UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



DIMENSIONAMIENTO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UN EQUIPO PARA SEPARACIÓN DE CONDENSADOS DEL GASODUCTO QUE ALIMENTA A LA PLANTA ELÉCTRICA DEL LOTE X DE PETROBRAS

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO MECÁNICO

JORGE LUIS SÁNCHEZ CÁRDENAS PROMOCION 2009 - I

> LIMA-PERÚ 2013

Dedicatoria:

A mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

CONTENIDO

| PRÓLOGO | 1 |
|---|----|
| CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 4 |
| 1.2 OBJETIVOS | 4 |
| 1.2.1 Objetivo | 4 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 1.3 ALCANCE | 5 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN | 6 |
| 1.5 DESCRIPCIÓN | 7 |
| CAPÍTULO 2 DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO | 8 |
| 2.1 DEFINICIONES | 8 |
| 2.2 BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO | 9 |
| 2.2.2 Documentos y normas de referencia | 9 |
| 2.2.3 Condiciones del sitio | 9 |
| 2.2.4 Datos físicos y químicos | 11 |
| 2.3 MEMORIA DE CÁLCULO | 11 |
| | |
| 2.3.1 Premisas de cálculo | 12 |
| 2.3.1 Premisas de cálculo 2.3.2 Procedimiento de cálculo | |
| | 12 |

|) | CAPÍTULO 3 FABRICACIÓN DEL EQUIPO | 34 |
|---|---|----|
| | 3.1 ALCANCES DE FABRICACIÓN | 35 |
| | 3.2 DETALLES DE LOS MATERIALES A USAR | 36 |
| | 3.2.1 Planchas de acero | 36 |
| | 3.2.2 Tuberias | 37 |
| | 3.3.4 Bridas | 39 |
| | 3.3.5 Válvulas | 41 |
| | 3.3.6 Eliminador de niebla | 42 |
| | 3.3 CORTE, PREPARACIÓN Y CONFORMADO | 44 |
| | 3.3.1 Ovalización | 44 |
| | 3.3.2 Cabezales | 45 |
| | 3.3.3 Tolerancia de alineación | 45 |
| | 3.3.4 Aberturas | 46 |
| | 3.4 TRABAJOS DE SOLDADURA | 46 |
| | 3.4.1 Categoría de la junta | 46 |
| | 3.4.2 Tipo de juntas soldadas | 48 |
| | 3.4.3 Tipos de servicios | 49 |
| | 3.4.4 Eficiencia de juntas soldadas | 49 |
| | 3.4.5 Ejecución de las juntas soldadas | 50 |
| | 3.5 PRUEBAS Y ENSAYOS DE INSPECCIÓN | 52 |
| | 3.5.1 Radiografía industrial | 52 |
| | 3.5.2 Prueba hidrostática | 55 |
| | 3.6 PROTECCIÓN SUPERFICIAL | 57 |
| | 3.6.1 Preparación de la superficie | 57 |
| | 3.6.2 Pintado y curado | 58 |
| C | CAPÍTULO 4 MONTAJE DE LAS INSTALACIONES | 61 |
| | A 1 OPPAS CIVILES | 62 |

| 4.1.1 Excavación en tierra a mano para construcción de zanjas y fundaciones | 62 |
|---|----|
| 4.1.2 Base de concreto pobre (solado) | 62 |
| 4.1.3 Concreto f'c = 175 kg/cm ² | 63 |
| 4.1.4 Concreto f'c = 210 kg/cm², para fundaciones. | 63 |
| 4.1.5 Suministro, transporte y preparación de acero corrugado Fy=4200 kg/cm² | 64 |
| 4.2 OBRAS MECÁNICAS | 65 |
| 4.2.1 Soldadura de tuberías de acero | 65 |
| 4.2.2 Manipuleo y montaje de tuberías aéreas de acero | 66 |
| 4.2.3 Instalación de válvulas | 67 |
| 4.2.4 Empalmes al proceso (Tie Ins) | 68 |
| 4.2.5 Pruebas de operación, puesta a punto y cierre del proyecto | 69 |
| 4.3 OBRAS ELÉCTRICAS | 72 |
| 4.3.1 Suministro e instalación de tablero de distribución con transformador | 72 |
| 4.3.2 Puesta a tierra de equipo o estructura | 73 |
| 4.3.3 Construcción de pozos de puesta a tierra | 74 |
| 4.4 OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN | 75 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea | 75 |
| 4.4.2 Montaje, instalación y configuración de tablero de control equipado con | |
| PLC | 76 |
| CAPÍTULO 5 PUESTA EN MARCHA | 79 |
| 5.1 FILOSOFÍA DE OPERACIÓN Y CONTROL | 80 |
| 5.1.1 Scrubber de gas V-130 | 81 |
| 5.2 PRUEBAS DE OPERACIÓN | 82 |
| 5.2.1 Pantalla principal | 82 |
| 5.2.2 Pantalla PID | 84 |
| 5.2.3 Pantalla mantenimiento | 85 |
| 5.2.4 Pantalla alarmas | 86 |
| CAPÍTULO 6 COSTOS | 87 |

| N | MATERIAL DE REFERENCIA | . 96 |
|---|---|------|
| C | CONCLUSIONES | 95 |
| | 6.7 RESUMEN DE COSTOS | 94 |
| | PETROBRAS | 92 |
| | 6.6 COSTOS DE MATERIALES E INSTRUMENTOS SUMINISTRADOS POR | |
| | 6.5 COSTOS DE OBRA DE INSTRUMENTACIÓN | 92 |
| | 6.4 COSTOS DE OBRAS ELÉCTRICAS | 91 |
| | 6.3 COSTOS DE OBRAS MECÁNICAS | 90 |
| | 6.2 COSTOS DE OBRAS CIVILES | 89 |
| | 6.1 COSTOS DE INGENIERÍA | 87 |

CONTENIDO

| PRÓLOGO | 1 |
|---|----|
| CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 4 |
| 1.2 OBJETIVOS | 4 |
| 1.2.1 Objetivo | 4 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 1.3 ALCANCE | 5 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN | 6 |
| 1.5 DESCRIPCIÓN | 7 |
| CAPÍTULO 2 DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO | 8 |
| 2.1 DEFINICIONES | 8 |
| 2.2 BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO | g |
| 2.2.2 Documentos y normas de referencia | g |
| 2.2.3 Condiciones del sitio | g |
| 2.2.4 Datos físicos y químicos | 11 |
| 2.3 MEMORIA DE CÁLCULO | 11 |
| 2.3.1 Premisas de cálculo | 12 |
| 2.3.2 Procedimiento de cálculo | 12 |
| 2.2.3 Cálculo del slug cátcher | 19 |
| 2.4 RESUMEN | 32 |

| CAPÍTULO 3 FABRICACIÓN DEL EQUIPO | 34 |
|---|----|
| 3.1 ALCANCES DE FABRICACIÓN | 35 |
| 3.2 DETALLES DE LOS MATERIALES A USAR | 36 |
| 3.2.1 Planchas de acero | 36 |
| 3.2.2 Tuberías | 37 |
| 3.3.4 Bridas | 39 |
| 3.3.5 Válvulas | 41 |
| 3.3.6 Eliminador de niebla | 42 |
| 3.3 CORTE, PREPARACIÓN Y CONFORMADO | 44 |
| 3.3.1 Ovalización | 44 |
| 3.3.2 Cabezales | 45 |
| 3.3.3 Tolerancia de alineación | 45 |
| 3.3.4 Aberturas | 46 |
| 3.4 TRABAJOS DE SOLDADURA | 46 |
| 3.4.1 Categoría de la junta | 46 |
| 3.4.2 Tipo de juntas soldadas | 48 |
| 3.4.3 Tipos de servicios | 49 |
| 3.4.4 Eficiencia de juntas soldadas | 49 |
| 3.4.5 Ejecución de las juntas soldadas | 50 |
| 3.5 PRUEBAS Y ENSAYOS DE INSPECCIÓN | 52 |
| 3.5.1 Radiografía industrial | 52 |
| 3.5.2 Prueba hidrostática | 55 |
| 3.6 PROTECCIÓN SUPERFICIAL | 57 |
| 3.6.1 Preparación de la superficie | 57 |
| 3.6.2 Pintado y curado | 58 |
| CAPÍTULO 4 MONTAJE DE LAS INSTALACIONES | 61 |
| 4.4.000.40.00/// 50 | 00 |

