LISTA DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS A PROVEER	107
TABLA 8 COSTOS DE MANO DE OBRA	108
TABLA 9 CONSOLIDADO DE COSTOS.....	108
TABLA 10 PROPUESTA FINANCIERA TOTAL	108

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIGURA 1: ESQUEMA DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GAS NATURAL.....	16
FIGURA 2 PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL.....	17
FIGURA 3: GASODUCTO PARA TRANSPORTE DE GAS NATURAL EN LA REGIÓN CUSCO.....	18
FIGURA 4: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GNC.....	19
FIGURA 5: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GNL.....	19
FIGURA 6: TOPOLOGÍA DE UN DCS.....	24
FIGURA 7: TOPOLOGÍA DE UN SISTEMA SCADA.....	28
FIGURA 8 ESQUEMA BÁSICO DEL CENTRO OPERACIONAL CHINCHA.....	54
FIGURA 9 DIAGRAMA DE FLUJO PIC 5501.....	88
FIGURA 10: ETAPA DE FILTRACIÓN.....	113
FIGURA 11: ETAPA DE MEDICIÓN, CALENTAMIENTO Y REGULACIÓN.....	114
FIGURA 12: ETAPA DE ODORIZACIÓN.....	115
FIGURA 13: MEDICIÓN, CALENTAMIENTO Y REGULACIÓN DE LA RED DE POLIETILENO.....	116
FIGURA 14 ARQUITECTURA DE BUSES DE CAMPO COCH.....	130

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El problema se delimita en estudiar las alternativas y proponer un sistema adecuado para la Supervisión y Control de un Centro Operacional para la distribución de Gas Natural ya sea de manera Local – Asistida o Remota – No Asistida, que cumpla con todas las normas y estándares establecidos para el rubro de Hidrocarburos.

El presente trabajo de investigación analizará las alternativas tecnológicas disponibles para realizar el proceso de control y supervisión de un sistema de distribución de gas natural y presentará una propuesta de diseño para este proceso debido a que no se cuenta con la experiencia ni el conocimiento para realizar esto, siendo el único antecedente el sistema de transporte de gas natural Gasoducto Camisea-Lima.

1.2. ANTECEDENTES

Habiendo realizado una pesquisa bibliográfica en la Web y en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Ingeniería se encontraron los siguientes antecedentes:

Título: “Diseño de un Sistema de recolección y transporte de Gas Natural”

Institución: Universidad Nacional de Ingeniería

Publicado en 2012

Autor: Roberto Álvarez Calle

Este trabajo permite comprender el proceso de la recolección y transporte del Gas Natural, y el procedimiento de cómo debe realizarse la supervisión en dicho proceso hasta la planta de tratamiento, así como la forma de administrar y ahorrar la energía aportada por los yacimientos de gas.

TÍTULO: “Propuesta de un Sistema SCADA para Gases del CUSIANA S.A. E.S.P.”

INSTITUCION: Universidad Industrial de Santander

AUTOR: Bach. Silvia Juliana Ruiz Macias

Publicado en 2010

En este trabajo se realiza un cuadro comparativo entre los sistemas SCADA y DCS, se presentan los criterios de diseño de los sistemas SCADA, además de realizar un análisis de la funcionalidad de una red de distribución de gas natural.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la mejor alternativa para realizar el proceso de Control y Supervisión de un Centro Operacional para la distribución de Gas Natural en la región ICA?

1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Estudiar los diferentes sistemas de Control y supervisión aplicados a la distribución de gas natural.
- Analizar los diferentes Sistemas de Control y supervisión aplicados a la distribución de gas natural.
- Seleccionar el sistema de control y supervisión que cumpla con los requerimientos para la distribución de gas natural.
- Proponer el diseño de un sistema de control y supervisión para la distribución de gas natural.
- Estimar los costos para la implementación del sistema de control y supervisión.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El sistema SCADA es la mejor alternativa para realizar la correcta Supervisión y Control de un Centro Operacional para la distribución de gas natural en la región ICA.

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Debido a que el Transporte de Gas Natural en el Perú es relativamente nuevo en el rubro de Hidrocarburos, no se tiene la información ni la experiencia muy bien definida para poder realizar un Sistema de Control y Supervisión para su distribución siendo su principal fin el brindar este recurso natural a la población y a la industria, debido a que se trata de una fuente de energía poco contaminante y de bajo costo.

No existe una documentación que especifique las bases de diseño de un sistema de control y supervisión para el proceso de distribución de gas natural.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. GAS NATURAL

Como menciona E. Borrás Brucart [1987]: El gas natural es un combustible compuesto por un conjunto de hidrocarburos livianos, el principal componente es el metano (CH₄). Se puede encontrar como “gas natural asociado” cuando está acompañando de petróleo, o bien como “gas natural no asociado” cuando son yacimientos exclusivos de gas natural.

La composición del gas se visualiza en la tabla N 01:

COMPONENTE	NOMENCLATURA	COMPOSICIÓN (%)	ESTADO NATURAL
Metano	(CH ₄)	95,08	Gas
Etano	(C ₂ H ₆)	2,14	Gas
Propano	(C ₃ H ₈)	0,29	Gas licuable
Butano	(C ₄ H ₁₀)	0,11	Gas licuable
Pentano	(C ₅ H ₁₂)	0,04	Líquido
Hexano	(C ₆ H ₁₄)	0,01	Líquido
Nitrógeno	(N ₂)	1,94	Gas
Gas carbónico	(CO ₂)	0,39	Gas

Tabla 1: Composición del gas natural

Fuente: Borrás, E. [1987].

2.1.1.1. EXTRACCIÓN DE GAS NATURAL

Rojey, A. – Jaffret, C. [1994] menciona que: El gas natural se extrae de los reservorios que se encuentran bajo tierra a profundidades que van desde los 500 m hasta los 3500 m.

La figura N 1 nos muestra los niveles del sub-suelo que tienen que pasar para poder llegar a la reserva de gas natural y poder realizar la extracción.

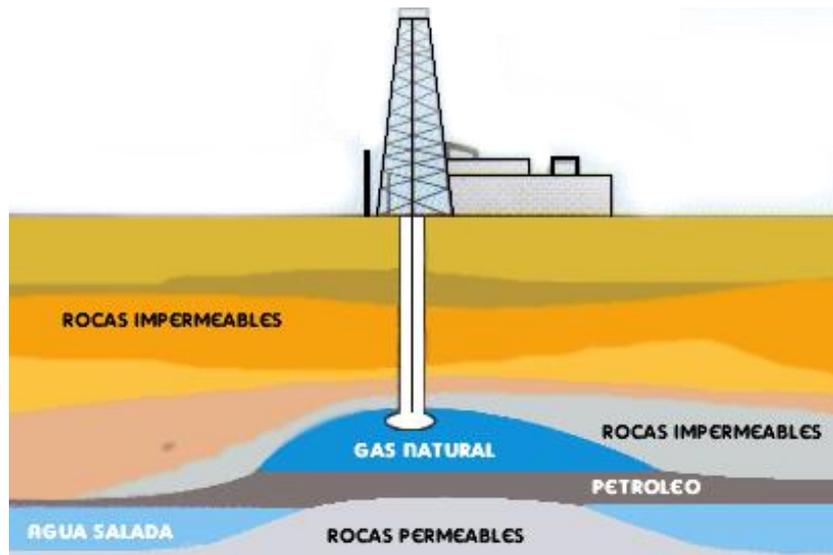


Figura 1: Esquema de un sistema de extracción de gas natural

Fuente: Página web de Osinergmin.

2.1.1.2. PROCESAMIENTO DE GAS NATURAL

Rojey, A. – Jaffret, C. [1994] menciona que: El gas natural una vez extraído de los reservorios se somete a un proceso de separación y fraccionamiento.

2.1.1.3. PROCESO DE SEPARACIÓN

Mediante este proceso se obtiene:

- Gas natural seco (metano y etano) que se transporta por gasoductos a los centros de consumo.
- Líquidos de gas natural (propano, butano, pentano y más pesados) que se transporta por poliductos hasta una planta de fraccionamiento.
- Otros componentes: Agua, azufre y otras impurezas que no tiene valor comercial.

2.1.1.4. PROCESO DE FRACCIONAMIENTO

Es un proceso que consiste en separar los líquidos del gas natural (LGN) en gas licuado de petróleo (GLP) y gasolina natural.

En la siguiente Figura N 2, podemos apreciar de manera gráfica como se debe realizar el proceso de separación y de fraccionamiento:

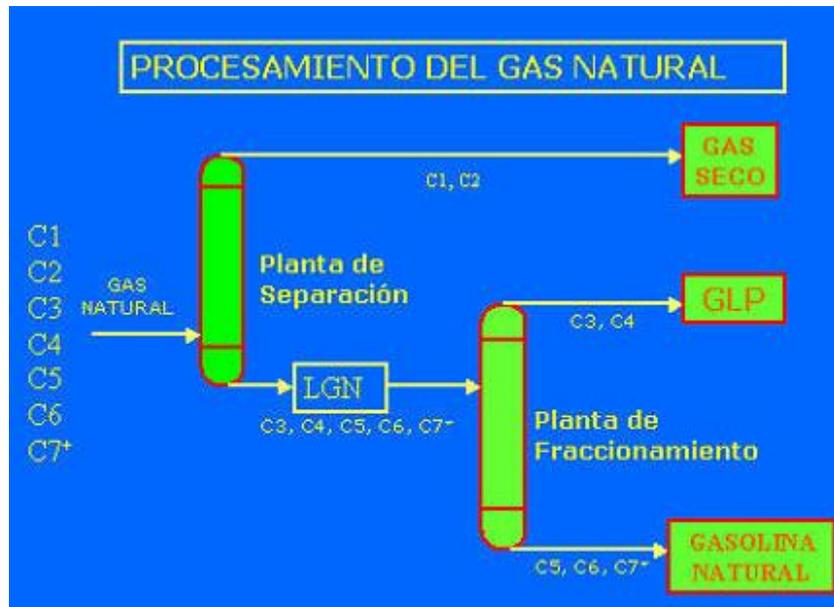


Figura 2 Procesamiento del gas natural

Fuente: Rojey, A. – Jaffret, C. [1994].

2.1.1.5. TRANSPORTE DE GAS NATURAL

Como menciona TGP en su página web: El gas natural se transporta principalmente a través de gasoductos y como gas natural licuado (GNL) en los llamados buques metaneros y camiones criogénicos, asimismo se puede transportar en cilindros de alta presión (como gas natural comprimido-GNC). [URL02]

En la Figura N 3, podemos apreciar parte del gasoducto que se tiene tendido en la Región Cusco.



Figura 3: Gasoducto para transporte de gas natural en la región cusco.

Fuente: Página web de TGP

2.1.1.6. ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL

Rojey, A. – Jaffret, C. [1994] menciona que: El gas natural para ser almacenado tiene que ser reducido o licuado mediante un proceso criogénico donde se disminuye su temperatura a -160°C , reduciendo su volumen unas seiscientas veces y de esta forma facilitando su almacenamiento y el transporte a través de buques metaneros hasta las plantas de regasificación.

El gas natural también es almacenado en reservorios en el subsuelo que generalmente son cavernas de sal y también como gas natural licuado-GNL (en buques metaneros y tanques de gran capacidad). Como otra forma de almacenaje puede considerarse a los cilindros de GNC (gas natural comprimido) donde se almacena gas natural a alta presión para uso automotor.

En la Figura N 4, podemos apreciar como es el tanque de gas natural comprimido, aplicado para el uso de un automóvil.



Figura 4: Tanque de almacenamiento de GNC.

Fuente: Página web de TGP

En la Figura N 5 podemos visualizar las capas que debe tener un tanque para el almacenamiento de gas natural licuado.

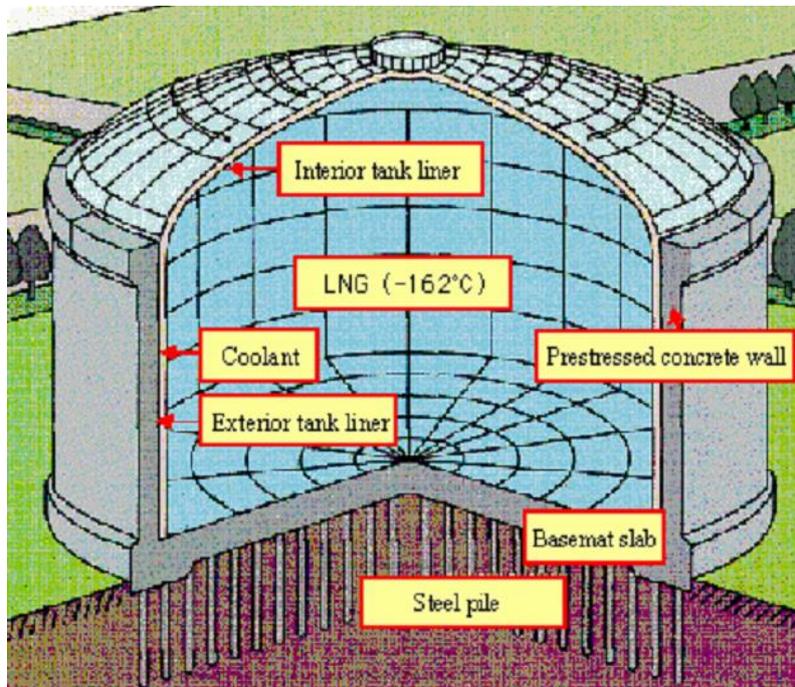


Figura 5: Tanque de almacenamiento de GNL

Fuente: Página web de TGP

2.1.1.7. VENTAJAS DEL GAS NATURAL

Como se menciona en las páginas web de TGP y Osinergmin, las principales ventajas del Gas Natural son las siguientes:

- **Comodidad:** Al ser una energía de suministro continuo esta siempre disponible en la cantidad y en el momento que se le necesite.
- **Limpieza:** El gas natural es menos contaminante que los combustibles sólidos y líquidos. Por un lado, como cualquier otro combustible gaseoso, no genera partículas sólidas en los gases de la combustión, produce menos CO₂ (reduciendo así el efecto invernadero), menos impurezas, como por ejemplo azufre (disminuye la lluvia ácida), además de no generar humos. Por otro lado, es el más limpio de los combustibles gaseosos.
- **Seguridad:** El gas natural, a diferencia de otros gases combustibles, es más ligero que el aire, por lo que, de producirse alguna fuga, se disipa rápidamente en la atmósfera. Únicamente, se requiere tener buena ventilación.
- **Economía:** Es la energía de suministro continuo más barata.

2.1.1.8. ÁREAS DE USO DEL GAS NATURAL

Rojey, A. – Jaffret, C. [1994] menciona que: El gas natural tiene diferentes áreas para su uso como por ejemplo, para la generación eléctrica, como combustible en las industrias, para el comercio, residencias y también en el transporte.

A continuación presentamos la tabla 02, la cual nos muestra el sector donde usarlo, el combustible que puede sustituir y su aplicación o el proceso donde se puede utilizar.

SECTOR	COMBUSTIBLE QUE PUEDE SUSTITUIR	APLICACIÓN / PROCESO
Industrial	Carbón fuel Oil Gas Licuado Kerosene Leña	Fundición de metales Hornos de Fusión Secado Industria del cemento Industria de alimentos Generación de vapor Tratamientos térmicos Temple y recocido de metales Cogeneración Cámaras de combustión Producción Petroquímicos Sistema de Calefacción
Generación Eléctrica	Carbón fuel Oil	Centrales térmicas Cogeneración eléctrica Termo-generadores
Comercial	Carbón Gas ciudad Gas licuado	Aire acondicionado Cocción/preparación alimentos Agua caliente Calefacción central
Residencial	Gas Ciudad Gas licuado Kerosene Leña	Cocina Calefacción Agua Caliente Aire Acondicionado
Transporte	Gasolina Diesel	Taxis Buses

Tabla 2: Principales sectores de uso para el gas natural

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2. GAS NATURAL EN EL PERÚ

2.1.2.1. ZONAS DE PRODUCCIÓN DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ

En el informe de TGP: Preguntas Frecuentes en relación al Gas natural en el Perú indica que: El gas natural se produce en las siguientes áreas geográficas en el Perú:

- En el Noroeste:

En el área de Talara se usa el gas natural como combustible en la generación de electricidad (Central Térmica de EEPSA), en las operaciones de las industrias petroleras de la zona y

también como combustible residencial (aproximadamente 350 viviendas). Existe la posibilidad de que se desarrollen proyectos de distribución en las ciudades de Talara, Sullana y Piura.

- En la Selva Central:

En el área de Pucallpa se usa el gas natural como combustible para la generación eléctrica (Central Térmica de Aguaytía Energy) y en las operaciones petroleras. Existe la Posibilidad de que se desarrollen proyectos de distribución de gas natural en la ciudad de Pucallpa.

- En el Departamento de Cusco:

La zona de Camisea se encuentra a unos 500 kilómetros al este de la ciudad de Lima, capital del Perú, en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes en el departamento del Cusco. Está situada en el valle del Bajo Urubamba, una de las áreas de diversidad biológica natural de mayor importancia en el mundo. La zona está habitada por comunidades nativas.

La mayor parte de las reservas se encuentran en dos campos gasíferos principales, San Martín y Cashiriari, ubicados en riveras opuestas del río Camisea. Estos yacimientos se encuentran en el lote 88B, un área determinada por las autoridades del gobierno peruano. Existe una acumulación algo menor al noroeste, en un área conocida como Mipaya, llamada oficialmente Lote 88A. Los lotes 88A y 88B se conocen como los lotes de Camisea. Tres pozos evaluatorios fueron perforados allí durante 1997 y principios del año 1998, además fue perforado un pozo exploratorio en el lote 75.

El proyecto gasífero de Camisea ya es una realidad. Pluspetrol-Hunt Oil-SK Corporation y el consorcio Techint-Pluspetrol-Hunt Pipeline Company of Peru-SK Corporation,

L'Enterprise Nationale Sonatrach-Graña y Montero, se adjudicaron la buena pro de las etapas de explotación y transporte-distribución, respectivamente, en un proceso de privatización que, luego de sortear obstáculos e incredulidades, se desarrolló superando las expectativas cifradas en ello. [DOC03]

2.1.3. CENTRO OPERACIONAL

En las páginas web de Contugas y TGP, así como en S. Ruiz Macias [2003] se menciona que: El Centro Operacional se encarga de realizar la transferencia de custodia de gas natural desde el sistema de transporte (TGP) hacia sistema de distribución, la estación cuenta con sistemas redundantes de última generación que permiten realizar la filtración, medición y regulación (reducción de presión) que garantizan condiciones ideales para realizar la distribución del gas natural en los hogares, comercios e industrias de la ciudad de chincha.

Adicionalmente, el centro operacional debe contar con un sistema para la supervisión y control, que combine la más reciente tecnología en medición de variables de proceso, presiones, temperaturas, flujos, etc. Así como un completo sistema de “Fire and Gas” que permite detectar fugas e incendios, con el objetivo que en tiempo real se tomen las acciones necesarias para garantizar la operación segura y la distribución oportuna a los diferentes usuarios.

2.2. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

2.2.1. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

2.2.1.1. GENERALIDADES

Macaulay, T. – Singer, B. [2012] menciona que: Un Sistema de Control Distribuido o SCD, más conocido por sus siglas en inglés DCS (Distributed Control System), es un sistema de control aplicado a procesos industriales complejos en las grandes industrias como

petroquímicas, papeleras, metalúrgicas, centrales de generación, plantas de tratamiento de aguas, incineradoras o la industria farmacéutica, en este el lazo de control es cerrado por el operador; estos se caracterizan por realizar las acciones de control de forma automática.

En la Figura N 6, se muestra la topología de un DCS, en la cual podemos visualizar sus niveles.

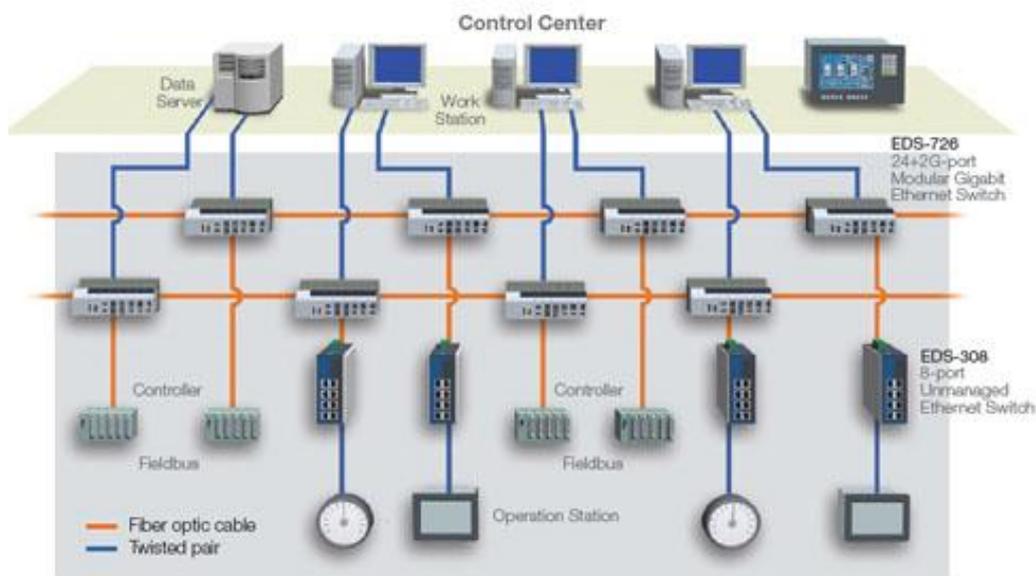


Figura 6: Topología de un DCS

Fuente: Pagina Web de Moxa.

2.2.1.2. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

Acedo, J [2003] menciona que los sistemas de control distribuido constan de tres elementos fundamentales:

- Interface al Proceso

La interface con el proceso se realiza mediante el empleo de un equipo denominado controlador, el cual realiza el procesamiento de un lazo de control con entrada procedente de

elementos de medición y salida hacia elementos finales como actuadores.

- Interfaz al Operador

El sistema proporciona un medio para supervisar y manipular las unidades de proceso desde la sala de control, a través de una consola de operación, funcionando esta como interfaz entre el operador y las unidades.

- Vía de Datos

El sistema presenta una vía para la comunicación de datos por donde fluye la comunicación a lo largo de todos los elementos del sistema de control.

2.2.2.SISTEMA SCADA (SUPERVISIÓN, ADQUISICIÓN Y CONTROL DE DATOS)

2.2.2.1. GENERALIDADES

Macaulay, T. – Singer, B. [2012] menciona que: SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo.

Esencialmente está compuesto por subsistemas de adquisición, control y monitoreo, esta herramienta funciona especialmente como soporte de supervisión para el operador, aunque también tiene la posibilidad de controlar procesos de forma autónoma, este control más directo es asignado a los autómatas de la planta los cuales pueden ser accedidos desde la unidad de gestión del SCADA para el control del correcto funcionamiento del proceso productivo o para modificar los atributos o criterios de control en situaciones muy particulares.

2.2.2.2. CARACTERÍSTICAS Y PRESTACIONES

El SCADA cuenta con las siguientes características:

- Arquitectura abierta que permite combinaciones con aplicaciones estándar y de usuario para facilitar la creación de soluciones de supervisión y control adaptables y escalables a las necesidades cambiantes de la empresa.
- Establece comunicaciones entre el equipo de planta, el sistema de gestión y redes locales de forma fácil y transparente al operador.

El SCADA cuenta con las siguientes prestaciones:

- Presenta los datos adquiridos en campos de forma amigable mediante históricos, gráficos de tendencia a través de interfaz hombre máquina.
- Permite desplegar cuadros de alarma, con cuadros de incidencias.
- Genera históricos de las señales de planta, las cuales pueden ser volcadas en hojas de cálculos para la elaboración de informes y administración de datos, pudiendo exportar eventos, históricos, alarmas y gráficas de tendencia.
- Permite el desarrollo de aplicaciones basadas en computador mediante lenguajes de uso general (C++, Delphi o Visual Basic)

2.2.2.3. MÓDULOS BÁSICOS DE UN SISTEMA SCADA

Los módulos que permiten las actividades de adquisición, supervisión y control son los siguientes:

- Configuración:
Permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desee desarrollar.
- Interfaz gráfica del Operador (HMI-“Human Machine Interfase”):
Esta proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. Todo el proceso es representado mediante gráficos

almacenados en el computador de proceso o generados desde el editor incorporado en el SCADA o en algunos casos desde alguna otra aplicación.