| 4.1.1 Excavación en tierra a mano para construcción de zanjas y fundaciones | 62 |
|--|---|
| 4.1.2 Base de concreto pobre (solado) | 62 |
| 4.1.3 Concreto f'c = 175 kg/cm ² | 63 |
| 4.1.4 Concreto f'c = 210 kg/cm ² , para fundaciones | 63 |
| 4.1.5 Suministro, transporte y preparación de acero corrugado Fy=4200 kg/cm² | 64 |
| 4.2 OBRAS MECÁNICAS | 65 |
| 4.2.1 Soldadura de tuberías de acero | 65 |
| 4.2.2 Manipuleo y montaje de tuberías aéreas de acero | 66 |
| 4.2.3 Instalación de válvulas | 67 |
| 4.2.4 Empalmes al proceso (Tie Ins) | 68 |
| 4.2.5 Pruebas de operación, puesta a punto y cierre del proyecto | 69 |
| 4.3 OBRAS ELÉCTRICAS | 72 |
| 4.3.1 Suministro e instalación de tablero de distribución con transformador | 72 |
| 4.3.2 Puesta a tierra de equipo o estructura | 73 |
| 4.3.3 Construcción de pozos de puesta a tierra | 74 |
| | |
| 4.4 OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN | |
| 4.4 OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN | 75 |
| | 75 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea | 75 75 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea | 75 75 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea | 75 75 76 79 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea 4.4.2 Montaje, instalación y configuración de tablero de control equipado con PLC CAPÍTULO 5 PUESTA EN MARCHA | 75 76 79 80 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea 4.4.2 Montaje, instalación y configuración de tablero de control equipado con PLC CAPÍTULO 5 PUESTA EN MARCHA | 75 76 79 80 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea 4.4.2 Montaje, instalación y configuración de tablero de control equipado con PLC CAPÍTULO 5 PUESTA EN MARCHA | 75 75 76 79 80 81 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea 4.4.2 Montaje, instalación y configuración de tablero de control equipado con PLC CAPÍTULO 5 PUESTA EN MARCHA | 75 75 76 79 80 81 82 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea | 75 75 76 79 80 81 82 82 |
| 4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea | 75 75 76 79 80 81 82 82 |

| MATERIAL DE REFERENCIA | 96 |
|--|----|
| CONCLUSIONES | 95 |
| 6.7 RESUMEN DE COSTOS | 94 |
| PETROBRAS | 92 |
| 6.6 COSTOS DE MATERIALES E INSTRUMENTOS SUMINISTRADOS PO | R |
| 6.5 COSTOS DE OBRA DE INSTRUMENTACIÓN | 92 |
| 6.4 COSTOS DE OBRAS ELÉCTRICAS | 91 |
| 6.3 COSTOS DE OBRAS MECÁNICAS | 90 |
| 6.2 COSTOS DE OBRAS CIVILES | 89 |
| 6.1 COSTOS DE INGENIERIA | 87 |

LISTA DE TABLAS

| Tabla 2.1. | Relación diámetro vs longitud efectiva para el gas |
|---------------------|---|
| Tabla 2.2. | Relación diámetro vs longitud efectiva para el liquido |
| Tabla 2.3. | Nivel de líquido, volumen y tiempo de residencia en Slug Catcher. |
| Tabla 3.1. | Calculo de NPS y SCH de tuberías |
| Tabla 3.2. | Producto y espesores de pintura |
| Tabla 6 <i>.</i> 1. | Costos de ingeniería |
| Tabla 6.2. | Costos de obras civiles |
| Tabla 6.3. | Costos de obras mecánicas |
| Tabla 6.4. | Costos de obras eléctricas |
| Tabla 6.5. | Costos de obras de instrumentación |
| Tabla 6.6. | Costos de materiales e instrumentos suministrados |
| Tabla 6 7 | Resumen de costos |

LISTA DE CUADROS

| Cuadro 2.1. | Condiciones del sitio |
|-------------|------------------------------------|
| Cuadro 2.2. | Datos físicos y químicos |
| Cuadro 3.1. | Requerimientos químicos ASTM A-516 |
| Cuadro 3.2. | Propiedades mecánicas ASTM A-516 |
| Cuadro 3.3. | Rango Presión – Temperatura |
| Cuadro 3.4. | Tolerancia de desalineación |
| Cuadro 3.5 | Eficiencia de juntas soldadas |

LISTA DE FIGURAS

| Figura 2.1. | Ubicación del equipo |
|--------------|--|
| Figura 2.2. | Disposición del equipo estático |
| Figura 2.3. | Dimensiones de boquillas y ubicación de niveles de operación |
| Figura 3.1. | Válvula de bola |
| Figura 3.2. | Eliminador de niebla |
| Figura 3.3. | Eficiencia de eliminador de niebla |
| Figura 3.4. | Ovalización |
| Figura 3.5. | Cabezal elíptico |
| Figura 3.6. | Categoría de la junta |
| Figura 3.7. | Tipo de juntas soldadas |
| Figura 3.8. | Aplicación típica del método de radiografía |
| Figura 3.9. | Equipo de proyector de radiación |
| Figura 3.10. | Ensayo de prueba hidrostática |
| Figura 3.11. | Valor de presión en prueba hidrostática |
| Figura 3.12. | Proceso de pintado del equipo |
| Figura 4.1. | Excavaciones y fundación para el equipo |
| Figura 4.2. | Soldeo de tuberías de acero |
| Figura 4.3. | Manipuleo y montaje de tuberías aéreas de acero |
| Figura 4.4. | Instalación de válvulas |
| Figura 4.5. | Instalación de tablero de distribución y tablero de control |
| Figura 4.6. | Elementos para la puesta a tierra de equipos |
| Figura 4.7. | Instalación y conexionado de switch de nivel |
| Figura 4.8. | Instalación de válvula de alivio y transmisores de presión |
| Figura 5.1. | Vista general del slug catcher |
| Figura 5.2. | Pantalla del menú principal |
| Figura 5.3. | Pantalla PID |
| Figura 5.4. | Pantalla mantenimiento |
| Figura 6.1. | Distribución de costos |

PLANOS

| Plano 01 | Plano de P&ID – Especialidad procesos |
|----------|---|
| Plano 02 | Plano de implantación – Especialidad civil |
| Plano 03 | Plano de distribución – Especialidad mecánica |
| Plano 04 | Plano de diagrama unifilar – Especialidad eléctrica |
| Plano 05 | Plano de diagrama de lazos – Especialidad instrumentación |

APÉNDICE

| Apéndice 01 | Memoria descriptiva, propuesta de mejora |
|-------------|--|
| | Autor, empresa Skanska |
| Apéndice 02 | Hoja de datos del equipo de separación |
| | Autor, empresa Petrobras |
| Apéndice 03 | Soldadura WPS – PQR |
| | Autor, empresa MyC Pariñas |
| Apéndice 05 | Puesta en marcha slug catcher |
| | Autor, empresa Petrobras |
| Apéndice 06 | Planilla y análisis de precios unitarios |
| | Autor, empresa Petrobras |

PRÓLOGO

Los equipos estáticos de separación bifásica juegan un rol importante en la industria del hidrocarburo, como la separación del gas natural asociado en los pozos de petróleo y separación de los condensados de los pozos gasíferos; protección en las plantas que usan el gas natural seco para la generación de electricidad, haciendo la función de trampa de líquidos evitando su ingreso al sistema.

En el presente informe de suficiencia profesional se aplicó los conocimientos adquiridos en la literatura técnica, la experiencia en el manejo de transporte de gas natural, manejo de plantas de generación eléctrica, para dimensionar, fabricar y montar un equipo estático que permita separar los condensados del gasoducto que alimenta a la planta eléctrica del lote X de Petrobras

El informe de suficiencia profesional, consta de los siguientes capítulos:

Capítulo 1, Introducción, se presenta la situación problemática que enfrenta la planta de generación eléctrica que produce una potencia total de 4,5 MW, se establecen los objetivos de este trabajo, los antecedentes, alcance, la justificación y finalmente el procedimiento de trabajo seguido.

Capítulo 2, Dimensionamiento del equipo, en base criterios de diseño empleados en la industria del hidrocarburo y considerando las condiciones de operaciones en la definición de las dimensiones principales del equipo de separación de condensado.

Capítulo 3, Fabricación del equipo, se explica los detalles mecánicos a tener en cuenta para el corte, preparación y conformado del equipo, así como el proceso de soldadura y ensayos de inspección necesarias.

Capítulo 4, Montaje de las instalaciones, se describe cada una de las actividades en las diferentes especialidades que fueron necesarias para el correcto montaje del equipo estático.

Capítulo 5, Puesta en marcha, explica la filosofía de operación y control del equipo mediante su panel operador que permite visualizar y ejecutar las labores propias del equipo.

Finalmente en el Capítulo 6, Costos, se muestra los costos por cada una de las especialidades y mostrando su participación respecto al total de la inversión. Se muestra la comparación con respecto a la pérdida por no ejecutar el proyecto del separador de condensados.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Petrobras Energía Perú realiza operaciones de explotación de hidrocarburos en el departamento de Piura-provincia de Talara dentro de un área denominada Lote X. De los yacimientos de este lote se está extrayendo crudo y gas natural, para esto hace uso de facilidades de superficie como son: unidades de bombeo, oleoductos, gasoductos, acueductos, tanques de almacenamiento, separadores bifásicos, calentadores y bombas de transferencia.

Entre todas las facilidades que tienen instalado está la planta de generación eléctrica que produce una potencia total de 4,5 MW, esto permite entregar carga para la operación de las unidades de bombeo en los pozos, baterías de recolección de crudo, plantas de inyección de agua salada, estaciones de compresión de gas natural y plantas de tratamiento de crudo.

Esta potencia se obtiene de cinco motores generadores marca Caterpillar y cuatro motores generadores marca Cummins. El combustible se toma del sistema de Gasoducto de venta del Lote X, denominado Gasoducto de Venta a la Red de Tuberías, que recoge todo el gas comprimido por las estaciones de compresión y que lo transporta hasta Petroperú. De esta red de gasoductos se toma una parte para alimentar a la planta eléctrica.

1.1 ANTECEDENTES

En informes emitidos por el área de mantenimiento, se indica que se producen detonaciones en los grupos generadores y una posterior caída de potencia pasado el mediodía. Esta situación se debe a la caída de temperatura en la noche la que genera condensados en el gasoducto que alimenta a la planta. Este condensado, acumulado durante la noche en todo el tramo del gasoducto, se evapora durante las mañanas disminuyendo el número de metano que ocasiona detonaciones y caída de potencia en los grupos generadores.

Dentro del proyecto principal de Petrobras denominado ETANCO, perforación de 560 pozos nuevos, construcción, remodelación y ampliación de todas las facilidades de superficie del Lote X para que puedan soportar la nueva producción de los pozos nuevos, se encuentra la aprobación económica para resolver las detonaciones y la baja de potencia en la planta eléctrica.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo

Separar los condensados del gasoducto que alimenta a la planta eléctrica del Lote-X, mediante un equipo estático de separación bifásica, para que la planta genere la energía eléctrica prevista.

1.2.2 Objetivos Específicos

Dimensionar el equipo separador de condensados.

Ubicar el punto de instalación del equipo separador.

Seleccionar los materiales y accesorios adecuados.

Elaborar la hoja de datos del equipo dimensionado

Supervisar la fabricación del equipo separador de condensados.

- Supervisar el montaje del equipo separador
- Supervisar las obras civil, mecánicas, eléctricas e instrumentación.
- Supervisar la puesta en marcha del equipo.

1.3 ALCANCE

El presente trabajo abarca los siguientes puntos:

Dimensionado del equipo conforme las recomendaciones del estándar API 12J, complementándolo con el método de Ken Arnold y Maurice Stewart. Descrito en su libro "Surface productions operations – Desing of oil handling systems and facilities"

Ubicación del punto de instalación del equipo para que permita captar la mayor cantidad de condensados alojados en el gasoducto de venta del lote y también deberá estar lo más cerca posible a la planta eléctrica lo que permitirá un fácil acceso al operador de la planta para manipular dicho equipo en situaciones de emergencia.

Selección de materiales y refuerzos del equipo haciendo uso del estándar ASME Sección VIII división 1.

Elaboración de la hoja de datos del equipo dimensionado, para encargar a la empresa contratista a realizar la Ingeniería de detalle del equipo y obras necesarias para el montaje y puesta en marcha.

Supervisión a la empresa contratista de realizar los trabajos de fabricación y montaje según las normas pertinentes establecidas, tiempo y presupuesto aceptado. Haciendo cumplir los estándares de calidad, seguridad, responsabilidad social y manejo ambiental.

Puesta en marcha del equipo mediante protocolos de pruebas que tiene como objetivo asegurar la confiabilidad de los instrumentos de monitoreo y control que gobiernan el equipo.

No se incluyen la verificación, ni demostración de las fórmulas que se utilizaran para el dimensionamiento del equipo, se entiende que las recomendaciones de las literaturas utilizadas fueron realizadas por gente con experiencia y respaldo técnico.

Queda fuera del alcance de este trabajo el análisis de desempeño de cada uno de los grupos generadores de la planta eléctrica, se toma como dato de entrada las características mínimas del combustible exigidas por el grupo generador para su buen funcionamiento.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En un estudio realizado por el área de ingeniería de mantenimiento se determinó y analizó distintas restricciones en el sistema de suministro de gas combustible entregado a la planta eléctrica de Petrobras Lote X. Esto se evidencia en el documento "Memoria descriptiva — Propuesta de mejora". Apéndice 01.

Entre los años 2009, 2010 y 2011 la planta sufrió 04 paradas en total, con un aproximado de una parada por año. Al suceder cada parada se pierde la alimentación eléctrica en todo el Lote X, desactivando el funcionamiento de las unidades de bombeo de los 2500 pozos activos, bombas de transferencia de cada una de las baterías de recolección y demás equipos rotativos.

El tiempo promedio en restablecer el fluido eléctrico en el Lote X debido a cada parada de planta es de 2 horas. En el 2011 el costo promedio por barril es de 90 dólares/barril, la producción promedio del Lote X fue de 13 000 barriles/día. Esto da un costo por parada de planta eléctrica de \$ 97 500.00 dólares aproximadamente.

La gerencia pido darle solución a esta situación debido a que las cuatro paradas sucedidas en los años indicados ya generaron un costo de \$ 390 000.00 dólares aproximadamente.

1.5 DESCRIPCIÓN

Se hizo uso de las siguientes etapas:

Ingeniería conceptual, recibir y analizar los datos de la problemática de los condensados en la planta eléctrica para proponer la solución de instalar un equipo de separación en el lugar adecuado (Capítulo 1).

Ingeniería básica, dimensionar el equipo, elaborar la hoja de datos y realizar las especificaciones técnicas para poner a concurso la fabricación, montaje y puesta en marcha del equipo (Capítulo 2).

Ingeniería de detalle, entregar los planos de detalle para la fabricación y montaje del equipo, así como el cronograma de trabajo y el presupuesto del proyecto. Todo esto lo realizará la empresa contratista (Capítulo 3 y 4).

Puesta en marcha, realizar las pruebas para lograr el buen funcionamiento del equipo y recopilar los resultados necesarios para cumplir el objetivo del proyecto (Capítulo 5).

CAPÍTULO 2

DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

2.1 DEFINICIONES

Las siguientes definiciones están basadas en los estándares internacionales

aplicados en la industria del hidrocarburo como son ASME y API, que se usaron en

el presente informe:

Recipiente a presión: Contenedor o equipo estático diseñado para almacenamiento

de gases o líquidos a una presión sustancialmente diferente a la presión

atmosférica.

Separador bifásico: Recipiente usado en el campo para remover el líquido asociado

al gas que se produce en el campo en la producción de hidrocarburos.