- **Módulo de proceso:**
Ejecuta las acciones de mando pre-programadas a partir de valores actuales de variables leídas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (C++, Visual Basic, Etc.).
- **Gestión y archivo de datos:**
Se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- **Comunicaciones:**
Se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA y entre esta y el resto de elementos informáticos de gestión.
- **Diagramas y tendencias:**
Esta aplicación proporciona la facilidad de transformar los históricos de datos en gráficos estadísticos los cuales ayudan a la predicción del comportamiento del sistema.
- **Alarmas y Eventos:**
Permite la supervisión de las variables reprogramadas e indica las anomalías o malfuncionamiento del sistema, además de presentar lo que está sucediendo en planta o las actividades pendientes como el mantenimiento de un equipo, cambio de filtros, paradas programadas, etc.
- **Generación de Informes**
Es de suma utilidad para el operador ya que en él se apoya para realizar los reportes e informes al área de gestión, donde los registros del sistema se pueden descargar en una hoja de cálculo así como también se puede hacer uso de los gráficos de tendencia y estos a su vez ser exportados a otras aplicaciones.

En la Figura N 7 se muestra la topología de un Sistema SCADA, en la cual podemos visualizar sus niveles.

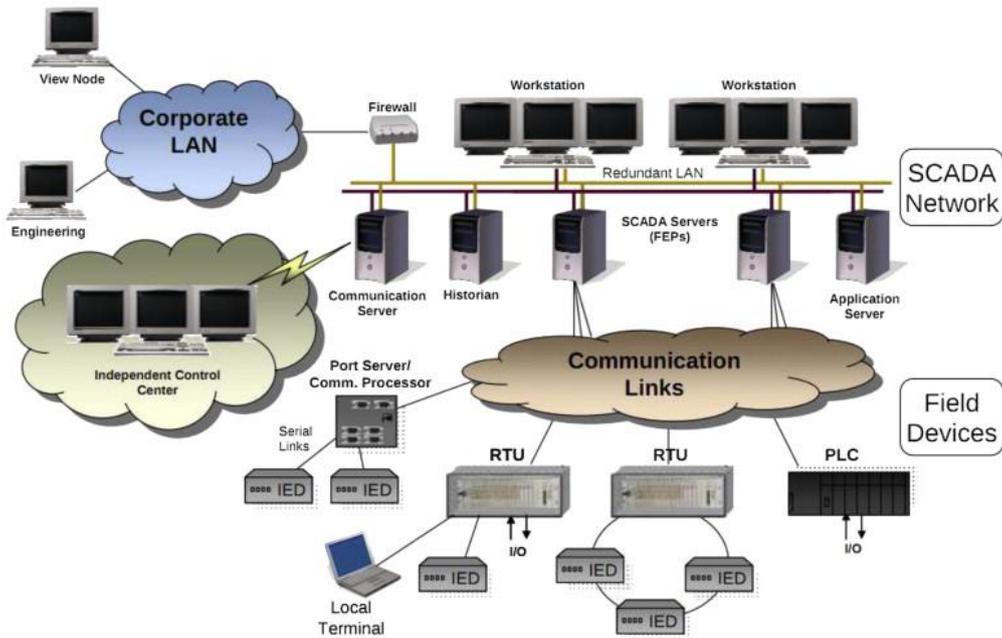


Figura 7: Topología de un sistema SCADA

Fuente: Pagina web de Moxa

2.3. CUADRO COMPARATIVO ENTRE SCADA Y DCS

En la tabla 3 se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y de los sistemas de control distribuidos

CARACTERÍSTICA	SCADA	DCS
TIPO DE ARQUITECTURA	CENTRALISADA	DISTRIBUIDA
TIPO DE CONTROL PREDOMINANTE	Supervisorio: Lazos de control cerrados por el operador, adicionalmente control secuencial y regulatorio.	Regulatorio: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema, adicionalmente control secuencial, batch, algoritmos avanzados.
TIPO DE VARIABLES	DESACOPLADAS	ACOPLADAS
ÁREA DE ACCIÓN	Áreas geográficamente distribuidas.	Área de la planta
UNIDADES DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL	Remotas, PLCs.	Controladores de lazo, PLCs.
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Radio, satélites, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WLAN.	Redes de área local, conexión directa.
BASE DE DATOS	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA
COSTOS	Moderado	Elevado

Tabla 3: Cuadro comparativo DCS y SCADA

Fuente: Elaboración propia

3. MATERIAL Y METODOS

3.1. MATERIALES

- Tesis, trabajos de investigación, papers, revistas tecnológicas, Normas ANSI/ISA etc. referente a sistemas de control y supervisión para distribución de gas natural.
- Cuadro comparativo de características de los sistemas de control y supervisión.
- Matriz de referencia de los estándares para control y supervisión para hidrocarburos.
- Diagrama de proceso e instrumentación (P&ID), Diseño Eficaz de Pantalla para Operador (EODD) ASM., Manual para SIL, Estándar IEC-61508 (Seguridad funcional de sistemas relacionados con la seguridad electrónica)
- Cotizaciones de equipos, instrumentos y software.

3.2. METODOS

3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De Acuerdo al fin que se persigue: Aplicada.

De Acuerdo con el Periodo en que se capta la información: Prospectiva.

De Acuerdo con la Evolución del fenómeno estudiado: Transversal.

De acuerdo con la comparación de las poblaciones: Descriptivo.

De Acuerdo con la interferencia del investigador con el fenómeno que se analiza: observación.

3.2.2. VARIABLES DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN

3.2.2.1. VARIABLE DEPENDIENTE

VD: Supervisión y Control de un Centro Operacional para la distribución de gas natural en la región ICA.

3.2.2.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

VI: Sistema SCADA

3.2.2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FORMULA	UNIDADES DE MEDIDA
Control y Supervisión de un Centro Operacional la distribución de gas natural.	El Control y supervisión de un centro operacional para la distribución de gas Natural nos permitirá supervisar las etapas del proceso mediante una aplicación de software de control, el cual se comunica con los dispositivos de campo y con el controlador del proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador.	Se realizará la Adquisición de las variables de proceso mediante la lectura de los instrumentos de campo, y con ello poder realizar el control del proceso con ayuda de los actuadores, todo esto será supervisado mediante una interfaz para verificar el correcto funcionamiento de las diferentes etapas del proceso.	Nº de variables de proceso	Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)	-----	Nº de variables
			Instrumentos de medición	Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)	-----	Nº de instrumentos
			Etapas de supervisión	Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)	-----	Nº de etapas
			Etapas de control	Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)	-----	Nº de etapas
			Nº de actuadores	Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)	-----	Nº de actuadores

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5: Operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FORMULA	UNIDADES DE MEDIDA
Sistema SCADA	SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) es un sistema el cual nos permite controlar y supervisar procesos industriales de manera Local y Remota.	Mediante el empleo de transmisores y protocolos de comunicación, se hace la adquisición de información necesaria para realizar el control del proceso mediante actuadores, todo esto supervisado desde un HMI ya sea de manera local o remota.	N° de Transmisores del proceso	Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)	-----	N° de Transmisores
			Protocolos Soportados	Arquitectura de buses de campo	-----	N de protocolos
			Etapas de Control	Filosofía de Operación y Control del proceso	-----	N° de etapas
			N° de Actuadores del proceso	Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)	-----	N° de Actuadores
			Etapas de Supervisión	Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)	-----	N° de etapas

Fuente: Elaboración Propia.

4. RESULTADOS

4.1. PARAMETROS DEL SISTEMA SCADA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LA REGIÓN ICA

Con el propósito de realizar los trabajos del diseño que competen a la ingeniería conceptual del Sistema SCADA para el Sistema de Distribución de Gas Natural en la Región Ica se define como un sistema basado en PC o “PC BASED SCADA”, es decir, las aplicaciones (control de tráfico de información, almacenamiento, base de datos, servicios históricos, análisis de datos, generadores de tendencias y demás conceptos relacionados con la supervisión y control) estarán desarrolladas sobre plataformas compatibles con sistemas computacionales. Así como los criterios de diseño más relevantes para el SCADA.

De acuerdo con la información recolectada se fijaron los aspectos que deben ser contemplados a la hora de realizar el diseño del sistema SCADA, los cuales serán presentados a continuación:

4.1.1. CENTRO PRINCIPAL DE CONTROL (CPC)

En el CPC del SCADA operarán todos los sistemas de transmisión y adquisición de datos en tiempo real, al igual que las aplicaciones de diagnóstico, interfaz hombre máquina, suministro de información, entre otras aplicaciones. Debido a la naturaleza del proceso y a la respuesta dinámica del sistema, se incluirán algunas aplicaciones que no operarán sobre la base de tiempo real y cuya función puede relacionarse el almacenamiento de datos históricos, generación de reportes, control de tráfico de la red y herramientas de simulación.

El CPC deberá contar con: Adquisición de datos en tiempo real (Real Time Services), Monitoreo y diagnóstico de estado del sistema y dispositivos de campo, Almacenamiento de información en base de datos (Historical Data Base), Interfaz hombre máquina (HMI – Human Machine Interface), Aplicaciones básicas de control y balance de gas y Simulador del Sistema de Transporte.

Adicionalmente deberá suplir información específica orientada a Sistema de Nominaciones, Sistema de facturación y Servicios de control de tráfico y datos de la red.

Los elementos constitucionales de la arquitectura planteada serán:

Servidor de aplicaciones básicas (tiempo real)

Los servidores de aplicaciones básicas cumplirán con la gestión de adquisición y administración de la información almacenada en los dispositivos de campo.

Los servidores de aplicaciones básicas deberán estar en capacidad de realizar: Adquisición de información de los diferentes “tags” de campo, Control y diagnóstico de equipos instalados en campos e Identificación del estado de la red (maestro, respaldo, falla).

El software de supervisión debe contar con las siguientes características:

- Redundancia: El diseño debe contemplar el uso de servidores en estado “hot o “Stand By”. El sistema permite la transferencia de los servidores a los dos estados en forma manual, para realizar maniobras de mantenimiento, no posible que ambos servidores estén en un mismo estado simultáneamente.
- Escalabilidad
- Tolerancia a fallas
- Persistencia

Servidor De Datos Históricos

Los mismos se encargarán de realizar el almacenamiento de la información histórica y el suministro de información (servidor de información) para otras aplicaciones del sistema. La gestión de almacenamiento de información histórica y suministro de esta información podrá ser desarrollada por los servidores de tiempo real (servidores primarios) de la red.

Se contará con capacidad de almacenamiento por períodos anuales.

La precisión del almacenamiento de la información se realizará por segundos, minutos y horas, conjuntamente con su “TimeStamp” correspondiente. El servidor contará con la capacidad de redundancia, colectando y brindando los datos históricos desde un solo servidor y ante

la falla de algún componente o servicio conmutará automáticamente sin la intervención del operador, al servidor de respaldo.

Se debe permitir integrar los datos en otras aplicaciones como hojas de Excel, Access u otras aplicaciones dedicadas, donde un operador con privilegios puede, además de realizar consultas, acceder dinámicamente a las variables y realizar la selección y filtrado de la información. La interface de comunicación con la Base de Datos en Tiempo Real, será basada en los estándares OPC UA/DA/HDA, ADO/OLEDB o en protocolos de redes industriales que se mencionen en el API 554.

El servidor contará con servicio de seguridad integrado con directorio activo de Windows que permite restringir el acceso y el uso del software, verificando la identidad del usuario y registro de acceso.

Tiene la funcionalidad de realizar el respaldo y restauración de los datos históricos almacenados.

De acuerdo con lo establecido en la ingeniería conceptual la base de datos presentará características relacionales, que posee entre otras: Estructura relacional, Control de TimeStamp, Valor o Dato, Descripción de evento (si aplica), Calificación de la información (Questionable Bit) y Estado de alarma (HH, H, N, L, LL)

La base de datos relacional debe permitir la compatibilidad con estándares comerciales como SQL, DDE, OLE, ODBC, OPC, etc.

4.1.2. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control debe ser modular, con los modelos más recientes de hardware, software, firmware, dispositivos de I/O, microprocesadores y tecnología de acondicionamiento de señales que hayan sido liberados y probados en campo durante el proceso de instalación.

El hardware y el software del sistema de control deben permitir la actualización permanente del sistema con nuevo firmware de los módulos de hardware. En general todos los equipos que componen el sistema de control de cada una de las etapas, deben tener como características generales que sean sistemas abiertos, con disponibilidad y confiabilidad, seguridad y control de acceso, flexibles y dimensionables, de fácil expansión y escalabilidad.

Conforme al API 554, ICS 1-83, ICS 2-88, IEC 61508 tenemos lo siguiente:

Pruebas y diagnóstico automático del sistema de control:

El sistema de control debe ser tolerante con el hardware que esté funcionando mal, con las fallas de la aplicación de control y con los errores de digitación del teclado cometidos por el operador en el momento de emplear la Interfaz Humano-Máquina o cuando se conecte a través de computador portátil. Es decir que las rutinas principales de control y el hardware no se vean afectadas por errores simples en el momento de uso erróneo de una tecla por parte del operador.

Los equipos deben ser esencialmente libres de mantenimiento, por lo cual, cada sistema de control debe contar con facilidades para realizar verificaciones automáticas y auto-diagnósticos para localizar e indicar la localización de las fallas de hardware, así como el tipo de reemplazo de módulos o componentes requeridos para rectificar tales fallas.

El sistema de control debe incorporar auto-diagnósticos extensivos de modo que sean capaces de identificar todas las fallas transitorias y permanentes de los componentes de hardware, producir las respectivas alarmas y los correspondientes reportes. La información sobre fallas debe estar disponible y debe ser desplegable a solicitud del personal de servicio en forma tal que le permita a éste diagnosticar cualquier falla hasta el nivel de un punto en un módulo.

Cualquier componente de hardware que esté funcionando mal debe ser localizado y no debe afectar el desempeño de los otros componentes del sistema. El sistema de control debe permanecer operativo en el evento de una falla simple aunque quizás con alguna reducción de sus funciones.

Las operaciones de remoción y re inserción de los módulos de I/O del sistema de control, sin desenergizar el equipo, deberán ser operaciones seguras que no afecten la operación de otras partes del sistema, esta característica es fundamental debido a la criticidad del proceso como tal.

Como mínimo, las facilidades de diagnóstico disponibles en cada sistema de control deben ser capaces de identificar, localizar y reportar las siguientes fallas:

- Falla de Scan del procesador principal
- Fallas de memoria PROM o RAM
- Fallas del Microprocesador
- Fallas de Comunicaciones
- Fallas de la interfaz de I/O o de direccionamiento de I/O
- Fallas de los módulos de I/O
- Fallas de suministro de energía a la carga en circuitos de campo
- Fallas de suministro de energía
- Falla de cada canal de entrada individual

Cada módulo de entradas o salidas discretas reemplazable debe ser suministrado con LEDs de indicación de estado para cada canal, indicando las condiciones de operación normal o de falla. Cada módulo de entradas o salidas análogas reemplazable debe ser suministrado con una visualización general que muestre la condición de falla o de operación, cada falla debe activar una bandera interna de falla.

Los diagnósticos antes mencionados deben ejecutarse en línea, en forma automática y sin producir algún disturbio al proceso ni reducir la confiabilidad de los sistemas de control.

Configuración del sistema de control:

La configuración y programación del sistema de control debe realizarse cumpliendo lo indicado en la norma IEC 1131-3 (Programmable controllers. Programming languages).

Adicionalmente, el sistema deberá tener la posibilidad de permitir la aplicación del procedimiento de recuperación del programa fuente desde el controlador o mediante la administración de los backups de las lógicas de control, en caso de pérdida del mismo.

Como se menciona en la norma ISA RP55.1: Como medida de seguridad la configuración de cada sistema de control debe ser almacenada en un medio de almacenamiento no volátil como respaldo, permitiendo así la rápida restauración de la aplicación de control, en el evento de una falla del suministro de energía, sin realizar procedimientos adicionales de cargue del sistema.

Capacidad de reserva y expansibilidad:

El sistema debe ser concebido con suficiente capacidad adicional de manera que permita la inclusión de tags adicionales producto de la integración de futuras señales.

En todo caso, el sistema deberá permitir la adición de módulos, licencias, o tags que permitan ampliar su capacidad de scan y almacenamiento.

El sistema de control debe ser suministrado con una capacidad mínima de reserva instalada del 30%. Esto se refiere a las borneras, terminaciones, I/O, memoria de programa del usuario, capacidad de los procesadores, etc.

Procesadores:

El sistema de procesamiento de control deberá estar conformado por unidades centrales de proceso (CPU) redundantes (SIL 2). Las CPU deben ser basadas en procesadores de última tecnología, que almacenen y ejecuten el programa de control basados en la lógica del proceso, que manejen tanto las comunicaciones con los módulos de entrada y salida como con elementos y redes externas. Adicionalmente, debe realizarse el manejo de la información bajo el concepto de base de datos global que garantice la comunicación transparente entre el panel de operación y los controladores del sistema.

Los controladores deben incorporar suficiente memoria para llevar a cabo las funciones de control especificadas y satisfacer los requerimientos de expansión especificados.

La memoria de cada CPU deberá ser NO volátil, con dispositivos de respaldo de energía, para retención de la información por un mes sin energía externa. La capacidad de memoria deberá ser expandible sin cambiar el procesador. Es deseable que los Controlador también tengan capacidad de memoria EPROM. Cada CPU debe ser equipada con rutinas de diagnóstico e indicaciones de falla del Procesador y de la estructura de I/O del sistema para proveer al usuario una apropiada asistencia en los procedimientos de mantenimiento y localización de fallas.

4.1.3. SISTEMA DE ESD (EMERGENCY SHUTDOWN)

Los Sistemas de Parada de Emergencia deben ser modulare, con los modelos más recientes de hardware, software, firmware, dispositivos de

I/O, microprocesadores y tecnología de acondicionamiento de señales que hayan sido liberados y probados en campo; con el nivel de seguridad de SIL 2 y PFD (Probability of Failure on Demand) de 99.98 %.

El hardware y el software de los Sistemas de Parada de Emergencia deben permitir la actualización permanente del sistema con nuevo firmware de los módulos de hardware.

Conforme al API 554, ICS 1-83, ICS 6-88, IEC 61508, IEC 61511, tenemos lo siguiente:

Pruebas y diagnóstico automáticos:

Cada sistema ESD debe ser tolerante con el hardware que esté funcionando mal, con las fallas de la aplicación y con los errores de digitación del teclado cometidos por el operador.

Los equipos deben ser esencialmente libres de mantenimiento, por lo cual, cada sistema ESD debe contar con facilidades para realizar verificaciones automáticas y auto-diagnósticos para localizar e indicar la localización de las fallas de hardware, así como el tipo de reemplazo de módulos o componentes requeridos para rectificar tales fallas.

Los sistemas de parada de Emergencia deben incorporar auto-diagnósticos extensivos de modo que sean capaces de identificar todas las fallas transitorias y permanentes de los componentes de hardware, producir las respectivas alarmas y los correspondientes reportes. La información sobre fallas debe estar disponible y debe ser desplegable a solicitud del personal de servicio en forma tal que le permita a éste diagnosticar cualquier falla hasta el nivel de un punto en un módulo.

Cualquier componente de hardware que esté funcionando mal debe ser localizado y no debe afectar el desempeño de los otros componentes del sistema. El sistema de Parada de Emergencia debe permanecer operativo en el evento de una falla simple aunque quizás con alguna reducción de sus funciones.

Las operaciones de remoción y re inserción de los módulos de I/O del sistema ESD, sin desenergizar el equipo, deberán ser operaciones seguras que no afecten la operación de otras partes del sistema.

Como mínimo, las facilidades de diagnóstico disponibles en cada sistema de parada de emergencia deben ser capaces de identificar, localizar y reportar las siguientes fallas:

- Falla de Scan del procesador principal.
- Fallas de memoria PROM o RAM.
- Fallas del Microprocesador.
- Fallas de Comunicaciones.
- Fallas de la interfaz de I/O o de direccionamiento de I/O.
- Fallas de los módulos de I/O.
- Fallas de suministro de energía a la carga en circuitos de campo.
- Fallas de suministro de energía.
- Falla de cada canal de entrada individual.

Cada módulo de entradas o salidas discretas reemplazable debe ser suministrado con LEDs de indicación de estado para cada canal, indicando las condiciones de operación normal o de falla. Cada módulo de entradas o salidas análogas reemplazable debe ser suministrado con una visualización general que muestre la condición de falla o de operación, cada falla debe activar una bandera interna de falla.

Los diagnósticos aquí descritos deben ejecutarse en línea, en forma automática y sin producir algún disturbio al proceso ni reducir la confiabilidad del sistema.

Configuración de los sistemas ESD

La configuración y programación del sistema de control debe realizarse cumpliendo lo indicado en la norma IEC 61508.

El procesador deberá retener su memoria en el evento de una falla de alimentación o una falla interna por un mínimo de seis meses. El respaldo de la memoria RAM del procesador deberá ser capaz de retener la memoria por lo menos seis meses después de la pérdida de alimentación.

Adicionalmente, cada sistema deberá tener la posibilidad de permitir la aplicación del procedimiento de recuperación del programa fuente desde el controlador o mediante la administración de los backups de las lógicas de control, en caso de pérdida del mismo.

La configuración de cada sistema ESD debe ser almacenada en un medio de almacenamiento no volátil como respaldo, permitiendo así la rápida restauración de la aplicación de control, en el evento de una falla del suministro de energía, sin realizar procedimientos adicionales de cargue del sistema.

Capacidad de reserva y expansibilidad

El sistema ESD debe ser concebido con suficiente capacidad adicional de manera que permita la inclusión de tags adicionales producto de la integración de futuras señales.

En todo caso, cada sistema ESD deberá permitir la adición de módulos, licencias, o tags que permitan ampliar su capacidad de scan y almacenamiento. El sistema ESD para cada uno de los sitios incluidos en el alcance de esta especificación, debe ser suministrado con una capacidad mínima de reserva instalada del 30%. Esto se refiere a las borneras, terminaciones, I/O, memoria de programa del usuario, capacidad de los procesadores, etc.

Procesadores

El sistema de procesamiento deberá estar conformado por unidades centrales de proceso (CPU) redundantes, basadas en procesadores de última tecnología, que almacenen y ejecuten el programa de control basados en la lógica del proceso, que manejen tanto las comunicaciones con los módulos de entrada y salida como con elementos y redes externas. Adicionalmente, debe realizarse el manejo de la información bajo el concepto de base de datos global que garantice la comunicación transparente entre el panel de operación y los controladores del sistema.

Los controladores deben incorporar suficiente memoria para llevar a cabo las funciones de control especificadas y satisfacer los requerimientos de expansión especificados.

La memoria de la cada CPU deberá ser NO volátil, con dispositivos de respaldo de energía, para retención de la información por un mes sin energía externa. La capacidad de memoria deberá ser expandible sin cambiar el procesador. Es deseable que los Controladores también tengan capacidad de memoria EPROM.

La memoria de cada una de las CPU debe ser dimensionada de forma tal que los requerimientos para ejecución del programa, los módulos de entrada y salida y las comunicaciones no ocupen la capacidad de la memoria total y garanticen que el espacio restante es suficiente para usarlo en programación y almacenamiento de datos.

Cada CPU debe ser equipada con rutinas de diagnóstico e indicaciones de falla del Procesador y de la estructura de I/O del sistema para proveer al usuario una apropiada asistencia en los procedimientos de mantenimiento y localización de fallas. Este diagnóstico debe dar información acerca del estado y ocupación de la memoria, de las comunicaciones con otros equipos y de las entradas y salidas. Algunos diagnósticos pueden ser:

- Luz para indicar condición de trabajo.
- Luz para indicar el voltaje de alimentación adecuado.
- Luz para indicar transmisión o recepción de datos o falla en las comunicaciones.
- Históricos con la fecha y hora de falla.
- Watch dog.
- Detección de errores CRC (Cyclic Redundance Check).
- Alarma de bajo voltaje del dispositivo de respaldo de la memoria.
- Dispositivo de respaldo para la memoria.