Slug cátcher: equipo estático instalado en un sistema de gasoducto para atrapar

líquidos

Slug de líquidos: volumen de líquidos atrapados en un sistema de gasoducto

Eliminador de niebla: dispositivo que permite la remoción de líquidos de los

vapores, también llamados como "demister", "desnebulizador".

MMPCEGD: Millones de pies cúbicos estándar de gas por día

BPD: Barriles por día

2.2 BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO

2.2.2 Documentos y normas de referencia

- Ingeniería Conceptual AA16-00-R-MD-001: Documento realizado por Ingeniería de mantenimiento en donde justifica los problemas que se suscitan en la Planta eléctrica (Apéndice 01).
- API 12J: Especificación para separadores de petróleo y gas
- ASME VIII div 1: Reglas para la construcción de recipientes a presión.

2.2.3 Condiciones del sitio

En la cuadro 2.1 muestra datos de las condiciones ambientales de la Planta Eléctrica y alrededores, en esta zona se ubicara el equipo de separación de condensados

Cuadro 2.1 Condiciones del sitio

| Temperatura máxima | 120° F | |
|------------------------------------|----------------|--|
| Temperatura promedio | 95° F | |
| Temperatura mínima | 60° F | |
| | Sureste | |
| Dirección predominante del viento: | SE 120º - 150º | |
| | S 160° - 200° | |
| Velocidad máxima del viento | 36 km/h | |
| Velocidad de diseño del viento | 100 km/h | |
| Lluvia media anual | 50 mm | |
| Zona Sísmica: | 3 | |
| Altitud | 100 m.s.n.m | |
| Humedad Relativa Mínima/ Máxima | 54/85 | |
| Euchte: Potrobros Loto V | | |

Fuente: Petrobras Lote X

Se observa que existe una variación de 60°F entre el máximo y el mínimo, el cual genera que en la tarde se separe menos condensados que en la mañana ya que una elevada temperatura los condensados se encuentran en estado gaseoso y no habrá líquidos que retener.

En la figura 2.1 se observa la ubicación del equipo respecto al gasoducto de venta y se muestra la cercanía a la planta eléctrica, este espacio perteneció a la plataforma de un pozo que ya dejo de operar hace años, su cercanía a un acceso principal permitirá la llegada del personal de operación y mantenimiento.

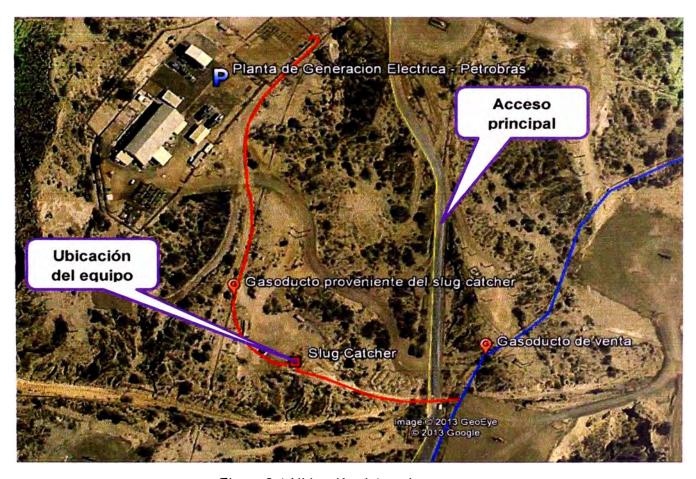


Figura 2.1 Ubicación del equipo

Fuente: Petrobras Lote X

2.2.4 Datos físicos y químicos

El cuadro 2.2 muestra los componentes y fracciones del gas natural, datos necesarios para el cálculo del número de metano y poder realizar las simulaciones previas al estimado de la cantidad de condensados que sería capaz de separar el equipo.

Cuadro 2.2 Datos físicos y químicos

| Componente | Fracción Molar |
|----------------------------|----------------|
| Metano | 88,12 |
| Etano | 4,61 |
| Propano | 2,41 |
| i-Butano (pesado) | 0,89 |
| n-Butano (pesado) | 1,27 |
| i-Pentano (pesado) | 0,61 |
| n-Pentano (pesado) | 0,44 |
| C6 (pesado) | 0,57 |
| Nitrógeno | 0,14 |
| CO2 | 0,55 |
| Agua | 0,39 |
| Peso molecular (lb/lb mol) | 19,44 |

Fuente: Petrobras Lote X

Se observa la presencia de hidrocarburos pesados que son los primeros en condensarse cuando ingresan al equipo de separación.

2.3 MEMORIA DE CÁLCULO

Para el manejo de la producción de petróleo, gas y agua de formación en el Lote X, en el periodo 2011 -2014 Petrobras ha previsto la ampliación de la planta de generación eléctrica dentro de la ejecución del proyecto ETANCO.

Por lo anterior la gerencia aprobó la incorporación de un slug cátcher en la

alimentación de gas proveniente del gasoducto de alta presión, por lo cual se

requiere calcular sus dimensiones básicas y definir su capacidad para manejar el

crecimiento previsto en la planta de generación eléctrica, y así asegurar un sistema

de separación adecuado.

2.3.1 Premisas de cálculo

Para el diseño del slug cátcher, se tomó en cuenta las siguientes premisas:

Máxima capacidad de fluidos a manejar en la Planta de Generación

Eléctrica en el nivel de alta presión, 5,7 MMPCEGD y 40 BPD de líquidos.

El nuevo slug cátcher debe contener al menos el 50% del volumen del slug

de líquidos, estimado para el gasoducto de alta presión entre la estación

EPN-27 y la planta de generación eléctrica, siendo el volumen calculado de

acuerdo con las ecuaciones de Scott, Soham & Brill (Prediction of Slug

Length in Horizontal Large Diameter Pipes) de 22,19 barriles.

Condiciones de operación del slug cátcher consideradas para el diseño:

Temperatura: 85 °F.

o Presión: 415 psig

2.3.2 Procedimiento de cálculo

Como criterios para el cálculo de las dimensiones básicas y niveles de operación

del nuevo slug cátcher se asumen las recomendaciones de las siguientes

bibliografías:

API specification 12J "Specification for Oil and Gas Separators", para

realizar los cálculos de velocidades y tiempos de permanencia

12

Ken Arnold y Maurice Stewart en "Surface Productions Operations – Desing of Oil Handling Systems and Facilities, Volume 1- Chapter 4. Two - Phase Oil and Gas Separation". , para considerar los niveles de operación y obtener el dimensionamiento del equipo.

Para dimensionar el separador bifásico fue necesario especificar el diámetro y la longitud entre costuras del recipiente. Igualmente se estableció un diámetro de partícula de 100 micrones para la gota de líquido que se separa del gas como fase continua.

Para el recipiente 50% lleno de líquido y un diámetro de partícula de 100 micrones para la gota de líquido que se separa del gas como fase continua, se tiene que la capacidad de manejo de gas del equipo viene dada por:

d L_{eff} = 420 [
$$TZQ_a/P$$
][($\rho_a / \rho_o - \rho_a$) C_D/d_m] ½[2.1]

Dónde:

d: Diámetro interno del recipiente, en pulgadas.

L_{eff}: Longitud efectiva del recipiente, en pies.

T: Temperatura de operación, en °R.

Q_a: Flujo volumétrico de gas en MMPCEGD

P: Presión de operación, psia.

ρ_g: Densidad del gas, en Lb/pie³.

ρ_o: Densidad del líquido, en Lb/pie³.

C_D: Coeficiente de fricción de la partícula.

d_m: Diámetro de la partícula de líquido, en micrones

Como tiempo de retención (t_r)_O, para que la fase liquida y la gaseosa alcance el equilibrio a la presión de separador se recomiendo usar entre 30 segundos a 3 minutos.

Las dimensiones del recipiente pudo haber estado condicionado al manejo de la cantidad líquidos, por lo cual se debió verificar que:

$$d^2 L_{eff} = t_c Q_1 / 0.7$$
 [2.2]

La longitud horizontal entre cabezales puede fue calculada de acuerdo a la naturaleza del fluido que gobierna el diseño del equipo.