4.1.4. FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

El sistema estará compuesto por dos partes fundamentales: El sistema de comunicaciones y el sistema SCADA.

El sistema de comunicaciones debe estar en la facultad de prestar la doble función de:

- Brindar un canal de transmisión de datos al sistema SCADA desde cada nodo conectado hasta el Centro Principal de Control (CPC) y viceversa.
- Con tal objeto el sistema debe brindar la disponibilidad de frecuencias de comunicación que garanticen confiabilidad y capacidad necesaria, de acuerdo con el volumen de datos y la velocidad con que se requiere sean transmitidos.

- Garantizar comunicaciones, para labores de mantenimiento y operación del sistema, desde cualquier estación que se encuentre en el Centro Operacional, incluyendo las vías de acceso empleadas hasta el centro de control y a cualquiera de las estaciones con sistemas de comunicación fijos.

Por su parte el sistema SCADA tendrá las siguientes funciones generales:

- Monitorear y registrar continuamente, en las estaciones conectadas al sistema, el estado de las variables de proceso a partir de la instrumentación de campo.
- Verificar continuamente el estado de las estaciones conectadas y sus elementos componentes.
- Conformar una base de datos históricos, que incluirá todas las estaciones del sistema, incluyendo las estaciones enlazadas en tiempo real y todas las demás, cuyos datos serán adquiridos en el campo mediante computadores portátiles.

4.1.5. CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS SCADA

Macaulay, T. – Singer, B. [2012] nos menciona que: Los criterios para el diseño de sistemas Scada, se definen factores como la seguridad, disponibilidad, confiabilidad, Robustez, versatilidad, mantenibilidad y escalabilidad como los parámetros más influyentes para dictaminar la capacidad de reacción de un sistema ante situaciones inesperadas.

Seguridad

Todo el proceso y su control deberán estar diseñados con las seguridades mínimas que garanticen la protección de personas y las instalaciones. Con este fin, cada una de las partes que componen el proceso deberá estar protegida por un conjunto de enclavamientos localizados en los equipos de control locales. Cada uno de los enclavamientos debe generar secuencias alternas para la operación.

La función del operador en cualquier sistema de enclavamientos deberá estar restringida a la preparación del equipo para el arranque y la acción de un comando de 'reset', arranque o parada, cambios en puntos de disparo o

puntos de ajuste. El operador (se entiende por operador alguien diferente al configurador del sistema de control) no debe tener la posibilidad de cambiar enclavamientos, alarmas, secuencias o registros. El sistema de control deberá registrar todas las acciones, cambios o alarmas generadas por un operador.

Toda acción tomada por un operador deberá tener un respaldo en software con las validaciones necesarias para minimizar la posibilidad de error.

Toda alarma, igualmente deberá ser registrada por el sistema de control central y anunciada por el mismo.

Los sistemas de control central y locales deberán tener capacidad para realizar paradas de emergencia provocadas por condiciones de riesgo en el proceso.

Confiabilidad

Una falla en un elemento de la red no deberá provocar una caída general del sistema, el sistema debe soportar diferentes niveles de falla que, en caso de presentarse, no deberá permitir que todo el sistema colapse.

Los datos del sistema SCADA deberán corresponder a los datos físicos reales del sistema de distribución del gas y deberán realizar sus funciones de manera predecible.

Disponibilidad

La disponibilidad de un sistema puede expresarse de la siguiente manera:

$$D_o = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Dónde:

Do: Es la disponibilidad operativa del sistema

To: Es el número de días que el sistema opera normalmente

Tp: Es el número de días en los que el sistema está fuera de servicio.

Es deseable que el valor de Tp sea el menor posible; sin embargo, para aquellos elementos con un valor de To alto, es conveniente contar con un conjunto de repuestos disponibles y gran facilidad de sustitución. En el diseño se debe tener en cuenta seleccionar una tecnología que permita la

sustitución fácil de cualquier componente para obtener valores bajos de tiempo fuera de servicio.

La disponibilidad de los sistemas será del 99.86%, lo cual significa un máximo de 12 horas al año de tiempo fuera de servicio.

Versatilidad

El sistema deberá ser capaz de soportar los diferentes estados de las estaciones, tanto para sus etapas de arranque, parada como para su estado estable, en todos los niveles de control y tomando en cuenta todas las estrategias de operación, que involucran el inventario de gas recibido y los consumos a través del tiempo.

Los diferentes sistemas de jerarquías superiores, deberán generar las estrategias de control que permitan que el sistema se mantenga estable y el suministro pueda ser asegurado. Las jerarquías superiores del SCADA, si bien generan la operación del sistema de distribución del gas mismo, no necesariamente alimentarán con información automáticamente generada las estrategias de control en el tiempo.

Esta información deberá poder ser introducida de manera automática o manual al sistema y éste deberá ser capaz de tomar las acciones de control que permitan un manejo apropiado y seguro de toda la red.

El sistema SCADA es insuficiente para realizar todas estas actividades de manera aislada y por sí solo, razón por la cual el flujo de información de inventarios y modelamiento dinámico deberá ser suministrado por algún medio externo. El sistema deberá ser abierto para poder recibir información externa, incluyendo aquella proveniente de las estaciones no conectadas en tiempo real y enviar información a otras aplicaciones que la requieran. Por lo tanto, deberá tener conectividad con aplicaciones, utilizando para ello estándares internacionales reconocidos.

Escalabilidad

El sistema deberá tener capacidad de ampliación y actualización para nuevos puntos de monitoreo, nuevas herramientas o prestaciones ofreciendo:

- Espacio disponible para instalación de nuevos equipos

- Capacidad de equipo informático (memoria, procesadores, alimentaciones, etc.)
- Capacidad del sistema de comunicaciones donde se tienen en cuenta aspectos de limitaciones de infraestructura de comunicaciones, protocolos que maneja la red, tiempos de pregunta y respuesta.

4.1.6. REQUISITOS DEL SOFTWARE DE SUPERVISIÓN

El software de supervisión debe ser fácilmente configurable, así mismo debe presentar la información al usuario sobre el estado y el diagnóstico del sistema de forma amigable, como también herramientas de ayuda para resolver problemas. A nivel técnico el software debe permitir:

- Al menos 1000 Tags para almacenamiento de información.
- Capacidad de Control
- Capacidad de desarrollo sobre el software
- Licencia de desarrollo
- Impresión de reporte en impresoras en RED
- Instalación de drivers de actualización
- Manejo de protocolos ModbusTCP – Modbus RTU
- Operatividad en sistemas Windows XP y Seven

A nivel operativo el software debe desplegar en isometría todas las vistas del Centro Operacional, incluyendo su instrumentación parametrizada en áreas según los planos de la ingeniería de detalle P&ID.

El software recomendado para el desarrollo de esta aplicación es:

- iFIX
- InTouch Wonderware
- Delta V HMI
- NiLookout

4.1.7. FUNCIONALIDAD HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)

La Interfaz gráfica debe ser amigable con el operador, debe permitir navegar fácilmente a través de la aplicación y debe proporcionar la

información del sistema de forma clara y fácilmente identificable. Por su parte el software debe poseer niveles de seguridad de protección para prevenir accesos de personal no autorizado y/o modificaciones no aprobadas sobre la configuración. Para este propósito se deben generar contraseñas que limiten el acceso a la red según los niveles de acceso:

- Solo lectura: No puede cambiar parámetros
- Nivel de operador: Acceso para leer despliegues y ajustar parámetros de proceso
- Nivel de técnico: Acceso a todas las funciones de operador orientadas a funciones de ingeniería.
- Nivel de ingeniería: Pleno acceso.

La estación de operador tendrá acceso a las entradas y salidas a través de etiquetas únicas (TAG). Las etiquetas deberán ser programables y deben permitir el uso de 32 caracteres alfanuméricos como máximo; y, todas las descripciones deberán utilizar el idioma español.

4.1.8. DESPLIEGUE DE DATOS

Como se menciona en el Diseño Eficaz de Pantalla para Operador (EODD) ASM:

Los despliegues de grupo estarán disponibles para presentar información operacional de por lo menos ocho puntos por grupo.

El despliegue de detalle debe estar disponible para todos los puntos que tengan etiqueta, independientemente de su localización dentro del sistema:

Todos los indicadores de estado de alarma para un punto deben ser incluidos en despliegues pre-configurados incluyendo los módulos colocados en los gráficos del usuario. Tales indicadores deben aparecer como sigue:

- Normal: Color configurado no centellante
- Alarma presente no reconocida: Caracteres blancos en fondo rojo; luz centellante
- Alarma presente, reconocida: Caracteres blancos en fondo rojo, luz no centellante

Después que la alarma ha desaparecido, pero antes que la alarma sea reconocida. El despliegue de la alarma debe ser del color configurado con luz centelleante. Se debe disponer de grupos de alarmas en los cuales los puntos pueden ser listados de acuerdo con el área del proceso.

El despliegue del resumen de alarmas debe dar la lista de las 500 alarmas más recientes. Debe incluir la hora de ocurrencia y el estado reconocimiento. El formato de este despliegue debe ser idéntico al despliegue de grupo.

Los despliegues gráficos deberán llenar los siguientes requerimientos:

- Despliegues gráficos a color.
- Quince colores mínimo más negro.
- Campos activos por gráfico.
- Datos de campo y tamaños de variables dinámico.
- Intensidad variable.
- Destellos ó centelleo.
- Control del color del fondo y del primer plano, de la intensidad de cualquier objeto ó campo de datos.
- Superposición de campos sin interferencia.
- Ancho y altura de las barras de indicación dinámicamente variable.

Acceso directo desde otro despliegue.

4.1.9. DESPLIEGUES DE PANTALLAS

Como se menciona en el Diseño Eficaz de Pantalla para Operador (EODD) ASM:

Las siguientes funciones deben estar activas para el despliegue de gráficos:

- Recuadros (target) en pantalla para iniciar la generación de informe ó los programas de aplicación.
- Página hacia adelante y hacia atrás.
- Recuadros sobre pantalla para llamar directamente los despliegues.
- Acceso directo a los puntos presentes en los despliegues.
- Acceso directo a los despliegues asociados.

4.1.10. DESPLIEGUES GRÁFICOS

En el Diseño Eficaz de Pantalla para Operador (EODD) ASM nos dice que: El software de supervisión debe incluir despliegues para el monitoreo categorizado de eventos a través de los cuales el operador pueda reconocer los 1000 eventos más recientes. Los siguientes tipos de eventos deben ser consignados en listas individuales:

- Cambios de estado
- Alarmas.
- Errores de diagnóstico y fallas del sistema.

Los eventos deben ser insertados en orden de ocurrencia.

El software de supervisión debe permitir el despliegue, en el tiempo real, de un informe seleccionado.

El software de supervisión deberá presentar despliegues de diagnóstico, que estén a disposición del operador en tiempo real, sin cambiar el modo de la estación de operador y sin la carga de ningún programa especial. Estos despliegues presentan una vista general del sistema de control o componentes individuales. Los ítems de este despliegue son tratados como puntos de alarma y una función de reconocimiento debe estar asociada a cada uno. Un número de despliegues permitirán el resumen de la siguiente información de comportamiento:

- Tráfico del bus de datos incluyendo la capacidad no usada y el tiempo libre.
- La utilización del equipo controlador incluyendo la memoria no usada y el tiempo de procesamiento.
- Los errores de diagnóstico.
- Las fallas de sistema

El software de supervisión debe presentar despliegues del tipo resumen para las estaciones de operador en tiempo real. La información debe ser presentada en una forma ordenada, preferiblemente en secuencia alfa numérica por el nombre de la etiqueta (TAG). Se debe tener acceso directo a cualquier punto listado en el resumen.

Todos los puntos dinámicos y sus referencias en la base de datos deben ser accesibles para ser desplegados en la pantalla y en la impresora, cuando se solicita, desde un archivo de configuración de despliegues.

Los informes, el anuncio y el monitoreo de alarmas deben ser función de la estación del operador. La estación de operador debe desplegar los estados de alarmas vigentes.

La ocurrencia de una alarma debe conllevar los siguientes resultados:

- Anuncio audible
- Generación de un registro de eventos
- Cambio de color y destello de los indicadores del estado de alarma incluyendo, Grupos, Detalles, Vistas generales y Lista de alarmas.
- El anuncio de alarmas debe continuar hasta que la acción de silencio se lleve cabo.
- El anuncio no debe cesar por el retorno del punto de alarma a estado normal.

En el momento de reconocimiento de la alarma las siguientes acciones deben ocurrir:

- Los bits de reconocimiento de la alarma del punto desplegado se deben resetear
- El centelleo de estos puntos se debe interrumpir.
- Un registro de reconocimiento debe entrar al registro de eventos.
- No se deben modificar otras alarmas no reconocidas.

El sistema debe tener acceso a la identificación de despliegues de alarmas por medio de una tecla de función.

El software de supervisión del HMI debe crear registros de eventos en categorías apropiadas:

- Alarmas.
- Cambios realizados por el operador.
- Fallas del sistema.

- Errores del sistema.

4.1.11. MATRIZ DE REFERENCIA DE ESTANDARES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

En la tabla N° 6 se muestra una matriz de referencia en función a las principales normas empleadas para el diseño de un sistema de supervisión y control.

Norma	Detalle
ISA S50.1-82	Su propósito es establecer la compatibilidad entre las diversas señales de corriente continua utilizadas en el control y monitoreo de procesos.
ISA RP55.1	La prueba del sistema de interacción determinará que no hay interacciones perjudiciales de funcionamiento en paralelo de subsistemas separados previamente comprobados. La prueba del sistema interactuando deberá demostrar la capacidad de que todo el sistema suministrado por el proveedor para operar en un entorno simulado en tiempo real es similar a la encontrada en la aplicación prevista del sistema
IEC 61508 / IEC 61511	Nos brinda las características que los instrumentos y equipos a usar en un proceso industrial cumplan con la seguridad funcional, que viene a ser la detección de una condición potencialmente peligrosa que resulta en la activación de un dispositivo o mecanismo para prevenir los eventos peligrosos que surjan o de prestación de mitigación para reducir la consecuencia del suceso peligroso protectora o correctivo.
IEC 1131-3	Cómo resolver la automatización de un proceso industrial trabajando con diferentes PLC de fabricantes distintos, utilizando diferentes lenguajes de programación, que sea comprendido por ingenieros eléctricos o personal de mantenimiento de planta y que el fabricante del producto que se va a utilizar en dicho proceso sea mejor que su más directo competidor.

API 554	Cubre los requisitos de rendimiento y consideraciones para la sección, especificación, instalación y prueba de los sistemas de instrumentación y control de procesos. Los centros de control, como se usa en la industria del petróleo también están cubiertos. Esta práctica no está destinada a ser utilizado como una especificación de compra, pero hace recomendaciones de requisitos mínimos y se puede utilizar para proporcionar una guía para el desarrollo de diseños y especificaciones detalladas.
---------	--

Tabla 6 Matriz de referencia de estandares de control y supervisión

Fuente: Elaboración propia

4.2. PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN ICA

4.2.1. PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN EL CENTRO OPERACIONAL CHINCHA

El Centro Operacional Chincha (COCH) comprende los equipos del Sistema de Filtración (COCH-FC-201/202, COCH-FS-201/202), Unidad de Medición (COCH-UM-201), Sistema de Calentamiento (COCH-CL-201/202/203), Sistema de Regulación (PV-2501/2502/2503/2504) y Sistema de Odorización (COCH-SO-301), para la distribución transferencia de custodia del gas natural proveniente del Gasoducto Camisea-Lima (Red de transporte de TGP-Transportadora de Gas del Perú) hacia las instalaciones de Contugas.

De esta manera el COCH permite distribuir el gas natural en las provincias de CHINCHA,

El área de procesos del COCH comprende los siguientes sistemas y/o equipos:

Un Sistema de Bloqueo conformado por dos válvulas (COCH- ESDV - 2101/2102), la dos última (COCH-ESDV - 2102) es operadas por TGP para el aislamiento del centro operacional del Gasoducto Camisea-Lima y la primera (COCH- ESDV - 2101) corresponde a la válvula de cierre de

emergencia “Shutdown” de acción autónoma, utilizada para el aislamiento del centro operacional de Chincha del Gasoducto Camisea-Lima.

Un Sistema de Filtración conformado en una primera etapa por dos Filtros Ciclónicos (COCH-FC-201/202), operando uno como respaldo del otro y teniendo ambos la función de retener partículas presentes en el gas natural con diámetro mayor a 10 micras; una segunda e inmediata etapa constituida por dos Filtros Separadores horizontales (COCH-FS-201/302), operando uno como respaldo, teniendo ambos la función de retener las partículas presentes en el gas natural con un diámetro mayor a 5 micras, y líquidas que pudieran presentarse en el gas.

Un Sistema de Medición de gas (Transferencia de custodia) con medidores de flujo tipo Ultrasónico y de Turbina (COCH-UM-201), encargados de la fiscalización de la transferencia de custodia hacia el sistema de distribución.

Un Sistema de Calentamiento indirecto con baño de agua (COCH-CL-201/202), utilizado para el calentamiento del gas natural con el propósito de evitar la formación de hidratos como resultado de la disminución de temperatura al regular la presión del gas.

Un Sistema de Regulación, conformado por dos brazos de regulación (COCH-PV-2501/2502/2503/2504), uno como respaldo del otro, que regulará el gas para la distribución del gas natural a través de la red de acero de Chincha.

Un Sistema de Odorización (COCH-SO-301), con el cual se inyecta una sustancia odorante, que le da un olor característico al gas para que sea detectado fácilmente en caso de fugas.

Un Sistema de Bloqueo conformado por dos válvulas de cierre de emergencia (COCH-ESDV-5101/5102), utilizadas para el aislamiento del Centro Operacional de la red de acero de Pisco (COCH-ESDV-5101) y de los equipos para la red de polietileno (COCH-ESDV-5102).

Un Sistema de Medición de gas con un medidor/indicador/transmisor de flujo tipo turbina (COCH-FIT-5301), para realizar el control de inventarios de la red de polietileno.

Un Sistema de Calentamiento intercambiador de calor y caldera (COCH-CL-501), utilizado para el calentamiento del gas natural con el propósito de evitar la formación de hidratos debido a la disminución de la temperatura al regular la presión del gas de la red de polietileno.

Un Sistema de Regulación para la Red de Polietileno conformada por dos brazos de regulación (COCH-PCV-5501/5502 y COCH-PCV-5503/5504), uno como respaldo del otro, que regula el gas para la distribución a través de la red de polietileno de Pisco, configurado con el esquema monitor/trabajador.

Un sistema de bloqueo a la salida de la red de polietileno para distribución de gas de uso doméstico conformado por la válvula de cierre COCH-ESDV-5103.

En la figura 8 se observa el esquema básico del Centro operacional Chíncha

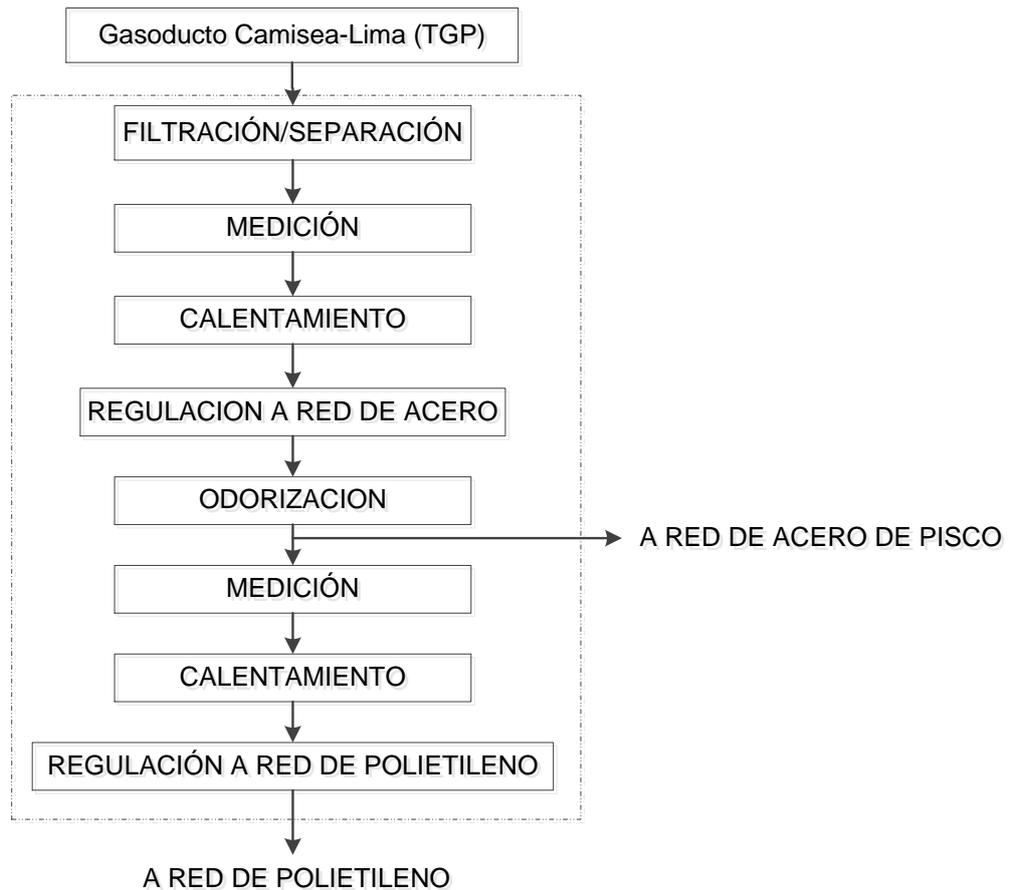


Figura 8 Esquema básico del centro operacional Chincha

Fuente: Filosofía de Control, Operación y Shutdown COCH.

4.2.2. DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

El sistema Scada para un centro de distribución de gas natural en la región Ica tiene como fin permitir al operario supervisar y controlar el proceso de distribución de gas natural, así como dotar a las instancias administrativas de la información necesaria para el manejo de la actividad comercial.

Se expone en esta sección los elementos necesarios para conformar el sistema SCADA, empezando por la adquisición de datos de los instrumentos de medición de las diferentes variables que intervienen en el proceso, el control de los actuadores en el proceso, los sistemas de comunicación entre los equipos que intervienen, especificaciones del HMI y programa de control así como el manejo de la información obtenida en el proceso de distribución de gas natural.

4.2.2.1. ADQUISICIÓN DE LAS SEÑALES DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL.

La adquisición de las señales del proceso se realiza de acuerdo al tipo de señal de campo, diferenciándose entre señales analógicas y señales digitales. Se ha considerado realizar la adquisición de acuerdo al sistema en que intervienen las variables en el proceso, diferenciándose estas entre variables de Supervisión y variables de seguridad. La división de la adquisición en dos sistemas es debido a que dentro del proceso de distribución de gas natural, encontramos variables muy críticas como la presión, las cuales dan lugar a un sistema de seguridad, ya que ante la presencia de una anomalía en el valor normal de operación de esta, deberá procederse a la parada de emergencia (Emergency Shut Down) del proceso, por otro lado hay variables que son importantes dentro del proceso de distribución de gas natural, mas no son críticas como la temperatura, flujo, presencia de sólidos, etc.

Esta separación permitirá tener la prioridad sobre el sistema de seguridad.

En el anexo N° 2 se muestran las señales del proceso de distribución de gas natural, cada una con el sistema al que pertenece.

4.2.2.1.1. ADQUISICIÓN DE SEÑALES ANALÓGICAS

La adquisición se realiza mediante lazos de corriente de 4 a 20 mA, los cuales serán adquiridos por el PLC del sistema SCADA. Estos deberán presentar la posibilidad de realizar comunicación vía Hart a fin de poder supervisar los instrumentos.