Si la fracción de gas define el diámetro del equipo se tiene:

$$L_{ss} = L_{eff} + d/12$$
 [2.3]

Con una relación de esbeltez

$$12L_{ss}/d < 4$$
 [2.4]

Si la fracción de líquidos define el diámetro del equipo se tiene:

$$L_{ss} = 4/3 L_{eff}$$

$$12L_{ss} /d > 4$$

Es recomendable mantener un valor de 12L _{ss} /d, que se ubique entre 3< 12L _{ss} /d <4, si la fracción de gas define el diámetro del equipo, sin embargo por razones de economía de diseño es aceptable mantener 12L _{ss} /d <5 para evitar la posibilidad de arrastre de líquidos.

Una vez definida la fase predominante se realiza el cálculo de capacidad el recipiente de acuerdo al método descrito en la API 12J.

Se determina la velocidad terminal o velocidad de asentamiento libre dentro del separador, donde fuerza de gravedad ejercida sobre la partícula de líquido es mayor que el arrastre que ejerce el gas al fluir alrededor de la partícula, se utiliza la ecuación recomendada por API 12J. Apéndice C, pag C-10.

$$Vt = K \sqrt{(\rho_l - \rho_o / \rho_o)}$$
 [2.5]

Dónde:

V₁: Velocidad crítica o terminal del gas (pies/s)

ρ_I: Densidad del líquido (Lb/pie³)

ρ_g: Densidad del gas (Lb/pie³)

K: Constante para dimensionamiento de separadores.

Para el cálculo del caudal de gas a ser manejar por el recipiente, se emplea la ecuación:

[2.6]

$$Q_g = A \times V_t$$

Dónde:

Q_q: flujo de gas (pie³/s)

V_t: velocidad crítica o terminal del gas (pie/s)

El flujo de gas (Qg) a las condiciones del proceso se determina por:

$$Q_{g} = M_{G} / \rho_{g}$$
 [2.7]

Dónde:

 M_G : Flujo másico de gas, T y P @ condiciones de operación (Lb/s) ρ_g : Densidad del gas, T y P @ condiciones de operación (Lb/pie³)

Para el cálculo del área disponible en el recipiente se emplea la ecuación:

$$A = A_T - A_S$$
 [2.8]

Dónde:

A_T: Área total del recipiente (pie²).

A_s: Área ocupada por el líquido (área del segmento, pie²).

El área total del recipiente se (A_T) se determina por:

$$A_T = \pi D^2 / 4$$

El área ocupada por el líquido (A_S) se determina por:

$$A_{S} = (D/2)^{2} \times \cos^{-1} ((D/2) - h) / (D/2)) - ((D/2) - h) \times \sqrt{(2 \times (D/2) \times h - h^{2})}$$
[2.9]

Dónde:

D: Diámetro del Recipiente (pulg)

H: Altura de líquido (pulg).

La función de arco coseno: Radianes.

Conocida la altura del líquido se determina el tiempo de residencia del líquido y se verifica que cumple con lo recomendado en la API 12J.

La determinación del tiempo de residencia del líquido se calcula mediante:

$$t = (V_L / q_L) \times 1440$$
 [2.10]

Dónde:

V_L: Sección de líquido disponible en el separador (bbl)

t : Tiempo de residencia en minutos (min.)

q_T: Líquido circulante (bbl/d)

La sección de líquido disponible en el separador se calcula con:

$$V_I = V_R$$

Dónde:

V_L: Volumen total ocupado por los líquidos en el Separador (pie³).

V_R: Volumen ocupado por los líquidos en el Recipiente Horizontal (pie³).

El volumen ocupado por los líquidos en el recipiente horizontal se calcula mediante:

$$V_R = 1/6 \times \pi \times K_1 \times D^3 \times f(Ze) + \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times L \times f(Zc)$$
 [2.11]

Dónde:

D: Diámetro del recipiente horizontal (pie).

L: Longitud del recipiente horizontal (pie).

K₁: Coeficiente del cabezal elipsoidal.

f(Ze): Coeficiente volumen parcial cilindro horizontal.

f(Zc): Coeficiente volumen parcial del cabezal Elipsoidal.

Los Coeficientes f(Ze) y f(Zc) se calculan:

$$f(Ze) = - (H/D)^2 x (-3 + (2H/D))$$

$$f(Zc) = (\alpha - sen \alpha \times cos \alpha) / \pi$$
 [2.12]

Dónde:

H: Altura de líquido recipiente horizontal (pie).

D: Diámetro del recipiente horizontal (pie).

a: Radianes.

$$\alpha = 2 \times Atan (H / \sqrt{((2 \times h \times (D/2)) - H^2)})$$
 [2.13]

Para verificar que los diámetros de las boquillas de alimentación y de salida de los fluidos sea la adecuada se realizan los cálculos de los diámetros requeridos para el flujo a manejar por el recipiente y se comparan con los existentes.

El flujo másico de gas M_G, (Lb/s) a condiciones de presión y Temperatura de operación se calcula con:

$$M_G = Q \times 10^6 \times PM / (379 \times 24 \times 3600)$$
 [2.14]

Dónde:

Q: Flujo promedio de gas, MMPCED

PM: Peso Molecular del gas

El flujo másico de líquidos M_L (Lbs/d) a condiciones de presión y temperatura de operación se calcula con:

$$M_L = q_L \times \rho I \qquad [2.15]$$

Dónde:

qL: Flujo promedio de líquido (bbl/d)

pl: Densidad del líquido (Lb/pie³)

Para el cálculo de las boquillas de alimentación, salida de gas y salida de líquido se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$D_{NX} = \sqrt{4} Q_T / (\pi V_{NF})$$
 [2.16]

Dónde:

Q_T: caudal total de la corriente (pies³/s)

V_{NX}: Velocidad de la corriente de fluido (pies/s)

El caudal se calcula a partir del flujo másico de cada una de las fases presentes en la corriente.

$$Q_T = (M_G + M_L) / \rho_m$$
 [2.17]

Dónde:

M_G: Flujo másico de Gas (lbs/d)
M_L: Flujo másico de Líquido (lbs/d)

ρ_m: Densidad de la mezcla (Lb/pie³)

Con la finalidad de tener un régimen de flujo adecuado a la entrada de un recipiente, para el cálculo de la velocidad de alimentación se utiliza la relación:

$$V_F = 50/\sqrt{(\rho_m)}$$

Con la finalidad de tener un régimen de flujo adecuado a la salida de gas de un recipiente, para el cálculo de la velocidad se utiliza la relación:

$$V_G = 60/\sqrt{(\rho_g)}$$

Con la finalidad de tener un régimen de flujo adecuado a la salida de líquidos de un recipiente, la velocidad máxima se fija en 3.3 pie/s.

Se considera como material para la fabricación del cuerpo y cabezal de los recipientes, el Acero al Carbono SA- 516 Gr 70 con un valor de Esfuerzo Máximo

Permisible (S) de 17.500 psi, con todas las juntas de soldadura 100% inspeccionadas (E=1). Se incluye un sobre espesor por corrosión de 1/8 de pulgada.

Como presión de diseño el ASME Code for Pressure Vessels recomienda 30 psig o el 10% (la que sea mayor) por encima de la presión de operación de los equipos.

th _{cab} = P D
$$I(2 S E - 0.2 P) + C$$
 [2.18]

$$ts_{casco} = PR/(SE-0.6P) + C$$
 [2.19]

$$P_{corr} = 2 S E t_{corr} / (D + 0.2 t_{corr})$$

$$P_{max} = 2 S E t_{comercial} / (D + 0.2 t_{comercial})$$

Dónde:

th cab: Espesor del cabezal, en pulgadas

P: Presión de Operación en el recipiente, psia

D: Diámetro interior del recipiente, pie

S: Esfuerzo Máximo Permisible, en psi

E: Factor de inspección de juntas soldadas

C: Sobre espesor por corrosión, en pulgadas

ts casco: Espesor del casco cilíndrico, en pulgadas

R: Radio interior del separador, pie

P_{corr}: Máxima presión corroída, en pulgadas

P_{max}: Máxima presión de diseño, en pulgadas

t_{comercial}: Espesor comercial seleccionado para cabezal + casco, en pulgadas (Eugene Megyesy. "Manual de Recipientes a Presión" páginas de la 360 a la 375).