4.2.2.1.2. ADQUISICIÓN DE SEÑALES DIGITALES

La adquisición de las señales digitales para el sistema de proceso se realiza mediante un módulo de entradas digitales sin supervisión de tal forma que se pueda obtener el estado de entrada activa y entrada desactiva.

La adquisición de las señales digitales para el sistema de seguridad realiza mediante un módulo de entradas digitales

supervisadas, para estas señales digitales se tienen estados de entrada activa, entrada desactiva y falla de comunicación.

4.2.2.2. CONTROL DE LOS ACTUADORES EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL

Se realiza de acuerdo al tipo de señal de actuación, pudiendo ser analógicos o digitales.

4.2.2.2.1. CONTROL SOBRE ACTUADORES ANALÓGICOS

El control sobre los actuadores analógicos se realiza mediante el empleo de módulos de salidas analógicas que generen corriente de 4 a 20 mA

4.2.2.2.2. CONTROL SOBRE ACTUADORES DIGITALES

El control sobre actuadores digitales deberá ser realizado mediante un módulo de salidas digitales que presenta la opción de supervisar la salida y además brinda un mínimo de 0.5 A hacia la salida.

La supervisión permite detectar casos como falla del actuador o ruptura del cable.

4.2.2.3. SISTEMA DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS EN EL SCADA

El control y supervisión del proceso de distribución de gas natural se realiza mediante diferentes equipos, centrándose toda la información de esta en un PLC el cual adquiere las señales e información de cada uno de estos mediante un sistema de comunicación, así mismo el PLC se conecta con el HMI de tal forma que el operador tiene toda la información que le permita supervisar y controlar el proceso desde una estación de operación.

Se realiza la clasificación de los equipos en equipos de proceso, y CPC

4.2.2.3.1. COMUNICACIÓN CON EQUIPOS DE PROCESO

En este apartado se consideran a todos los equipos que intervienen directamente sobre el proceso de distribución de gas natural, como se observa en el anexo N°1 el proceso de distribución presenta los siguientes equipos:

- Analizador de gases
- Analizador de dew point
- Analizador H₂S
- Calentadores de alta presión
- Calentador de baja presión
- Computador de flujo de alta presión
- Computador de flujo de baja presión
- Odorizador

Cada uno de estos equipos deberá comunicarse con el PLC del sistema de proceso.

Se ha considerado realizar la comunicación mediante una conexión serial RS-485 a dos hilos en topología anillo.

Lazaro. J.-Millares. M. [2005] menciona que RS-485 es un sistema en bus de transmisión que permite alcanzar velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps, distancias de hasta 1200 m, alta resistencia a interferencias y permite configuración multipunto. Estas características se ajustan a los requerimientos de la distribución física de los equipos de proceso.

Se ha considerado utilizar Modbus-RTU como protocolo de comunicación para el bus serial 485 de los equipos de proceso, como precisa Invensys Systems [2001]: Modbus es un protocolo de comunicación industrial estándar maestro-esclavo, de fácil implementación, que puede ser implementado sobre una interface serial RS-232, RS-422/485, puede usarse en una configuración multipunto de 4 hilos o de 2 hilos

Debido a lo antes mencionado se requiere que todos los equipos inmersos en el proceso permitan la comunicación mediante RS-485 y Modbus-RTU

4.2.2.3.2. COMUNICACIÓN CON CPC

Para la comunicación con el CPC (centro de control principal) se considera usar Modbus TCP.

En ACROMAG INCORPORATED [2005] encontramos: Modbus sobre TCP nos permite la comunicación de forma más simple, debido a que nos permite velocidades de transmisión más altas, así mismo nos permite usar una interface ethernet para la comunicación, mediante Modbus TCP, podemos enviar la información del proceso en tiempo real hacia el CPC, sin importar donde se encuentre este, mediante una red de comunicación.

De esta forma el PLC actúa como un concentrador de datos de campo, para posteriormente compartirlos con el HMI el cual se encuentra en el CPC, el HMI a su vez compartirá esta información con la Red empresarial.

4.2.2.4. ESPECIFICACIONES DEL HMI

La interface humano-maquina (HMI) tiene como función permitir al operario de una forma sencilla y amigable la supervisión y control del proceso de distribución de gas natural. Se dividirá las especificaciones de diseño de acuerdo a los diferentes instrumentos y equipos que intervienen en el proceso.

El HMI deberá presentar las siguientes características: generación de alarmas, tendencias, historiar variables, generación de reportes y representación de instrumentos y actuadores así como variables propias de equipos del proceso de distribución de gas natural.

4.2.2.4.1. GENERACIÓN DE ALARMAS

Ante cualquier suceso fuera de la operación normal del proceso de distribución se generase una alarma, la cual se registra y muestra en un panel de alarmas que permita al operador identificarlas, se considerarse para su registro y almacenamiento el Tag de la variable que genero la alarma, la hora y fecha en la que se generó así como la fase del proceso.

En el panel de alarma se considera la opción de borrar las alarmas una vez se hayan identificado y siempre y cuando se cuenten con los permisos de usuario respectivos.

4.2.2.4.2. HISTORIAS VARIABLES

Todas las variables son historiadas y almacenadas en una base de datos, lo que permita acceder a los valores de estas con anterioridad a fin de hacer un seguimiento de estas en el tiempo y observar su desarrollo durante el proceso de distribución de gas natural.

4.2.2.4.3. GENERACIÓN DE REPORTE

La distribución de gas natural es una actividad comercial, por lo que requiere la generación de reportes donde se incluyan los volúmenes y flujos consumidos de tal forma que esta información pueda ser usada por el área comercial para la toma de decisiones respecto a la actividad comercial.

El operario entonces puede ser capaz de emitir estos reportes hacia las instancias superiores, de forma diaria, teniendo la posibilidad de generar también reportes mensuales y anuales.

4.2.2.4.4. INDICADORES DE SEÑAL ANALÓGICOS

Las señales analógicas corresponden a las variables que intervienen en todo el proceso de distribución del gas natural, por lo cual se consideran para su visualización y correcta supervisión las siguientes consideraciones: un display para la señal que permita ver el valor de la variable así mismo permita al operario acceder a un Faceplate extendido con los parámetros de la variable.

4.2.2.4.4.1. DISPLAY DE LA SEÑAL:

Este consta de tres elementos.

- Tag de la señal:
Presentarse el tag del instrumento que genera la señal que se está visualizando.
- Valor de la señal:
Se visualiza el valor de la señal al menos con dos decimales, al mismo tiempo de acuerdo al valor en el que se encuentre tiene variaciones de color ante niveles de alarma bajo bajo (LL), bajo(L), alto(H) y alto alto(HH) o estado de fuera de rango, así como falla de comunicación; lo que permita al operario un rápido reconocimiento de las alarmas que se presenten.
- Unidades de ingeniería:
Se muestra la unidad de ingeniería de la señal que se está visualizando.

4.2.2.4.4.2. FACEPLATE DE LA SEÑAL

Se accede a un faceplate por cada señal que se está supervisando, este faceplate presenta los siguientes elementos:

- Acceso a documentos:
Se accede a la hoja técnica del transmisor de la señal.
- Acceso a las Tendencias:
Se presenta un botón de acceso a la tendencia de la señal, la cual se muestra en una pantalla distinta.
- Configuración de alarmas:
Para cada uno de los niveles de alarmas considerados se presenta un cuadro de texto donde se pueda ingresar los límites para cada uno de los niveles de alarma de forma manual.

- Descripción de la señal:
Describe brevemente el transmisor que genera la señal, se especifica el tipo de transmisor.
- Gráfico de nivel de señal:
Gráfico donde se observa el nivel de la señal en proporción al rango de la señal, desde su valor mínimo hasta su valor máximo, este cambia de color de acuerdo al estado de la señal.
- Valor de la señal:
Se visualiza el valor de la señal con dos decimales como mínimo, cambiado el color de texto si se presenta un nivel de alarma para esta señal.
- Tag de la señal:
Se visualiza el tag del instrumento que genera la señal que se está visualizando.

4.2.2.4.5. REPRESENTACIÓN DE ACTUADORES

Se presenta una representación general de los actuadores del proceso de distribución de gas natural, para nuestro caso todos estos son válvulas, se presenta una representación de acuerdo al tipo de válvula, así mismo se accederá a un faceplate donde se presentan los botones para la activación de comandos que permiten actuar sobre la válvula.

4.2.2.4.5.1. Representación de actuador

Este contiene los siguientes elementos:

- Figura del actuador:
Se refiere a una imagen del actuador de acuerdo a la representación según norma, haciendo diferencia en nuestro caso para válvulas ESDV, XV, PV y LV.
Esta imagen tiene la propiedad de cambiar de color de acuerdo a su estado, siendo uno para cada

estado de Cierre, apertura, Transición y falla lo que facilite al operador determinar visualmente el estado de la misma.

- Indicador de alarma del actuador:

La válvula presenta un indicador de que esta se encuentra alarmada, por falla de posición o falla en la actuación de esta ante el envío de un comando.

4.2.2.4.5.2. Faceplate de detalle de actuador

Se accede a un faceplate de detalle del actuador por cada uno de los actuadores presentes en el proceso, este faceplate deberá contener lo siguiente:

- Botones de comandos:

Se presentan los comandos de apertura y cierre para las válvulas XV, LV

Para las válvulas ESDV además de los comandos de apertura y cierre, se debe presentar un botón de cierre remoto, el cual habilitará al botón de cierre de la válvula, en este caso el botón de cierre por seguridad, el botón remoto solo estará habilitado para los usuarios con los permisos respectivos

En el caso de las válvulas PV, se contará con un botón de activación de modo manual o automático. En caso que se seleccione el modo manual, se deberá escribir el porcentaje de apertura que se desea, en caso se seleccione el modo automático, se escribirá el set point de presión deseado.

- Botones de Activación e Inhibición de alarmas:

Se tiene un botón para la activación de las alarmas referidas a la válvula ESDV o LV.

Además se presenta un botón para la inhibición de las alarmas referidas a la válvula ESDV o LV.

- Tag del actuador:
Se visualiza el Tag del actuador del faceplate al que se accedió
- Estado de la actuador:
Para el caso de las válvulas ESDV, XV y LV se tiene una etiqueta que cambia de valor de acuerdo al estado en el que se encuentra la válvula, abierto, cerrado o falla.
En el caso de las válvulas proporcionales PV se cuenta con una etiqueta que indica el porcentaje de apertura de la válvula desde 0% hasta un 100%
- Representación del actuador:
Se presenta la imagen de acuerdo al tipo de válvula, cambiando esta de color de acuerdo al estado en que se encuentre la válvula.

4.2.2.4.6. REPRESENTACIÓN DE OTRAS VARIABLES PROPIAS DE EQUIPOS DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL

Las señales provenientes de otros equipos, las cuales llegan mediante comunicación se dividen en dos tipos, variables analógicas y variables digitales o estados:

- Variables Analógicas:
Las variables analógicas provenientes de otros equipos deberán presentarse en un display el cual presente el valor de la misma con al menos dos decimales, para el caso se requiera, deberán presentar la opción de acceder a un faceplate similar al usado para las señales de instrumentos analógicos; en caso de no requerir esta opción, solo se presentara el display con el valor de la variable.

- Variables digitales:
Estos por lo general son estados o alarmas de los equipos, se representan mediante un cuadro, el cual presenta un encendido intermitente en caso se active la alarma o el estado cambien a activo.

4.2.2.4.7. DISEÑO DE LAS PANTALLAS

Encontramos en el HMI dos tipos de pantallas:

4.2.2.4.7.1. PANTALLAS DE PROCESO:

En estas se muestra una representación gráfica del proceso, las señales que intervienen y los actuadores todos con sus estados respectivos, se presentan las siguientes pantallas.

- Pantalla de Inicio:
Presenta el título general del centro operacional y permite acceder hacia un cuadro de dialogo donde se ingresa el usuario y contraseña.
- Pantalla Principal:
Muestra el proceso completo, solo tomándose para esta las variables más críticas y las válvulas ESDV.
- Pantalla de Filtración:
Se muestran todas las variables que intervienen en la etapa de filtración, además de los actuadores y elementos que participan en esta etapa.
- Pantalla de Medición:
Se muestran todas las variables que intervienen en la etapa de medición, además de los actuadores y elementos que participan en esta etapa, agregándose también los detalles de medición obtenidos de la Unidad de medición a través del computador de flujo.

- Pantalla de Calentamiento
Se muestran todas las variables que intervienen en la etapa de calentamiento, además de los actuadores y elementos que participan en esta etapa.

- Pantalla de Regulación
Se muestran todas las variables que intervienen en la etapa de regulación, además de los actuadores y elementos que participan en esta etapa.

- Pantalla de Odorización
Esta pantalla muestra los datos provenientes del odorizador, así como las alarmas y estados de esta unidad.

- Pantalla de Rede de Polietileno
Se muestran todas las variables que intervienen en la salida de gas hacia la red de polietileno, además de los actuadores y elementos que participan en esta etapa.

- Pantalla de Red de Acero
Se muestran todas las variables que intervienen en la salida de gas hacia la red de polietileno, además de los actuadores y elementos que participan en esta etapa.

4.2.2.4.7.2. PANTALLA NAVEGACIÓN

Esta pantalla permite navegar entre las diferentes pantallas de proceso.

4.2.2.4.8. NAVEGACIÓN A TRAVÉS DE LAS PANTALLAS

El HMI presenta una pantalla de inicio, que permita acceder mediante el ingreso de un usuario y una contraseña, tras esta aparece la pantalla principal del proceso de distribución de gas natural.

La pantalla principal de proceso, permite a su vez acceder a las pantallas de las diferentes etapas según el usuario lo requiera, dentro de las pantallas de cada etapa se encuentra un botón que permite el retorno a la pantalla principal de tal forma que el operario pueda tener un acceso más rápido a la etapa de proceso que desee.

4.2.2.5. ESPECIFICACIONES DE LA LÓGICA DE CONTROL

El control local del centro operacional será a través de un PLC con módulos para el Control y Supervisión de Proceso (COCH-PLC-301) y un PLC con módulos ESD dedicados para el Cierre de Emergencia (COCH-PLC-302).

4.2.2.5.1. SISTEMA DE BLOQUEO (TGP)

A la entrada del centro operacional se tienen una válvula autónoma y neumáticas (COCH-ESDV-2102), la cuales aísla al centro operacional Chincha de la troncal Camisea-Lima, cuya operación será responsabilidad de TGP.

4.2.2.5.1.1. SUPERVISIÓN

Las válvulas (COCH-ESDV-2102), cuentan con las siguientes señales que van conectadas al Computador de Flujo (COCH-FQIC-2301) de la Unidad de Medición (COCH-UM-201) por medio de cableado duro:

- Estado de posición de válvula abierta.
- Estado de posición de válvula cerrada.
- Alarma de Muy Baja Presión diferencial.
- Alarma de Muy Alta presión de línea de válvula.

- Alarma de Muy baja presión del actuador de la válvula.
- Alarma de Rotura de Línea.
- Caja de control de válvula.
- Posición bomba Manual de válvula.

Todas estas señales son llevadas desde el Computador de Flujo (COCH-FQIC-2301) al controlador de proceso (COCH-PLC-301) del centro operacional vía comunicación Modbus para su supervisión.

La válvula también cuenta con dos solenoides que permiten la apertura y cierre remotamente para uso exclusivo de TGP.

El Computador de Flujo está conectado por comunicación Modbus Modicon Compatible directamente al SCADA de TGP.

Aguas abajo de estas válvulas de bloqueo se tiene un Transmisor de presión (COCH-PIT-2103) y un Transmisor de temperatura (COCH-TIT-2102) conectados ambos al Computador de Flujo (COCH-FQIC-2301) donde se visualiza la presión y temperatura de entrada del gas proveniente de la Troncal Camisea-Lima.

4.2.2.5.1.2. PROTECCIÓN

Por situación de emergencia la válvula (COCH-ESDV-2102) opera en cierre automático en el evento que:

- Exista una rápida pérdida de presión $\partial P/\partial t$ sobre la línea.
- Se alcance el valor establecido de baja - baja presión de línea.
- Muy Baja Presión diferencial.
- Muy Alta presión de línea de válvula.
- Muy baja presión del actuador de la válvula.
- Rotura de Línea.

4.2.2.5.2. SISTEMA DE BLOQUEO CENTRO OPERACIONAL

A la entrada del centro operacional se tiene una válvula autónoma de cierre de emergencia (COCH-ESDV-2101), la cual aísla al centro operacional del Gasoducto Camisea-Lima en caso de que se presente una situación de emergencia en el Centro Operacional o se programen labores de mantenimiento o reparaciones en el centro operacional.

4.2.2.5.2.1. SUPERVISIÓN

Sobre la línea de entrada al centro operacional y aguas abajo de la válvula autónoma de cierre de emergencia (COCH-ESDV-2101), se tiene un elemento de Transmisor/Indicador de Temperatura COCH-TE/TIT-2101) que envía su señal al controlador de proceso, donde se visualiza la temperatura de entrada del gas al Centro Operacional. Igualmente se tiene un medidor de contenido de sólidos presentes en el gas (COCH-AYT-2101) que envía su señal al controlador de procesos, donde se visualiza el contenido de sólidos en el gas a la entrada del centro operacional.

Para cada una de las señales ya mencionadas se deberán configurar las alarmas para los niveles HH, H, L y LL, en caso de superarse alguno de estos niveles se generara una alarma respectivamente; además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 mA y menor a 3.99 mA, o mayor a 20.1 mA.

4.2.2.5.2.2. PROTECCIÓN

Para la válvula (COCH-ESDV-2101), se tienen los switches de posición de apertura COCH-ZSO-2111 y el redundante COCH-ZSO-2101, los estados de los switches de posición de cierre COCH-ZSC-2111 y COCH-ZSC-2101, todos estos activos cuando el switch se encuentra cerrado; además se presentan los estados de las solenoides; esta válvula presenta dos solenoides, una para la apertura y cierre manual COCH-SV-2102 y otra de

cierre de emergencia COCH-SV-2101, ambas presentan estado de cierre en falla, el tiempo de alarma por time out de apertura y cierre se ha considerado en 50 segundos.

En caso haya una falla de posición en la válvula, como dos estados diferentes activos a la vez ZSC y ZSO, entonces se activará la alarma por falla de posición, en el caso de energizar las solenoides se debería dar el cambio de los estados de los switches de posición debido a la apertura de la válvula, de darse dos valores distintos para el estado de apertura se activaría la alarma por falla de apertura; por otro lado si los estados de cierre presentan estados diferentes se activará una alarma por falla de cierre.

Así mismo se realizará la apertura y cierre manual de la válvula mediante el envío de comandos de apertura o cierre, los cuales activan o desactivan respectivamente a la solenoide (COCH-SV-2102), para el caso de cierre de la válvula tenemos el modo Local/Remoto mediante, el cual permite habilitar el cierre manual de la válvula durante 5 minutos, pasado este tiempo volverá a su estado original.

Se configuran tiempos de comando de cierre o apertura, considerado en 120 segundos, superado el mismo se genera una alarma por falla de comando de apertura o cierre, en caso se envié un comando de apertura y transcurrido el tiempo de comando de apertura, la solenoide es reseteada.

Aguas abajo de la válvula (COCH-ESDV-2101), se tienen dos Transmisores/Indicadores de presión (COCH-PIT-2101 y COCH-PIT-2104) uno respaldo del otro y conectados al controlador de seguridad, donde se visualizará la presión en el cabezal de entrada al Centro Operacional y se generarán alarmas correspondientes de HH, H, L y LL o de caída rápida de presión para niveles H y HH. En caso de generarse una alarma por nivel HH, LL o HH de caída de presión, se desenergizará la solenoide (COCH-SV-2101), generando el cierre de la válvula (COCH-ESDV-2101); además se genera una alarma por falla de

comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 mA y menor a 3.99 mA, o mayor a 20.1 mA.

Para la operación manual de la válvula se Inhibirán las alarmas mediante el comando Inhibir Alarmas, de esta forma a pesar de generarse una de las condiciones de cierre de emergencia, la válvula no cambiará de estado, solo abriéndose o cerrándose mediante comandos de apertura o cierre, para retornar al modo automático, se deberá activar las alarmas mediante el comando de activación de alarmas.

4.2.2.5.3. SISTEMA DE FILTRACIÓN

Con el propósito de retirar las arenas, sedimentos y polvos ferrosos que pueda contener el gas natural provenientes del Gasoducto Camisea-Lima, se cuenta con un sistema de filtración conformado por una batería de filtros ciclónicos y una batería de filtros separadores.

La batería de filtros ciclónicos (COCH-FC-201/202), está conformada por dos filtros ciclónicos uno como respaldo del otro, estos filtros tienen como función la retención de las partículas presentes en el gas natural con diámetros mayor a 10 micras. El cambio de filtro se realiza en forma manual de acuerdo con el nivel de sólidos retenidos en el filtro, para ello tenemos un interruptor de alto-alto nivel (COCH-LSHH-2201/2202), un interruptor de alto nivel (COCH-LSH-2201/2202), un interruptor de bajo nivel (COCH-LSL-2201/2202) y un interruptor de bajo-bajo nivel (COCH-LSLL-2201/2202) conectados al controlador de proceso (COCH-PLC-301).

La batería de filtros separadores (COCH-FS-201/202), está conformada por dos filtros horizontales con elementos internos, los cuales operan uno como respaldo del otro, a la entrada de cada filtro separador se contará con una válvula de corte (COCH-XV-2201 a la entrada del filtro COCH-FS-201 y

COCH-XV-2202 a la entrada del filtro COCH-FS-202) con las cuales se selecciona el filtro separador que estará en operación. Las válvulas de corte (COCH-XV-2201 y COCH-XV-2202) cuentan con:

- Dos interruptores de posición válvula abierta (COCH-ZSO-2201 y COCH-ZSO-2202).
- Dos interruptores de posición de válvula cerrada (COCH-ZSC-2201 y COCH-ZSC-2202).
- Dos solenoides para apertura y cierre de cada válvula (COCH-SV-2201 y COCH-SV-2202).

Se genera una alarma por falla de posición cuando ambos interruptores de posición de válvula abierta y cerrada presenten el mismo estado.

4.2.2.5.3.1. FILTRO CICLÓNICO (COCH-FC-201)

Entre la instrumentación mínima requerida por el Filtro Ciclónico para su correcta operación se tiene:

4.2.2.5.3.1.1. SUPERVISIÓN

Un indicador local de presión (COCH-PI-2201) para el monitoreo local de la presión del filtro (COCH-FC-201), un interruptor de alto-alto nivel (COCH-LSHH-2201), un interruptor de alto nivel (COCH-LSH-2201), un interruptor de bajo nivel (COCH-LSL-2201) y un interruptor de bajo-bajo nivel (COCH-LSLL-2201) conectados al controlador de proceso (COCH-PLC-301) generándose una alarma para nivel alto a fin de desocupar el mismo y poner en funcionamiento el Filtro Ciclónico de respaldo (COCH-FC-202).

4.2.2.5.3.1.2. PROTECCIÓN

El Filtro Ciclónico (COCH-FC-201) cuenta con una válvula de alivio térmico (COCH-TRV-2701) la cual alivia el gas cuando se alcanza la presión de ajuste

(Set Point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas contenido en el equipo. La capacidad de flujo de esta válvula es determinada y suministrada por el proveedor del filtro.

4.2.2.5.3.2. FILTRO CICLÓNICO (COCH-FC-202)

Entre la instrumentación mínima requerida por el Filtro Ciclónico para su correcta operación se tiene:

4.2.2.5.3.2.1. SUPERVISIÓN

Un indicador local de presión (COCH-PI-2202) para el monitoreo local de la presión del filtro (COCH-FC-202), un interruptor de alto-alto nivel (COCH-LSHH-2202), un interruptor de alto nivel (COCH-LSH-2202), un interruptor de nivel bajo (COCH-LSL-2202) y un interruptor de bajo-bajo nivel (COCH-LSLL-2202) conectados al controlador de proceso, donde se genera una alarma por nivel alto para la desocupación del filtro y puesta en funcionamiento del Filtro Ciclónico de respaldo (COCH-FC-201).

4.2.2.5.3.2.2. PROTECCIÓN

El Filtro Ciclónico (COCH-FC-202) cuenta con una válvula de alivio térmico (COCH-TRV-2702) la cual alivia el gas cuando se alcanza la presión de ajuste (Set Point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas contenido en el equipo. La capacidad de flujo de esta válvula es determinada y suministrada por el proveedor del filtro.

4.2.2.5.3.3. FILTRO SEPARADOR (COCH-FS-201)

Entre la instrumentación mínima requerida para la correcta operación del Filtro Separador (COCH-FS-201), se tiene:

4.2.2.5.3.3.1. SUPERVISIÓN

Un Transmisor/Indicador de presión diferencial (COCH-PDIT-2201) que envía una señal al controlador de proceso, indicando la caída de presión a través del filtro; se generan alarmas de nivel HH y H, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 mA y menor a 3.99 mA o mayor a 20.1 mA.

Cuando se alcance un nivel de alarma por alta caída de presión se realizará el cambio de los elementos del filtro, así mismo se realizará la conmutación al Filtro Separador (COCH-FS-202) de respaldo.

Adicionalmente, el equipo cuenta con un Transmisor/Indicador de presión (COCH-PIT-2203) que envía una señal al controlador de proceso, donde se dispone de la indicación de la presión de operación del filtro, este presentará alarmas de nivel HH, H, L, LL, nivel HH y H de tasa de caída de presión, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 mA y menor a 3.99 mA, o mayor a 20.1 mA.

Para la supervisión local de nivel de condensados en el filtro se cuenta con un visor de nivel por cada cámara del filtro (COCH-LG-2202/2203).

4.2.2.5.3.3.2. CONTROL

El control de nivel de líquido recolectado en el Filtro Separador (COCH-FS-201) se realizará para cada una de las cámaras del filtro. En cada cámara se

encuentran cuatro interruptores de nivel, para niveles HH, H, L y LL

Para la cámara del Filtro Separador (COCH-LG-2202) se cuenta con los switches de nivel COCH-LSLL-2203, COCH-LSL-2203, COCH-LSH-2203 y COCH-LSHH-2203, además se tiene la válvula COCH-LV-2202 para drenar los condensados de la cámara; cuando se encuentren activos los switches de nivel LL, L y H o HH, se procederá a la activación de la solenoide COCH-SV-2207, con lo cual se generará la apertura de la válvula COCH-LV-2201, por el contrario en caso de encontrarse activos los switches para niveles LL y L se desenergizará la solenoide con lo cual se cerrará la válvula COCH-LV-2201. Además esta válvula contará con apertura y cierre manual, mediante el envío de comando para cada caso respectivamente.

Para la cámara del Filtro Separador (COCH-LG-2202) se cuenta con los switches de nivel COCH-LSLL-2204, COCH-LSL-2204, COCH-LSH-2204 y COCH-LSHH-2204, además se tiene la válvula COCH-LV-2202 para drenar los condensados de la cámara; cuando se encuentren activos los switches de nivel LL, L y H o HH, se procederá a la activación de la solenoide COCH-SV-2208, con lo cual se generará la apertura de la válvula COCH-LV-2202, por el contrario en caso de encontrarse activos los switches para niveles LL y L se desenergizará la solenoide con lo cual se cerrará la válvula COCH-LV-2202. Además esta válvula contará con apertura y cierre manual, mediante el envío de comando para cada caso respectivamente.

4.2.2.5.3.3.3. PROTECCIÓN

Con el propósito de evitar la pérdida del sello de líquido en el Filtro Separador (COCH-FS-201), que impide el paso de agua al tambor de condensados (COCH-DR-501), se tomará la siguiente acción: En caso de presentarse un nivel de líquido bajo-bajo representado por la activación de cualquiera de los switches COCH-LSLL-2201/2202, se procederá a desenergizar la solenoide (COCH-SV-5201), lo cual generará el cierre de la válvula de emergencia en el filtro COCH-ESDV-52031

El Filtro Separador (COCH-FS-201) cuenta con una válvula de alivio térmico (COCH-TRV-2702), la cual alivia el gas hacia el cabezal de recibo de alivios térmicos, cuando se alcanza la presión de ajuste (Set Point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas contenido en el filtro.

4.2.2.5.3.4. FILTRO SEPARADOR (COCH-FS-202)

Entre la instrumentación mínima requerida para la correcta operación del Filtro Separador (COCH-FS-202), se tiene:

4.2.2.5.3.4.1. SUPERVISIÓN

Un Transmisor/Indicador de presión diferencial (COCH-PDIT-2202) que envía una señal al controlador de proceso, donde se dispone de indicación de la caída de presión a través del filtro; se generan alarmas de nivel HH y H, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 mA y menor a 3.99 mA, o mayor a 20.1 mA.

Cuando se alcance un nivel de alarma por alta caída de presión se realizará el cambio de los elementos del

filtro, así mismo se realizará la conmutación al Filtro Separador (COCH-FS-201) de respaldo.

Adicionalmente, el equipo cuenta con un Transmisor/Indicador de presión (COCH-PIT-2204) que envía una señal al controlador de proceso, donde se dispone de la indicación de la presión de operación del filtro, este presentará alarmas de nivel HH, H, L, LL, nivel HH y H de tasa de caída de presión, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 mA y menor a 3.99 mA, o mayor a 20.1 mA.

Para la supervisión local de nivel de condensados en el filtro se cuenta con un visor de nivel por cada cama del filtro (COCH-LG-2204/2205).

4.2.2.5.3.4.2. CONTROL

El control de nivel de líquido recolectado en el Filtro Separador (COCH-FS-202) se realizará para cada una de las cámaras del filtro. En cada cámara se encuentran cuatro switches de nivel, para niveles HH, H, L y LL.

Para la cámara del Filtro Separador (COCH-LG-2204) se cuenta con los switches de nivel COCH-LSLL-2205, COCH-LSL-2205, COCH-LSH-2205 y COCH-LSHH-2205, además se tiene la válvula COCH-LV-2203 para drenar los condensados de la cámara, cuando se encuentren activos los switches de nivel LL, L y H o HH, se procederá a la activación de la solenoide COCH-SV-2206, con lo cual se generará la apertura de la válvula COCH-LV-2203, por el contrario en caso de encontrarse activos los switches para niveles LL y L se desenergizará la solenoide con

lo cual se cerrará la válvula COCH-LV-2203. Además esta válvula contará con apertura y cierre manual, mediante el envío de comando para cada caso respectivamente.

Para la cámara del Filtro Separador (COCH-LG-2205) se cuenta con los switches de nivel COCH-LSLL-2206, COCH-LSL-2206, COCH-LSH-2206 y COCH-LSHH-2206, además se tiene la válvula COCH-LV-2204 para drenar los condensados de la cámara, cuando se encuentren activos los switches de nivel LL, L y H o HH, se procederá a la activación de la solenoide COCH-SV-2205, con lo cual se generará la apertura de la válvula COCH-LV-2204, por el contrario en caso de encontrarse activos los switches para niveles LL y L se desenergizará la solenoide con lo cual se cerrará la válvula COCH-LV-2205. Además esta válvula contará con apertura y cierre manual, mediante el envío de comandos para cada caso respectivamente.

4.2.2.5.3.4.3. PROTECCIÓN

Con el propósito de evitar la pérdida del sello de líquido en el Filtro Separador (COCH-FS-202), que impide el paso de agua al tambor de condensados (COCH-DR-501) se realizará la siguiente acción.

Para el caso de que se presente un nivel de líquido bajo-bajo representado por la activación de cualquiera de los switches COCH-LSLL-2204/2205, se procederá a desenergizar la solenoide COCH-SV-5202 lo cual generará el cierre de la válvula de emergencia en el filtro COCH-ESDV-5202.

El Filtro Separador (COCH-FS-202) cuenta con una válvula de alivio térmico (COCH-TRV-2703), la cual alivia el gas hacia el cabezal de recibo de alivios

térmicos, cuando se alcanza la presión de ajuste (Set Point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas contenido en el filtro. La capacidad de flujo de esta válvula es determinada por el proveedor del filtro.

4.2.2.5.3.5. SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN

Aguas abajo de los Filtros Separadores (COCH-FS-201/202) se tiene un Transmisor/Indicador de presión (COCH-PIT-2205) y un medidor de contenido de sólidos presentes en el gas (COCH-AYT-2201) ambos conectados al controlador de proceso, donde se visualizará la presión del gas a la salida del sistema de filtración, estos transmisores contarán con alarmas de nivel HH, H, L y para el caso del transmisor de presión alarma de nivel H y HH para tasa de caída, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 mA y menor a 3.99 mA, o mayor a 20.1 mA.

4.2.2.5.4. SISTEMA DE CONDENSADOS

Los condensados retenidos en los Filtros Separadores (COCH-FS-201/202), se envían al Tambor Condensados (COCH-DR-501).

4.2.2.5.4.1. SUPERVISIÓN

El Tambor de Condensados (COCH-DR-501) cuenta con un indicador de nivel local (COCH-LG-5701) y un Transmisor/Indicador de nivel (COCH-LIT-5701).

El Transmisor/Indicador de nivel (COCH-LIT-5701) se encuentra conectado al controlador de proceso, cuya señal de indicación suministra información del nivel del tambor, para esta señal se consideran alarmas para niveles HH, H, L

y LL, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 mA y menor a 3.99 mA, o mayor a 20.1 mA; y en caso se alcance el nivel H programado para la desocupación, se procederá a la evacuación de los líquidos contenidos en el mismo.

4.2.2.5.4.2. PROTECCIÓN

En el caso de una eventual presencia de hidrocarburos livianos y condensables en el gas natural y que sean colectados en el Tambor de Condensados (COCH-DR-501) este dispone de un venteo atmosférico de 2” elevado por lo menos 2 metros respecto al equipo.

4.2.2.5.5. SISTEMA DE MEDICIÓN

La Unidad de Medición (COCH-UM-201) es la encargada de la fiscalización de la transferencia de custodia entre el transportista TGP y el concesionario de la distribución de gas-Contugas.

4.2.2.5.5.1. SUPERVISIÓN

La Unidad de Medición (COCH-UM-201) es la encargada de la medición del gas natural distribuido en la Provincia de Chincha, la medición se realiza a través de dos Medidores de Flujo tipo Ultrasónicos para altos caudales (COCH-FT-2301/2302) y dos Medidores de Flujo tipo Turbina para bajos caudales (COCH-FT-2303/2304), ubicados en cuatro brazos de medición (dos diseñados para altos caudales, uno como respaldo y dos diseñados para bajos caudales, uno como respaldo).

Cada brazo cuenta con un Transmisor/Indicador de presión (COCH-PIT-2301/2302/2303/2304), un Indicador local de presión (COCH-PI-2301/2302/2303/2304) y un elemento

de Transmisor/Indicador de Temperatura (COCH-TE/TIT-2301/2302/2303/2304).

Adicionalmente la Unidad de Medición cuenta con un Computador de Flujo (COCH-FQIC-2301) el cual recibe las señales de los transmisores de flujo, realizan la compensación por presión y temperatura con los correspondientes transmisores de presión y temperatura, así mismo reciben vía comunicación Modbus las señales del analizador para Cromatografía, H₂S y Dew Point (COCH-AYT-2301/2302/2303) ubicados aguas abajo de la Unidad de Medición.

Cada brazo de medición cuenta con una válvula de corte (COCH-XV-2301/2302/2303/2304, respectivamente), que cuenta a su vez con interruptores de posición (COCH-ZSC-2301/2302/2303/2304 y COCH-ZSO-2301/2302/2303/2304, respectivamente) conectados todos al controlador de proceso. Estas válvulas de corte contarán cada una con un solenoide (COCH-SV-2301/2302/2303/2304 para apertura y cierre).

Además se cuenta con una válvula en cada brazo en Z (COCH-HV-3305) para altos caudales y (COCH-HV-3306) para bajos caudales, ambas usadas para la fiscalización en el sistema de medición, cada una de estas cuenta con un Switch de posición de cierre (COCH-ZSC-3305/3306) En el caso de que alguna de estas válvulas se encuentre abierta no se podrá realizar la conmutación de los brazos.

Las señales del Computador de Flujo (COCH-FQIC-2301) que son indicadas en el sistema de Control del Centro Operacional (COCH-PLC-301) son llevadas a través de comunicación Modbus entre estos dos equipos.

Para cada una de las señales obtenidas por comunicación Modbus se configurarán alarmas para niveles HH, H, L y LL tanto para el caso de las señales de Temperatura, flujo y

presión, estas últimas contarán con alarmas de nivel H y HH para una caída de presión.

4.2.2.5.5.2. CONTROL

La Unidad de Medición cuenta con cuatro brazos, dos para altos caudales y dos para bajos caudales, cada uno con un brazo de redundancia en caso de falla de alguno, para esto se realiza la conmutación de los brazos, permitiendo de esta manera realizar el cambio entre (COCH-XV-2301 y COCH-XV-2302) por un lado y por otro entre (COCH-XV-2303 y COCH-XV-2304), la conmutación se realizará en modo automático ante una condición de falla del brazo principal o de manera manual mediante el envío de un comando, se evaluarán los estados de los switches de posición, evitando poder realizar la conmutación en caso las dos válvulas se encuentren abiertas o cerradas al mismo tiempo, pudiéndose abrir y cerrar cada una de estas de forma manual, mediante el envío de comandos de apertura y cierre, generándose alarmas por falla de posición para cada válvula, alarmas por Time out y alarmas por falla de comando, tanto de apertura y cierre para cada válvula, así como falla de comando de conmutación y Time out de conmutación.

Para la apertura se activará la solenoide (COCH-SV-2301/2302/2303/2304), la cual permanecerá activada luego de que los switches de posición detecten la apertura de la válvula correspondiente o se haya agotado el tiempo estimado para la apertura de la misma, para realizar el cierre se procederá a desenergizar la solenoide.

El tiempo considerado para la alarma por Time out de apertura cierre es de 50 segundos, el tiempo de conmutación de 100 segundos y el tiempo para la falla de comandos es de 120 segundos.

4.2.2.5.6. SISTEMA DE CALENTAMIENTO:

Aguas abajo de la batería de Filtros Separadores (COCH-FS-201/202) se dispone de un sistema de calentamiento indirecto de baño de agua, el cual incrementa la temperatura del gas natural con el propósito de evitar la formación de hidratos en la red de distribución debido al efecto Joule-Thompson, en el cual la temperatura disminuye al expandir el gas en el sistema de regulación.

El sistema está integrado por dos calentadores indirectos (COCH-CL-201/202), los cuales uno opera y uno permanece en Stand-by

Cada calentador es diseñado para el 50 % del Duty requerido en el consumo pico, es decir cada calentador está diseñado para una transferencia de calor de 9 MMBTU/h requerido para calentar el gas natural desde 11.7 °C hasta 27.2 °C.

Cada calentador de gas y su sistema de gas combustible (COCH-CL-201/202/203) del tipo “ tiro forzado”, como una unidad paquete cuenta con un controlador independiente en el que se encuentra la estrategia de control del mismo para su correcto funcionamiento.

Para el caso en que no se requiera realizar el calentamiento del gas natural, se dispone de un by-pass del sistema de calentamiento provisto de una válvula (COCH-XV-2403), la cual se abrirá o cerrará mediante el envío de comando de apertura y cierre respectivamente, esta válvula cuenta con una indicación de estado de válvula abierta y una indicación de estado de válvula cerrada (COCH-ZSO-2403 y COCH-ZSC-2403), obteniendo mediante estas el estado de la válvula, así como alarmas por falla de posición y falla de comando de apertura y de cierre al transcurrir un tiempo de Time Out de apertura cierre establecido en 50 segundos; cuando la válvula de By-pass (COCH-XV-2403), se encuentra abierta, las válvulas de la entrada de los calentadores no se podrán aperturar.

Los calentadores pueden operar uno o hasta dos a la vez dependiendo del consumo, para realizar la operación en simultaneo, cada calentador cuenta con una válvula de pistón (COCH-XV-2401/2402), las cuales poseen indicadores de estado de válvula abierta y cerrada (COCH-ZSO-2401/2402 y COCH-ZSC-2401/2402) respectivamente, estas válvulas son abiertas y cerradas mediante el envío de comandos de apertura y cierre, se generan alarmas por falla de posición en caso se presenten activos dos indicaciones de estados distintos para una misma válvula, así como alarma por Time Out de comando de apertura y cierre, al no ejecutarse la acción transcurrido un tiempo de apertura/cierre de válvula establecido en 50 segundos; en caso alguna de las válvulas de la entrada de los calentadores se encuentra abierta la válvula de by-pass no podrá abrirse.

El sistema de control del Centro operacional (COCH-PLC-301) recibe las señales de supervisión de cada calentador mediante sus Controlador (COCH-PLC-341, COCH-PLC-342) las cuales son tenidas en cuenta para la configuración del sistema y como mínimo se debe contar con la siguiente información:

4.2.2.5.6.1. CALENTADOR DE GAS (COCH-CL-201)

El calentador de gas y su sistema de gas combustible (COCH-CL-201) como unidad paquete cuentan con un controlador independiente (COCH-PLC-341), en el que se encuentra la estrategia de control del mismo para su correcto funcionamiento.

Así mismo, señales de diagnóstico vía comunicación digital son enviadas desde el controlador independiente (COCH-PLC-341) hasta el controlador de proceso (COCH-PLC-301)

Entre la instrumentación mínima requerida para la correcta operación del calentador (COCH-CL-201), se tiene: transmisor de nivel (COCH-LT-5401) y Elemento/Transmisor de temperatura (COCH-TE-

5401/TT5401) además de los elementos propios del control de encendido y combustión del calentador.

4.2.2.5.6.1.1. SUPERVISIÓN

El calentador de gas, dispone del transmisor de nivel (COCH-LT-5401) para supervisión del nivel del agua dentro del mismo.

4.2.2.5.6.1.2. CONTROL

El sistema de gas combustible regula la cantidad de gas a quemar en el tubo de fuego para el calentamiento del baño de agua; la regulación del sistema de flujo de gas combustible se realiza en base a:

- La temperatura del baño de agua del calentador, medida a través del Elemento/Transmisor de temperatura (COCH-TE/TT-5401).
- La temperatura del gas natural efluente de los calentadores, medida aguas abajo del cuadro de regulación a través del Elemento/Transmisor de temperatura (COCH-TE/TIT-3401).

4.2.2.5.6.1.3. PROTECCIÓN

El calentador (COCH-CL-201) cuenta con una válvula de alivio térmico (COCH-TRV-2704), la cual alivia el gas al cabezal de recibo de alivios térmicos cuando se alcanza la presión de ajuste (Set Point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas contenido en el equipo. La capacidad de flujo de esta válvula es determinada y suministrada por el proveedor del calentador.

4.2.2.5.6.2. CALENTADOR DE GAS (COCH-CL-202)

El calentador de gas y su sistema de gas combustible (COCH-CL-202) como unidad paquete cuentan con un controlador independiente (COCH-PLC-342), en el que se encuentra la estrategia de control del mismo para su correcto funcionamiento.

Así mismo, señales de diagnóstico vía comunicación digital son enviadas desde el controlador independiente (COCH-PLC-342) hasta el controlador de proceso (COCH-PLC-301)

Entre la instrumentación mínima requerida para la correcta operación del calentador (COCH-CL-202), se tiene: transmisor de nivel (COCH-LT-5402) y Elemento/Transmisor de temperatura (COCH-TE-5402/TT5402) además de los elementos propios del control de encendido y combustión del calentador.

4.2.2.5.6.2.1. SUPERVISIÓN

El calentador de gas, dispone del transmisor de nivel (COCH-LT-5402) para supervisión del nivel del agua dentro del mismo.

4.2.2.5.6.2.2. CONTROL

El sistema de gas combustible regula la cantidad de gas a quemar en el tubo de fuego para el calentamiento del baño de agua; la regulación del sistema de flujo de gas combustible se realiza en base a:

- La temperatura del baño de agua del calentador, medida a través del Elemento/Transmisor de temperatura (COCH-TE/TT-5402).
- La temperatura del gas natural efluente de los calentadores, medida aguas abajo del cuadro

de regulación a través del Elemento/Transmisor de temperatura (COCH-TE/TIT-3402).

4.2.2.5.6.2.3. PROTECCIÓN

El calentador (COCH-CL-202) cuenta con una válvula de alivio térmico (COCH-TRV-2705), la cual alivia el gas al cabezal de recibo de alivios térmicos cuando se alcanza la presión de ajuste (Set Point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas contenido en el equipo. La capacidad de flujo de esta válvula es determinada y suministrada por el proveedor del calentador.

4.2.2.5.7. SISTEMA DE REGULACIÓN A RED DE ACERO

El sistema de regulación está conformado por 2 brazos paralelos de regulación (COCH-PV-2501/2503 y COCH-PV-2502/2504), que operan uno como respaldo del otro para poder realizar las labores de mantenimiento y así garantizar la operación continua del sistema durante las 24 horas del día, para ello cada válvula cuenta con un comando para que opere de modo manual y automática, el modo manual nos permite enviar desde el HMI el porcentaje de apertura que se desea de la válvula en caso se desee dar mantenimiento, y el modo automático que nos permite activar el Control PID COCH-PIC-5501 interno del COCH-PLC-301, para poder obtener aguas abajo de ellas el valor de presión deseado.

4.2.2.5.7.1. CONTROL

Aguas abajo del cuadro de regulación, se tiene un Transmisor/Indicador de presión COCH-PIT-5501, conectado al control PID COCH-PIC-5501 el cual envía la señal de control a las válvulas reguladoras de presión COCH-PV-2501 o COCH-PV-2502 o COCH-PV-2503 o

COCH-PV-2504 las cuales garantizarán que la presión aguas abajo del sistema este entre 17.5 barg y 19 barg de acuerdo a los requerimiento de presión en la red de polietileno o red de acero.

Las válvulas COCH-PV-2502 y COCH-PV-2504 operarán normalmente para la regulación de presión, en el caso en que exista un error mayor al 5% entre el valor de apertura enviado por el COCH-PLC-301 y el Feedback que nos envía alguna de estas válvulas principales COCH-PV-2501 o COCH-PV-2503, en caso de que eso suceda se realizará el cambio de brazo de regulación.

El controlador PID COCH-PIC-5501 inicia el Control Poniendo en Automático el Control PID desde el HMI, luego ponemos el Set Point deseado que estará definido entre 17.5 y 19 barg, empezamos el control PID con la Válvula COCH-PV-2503, esta válvula va a intentar llegar al Set Point en caso de que se dé esto se mantendría en control solo con la válvula mencionada teniendo en cuenta de que el porcentaje de apertura no sobrepase el 90%, por un tiempo aproximado de un minuto y si el error se encuentra entre 0.5 – 5%, entonces se activa el control de la válvula COCH-PV-2501 para que ayude a la válvula COCH-PV-2503 a tener el Set Point configurado, en caso que exista un error mayor al 5% entre el valor de apertura enviado por el COCH-PLC-301 y el Feedback que nos envían las válvulas COCH-PV-2501 o COCH-PV-2503, se procederá a realizar el cierre de la Válvula COCH-ESDV-2501 y se procederá a iniciar el control PID con la Válvula COCH-PV-2504, esta válvula va a intentar llegar al Set Point en caso de que se dé esto se mantendría en control solo con la válvula mencionada teniendo en cuenta de que el porcentaje de apertura no sobrepase el 90%, por un tiempo aproximado de un minuto y si el error se encuentra entre 0.5 – 5%, entonces se activa el control de la válvula

COCH-PV-2502 para que ayude a la válvula COCH-PV-2504 a tener el Set Point configurado en caso que exista un error mayor al 5% entre el valor de apertura enviado por el COCH-PLC-301 y el Feedback que nos envían las válvulas COCH-PV-2502 o COCH-PV-2504, se procederá a realizar el cierre de la Válvula COCH-ESDV-2502.