2.2.3 Cálculo del slug cátcher

Para el cálculo del separador de bifásico requerido se tiene:

La capacidad de manejo de gas del equipo viene dada por:

d L_{eff} = 420 [
$$TZQ_q/P$$
][($\rho_{g/} \rho_o - \rho_g$) C_D/d_m] ^{1/2}

d: Diámetro interno del recipiente, en pulgadas.

Leff: Longitud efectiva del recipiente, en pies.

 $T = 85 \, ^{\circ}F \, (545 \, ^{\circ}R)$

 $Q_g = 5.70 \text{ MMPCED}$

P = 429.70 psia

ρ_{g:} Densidad del gas, en Lb/pie³.

 $\rho_g = P \times PM / (RTZ)$

PM = 149.44 Lb/Lb-mol

 $R = 10.73 \text{ pie}^3 \text{ psia /(}^{\circ}R \text{ Lb mol)}$

Z = 0.92767

 ρ_g = 429.70 psia x 19.44 Lb/Lb-mol / (10.73 pie³ psia /(°R Lb mol)) 545 °R x 0.92767)

 $\rho_{g} = 1.5398 \text{ Lb/pie}^{3}$

 $\rho_0 = 38.19 \text{ Lb/pie}^3$

 $d_m = 100$, en micrones

Con un valor inicial de C_D = 1.000 (C_D asumido) se calculó $\ V_t$, Re y un nuevo valor de C_D con la ecuación:

 $C_D = 24/Re + 3/ Re^{\frac{1}{2}} + 0.34$

Se calculó velocidad Terminal del gas

 $V_t = 0.0119[((\rho_0 - \rho_0)/\rho_0)d_m/C_D]^{1/2}$

 $V_t = 0.0119 [((38.19 \text{ Lb/pie}^3 - 1,5398 \text{ Lb/pie}^3)/1,5398 \text{ Lb/pie}^3)100 \text{ micrón }/1,000]^{1/2}$

 $V_t = 0.581 \text{ pie/s}$

Como numero de Reynolds se tiene.

Re = 0.0049
$$\rho_g d_m V_t / \mu_g$$

 μ_g : Viscosidad del gas, en centipoise cp.

$$\mu_g = 0.0127 \text{ cp}$$

Re = $0.0049 \times (1.5398 \text{ Lb/pie}^3) \times (100 \text{ microns}) \times (0.581 \text{ pie/s}) / 0.0127 \text{ cp}$

Re = 34.49

Se calculó nuevamente el valor de C_D.

$$C_D = 24/(34.49) + 3/(34.49)^{\frac{1}{2}} + 0.34 = 1.547$$

C_D asumido ≠ C_D calculado

Como C_D asumido es diferente al C_D calculado, se reinicia el cálculo de C_D , esta vez se tomó como C_D asumido al último C_D calculado. La iteración termina cuando C_D asumido es igual al C_D calculado, esto es C_D igual a 1.898.

Capacidad de manejo de gas del equipo.

d L_{eff} = 420 [
$$TZQ_g/P$$
][($\rho_g / \rho_o - \rho_g$) C_D/d_m] ^{1/2}

 $Q_g = 5.70 \text{ MMPCED}$

d L_{eff} = 420 [545 x 0.92767 x 5.70 /(429.70)][((1.5398)/(38.19 - 1.5398))
$$(1.898)/(100)$$
] ^{1/2}

$$d L_{eff} = 79.55 pulg^2 x pie$$

A diferentes valores de "d" comerciales o disponibles para la fabricación de recipientes se verifico según tabla 2.1.

Tabla 2.1 Relación diámetro vs longitud efectiva para el gas

| d (pulg) | L _{eff} (pie) | Capacidad de Gas L _{ss} = L _{eff} +d/12 | 12 L _{ss /} d |
|----------|------------------------|--|------------------------|
| 12 | 6.63 | 7.63 | 7.63 |
| 14 | 5.68 | 6.85 | 5.87 |
| 16 | 4.97 | 6.31 | 4.73 |
| 18 | 4.42 | 5.92 | 3.95 |
| 20 | 3.98 | 5.64 | 3.39 |
| 22 | 3.62 | 5.45 | 2.97 |
| 24 | 3.31 | 5.31 | 2.66 |
| 26 | 3.06 | 5.23 | 2.41 |
| 28 | 2.84 | 5.17 | 2.22 |
| 30 | 2.65 | 5.15 | 2.06 |
| 32 | 2.49 | 5.15 | 1.93 |
| 36 | 2.21 | 5.21 | 1.74 |
| 38 | 2.09 | 5.26 | 1.66 |
| 40 | 1.99 | 5.32 | 1.60 |
| 42 | 1.89 | 5.39 | 1.54 |
| 48 | 1.66 | 5.66 | 1.41 |
| 54 | 1.47 | 5.97 | 1.33 |
| 60 | 1.33 | 6.33 | 1.27 |
| 72 | 1.10 | 7.10 | 1.18 |
| 84 | 0.95 | 7.95 | 1.14 |
| 96 | 0.83 | 8.83 | 1.10 |
| 102 | 0.78 | 9.28 | 1.09 |
| 108 | 0.74 | 9.74 | 1.08 |
| 114 | 0.70 | 10.20 | 1.07 |
| 120 | 0.66 | 10.66 | 1.07 |
| 126 | 0.63 | 11.13 | 1.06 |
| 132 | 0.60 | 11.60 | 1.05 |
| 138 | 0.58 | 12.08 | 1.05 |
| 144 | 0.55 | 12.55 | 1.05 |

Fuente: Iteración usando la ecuación [2.3]

Se tiene que el diámetro del slug cátcher depende del flujo volumétrico de gas.

Sin embargo para valores de 12L _{ss} /d, entre 2< 12L _{ss} /d <5, los diámetros internos recomendados van 16 a 30 pulgadas, con longitudes efectivas (L_{eff}) de 4.97 pie a 2.65 pie. Este resultado indica que para manejar 5.70 MMPCED de gas con un diámetro de partícula mayor a 100 micrones para la gota de líquido que se separa

del gas como fase continua se debe disponer de un recipiente con un diámetro interno mínimo de 16 pulgadas y una longitud entre tangentes de 6´-4"

Para el manejo de la cantidad de líquidos las dimensiones calculadas del recipiente son:

Como tiempo de retención para la fase continua de líquidos se toman 3 minutos.

$$d^2 L_{eff} = t_r Q_1 / 0.7$$

$$d^2 L_{eff} = 3 (40 BFPD) / 0.7$$

$$d^2 L_{eff} = 171.43 \text{ pulg}^2 \text{ x pie}$$

A diferentes valores de "d" se verifica en la tabla 2.2 que el diámetro del separador no depende del flujo volumétrico de líquidos.

Tabla 2.2 Relación diámetro vs longitud efectiva para el liquido

| d (pulg) | L _{eff} (pie) | Capacidad de líquidos L _{ss} = 4/3 L _{eff} | 12 L ss /d |
|----------|------------------------|--|------------|
| 14 | 0.87 | 1.17 | 1.00 |
| 16 | 0.67 | 0.89 | 0.67 |
| 18 | 0.53 | 0.71 | 0.47 |
| 20 | 0.43 | 0.57 | 0.34 |
| 22 | 0.35 | 0.47 | 0.26 |
| 24 | 0.30 | 0.40 | 0.20 |
| 26 | 0.25 | 0.34 | 0.16 |
| 28 | 0.22 | 0.29 | 0.12 |
| 30 | 0.19 | 0.25 | 0.10 |
| 32 | 0.17 | 0.22 | 0.08 |
| 36 | 0.13 | 0.18 | 0.06 |
| 38 | 0.12 | 0.16 | 0.05 |
| 40 | 0.11 | 0.14 | 0.04 |
| 42 | 0.10 | 0.13 | 0.04 |
| 48 | 0.07 | 0.10 | 0.02 |
| 54 | 0.06 | 0.08 | 0.02 |
| 60 | 0.05 | 0.06 | 0.01 |
| 72 | 0.03 | 0.04 | 0.01 |
| 84 | 0.02 | 0.03 | 0.00 |
| 96 | 0.02 | 0.02 | 0.00 |
| 102 | 0.02 | 0.02 | 0.00 |
| 108 | 0.01 | 0.02 | 0.00 |
| 114 | 0.01 | 0.02 | 0.00 |