La estrategia de Control del COCH-PIC-3501 se representa de la siguiente manera:

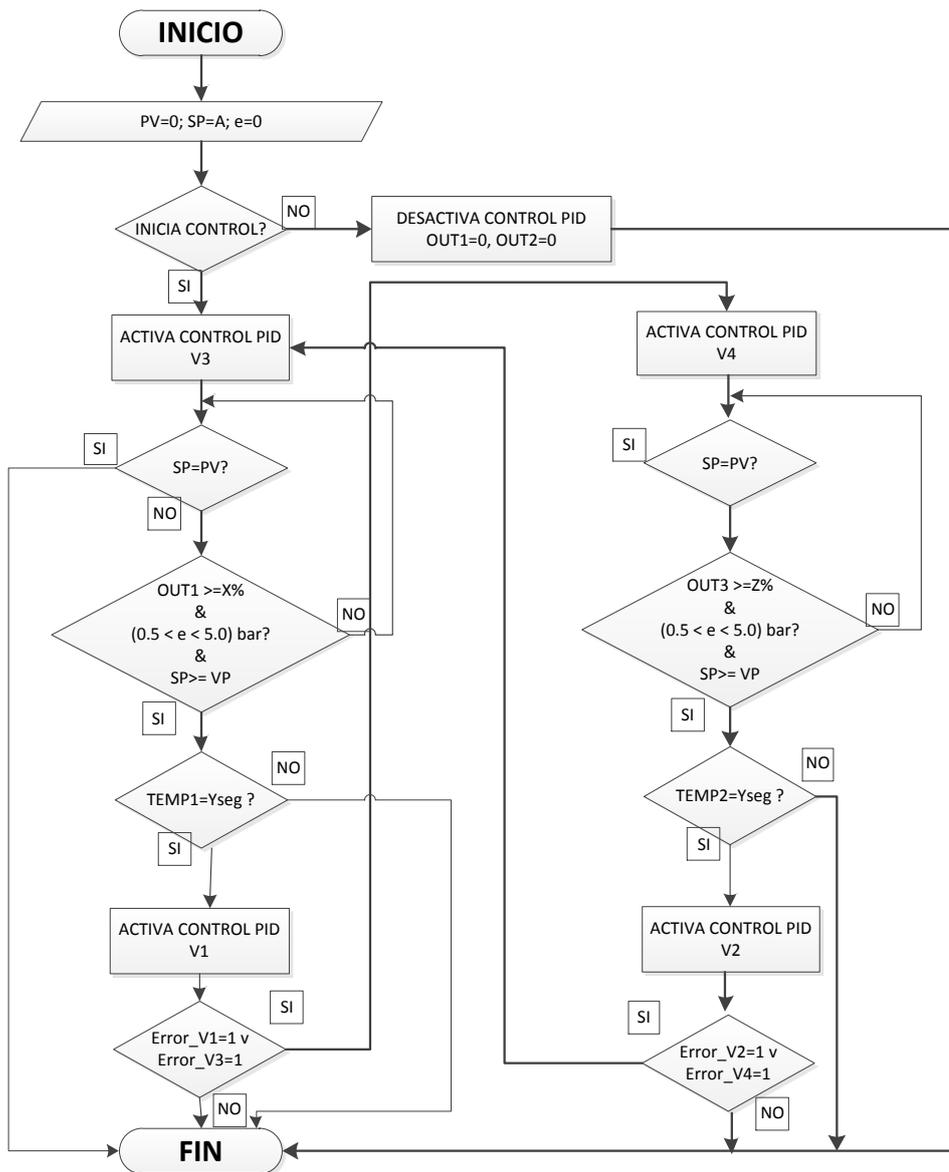


Figura 9 Diagrama de Flujo PIC 5501

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

- PV: Presión en línea.
 - SP: Set Point.
 - V1: COCH-PV-2501
 - V2: COCH-PV-2502
 - V3: COCH-PV-2503
 - V4: COCH-PV-2504
 - OUT1: Salida de COCH-PY-2503.
 - OUT2: Salida de COCH-PY-2501
 - OUT3: Salida de COCH-PY-2504.
 - OUT4: Salida de COCH-PY-2502.
 - Temp1: temporizador 1.
 - Temp2: temporizador 2.
 - X: Porcentaje de apertura de válvula COCH-PV-2501.----(*)
 - Z: Porcentaje de apertura de válvula COCH-PV-2503.----(*)
 - Y: Valor en segundos para los temporizadores 1. Y 2.---- (*)
- (*): Estos valores serán sintonizados en campo.

4.2.2.5.7.2. PROTECCIÓN

Cada brazo de regulación de presión, principal y respaldo, cuenta con una válvula de cierre de emergencia (Shutdown) COCH-ESDV-2501 y COCH-ESDV-2502, para el cierre de emergencia en caso de que la válvula PV correspondiente no regule y la presión aguas abajo alcance un valor alto-alto, bajo-bajo de presión o por una caída de presión con respecto al tiempo medido por el Indicador/Transmisor COCHU-PIT-5502, impidiendo el daño a la línea y a los equipos por sobrepresión.

Las válvulas COCH-ESDV-2501 y COCH-ESDV-2502, ubicadas sobre el brazo principal y respaldo de regulación respectivamente, cuentan con:

- Indicación de válvula abierta: COCH-ZSO-2501, COCH-ZSO-2502.

- Indicación de válvula cerrada: COCH-ZSC-2501, COCH-ZSC-2502.
- Válvula solenoide: COCH-SV-2501, COCH-SV-2502.

4.2.2.5.8. SISTEMA DE ODORIZACIÓN

Aguas abajo del sistema de regulación para la red de acero, se instala un sistema de Odorización (COCH-SO-301) con capacidad para Odorizar entre 2,79 y 308, 27 MMSCFD, con el objetivo de darle un olor característico al gas para que sea detectado fácilmente en caso de fugas.

La sustancia a utilizar para la odorización del gas natural tiene como mínimo las siguientes características:

- Olor característico, algo desagradable e intenso y no confundible con otros olores que se presentan frecuentemente en el ambiente.
- La mezcla del gas natural y odorante, no es nociva para las personas/animales, Tampoco afecta los materiales con los que entra en contacto; Igualmente sus productos de combustión no son tóxicos.
- El odorante es volátil y suficientemente estable tanto en fase gaseosa como en su almacenamiento. No forma depósitos en los quemadores ni en los dispositivos de seguridad.

El sistema de odorización opera de forma automática proporcional al flujo de gas instantáneo que circula a través de la línea de gas. Para esto la Unidad de Medición de flujo (COCH-UM-201) envía la señal de medición de flujo compensado al COCH-PLC-301, el cual a su vez envía la señal al sistema de odorización (COCH-SO-301).

El sistema de odorización cuenta con sus controladores (COCH-PLC-361/362), los cuales a través de comunicación Modbus realizaran el intercambio de información que permita monitorear

y diagnosticar la operación del sistema odorizador desde el sistema de control del centro operacional (COCH-PLC-301).

4.2.2.5.9. SISTEMA DE BLOQUEO RED DE ACERO DE CHINCHA

A la salida del centro operacional sobre la línea que conecta la red de acero, se tiene una válvula autónoma de cierre (COCH--ESDV-5101), la cual aísla al centro operacional de la red de acero en caso de que se presente una situación de emergencia en la red o en el centro operacional, exista una variación brusca de presión en la red de acero o se programen labores de mantenimiento reparaciones que impliquen sacar de servicio la red de acero.

4.2.2.5.9.1. SUPERVISION

Sobre el cabezal de salida a la red de acero, se tiene un elemento de temperatura Transmisor/Indicador (COCH--TE/TIT-5101) que envía una señal al controlador de proceso, donde se visualiza la temperatura de salida del gas a la red de acero de CHINCHA, para esta señal se configuran los valores para las alarmas de niveles HH, H L y LL generándose una alarma al superarse cada uno de estos niveles, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 y menor a 3.99 mA o mayor a 20.1 mA.

4.2.2.5.9.2. PROTECCIÓN

La válvula de cierre de emergencia COCH--ESDV-5101 cuenta con las indicaciones de estado de la válvula (COCH--ZSO-5111, COCH--ZSC-5111) para estado abierto y cierre respectivamente, consideradas dentro del controlador de proceso y en el controlador de seguridad (COCH--PLC-302) con las indicaciones de estado de válvula (COCH--

ZSO-5101 y COCH--ZSC-5101) para estado abierto y cerrado respectivamente, con estos es posible obtener de forma segura el estado en el que se encuentre la válvula.

Se generan alarmas por falla de posición en caso se presente una indicación de estado de apertura y cierre a la vez, alarma para falla de posición de apertura cuando estando ambos switches de indicación de apertura se encuentren en estados distintos, y una alarma por falla de cierre cuando ambos switches de indicación de cierre se encuentren en estados distintos, para estos dos casos la alarma de falla de posición general permanecerá activa.

Aguas abajo de esta válvula se tienen dos Transmisores/Indicadores de presión (COCH--PIT-5101 y COCH--PIT-5103) uno respaldo del otro y conectados al controlador de seguridad (COCH--PLC-302), donde se visualizara la presión en el cabezal de salida del centro operacional, para estas señales se configuraran los valores para las alarmas de nivel HH, H, L; HH y H, HH para caída de presión, las cuales se activaran al superar estos niveles, en caso se genere una alarma por nivel HH o LL o HH para caída de presión, se desenergizará la solenoide COCH--SV-5103 lo que producirá el cierre de la válvula COCH--ESDV-5101.

Se puede realizar la apertura y cierre de la válvula también de forma manual mediante el envío de comandos tanto de apertura como de cierre, en el caso de enviarse un comando de apertura se activara la solenoide COCH--SV-5101 y COCH--SV-5103; en caso de enviar un comando de cierre se desenergizará la solenoide COCH--SV-5101, lo que ocasionara el cierre de la válvula COCH--ESDV-5101, para activar el cierre manual debe previamente enviarse un comando de modo Remoto, lo que proporciona al operador una ventana de 5 minutos para cerrar manualmente la válvula; pasado este tiempo volverá a su estado original. En

el caso de que se envíe un comando de apertura o cierre y transcurrido el tiempo de Time Out, se genera una alarma por Time Out, en caso se supere el tiempo de comando de apertura y cierre y no se realice la acción, entonces se generara una alarma por falla de comando y un reset de la válvula, cerrándose nuevamente. Para que sea posible la apertura o cierre manual de la válvula COCH--ESDV-5101 deben inhibirse las alarmas mediante un comando de inhibición; se podrá regresar al modo automático activando nuevamente las alarmas mediante un comando de activación.

Los tiempos considerados para Time Out de apertura o cierre, Comando de apertura o cierre y tiempo de comando de cierre se han establecido en 50, 120 y 300 segundos respectivamente.

4.2.2.5.10. SISTEMA DE BLOQUEO RED DE POLIETILENO DE CHINCHA

A la salida del centro operacional sobre la línea que conecta a los equipos la red de polietileno, se tiene la válvula autónoma de cierre de emergencia (COCH--ESDV-5102), la cual aísla el centro operacional de la red de polietileno en caso de que se presente una situación de emergencia en la red o en el centro operacional, exista una variación brusca de presión en la red de polietileno o se programen labores de mantenimiento o reparaciones que impliquen sacar de servicio la red de polietileno.

4.2.2.5.10.1. PROTECCIÓN

La válvula de cierre de emergencia (COCH--ESDV-5102) cuenta con las indicaciones de estado de la válvula (COCH--ZSO-5112, COCH--ZSC-5112) para estado abierto y cierre respectivamente, consideradas dentro del controlador de proceso y en el controlador de seguridad (COCH--PLC-

302) con las indicaciones de estado de válvula (COCH--ZSO-5102 y COCH--ZSC-5102) para estado abierto y cerrado respectivamente, con estos es posible obtener de forma segura el estado en el que se encuentre la válvula.

Se generan alarmas por falla de posición en caso se presente una indicación de estado de apertura y cierre a la vez, alarma para falla de posición de apertura cuando estando ambos switches de indicación de apertura se encuentren en estados distintos, y una alarma por falla de cierre cuando ambos switches de indicación de cierre se encuentren en estados distintos, para estos dos casos la alarma de falla de posición general permanecerá activa.

Aguas abajo de esta válvula de emergencia se tienen dos Transmisores/Indicadores de presión (COCH--PIT-5102 y COCH--PIT-5104) uno del respaldo del otro y conectados al controlador de seguridad (COCH--PLC-302), donde se visualizara la presión en el cabezal de salida del centro operacional, para estas señales se configuraran los valores para las alarmas de nivel HH, H, L; HH y H para caída de presión, las cuales se activaran al superar estos niveles, en caso se genere una alarma por nivel HH o LL o HH para caída de presión, se desenergizará la solenoide COCH--SV-5104 lo que producirá el cierre de la válvula COCH--ESDV-5102.

Se puede realizar la apertura y cierre de la válvula también de forma manual mediante el envío de comandos tanto de apertura como de cierre, en el caso de enviarse un comando de apertura se activara la solenoide COCH--SV-5102 y COCH--SV-5104; en caso de enviar un comando de cierre se desenergizará la solenoide COCH--SV-5102, lo que ocasionara el cierre de la válvula COCH--ESDV-5102, para activar el cierre manual debe previamente enviarse un comando de modo Remoto, lo que proporciona al operador una ventana de 5 minutos para cerrar manualmente la

válvula, pasado este tiempo volverá a su estado original. En el caso de que se envíe un comando de apertura o cierre y transcurrido el tiempo de Time Out, se genera una alarma por Time Out, en caso se supere el tiempo de comando de apertura y cierre y no se realice la acción, entonces se generara una alarma por falla de comando y un reset de la válvula, cerrándose nuevamente. Para que sea posible la apertura o cierre manual de la válvula COCH--ESDV-5102 deben inhibirse las alarmas mediante un comando de inhibición; se podrá regresar al modo automático activando nuevamente las alarmas mediante un comando de activación.

Los tiempos considerados para Time Out de apertura o cierre, Comando de apertura o cierre y tiempo de comando de cierre se han establecido en 50, 120 y 300 segundos respectivamente.

4.2.2.5.11. SISTEMA DE MEDICION A RED DE POLIETILENO

4.2.2.5.11.1. SUPERVISIÓN

La unidad de medición (COCH--UM-501) es la encargada de la medición del gas natural distribuido en la provincia de CHINCHA a través de la red de polietileno que sale del centro operacional, para el control de inventarios, la medición se realiza a través de un brazo de medición en operación, el cual funcionalmente cuenta con un medidor de flujo tipo turbina (COCH--FIT-5301), un Transmisor/Indicador de presión (COCH--PIT-5301), un Indicador de presión (manómetro) (COCH--PI-5301), un elemento de Temperatura/Transmisor (COCH--TE/TIT-5301) y un computador de flujo (COCH--FQIC-5301), el cual recibe las señales del transmisor de flujo, realiza la compensación por presión con la temperatura con los correspondientes transmisores de presión y temperatura.

Las señales del computador de flujo (COCH--FQIC-5301) que son indicadas en el sistema de control del centro operacional (COCH--PLC-301) son llevadas a través de comunicación Modbus.

4.2.2.5.12. SISTEMA DE CALENTAMIENTO A RED DE POLIETILENO

Sobre el ramal a la red de polietileno de CHINCHA, se dispondrá de un sistema de calentamiento intercambiador de calor y caldera (COCH--CL-501), el cual incrementa la temperatura del gas natural con el propósito de evitar la formación de hidratos en la red de distribución debido al efecto Joule-Thompson, en el cual la temperatura disminuye al expandir el gas en el sistema de regulación. El sistema está integrado por un calentador indirecto con baño de agua (COCH--CL-501) diseñado para el 100% del duty requerido en el consumo pico, es decir para una transferencia de calor de 0.04MMBTU/h para calentar el gas natural desde 2,9 °C hasta 22,9 °C.

Entre la instrumentación mínima requerida para la correcta operación del calentador (COCH--CL-501), se tiene.

4.2.2.5.12.1. CONTROL

El sistema de gas combustible del calentador, regula la cantidad de gas a quemar en el tubo de fuego para el calentamiento del baño de agua; la regulación del flujo de gas combustible se realiza con base en:

- La temperatura del gas natural efluente de los calentadores, medida aguas abajo del cuadro de regulación (COCH--TE/TIT-5405).

4.2.2.5.13. SISTEMA DE REGULACION A RED DE POLIETILENO

El sistema de regulación de la red de polietileno de CHINCHA está conformado por dos brazos paralelos de regulación (COCH--PCV-5501/5502 y COCH--PCV-5503/5504), que operan uno como respaldo del otro para poder realizar las labores de mantenimiento y así garantizar la operación continúa del sistema durante las 24 horas diarias.

4.2.2.5.13.1. SUPERVISIÓN

Aguas abajo del sistema de regulación se cuenta con un Transmisor/Indicador de presión (COCH--PIT-5105) conectado al controlador de operación (COCH--PLC-301), con el propósito de reportar la presión a la entrada de la red de polietileno, se configuran los valores para las alarmas de niveles HH, H, L y Tasa de caída H y HH, a fin de generar alarmas al alcanzarse estos niveles, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la señal tenga un valor mayor a 0.5 y menor a 3.99 mA o mayor a 20.1 mA.

Se dispone de dos válvulas tipo Slam shut (COCH--ESDV-5501/5502) ubicadas sobre el brazo principal y respaldo respectivamente, cada una de estas válvulas posee una Indicación de válvula abierta (COCH--ZSO-5501/5502) y una indicación de válvula abierta (COCH--ZSC-5501/5502). Se dispone de las indicaciones de estado en el controlador de proceso (COCH--PLC-301).

4.2.2.5.13.2. CONTROL

Cada brazo de regulación, está conformado por dos válvulas auto-reguladoras configuradas como monitor-trabajador las cuales garantizan que la presión aguas abajo del sistema este entre 4,14 barg y 4,48 barg,

respectivamente y teniendo en cuenta el requerimiento de presión de la red de polietileno de CHINCHA.

Sobre el brazo principal o brazo N° 1 se tiene la válvula (COCH--PCV-5501) o “Monitor” la cual supervisa la presión de entrega dada por la válvula (COCH--PCV-5502) o “trabajador”, en caso en que la válvula “trabajador” falle, la regulación se realiza a través de la válvula “Monitor” Con el propósito de verificar la presión de entrega del brazo, se dispone de un indicador de presión (COCH--PI-5503).

En caso en que la regulación a través del brazo N° 1 falla se dispone de un segundo brazo de respaldo integrado por la válvula (COCH--PCV-5503) “Monitor” la cual supervisa la presión de entrega dada por la válvula (COCH--PCV-5504) “Trabajador”, en caso en que la válvula “Trabajador” falle, la regulación se realiza a través de la “Monitor”. Con el propósito de verificar la presión de entrega del brazo, se dispone de un indicador de presión (COCH--PI-5504).

4.2.2.5.14. BLOQUEO DE SALIDA

A la salida de la regulación encontramos la válvula COCH-ESDV-5103, encargada de detener la distribución de gas hacia la red de polietileno.

4.2.2.5.14.1. SUPERVISIÓN

Aguas debajo de la válvula de bloqueo de la salida COCH ESDV-5103 encontramos el transmisor de temperatura COCH-TI-5403 el cual envía la señal de temperatura de salida del gas hacia en controlador de proceso COCH-PLC-301, se configuran los valores para las alarmas de niveles HH, H, L y Tasa de caída H y HH, a fin de generar alarmas al alcanzarse estos niveles, además se genera una alarma por falla de comunicación cuando se alcance un nivel menor a 0.5 mA y alarma por fuera de rango cuando la

señal tenga un valor mayor a 0.5 y menor a 3.99 mA o mayor a 20.1 mA.

Se tiene también un interruptor de posición de cierre COCH-ZSC-5103 para la válvula COCH-ESDV-5103, el cual se conecta al controlador de proceso a fin de determinar el estado de la válvula.

4.2.2.5.14.2. CONTROL

Para la apertura de la válvula COCH-ESDV-5103 se deberá energizar la solenoide COCH-SV-5103 desde el controlador de proceso, esta válvula solo presentara una apertura y cierre manual.

4.2.2.6. SEGURIDAD DEL SCADA

El HMI cuenta con la opción de configurar usuarios con distintos niveles de acceso y acción sobre la supervisión y el control del proceso.

Para esto se configuran los siguientes niveles de acceso:

4.2.2.6.1. USUARIO:

Este tipo de usuario tendrá los siguientes privilegios:

- Visualización total de pantallas.
- Visualización total de alarmas.

4.2.2.6.2. OPERADOR:

Este tipo de usuario tendrá los siguientes privilegios:

- Visualización total de pantallas.
- Visualización total de alarmas.
- Configurar opciones de operador.
- Reconocer Alarmas

4.2.2.6.3. SUPERVISOR:

Este tipo de usuario tendrá los siguientes privilegios:

- Visualización y modificación de parámetros PID.
- Visualización total de pantallas.
- Privilegios de operador.
- Forzar I/O.

4.2.2.6.4. MANTENIMIENTO:

Este tipo de usuario tendrá los siguientes privilegios:

- Visualización y modificación de parámetros PID.
- Visualización total de pantallas.
- Privilegios de operador.
- Forzar I/O.
- Configurar y sintonizar lazos de control.
- Modificar base del historial (entradas o salidas al historial).

4.2.2.6.5. INGENIERÍA:

Este tipo de usuario tendrá con los siguientes privilegios:

- Privilegios del Mantenimiento.
- Modificar lógica.
- Configurar la seguridad del sistema de control.

4.2.2.6.6. ADMINISTRADOR:

Este tipo de usuario contará con todos los privilegios que brinda el sistema:

- Privilegios de Ingeniería.
- Administración total del sistema de control.
- Administración total del sistema de operativo.
- Administración total de aplicaciones de software dentro del Sistema Operativo.

4.3. PROPUESTA ECONÓMICA

En esta propuesta económica se oferta el desarrollo de lo siguiente:

- Suministro de equipos y accesorios de acuerdo a los requerimientos establecidos por los documentos de la Ingeniería Básica y Conceptual.
- Suministro de cables, conduits y demás consumibles de instalación y adecuación, de acuerdo a las modificaciones establecidas por la Ingeniería de Detalle, incluida en esta oferta.
- Instalación y configuración de Instrumentos.
- Configuración y montaje de los lazos de control, instrumentación y comunicaciones, descritos en los documentos de la Ingeniería Básica y Conceptual.
- Instalación y programación de los sistemas informáticos HMI, de la planta.
- Capacitación general, con énfasis en la supervisión y control a través del sistema HMI propuesto por las Ingenierías Básica y Conceptual.

4.3.1. METODOLOGÍA PROPUESTA

4.3.1.1. SUMINISTRO DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

De acuerdo a las Tablas expuestas en el ítem de esta propuesta, denominado “Análisis financiero de la oferta”, se solicitarán y entregarán los siguientes instrumentos, para los cuales y en los casos en que aplique se proveerán certificados de calibración, pruebas FAT y certificaciones de seguridad industrial.

En caso tal que la ingeniería de detalle en su proceso de auditoría y revisión estime que el listado de instrumentos, controladores y consumibles, esta errado o incompleto, se procederá a un replanteamiento del listado y esto conllevara a una alteración en los costos de obra y suministro. Los equipos dependiendo de su tipo y complejidad, tienen un tiempo medio de despacho que oscila entre 2 y 10 semanas

4.3.1.2. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE (INCLUYE CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE DISPOSITIVOS).

La construcción se iniciara de acuerdo a la llegada de los suministros y al cronograma y planeación propuesto por la ingeniería de detalle. En lo relativo al correcto empleo de recursos humanos, Ruiz Rodríguez y CIA Ltda, se ha distinguido por su compromiso en los temas referentes a la seguridad industrial y ocupacional, por lo cual reiteramos nuestra disposición por cumplir las normativas HSE y de Conservación Ambiental, impuestas por su organización.

Duración: 45 días Ordinarios.

4.3.1.3. COMISIONAMIENTO Y ARRANQUE

La puesta en marcha y seguimiento del sistema se realizara de acuerdo a los parámetros expuestos en la ingeniería de detalle que aseguren el correcto funcionamiento del sistema, la auditoria final se llevará durante un periodo de 7 días ordinarios.