Fuente: Iteración usando la ecuación [2.4]

Cálculos de capacidad:

Data de entrada:

P: Presión de operación en el recipiente (psia) = 415 psig = 429.70 psia

T: Temperatura de operación del recipiente (°R) = 85 °F = 545 °R

PM: Peso molecular del gas = 14.44

Flujo de gas = 5.70 MMPCEGD

Flujo de condensados = 40 BPD

Z: Factor de compresibilidad = 0.92767

ρg: Densidad del gas = 1.5398 lb/pies³

pl: Densidad del líquido = 38.19 lb/pies³

D: Diámetro del recipiente = 36" I. D

L/D: Relación longitud – diámetro del recipiente igual a 3 ≤ L/D ≤ 5

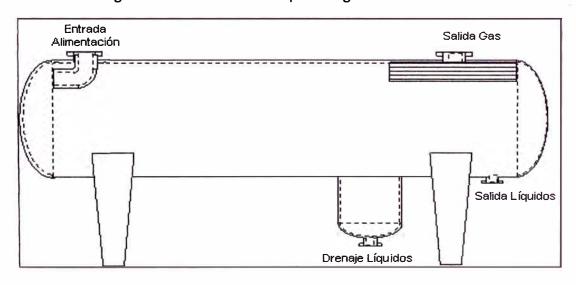


Figura 2.2 Disposición del equipo estático

Fuente: Petrobras Lote X

Como capacidad de manejo de gas se tiene:

Velocidad terminal y el área de flujo:

$$V_t = K \sqrt{(\rho_l - \rho_g / \rho_g)}$$

El slug cátcher tiene instalados eliminadores de neblina del tipo Double Vee Bank Vane, por lo cual el valor de K puede ser aproximadamente igual a 0.65 (de acuerdo a The Engineered Mist Eliminator de la ACS Separations & Mass-Transfer Products)

$$V_t = 0.65 \sqrt{((38.19 \text{ Lb/pie}^3) - (1.5398 \text{ Lb/pie}^3)/(1.5398 \text{ Lb/pie}^3))} = 3.171 \text{ pie/s}$$

$$V_t = 3.171 \text{ pie/s}$$

Para el cálculo del Área Transversal disponible en el recipiente para el manejo del gas se emplea la ecuación:

$$A = A_T - A_S$$

Se considera que el nivel de líquido en el recipiente corresponde al 50% del diámetro interno del separador (18 pulgadas).

Para el cálculo del Área Transversal disponible en el recipiente para el manejo del gas se emplea la ecuación:

A=
$$\Pi/4$$
 (D)² - [(D/2)² x cos⁻¹ (((D/2) - h) / (D/2)) - ((D/2) - h) x $\sqrt{2}$ x (D/2) x h - h²)]

El diámetro interno seleccionado es 36 pulg):

A=
$$\Pi/4 (36/12)^2 - [(36/24)^2 \times \cos^{-1}(((36/24) - (18/12)) / (36/24)) - (((36/24) - (36/12)) \times \sqrt{(2 \times (36/24) \times (36/12) - (36/12)^2)}]$$

 $A = 3.534 \text{ pies}^2$

El caudal máximo que debe manejar el separador es:

 $Qg = A \times V_t$

 $Qg = 3.534 \text{ pies}^2 \times 3.171 \text{ pie/s}$

 $Qg = 11.206 \text{ pies}^3/\text{s}$

 $Qg_{CN} = Qg \times pg \times 32.7456 / PM$

 $Qg_{CN} = 11.206 \times 1.5398 \times 32.7456 / 19.44$

 $Qg_{CN} = 29.07 MMPCEGD$

Como capacidad de manejo de líquidos se tiene:

Con la altura del líquido en el recipiente (HLL= 18") y longitud entre tangentes de 11 pie, se calcula la capacidad del líquido en el recipiente

$$V_L = V_R$$

L = 11 pie

$$V_R = 1/6 \times \Pi \times \frac{1}{2} \times (36/12)^3 \times f(Ze) + \frac{1}{4} \times \Pi \times (36/12)^2 \times 11 \times f(Zc)$$

$$f(Ze) = -(18/36)^2 \times (-3 + (2 \times 18/36))$$

$$f(Ze) = 0.50$$

$$\alpha = 2 \times \tan^{-1} ((18/12) / \sqrt{((2 \times (18/12) \times (36/24)) - (18/12)^2})$$

 α = 90 grados

$$\alpha = 90 \text{ x } \pi/180 = 1.5707 \text{ s}$$

$$f(Zc) = (1.5707 - sen 1.5707 \times cos 1.5707) / \Pi$$

$$f(Zc) = 0.50$$

$$V_R = 1/6 \times \Pi \times \frac{1}{2} \times (36/12)^3 \times 0,50 + \frac{1}{4} \times \Pi \times (36/12)^2 \times 11 \times 0.50$$

$$V_R = 42.41 \text{ pie}^3$$

$$V_L = 42.41 \text{ pie}^3 = 7.96 \text{ Bls}$$

Se verifica que para las dimensiones del recipiente (I. D.: 36" x L s/s: 11´-10") se tiene capacidad para retener el 19.90% del flujo volumétrico de líquidos movilizado a través del recipiente. Al incrementar el nivel de líquidos en el recipiente, preservando el área requerida para el manejo de 5.70 MMPCED de gas, se tiene que el volumen máximo contenido que se alcanza es de 11.55 barriles (27,85% del flujo volumétrico de líquidos movilizado a través del recipiente). En ambos casos se considera al recipiente provisto de una bota de 18" O. D. X 15 "de longitud entre costuras.

En la tabla 2.3, se muestran los diferentes niveles de líquidos: muy bajo (LLLL), bajo (LLL), normal (NLL), alto (HLL) y muy alto (HHLL) de líquidos, el volumen contenido y el tiempo de residencia entre los niveles, al considerar la Norma Shell DEP31.22.05.11 Gas/ Liquid Separators-Type Selection and Desing Rules.

Tabla 2.3 Nivel de líquido, volumen y tiempo de residencia en Slug Cátcher.

| Nivel Altura Volumer | | Volumen | 4 /min | Volumen contenido (barriles) | | | | Tiempo de residencia (min) | | | | | |
|----------------------|--------|------------|--------|------------------------------|------|------|-------|----------------------------|------|-------|--------|--------|--------|
| Nivei | (pulg) | (Barriles) | t (min | LLLL | LLL | NLL | HLL | HHLL | LLLL | LLL | NLL | HLL | HHLL |
| LLLL | 9 | 0.27 | 9.64 | 0.00 | 1.75 | 4.50 | 10.88 | 13.63 | 0.00 | 62.88 | 162.12 | 391.53 | 490.77 |
| LLL | 21 | 2.01 | 72.52 | - | 0.00 | 2.76 | 9.13 | 11.89 | - | 0.00 | 99.24 | 328.65 | 427.89 |
| NLL | 27 | 4.77 | 171.76 | - | - | 0.00 | 6.37 | 9.13 | - | - | 0,00 | 229.41 | 328.65 |
| HLL | 39 | 11.14 | 401.17 | - | ~ | - | 0.00 | 2.76 | - | - | - | 0.00 | 99.24 |
| HHLL | 45 | 13.90 | 500.41 | - | - | - | - | 0.00 | - | - | - | - | 0.00 |

Fuente: Iteración usando la ecuación [2.18]

Como dimensiones requeridas para las boquillas se tiene:

Para condiciones de operación donde se mantenga un alto nivel de líquidos en el separador es recomendable distribuir de manera uniforme la alimentación al recipiente al colocar dos boquillas equidistantes de la salida de gas del recipiente.

$$\rho m = (\rho g \times M_G + \rho I \times M_L + \rho a \times M_A) / M_T$$

 $M_G = (5.70 \text{ MMPCEG/dia x } 19.44 \text{ lb/lb-mol}) / (379 \text{ pie}^3/\text{lb-mol})$