4.3.1.4. CAPACITACIÓN.

Se ejecutarán los programas de capacitación y orientación a los operadores e ingenieros inscritos, esta jornada consiste de un adiestramiento teórico, reforzado por la práctica con los equipos propios del sistema.

Duración: 3 días Ordinarios.

4.3.2. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA OFERTA

En la siguiente tabla N° 7 se detalla los equipos e instrumentos que se van a proveer.

MARCA	MODELO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
Triconex	5101S2	Main Processor Tri Pak	1	\$10,544.00	\$10,544.00
Triconex	5201S2	Communication Module TriPak	1	\$4,500.00	\$4,500.00
Triconex	5201S2	Communication Module TriPak	1	\$4,250.00	\$4,250.00
Triconex	5354S2	Analog Input TriPak, HART	2	\$7,840.00	\$15,680.00
Triconex	5483S2	Analog Output TriPak, HART	3	\$6,390.00	\$19,170.00
Triconex	5301S2	Digital Input TriPak	3	\$2,714.50	\$8,143.50
Triconex	5411HS2	Digital Output TriPak, Supervised, High Current	3	\$2,500.00	\$7,500.00
Triconex	2281	I/O Bus Extender Module Kit	2	\$1,339.00	\$2,678.00
Triconex	7255-14S2	TriStation 1131 Developer's Workbench version 4.9.0	1	\$1,400.00	\$1,400.00
Foxboro	H9250466010	H92 Workstation for Windows	1	\$3,061.90	\$3,061.90
Foxboro	H9250467010	H92 Workstation for Windows	1	\$3,061.90	\$3,061.90
Foxboro	P77B70H3N010	I/A Series Monitor	3	\$1,075.71	\$3,227.13
Wonderware	97-1258	Development Studio 2012 Large 5K/3K/500	1	\$9,150.00	\$9,150.00
Wonderware	17-0515	Wonderware Historian 2012 Standard, 1200 Tag	1	\$1,465.00	\$1,465.00
Wonderware	17-0237	WW Basic CAL with MS CAL, Single, v2008	1	\$495.00	\$495.00
Wonderware	17-1130	WW Historian Client Per Server	1	\$6,020.00	\$6,020.00

		Conc, v10.0			
Foxboro	RTT20-T1LFQFD-D2L3S4	Transmisor de Temperatura 0 - 30 Degrees C	1	\$1,383.88	\$1,383.88
Foxboro	TT-2CB404500	Threaded Thermowell de 4.5 Inches (114 mm)	1	\$125.32	\$125.32
Foxboro	RTT20-T1LFQFD-D2L3S4	Transmisor de Temperatura 0 - 30 Degrees C	1	\$1,383.88	\$1,383.88
Foxboro	TT-2CB404500	Threaded Thermowell de 4.5 Inches (114 mm)	1	\$125.32	\$125.32
Foxboro	RTT20-T1LAQFD-D2L3S4	Transmisor de Temperatura 0 - 30 Degrees C (se solicitaron adicional)	1	\$1,379.47	\$1,379.47
Foxboro	TT-2CB402000	Threaded Thermowell de 2.0 Inches (51 mm) (se solicitaron adicional)	1	\$95.48	\$95.48
Foxboro	RTT20-T1LAQFD-D2L3S4	Transmisor de Temperatura 0 - 30 Degrees C	1	\$1,379.47	\$1,379.47
Foxboro	TT-2CB402000	Threaded Thermowell de 2.0 Inches (51 mm)	1	\$95.48	\$95.48
Foxboro	RTT20-T1LWQFD-D2L3S4	Transmisor de Temperatura 0 - 5 Degrees C	1	\$1,390.80	\$1,390.80
Foxboro	TT-2CB407500	Threaded Thermowell de 7.5 Inches (191 mm)	1	\$161.12	\$161.12
Foxboro	RTT20-T1LWQFD-D2L3S4	Transmisor de Temperatura 0 - 5 Degrees C	1	\$1,390.80	\$1,390.80
Foxboro	TT-2CB407500	Threaded Thermowell de 7.5 Inches (191 mm)	1	\$161.12	\$161.12
Foxboro	RTT20-T1LAQFD-	Transmisor de Temperatura 0 -	1	\$1,379.47	\$1,379.47

	D2L3S4	30 Degrees TAG 5404 adic			
Foxboro	TT-2CB402000	Threaded Thermowell de 2.0 Inches (51 mm) TAG 5404 adic	1	\$95.48	\$95.48
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 207 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 135 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 207 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 207 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 135 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 135 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 207 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 69 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 69 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1FL1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 69 bar	1	\$1,371.61	\$1,371.61
Foxboro	IGP10-T22D1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 20 bar	1	\$1,531.28	\$1,531.28
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 69 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 69 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22
Foxboro	IGP10-T22E1F-L1S2V3	Transmisor de Presion 0 - 69 bar	1	\$1,476.22	\$1,476.22

WIKA	232.50	Manómetro 0 - 150 bar 4" Dial Glicerina	1	\$105.00	\$105.00
Foxboro	X0172BV	Valvula de Bloqueo Acero Inox / Adolphus /Industrial Control	1	\$138.78	\$138.78
WIKA	232.50	Manómetro 0 - 150 bar 4" Dial Glicerina	1	\$105.00	\$105.00
Foxboro	X0172BV	Valvula de Bloqueo Acero Inox	1	\$138.78	\$138.78
WIKA	232.50	Manómetro 0 - 20 bar 4" Dial Glicerina	1	\$105.00	\$105.00
Foxboro	X0172BV	Valvula de Bloqueo Acero Inox	1	\$138.78	\$138.78
WIKA	232.50	Manómetro 0 - 20 bar 4" Dial Glicerina	1	\$105.00	\$105.00
Foxboro	X0172BV	Valvula de Bloqueo Acero Inox	1	\$138.78	\$138.78
MSA	5MSIR-3513110	Detector de Fuego Tecnologia Multi IR	1	\$3,397.50	\$3,397.50
MSA	5MSIR-3513110	Detector de Fuego Tecnologia Multi IR	1	\$3,397.50	\$3,397.50
MSA	5MSIR-3513110	Detector de Fuego Tecnologia Multi IR	1	\$3,397.50	\$3,397.50
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66

MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
MSA	ATO07ULTX 020	Detector de Gases Infrarojo	1	\$2,133.66	\$2,133.66
Honeywel l	4W-B	Detector de Humo para Interiores	11	\$29.87	\$328.57
Nova	S270	Detector de Humo IS para exteriores	12	\$304.00	\$3,468.00
Siemens	S6128	Detector Termico	1	\$172.34	\$172.34
Allen Bradley	855XC- BND24A4	Alarma Sonora/ Alarma Visual	1	\$1,143.90	\$1,143.90
Allen Bradley	855XC- BND24A4	Alarma Sonora/ Alarma Visual	1	\$1,143.90	\$1,143.90
Siemens	MSM-KD-WP	Interruptor manual	1	\$95.27	\$95.27
Siemens	MSM-BOX	CAJA SUPERFICIAL PARA ESTACIÓN MANUAL ROJA	1	\$13.65	\$13.65
Siemens	MSM-KD-WP	Interruptor manual	1	\$95.27	\$95.27
Siemens	MSM-BOX	CAJA SUPERFICIAL PARA ESTACIÓN MANUAL ROJA	1	\$13.65	\$13.65
TOTAL					\$189,692. 76

Tabla 7 Lista de Equipos e Intrumentos a proveer

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla 8 se muestran los costos de mano de obra:

ITEM	SERVICIO	TIEMPO	RECURSO HUMANO	COSTO
1	Integración de sistemas	20	2 Ingenieros Electrónicos	\$15,000.00
2	Programación HMI	10	1 Ingeniero Electrónico	\$4,687.50
3	Halado y tendido de cable	20	1 Ingeniero Electrónico	\$7,500.00
4	eléctrico y de comunicaciones	7	2 Técnicos Electricistas	\$2,800.00
5	Figuración Gabinete	2	1 Técnico Electricista	\$300.00
6	Instalación Instrumentación	7	1 Ingeniero Mecánico – 1 Técnico instrumentista	\$5,000.00
TOTAL				\$35,287.50

Tabla 8 Costos de mano de obra

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla 9 se muestran el consolidado de los costos

CONSOLIDADO DE COSTOS	
EQUIPOS E INSTRUMENTACION	\$189,692.76
COSTOS DE OBRA	\$35,287.50
TOTAL	\$224,980.26

Tabla 9 Consolidado de costos

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla 10 se muestran la propuesta financiera

POPUESTA FINANCIERA	
SUB TOTAL	\$224,980.26
IGV (18%)	\$40,496.40
TOTAL	\$265,476.66

Tabla 10 Propuesta financiera total

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. CONDICIONES COMERCIALES.

La siguiente oferta requiere una orden de servicio y contrato formal que especifique las pólizas de cumplimiento, garantía y estabilidad del sistema, que requiera su organización.

La forma de pago es del 100% del valor relacionado con el suministro de materiales a la entrega e inicio del proceso de compras, la cantidad restante

será cancelada a 30 días ordinarios de finalizada la construcción llave en mano

5. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. SISTEMA SCADA

En base al cuadro comparativo entre el sistema SCADA y el DCS como sistemas de supervisión y control para el proceso de distribución de gas natural, se eligió el SCADA debido a que en este el lazo de control y supervisión lo cierra el operador, quien en base a las necesidades de consumo de gas tomara las decisiones para el control de los actuadores.

Por otro lado este presenta comunicación vía Radio, LAN, Satelite, WAN, lo que permite compartir la información con las distintas áreas de la empresa, localizadas en un área geográfica distinta a donde se encuentra la planta de distribución de gas natural.

Así también permite tener una base de datos centralizada, teniendo opción a crear una base de datos redundante a fin de tener un respaldo en caso una de esas se corrompa.

Todas estas opciones determinan al sistema SCADA como el sistema de supervisión y control adecuado para el proceso de distribución de gas natural en un centro operacional.

5.2. DISEÑO DEL HMI

El diseño del HMI se realizó en base a Diseño Eficaz de Pantalla para Operador (EODD) ASM donde se especifican los requerimientos necesarios para un diseñar eficaz de las pantallas a fin de brindarle al operador una interface amigable mediante la cual pueda realizar de manera correcta la supervisión y control del proceso de distribución de gas natural en un centro operacional.

5.3. DISEÑO DE LA LOGICA DE CONTROL

Este se realizó en función a las normas API 554, ICS 1-83, ICS 2-88, IEC 61508, los cuales especifican las consideraciones necesarias y mínimas para el funcionamiento de esta, a fin de que el sistema pueda operar correctamente.

6. CONCLUSIONES

- Tras el estudio y análisis de los sistemas de supervisión y control, se seleccionó al sistema SCADA como sistema de supervisión y control para el proceso de distribución de gas natural de un centro operativo.
- Se propuso el diseño del sistema SCADA contemplándose el diseño del HMI, lógica de control, Comunicaciones y Seguridad del SCADA.
- El costo estimado para la implementación del sistema SCADA es de \$265,476.66 (Doscientos sesenta y cinco mil cuatrocientos setenta y seis con sesenta dólares y seis centavos de dólar)
-

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el HMI de tal forma que sea lo más amigable posible con el operador, por esto se recomienda elaborarlo en System Platform, debido que los gráficos y animaciones que posee son muy amigables.
- Se recomienda el uso de un PLC que tenga como mínimo certificación SIL 2.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Hernández, R. – Fernández, C. [2010], Metodología de la investigación. (5°. Ed). Editorial McGraw-Hill.

Borras, E. [1987]: Gas Natural Características, Distribución y Aplicaciones Industriales, Editores Técnicos Asociados.

Rojey, A. – Jaffret, C. [1994], Natural Gas: Producción, Procesamiento, Transporte, editorial TECHNIP.

Borgna, A. [2001], Petróleo y Gas Natural: reservas, procesamientos y usos, Centro de publicaciones, Secretaria de Extensión, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.

Macaulay, T. – Singer, B. [2012], Cybersecurity for industrial Control Systems, editorial CRC Press.

Invensys Systems. (2011). Communication Guide For Triconex General Purpouse. Estados Unidos.

Miralles, J. L.-M. (2005). Fundamentos de Telemática. Valencia: Editorial de la UPV.

ACROMAG INCORPORATED. (2005). FEEE-HCMUT. Recuperado el 21 de Noviembre de 2013, de http://www.dee.hcmut.edu.vn/vn/ptn/sch/download/Network_Architecture/intro_modbusTCP.pdf

ANEXOS

ANEXO 01: P&ID del Centro Operacional Chincha

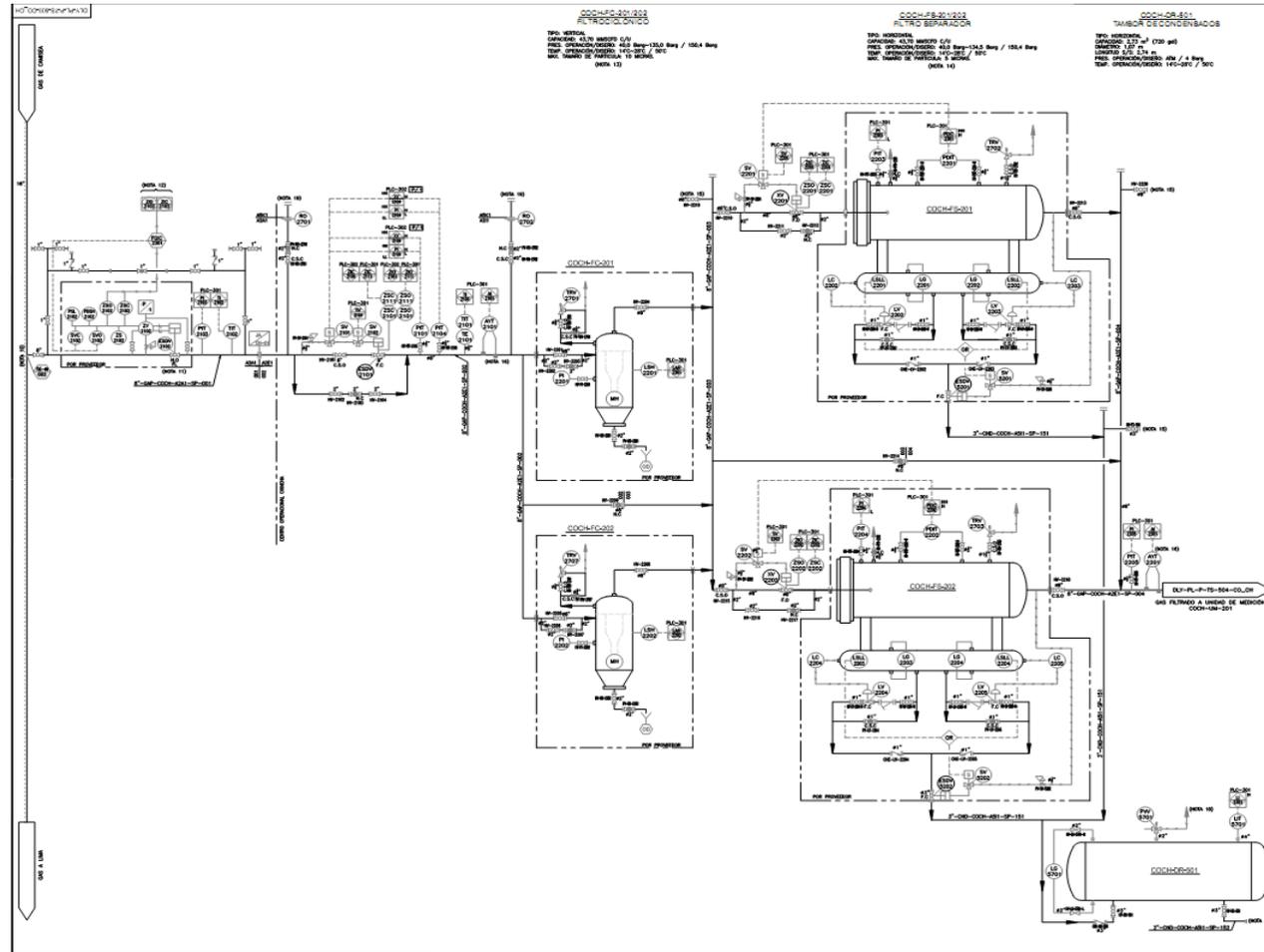


Figura 10: Etapa de Filtración

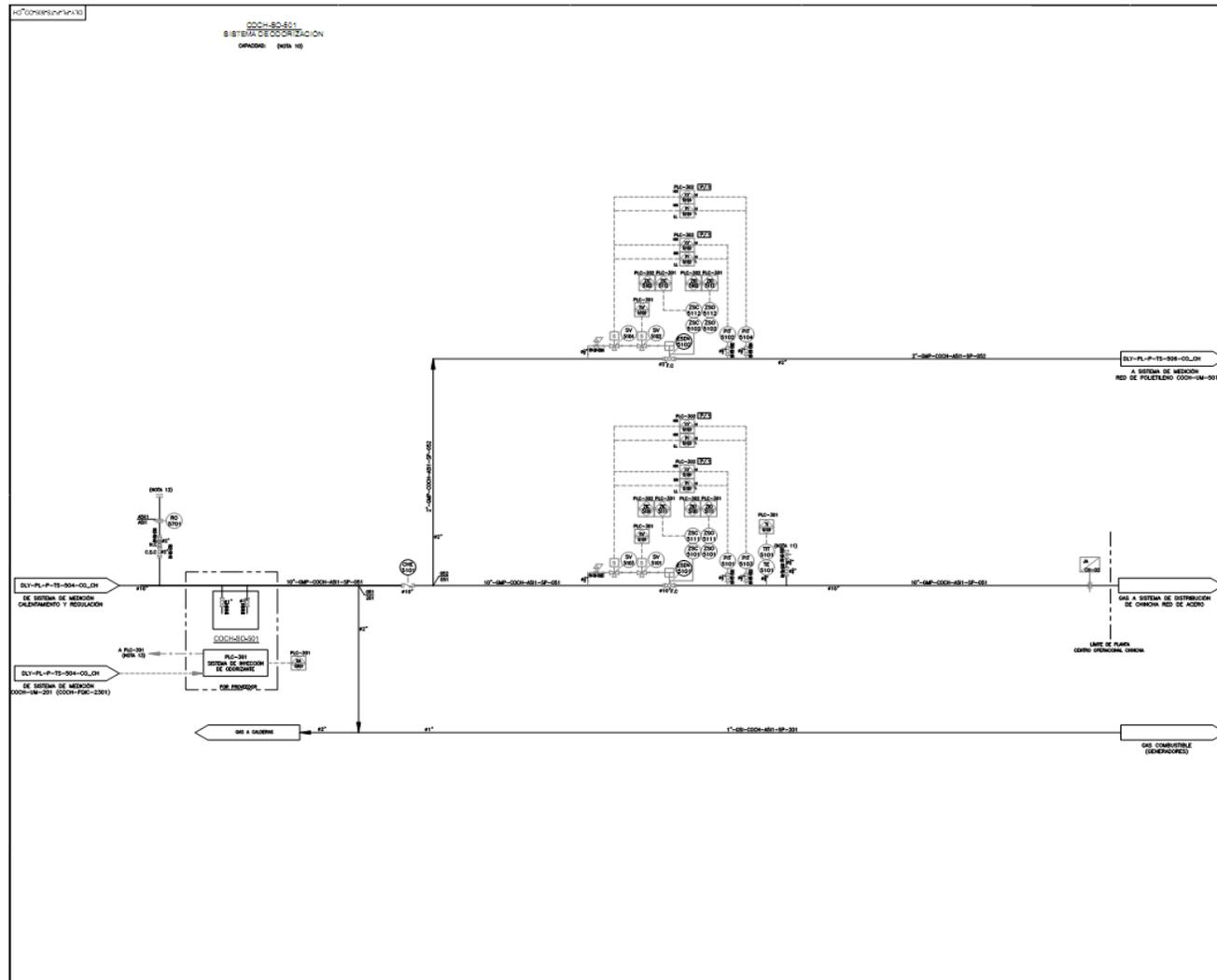


Figura 12: Etapa de Odorización

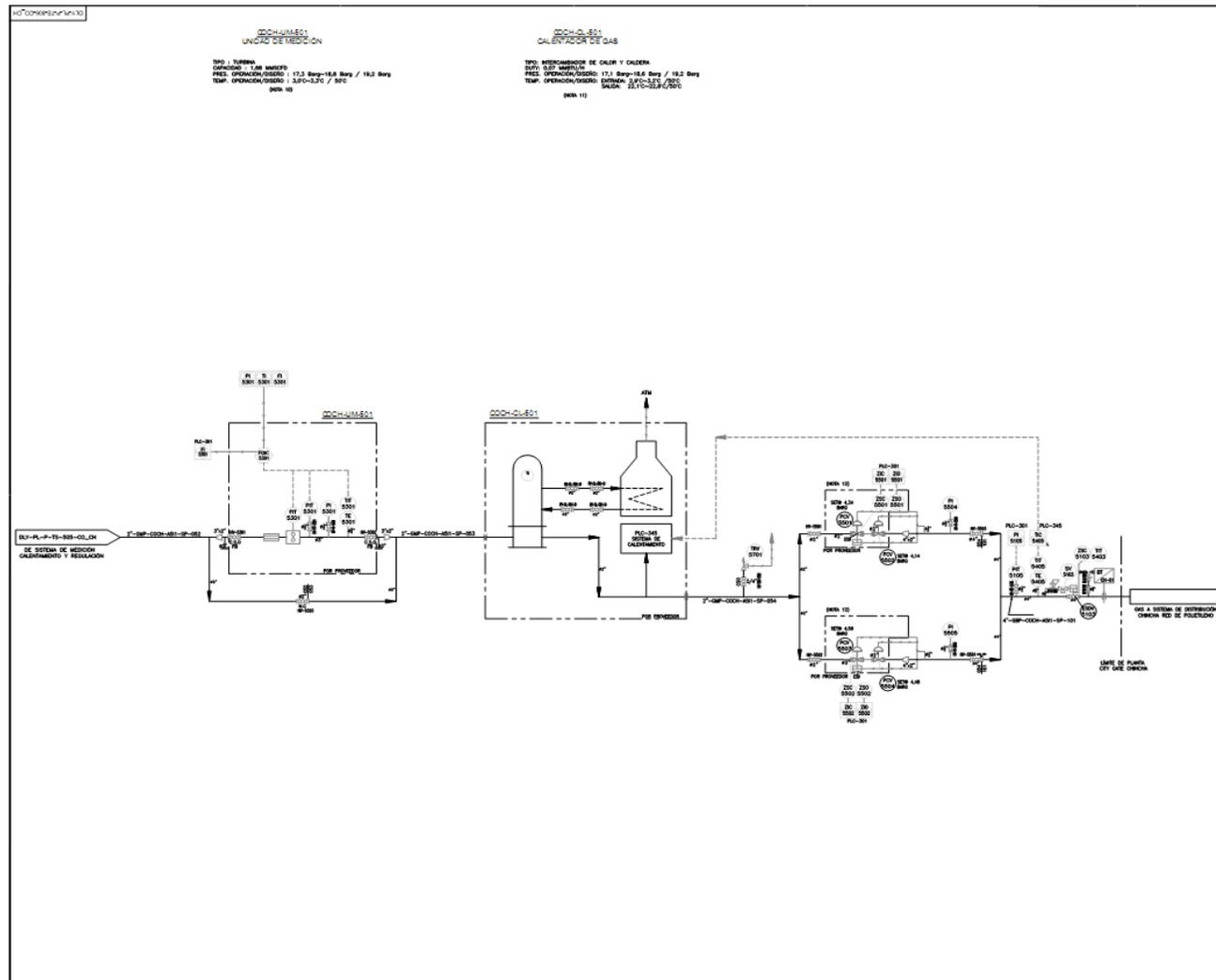


Figura 13: Medición, Calentamiento y Regulación de la Red de Polietileno

ANEXO 02: Lista de Señales del Centro Operacional Chincha

TAG SEÑAL	TAG INSTRUMENTO	PLANO P&ID	DESCRIPCION	SERVICIO	RANGO	SET OPERACIÓN	UND. ING.	SISTEMA	TIPO DE SEÑAL	SALIDA	LAZO DE CONTROL
COCH-ZSC-2102	COCH-SVC-2102		Orden de cerrar	de línea por TGP	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-2102
COCH-ZSO-2102	COCH-SVO-2102		Orden de abrir	de línea por TGP	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-2102
COCH-ZIC-2102	COCH-ZSC-2102	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	de línea por TGP	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2102
COCH-ZIO-2102	COCH-ZSO-2102	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula abierta	de línea por TGP	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2102
COCH-PI-2103	COCH-PIT-2103	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de presión	de línea	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PI-2103
COCH-TI-2102	COCH-TIT-2102	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de temperatura	de línea	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-TI-2102
COCH-SV-2101	COCH-SV-2101	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Comando	shut down válvula COCH-ESDV-2101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-2101 (ESD)
COCH-SV-2102	COCH-SV-2102	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Comando	Apertura / cierre válvula COCH-ESDV-2101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-2101
COCH-ZIO-2101	COCH-ZSO-2101	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-2101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2101 (ESD)
COCH-ZIO-2111	COCH-ZSO-2111	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-2101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2101

COCH-ZIC-2101	COCH-ZSC-2101	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-2101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2101 (ESD)
COCH-ZIC-2111	COCH-ZSC-2111	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-2101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2101
COCH-PI-2101	COCH-PIT-2101	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de presión	aguas abajo de la válvula COCH-ESDV-2101 (P/pal)	0 - 207	0 - 207	BARG	COCH-PLC-302 (ESD)	AI	4-20mA	COCH-ESDV-2101 (ESD)
COCH-PI-2104	COCH-PIT-2104	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de presión	aguas abajo de la válvula COCH-ESDV-2101 (Respaldo)	0 - 207	0 - 207	BARG	COCH-PLC-302 (ESD)	AI	4-20mA	COCH-ESDV-2101 (ESD)
COCH-TI-2101	COCH-TIT-2101	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de temperatura	aguas abajo de la válvula COCH-ESDV-2101	-200 - 850	0 - 28	°C	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-TI-2101
	COCH-TE-2101	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de temperatura	aguas abajo de la válvula COCH-ESDV-2101	-200 - 850	N/A	°C	COCH-TIT-2101	RTD	mV	COCH-TI-2101
COCH-AI-2101	COCH-AYT-2101	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Analizador	de sólidos entrada al centro operacional	0 - 100	0 - 100	%	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-AI-2101
COCH-LAH-2211	COCH-LSH-2211		Alarma de alto nivel	filtro ciclónico COCH-FC-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LAH-2201
COCH-LAH-2212	COCH-LSH-2212		Alarma de alto nivel	filtro ciclónico COCH-FC-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LAH-2202
COCH-SV-2201	COCH-SV-2201	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Comando	apertura/cierre válvula COCH-XV-2201	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2201
COCH-ZIO-2201	COCH-ZSO-2201	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2201	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2201
COCH-ZIC-2201	COCH-ZSC-2201	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2201	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2201

COCH-PIT-2203	COCH-PIT-2203	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de presión	filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PIT-2203
COCH-PDIT-2201	COCH-PDIT-2201		Indicación de presión diferencial	filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PDIT-2201
COCH-LALL-2201	COCH-LSLL-2201	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Alarma de bajo nivel	en filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2201
COCH-LAL-2201	COCH-LSL-2201		Alarma de bajo nivel	en filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2201
COCH-LAH-2201	COCH-LSH-2201		Alarma de alto nivel	en filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2201
COCH-LAHH-2201	COCH-LSHH-2201		Alarma de alto alto nivel	en filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2201
COCH-LALL-2202	COCH-LSLL-2202	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Alarma de bajo nivel	en filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2202
COCH-LAL-2202	COCH-LSL-2202		Alarma de bajo nivel	en filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2202
COCH-LAH-2202	COCH-LSH-2202		Alarma de alto nivel	en filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2202
COCH-LAHH-2202	COCH-LSHH-2202		Alarma de alto alto nivel	en filtro separador COCH-FS-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2202
COCH-XY-2202	COCH-XY-2202		Comando	apertura/cierre válvula COCH-LV-2202	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-LV-2202
COCH-XY-2203	COCH-XY-2203		Comando	apertura/cierre válvula COCH-LV-2203	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-LV-2203

COCH-SV-5201	COCH-SV-5201	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Comando	apertura / cierre válvula COCH-ESDV-5201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-5201
COCH-SV-2202	COCH-SV-2202	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Comando	apertura/cierre válvula COCH-XV-2202	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2202
COCH-ZIO-2202	COCH-ZSO-2202	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2202	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2202
COCH-ZIC-2202	COCH-ZSC-2202	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2202	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2202
COCH-PIT-2204	COCH-PIT-2204	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de presión	filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PIT-2204
COCH-PDIT-2202	COCH-PDIT-2202		Indicación de presión diferencial	filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PDIT-2202
COCH-LALL-2203	COCH-LSLL-2203	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Alarma de bajo bajo nivel	en filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2203
COCH-LAL-2203	COCH-LSL-2203		Alarma de bajo nivel	en filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2203
COCH-LAH-2203	COCH-LSH-2203		Alarma de alto nivel	en filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2203
COCH-LAHH-2203	COCH-LSHH-2203		Alarma de alto alto nivel	en filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2203
COCH-LALL-2204	COCH-LSLL-2204	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Alarma de bajo bajo nivel	en filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2204
COCH-LAL-2204	COCH-LSL-2204		Alarma de bajo nivel	en filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2204

COCH-LAH-2204	COCH-LSH-2204		Alarma de alto nivel	en filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2204
COCH-LAHH-2204	COCH-LSHH-2204		Alarma de alto alto nivel	en filtro separador COCH-FS-202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-LI-2204
COCH-XY-2204	COCH-XY-2204		Comando	apertura/cierre válvula COCH-LV-2202	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-LV-2204
COCH-XY-2205	COCH-XY-2205		Comando	apertura/cierre válvula COCH-LV-2203	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-LV-2205
COCH-SV-5202	COCH-SV-5202	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Comando	apertura / cierre válvula COCH-ESDV-5202	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-5202
COCH-PI-2205	COCH-PIT-2205	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de presión	salida de filtros separadores COCH-FS-201/202	0 - 207	0 - 207	BARG	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PI-2205
COCH-AI-2201	COCH-AYT-2201	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Analizador	de sólidos en el gas filtrado hacia unidad de medición.	0 - 100	0 - 100	%	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-AI-2201
COCH-LI-5701	COCH-LIT-5701	DLY-PL-P-TS-503-CO_CH	Indicación de nivel	tambor de condensados COCH-DR-501	0 - 100	0 - 100	%	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-LI-5701
COCH-ZIO-2301	COCH-ZSO-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2301	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2301
COCH-ZIC-2301	COCH-ZSC-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2301	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2301
COCH-SV-2301	COCH-SV-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura / cierre válvula COCH-XV-2301	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2301
COCH-FQIC-2301	COCH-FQIC-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Computador de flujo	unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	S	MB	COCH-FQIC-2301

COCH-FI-2301	COCH-FY-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de flujo	brazo 1 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	Hz	Pulsos	COCH-FQIC-2301
COCH-PI-2301	COCH-PIT-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de presión	brazo 1 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301
COCH-TI-2301	COCH-TIT-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 1 de unidad de medición COCH-UM-2301	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301
	COCH-TE-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 1 de unidad de medición COCH-UM-2301	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	RTD	mV	COCH-TIT-2301
COCH-ZIO-2302	COCH-ZSO-2302	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2302	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2302
COCH-ZIC-2302	COCH-ZSC-2302	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2302	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2302
COCH-SV-2302	COCH-SV-2302	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura / cierre válvula COCH-XV-2302	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2302
COCH-FI-2302	COCH-FY-2302	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de flujo	brazo 2 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	Hz	Pulsos	COCH-FQIC-2301
COCH-PI-2302	COCH-PIT-2302	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de presión	brazo 2 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301
COCH-TI-2302	COCH-TIT-2302	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 2 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301
	COCH-TE-2302	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 2 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	RTD	mV	COCH-TIT-2302
COCH-ZIC-2305	COCH-ZSC-2305	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-HV-2305	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-HV-2305

COCH-ZIO-2303	COCH-ZSO-2303	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2303	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2303
COCH-ZIC-2303	COCH-ZSC-2303	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2303	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2303
COCH-SV-2303	COCH-SV-2303	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura / cierre válvula COCH-XV-2303	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2303
COCH-FI-2303	COCH-FIT-2303	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de flujo	brazo 3 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	Hz	Pulsos	COCH-FQIC-2301
COCH-PI-2303	COCH-PIT-2303	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de presión	brazo 3 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301
COCH-TI-2303	COCH-TIT-2303	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 3 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301
	COCH-TE-2303	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 3 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	RTD	mV	
COCH-ZIO-2304	COCH-ZSO-2304	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2304	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2304
COCH-ZIC-2304	COCH-ZSC-2304	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2304	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2304
COCH-SV-2304	COCH-SV-2304	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura / cierre válvula COCH-XV-2304	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2304
COCH-FI-2304	COCH-FIT-2304	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de flujo	brazo 4 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	Hz	Pulsos	COCH-FQIC-2301
COCH-PI-2304	COCH-PIT-2304	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de presión	brazo 4 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301

COCH-TI-2304	COCH-TIT-2304	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 4 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301
	COCH-TE-2304	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 4 de unidad de medición COCH-UM-201	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	RTD	mV	
COCH-ZIC-2306	COCH-ZSC-2310	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-HV-2310	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-HV-2310
COCH-AI-2301	COCH-AYT-2301	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Analizador	cromatografía de gas	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-2301	S	MB	COCH-FQIC-2301
COCH-AI-2302	COCH-AYT-2302	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Analizador	H2S	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	S	MB	COCH-FQIC-2301
COCH-AI-2303	COCH-AYT-2303	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Analizador	Dew Point	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-2301
COCH-ZIO-2403	COCH-ZSO-2403	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2403	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2403
COCH-ZIC-2403	COCH-ZSC-2403	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2403	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2403
COCH-SV-2403	COCH-SV-2403	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura / cierre válvula COCH-XV-2403	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2403
COCH-ZIO-2401	COCH-ZSO-2401	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2401	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2401
COCH-ZIC-2401	COCH-ZSC-2401	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2401	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2401
COCH-SV-2401	COCH-SV-2401	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura/cierre válvula COCH-XV-2401	0-100	0-100	%	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2401

COCH-ZIO-2402	COCH-ZSO-2402	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-XV-2402	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2402
COCH-ZIC-2402	COCH-ZSC-2402	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-XV-2402	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-XV-2402
COCH-SV-2402	COCH-SV-2402	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura/cierre válvula COCH-XV-2402	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-XV-2402
COCH-PI-2501	COCH-PIT-2501	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de presión	aguas arriba sistema de regulación	0 - 207	0 - 207	BARG	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PIC-5501
COCH-SV-2501	COCH-SV-2501	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura/cierre válvula COCH-ESDV-2501	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DO	24 Vdc	COCH-PIC-5502
COCH-ZIO-2501	COCH-ZSO-2501	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-2501	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2501
COCH-ZIC-2501	COCH-ZSC-2501	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-2501	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2501
COCH-PV-2501	COCH-PV-2501	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Control de presión	brazo 1 sistema de regulación	0 - 100	Set @ 19 BARG	%	COCH-PLC-301	AO	4-20mA	COCH-PIC-5501
COCH-SV-2502	COCH-SV-2502	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Comando	apertura/cierre válvula COCH-ESDV-2502	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DO	24 Vdc	COCH-PIC-5502
COCH-ZIO-2502	COCH-ZSO-2502	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-2502	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2502
COCH-ZIC-2502	COCH-ZSC-2502	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-2502	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-2502
COCH-PV-2502	COCH-PV-2502	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Control de presión	brazo 2 sistema de regulación	0 - 100	Set @ 17,5 BARG	%	COCH-PLC-301	AO	4-20mA	COCH-PIC-5501

COCH-PI-5501	COCH-PIT-5501	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de presión	aguas abajo brazos de regulación	0 - 69	0 - 40	BARG	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PIC-5501
COCH-PI-5502	COCH-PIT-5502	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Indicación de presión	aguas abajo brazos de regulación	0 - 69	0 - 40	BARG	COCH-PLC-302 (ESD)	AI	4-20mA	COCH-PIC-5502
COCH-PV-2503	COCH-PV-2503	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Control de presión	brazo 1 sistema de regulación (bajo flujo)	0 - 100	Set @ 19 BARG	%	COCH-PLC-301	AO	4-20mA	COCH-PIC-5502
COCH-PV-2504	COCH-PV-2504	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	Control de presión	brazo 2 sistema de regulación (bajo flujo)	0 - 100	Set @ 17,5 BARG	%	COCH-PLC-301	AO	4-20mA	COCH-PIC-5501
COCH-PLC-341	COCH-PLC-341	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	PLC	calentador COCH-CL-201	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-341	COM	MB	COCH-CL-201
COCH-PLC-342	COCH-PLC-342	DLY-PL-P-TS-504-CO_CH	PLC	calentador COCH-CL-202	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-342	COM	MB	COCH-CL-202
COCH-SO-501	COHU-SO-501	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Sistema de odorización	Inyección a línea				COCH-FQIC-2301	Hz	Pulsos	COCH-SO-301
COCH-ZIC-5101	COCH-ZSC-5101	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-5101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5101 (ESD)
COCH-ZIO-5101	COCH-ZSO-5101	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-5101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5101 (ESD)
COCH-SV-5101	COCH-SV-5101	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Comando	apertura/cierre válvula COCH-ESDV-5101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-5101
COCH-SV-5103	COCH-SV-5103	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Comando	shut down válvula COCH-ESDV-5101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-5101 (ESD)

COCH-ZIC-5111	COCH-ZSC-5111	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-5101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5101
COCH-ZIO-5111	COCH-ZSO-5111	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-5101	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5101
COCH-PI-5101	COCH-PIT-5101	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de presión	aguas abajo de la válvula COCH-ESDV-5101	0 - 69	0 - 40	BARG	COCH-PLC-302 (ESD)	AI	4-20mA	COCH-ESDV-5101 (ESD)
COCH-PI-5103	COCH-PIT-5103	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de presión	aguas abajo de la válvula COCH-ESDV-5101	0 - 69	0 - 40	BARG	COCH-PLC-302 (ESD)	AI	4-20mA	COCH-ESDV-5101 (ESD)
COCH-TI-5101	COCH-TIT-5101	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de temperatura	salida de gas a sistema de distribución de Chinchá red de acero	-200 - 850	0 - 3,3	°C	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-TI-5101
	COCH-TE-5101	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de temperatura	salida de gas a sistema de distribución de Chinchá red de acero	-200 - 850	N/A	°C	COCH-TIT-5101	RTD	mV	
COCH-ZIC-5102	COCH-ZSC-5102	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-5102	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5102 (ESD)
COCH-ZIO-5102	COCH-ZSO-5102	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-5102	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5102 (ESD)
COCH-SV-5102	COCH-SV-5102	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Comando	apertura/cierre válvula COCH-ESDV-5102	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-5102
COCH-SV-5104	COCH-SV-5104	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Comando	shut down válvula COCH-ESDV-5102	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-302 (ESD)	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-5102 (ESD)
COCH-ZIC-5112	COCH-ZSC-5112	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-5102	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5102

COCH-ZIO-5112	COCH-ZSO-5112	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-5102	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5102
COCH-PI-5102	COCH-PIT-5102	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de presión	salida de gas a sistema de distribución de Chincha red de polietileno	0 - 69	0 - 40	BARG	COCH-PLC-302 (ESD)	AI	4-20mA	COCH-ESDV-5102 (ESD)
COCH-PI-5104	COCH-PIT-5104	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de presión	salida de gas a sistema de distribución de Chincha red de polietileno	0 - 69	0 - 40	BARG	COCH-PLC-302 (ESD)	AI	4-20mA	COCH-ESDV-5102 (ESD)
COCH-PLC-361	COCH-PLC-361	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	PLC	sistema de odorización COCH-SO-501	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-361	S	MB	COCH-SO-501
COCH-XA-5601	COCH-XA-5601	DLY-PL-P-TS-505-CO_CH	Indicación de inyección	sistema de odorización COCH-SO-501	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-361	Hz	Pulsos	COCH-SO-501
COCH-FQIC-5301	COCH-FQIC-5301	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Computador de flujo	unidad de medición COCH-UM-501	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-5301	S	MB	COCH-FQIC-5301
COCH-FI-5301	COCH-FIT-5301	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Indicación de flujo	brazo 1 de unidad de medición COCH-UM-501	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-5301	Hz	Pulsos	COCH-FQIC-5301
COCH-PI-5301	COCH-PIT-5301	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Indicación de presión	brazo 1 de unidad de medición COCH-UM-501	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-5301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-5301
COCH-TI-5301	COCH-TIT-5301	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 1 de unidad de medición COCH-UM-501	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-5301	AI	4-20mA	COCH-FQIC-5301
	COCH-TE-5301	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Indicación de temperatura	brazo 1 de unidad de medición COCH-UM-501	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-FQIC-5301	RTD	mV	COCH-TIT-5301
COCH-PCV-5502	COCH-PCV-5502	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Control de presión	brazo 1 sistema de regulación	0 - 100	Set @ 4,14 BARG	%	COCH-PLC-301	AO	4-20mA	COCH-PCV-5502
COCH-PCV-5504	COCH-PCV-5504	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Control de presión	brazo 2 sistema de regulación	0 - 100	Set @4,48 BARG	%	COCH-PLC-301	AO	4-20mA	COCH-PCV-5504
COCH-PI-5105	COCH-PIT-5105	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Indicación de presión	salida sistema de regulación			BARG	COCH-PLC-301	AI	4-20mA	COCH-PI-5105

COCH-TI-5405	COCH-TIT-5405	DLY-PL-P-TS-506-CO_CH	Indicación de temperatura	salida sistema de regulación (control calentador COCH-CL-501)	-200 - 850	0 - 40	°C	COCH-PLC-345	AI	4-20mA	COCH-TIC-5404
COCH-ZIO-5113	COCH-ZSO-5113		Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-5103	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5103
COCH-ZIC-5113	COCH-ZSC-5113		Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-5103	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5103
COCH-SV-5113	COCH-SV-5113		Comando	apertura / cierre válvula COCH-ESDV-5103	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-301	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-5103
COCH-ZIO-5123	COCH-ZSO-5123		Indicación de válvula abierta	COCH-ESDV-5103	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5103
COCH-ZIC-5123	COCH-ZSC-5123		Indicación de válvula cerrada	COCH-ESDV-5103	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-302 (ESD)	DI	24 Vdc	COCH-ESDV-5103
COCH-SV-5123	COCH-SV-5123		Comando	apertura / cierre válvula COCH-ESDV-5103	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	COCH-PLC-302 (ESD)	DO	24 Vdc	COCH-ESDV-5103
COCH-PAH-5801	COCH-PSH-5801	N/A	alarma de alta presión	generador a gas COCH-GE-301	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-GE-301
COCH-PAL-5801	COCH-PSL-5801	N/A	alarma de baja presión	generador a gas COCH-GE-301	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-GE-301
COCH-EAL-5801	COCH-ESL-5801	N/A	falla de voltaje	generador a gas COCH-GE-301	N/A	N/A	N/A	COCH-PLC-301	DI	24 Vdc	COCH-GE-301

NOTAS:

1. Instrumentos incluidos en el suministro de la unidad paquete. Los rangos de operación y el ajuste de alarmas serán definidos por el proveedor.
2. Las señales que se tomaran por comunicaciones serán como mínimo estado de operación y alarma general.
3. Válvula operada por TGP.

ANEXO 03: Arquitectura de Buses del Centro Operacional Chincha

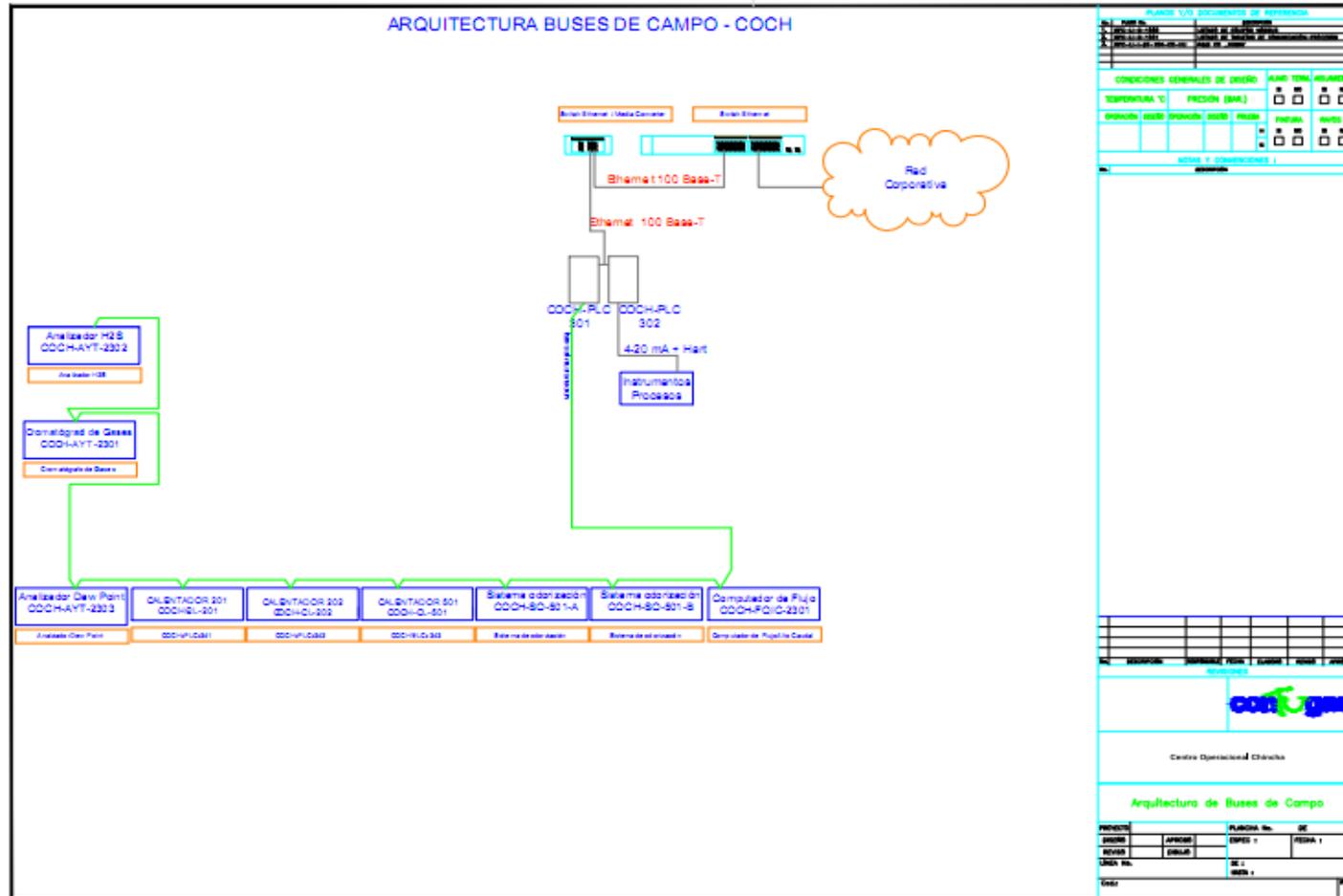


Figura 14 Arquitectura de Buses de Campo COCH.

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE
SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA UN CENTRO OPERACIONAL DE
DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LA REGION ICA**

Trujillo, 07 de Diciembre del 2013

Br. Eric Alberto Castillo Ponce

Tesista

Ing. Filiberto Melchor Azabache Fernández

Asesor

Br. Santiago Arturo Malca Reyes

Tesista