MG = 292, 369.39 lb/d

 $M_L = 40 \text{ bpd x } 38.19 \text{ lb/pie}^3 \text{ x } 0.15899 \text{ x } 35.3147$

 $M_L = 8,576.99 \text{ lb/d}$

 $M_T = 292, 369.39 \text{ lb/d} + 8, 576.99 \text{ lb/d}$

 $M_T = 300, 946.38 \text{ lb/d}$

 $\rho m = (1.5398 \text{ lb/pie}^3 \times 292, 369.39 \text{ lb/d} + 38.19 \text{ lb/pie}^3 \times 8, 576.99 \text{ lb/d}) / (300, 946.38 \text{ lb/d})$

 $\rho m = 2.58 \text{ lb/pie}^3$

Velocidad del fluido a la entrada, V_F :

 $V_F = 50/ \sqrt{(2.58 \text{ Lb/pie}^3)}$

 $V_F = 31.10 \text{ pies/s}$

Área de la boquilla de entrada, Aalim

 $A_{alim} = \pi/4 (D_F)^2$

El diámetro requerido:

$$D_F = \sqrt{4 \times Q_M / \pi \times V_F}$$

$$D_F = \sqrt{4 \times (M_T / \rho m)} / \Pi \times V_F$$

$$D_F = (\sqrt{4} \times (300, 946.38 \text{ lb/d} / (2.58 \text{ lb/pie}^3 \times 2 \times 24 \times 3600)) / \pi \times 31.10 \text{ pie/s}) \times 12$$

$$D = 2.819 \text{ pulg}$$

La boquilla o boquillas de alimentación del separador serán cada una de 4 pulg. N. D., catalogo 40 (I. D = 4.026 pulg). De acuerdo al diámetro del gasoducto al cual se conecta.

Capacidad boquilla de salida del gas

Velocidad del gas a la salida, V_G:

$$V_G = 60/\sqrt{(1.5398)} = 48.35 \text{ pie/s}$$

Área de la boquilla de salida gas, A_G

$$A_G = \pi / 4 (D_G)^2$$

El diámetro requerido:

$$D_G = \sqrt{4} \times Q_G / \pi \times V_G$$

$$D_G = \sqrt{4 \times (M_G/\rho g)} / \pi \times V_G$$

 $M_G = 292, 369.39 \text{ lb/d}$

$$D_G = (\sqrt{4} \times (292, 369.39 \text{ lb/d} / (1.5398 \text{ lb/pie}^3 \times 24 \times 3600)) / \pi \times 48.35 \text{ pie/s}) \times 12$$

$$D = 2.887 \text{ pulg}$$

La boquilla de salida de gas del separador será de 4 pulg. N. D, catalogo 40 (I.D = 4.026 pulg). De acuerdo al diámetro del gasoducto al cual se conecta.

Diámetro boquilla de salida de líquido del recipiente.

Como velocidad en la boquilla de salida del líquido se mantiene un valor de 3.3 pies/s.

Área de la boquilla de salida líquido, AL

$$A_L = \pi/4 (D_L)^2$$

 $\rho_{ML} = 38.19 \text{ lb/pie}^3$

 $M_L = 8,576.99 \text{ lb/d}$

El diámetro requerido:

$$D_L = \sqrt{4 \times Q_{ML} / \pi \times V_L}$$

$$D_L = \sqrt{4 \times (M_{ML}/\rho_{ML})/\pi \times V_L}$$

 $D_L = (\sqrt{4} \times (8, 576.99 \text{ lb/d lb/d } / (38.19 \text{ lb/pie}^3 \times 24 \times 2 \times 3600)) / \pi \times 3.3 \text{ pie/s}) \times 12$

 $D_{L} = 0.380 \text{ pulg}$

Se dispone que el nuevo slug cátcher cuente con dos boquillas de salida de líquido de 2 pulg. O.D, catalogo 40 (I.D = 2.067 pulgadas).

Para el cálculo del espesor de espesor de pared y cabezales de los recipientes se aplican los procedimientos, ecuaciones y parámetros indicados en el ASME Code for Pressure Vessels, sección VIII, división 1.

Se utilizó como material para la fabricación del cuerpo y cabezal de los recipientes el Acero al Carbono SA- 516 Gr 70 con un valor de esfuerzo máximo permisible (S) de 17,500 psi, con todas las juntas de soldadura 100% inspeccionadas (E=1). Se incluye un sobre espesor por corrosión de 1/8 de pulgada.

Como presión de diseño el ASME Code for Pressure Vessels recomienda 50 psig por encima de la presión de operación para los equipos que operen a muy baja presión. Se toma como presión de diseño 100 psig.

th
$$_{cab}$$
 = P D /(2 S E - 0,2 P) + C

Presión de Diseño P =457 psig

th _{cab} = $(457 \text{ psig}) (36 \text{ pulg}) / (2 \times 17500 \text{ Psi} \times 1 - 0.2 \times 457 \text{ psig}) + 0.125 \text{ pulg}$.

th $_{cab} = 0.5958 \text{ pulg.}$

 $ts_{casco} = P R / (S E - 0.6 P) + C$

ts $_{casco}$ = 457 psig x 18 pulg /(17500 psi x 1- 0.6 x 457 psig) + 0.125 pulg = 0.6020 pulg.

Como espesor comercial se dispone lamina de 0.6250 pulg.

$$P_{corr} = 2 S E t_{corr} / (D + 0.2 t_{corr})$$

 t_{corr} = ts c_{asco} - C = 0.6020 pulg.- 0.125 = 0.4770 pulg.

 $P_{corr} = 2 \times 17500 \text{ psig } \times 1 \times 0.4770 \text{ pulg.} / (36 \text{ pulg.} + 0.2 \times 0.4770 \text{ pulg.}) = 460.94$ psig

 $P_{\text{max}} = 2 \text{ S E } t_{\text{comercial}} / (D + 0.2 t_{\text{comercial}})$

 $P_{\text{max}} = 2 \times 17500 \text{ psi } \times 1 \times 0.6250 \text{ pulg.} / (36 \text{ pulg.} + 0.2 \times 0.6250 \text{ pulg.}) = 605.54 \text{ psig.}$

Como espesor de pared mínima del recipiente para un diámetro interno comercial de 36 pulgadas se tiene:

 $t_{comercial} = 0.625 \text{ pulg.}$

En la figura 2.3, se muestra las dimensiones características, boquillas y niveles de operación sugeridos para el slug cátcher.

En el apéndice 02, se muestra la hoja de datos realizada para el slug cátcher, propuesto para su instalación en la planta de generación eléctrica El Alto del Lote X.

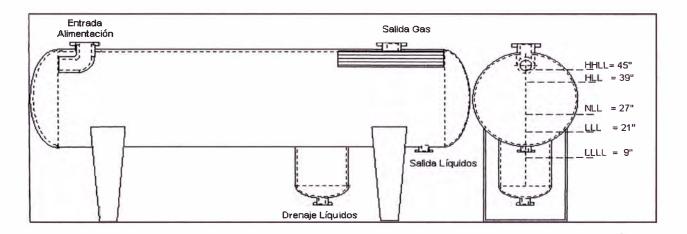


Figura 2.3 Dimensiones de boquillas y ubicación de niveles de operación

Fuente: Petrobras Lote X

2.4 RESUMEN

La máxima demanda de gas que se requiere para mantener en operación la planta de generación se denomina capacidad de manejo del slug catcher.

Como niveles de operación que definen el recipiente son:

- Nivel muy bajo de líquidos en 9 pulgadas
- Altura desde el nivel muy bajo al nivel bajo de líquidos en 12 pulgadas

- Altura desde el nivel bajo al nivel normal de líquidos en 6 pulgadas
- Altura desde el nivel normal al nivel alto de líquidos en 12 pulgadas
- Altura desde el nivel alto de líquidos al nivel muy alto de líquidos en 6 pulgadas.

El tiempo de residencia del líquido dentro del recipiente es de 328.65 minutos entre el nivel bajo de líquidos al nivel alto de líquidos (LLL- HLL).

Las dimensiones que definen el recipiente son:

- Diámetro interno de 36 pulgadas
- Espesor del casco y cabezales de 0.625 pulgadas
- Longitud entre costuras de 11 pies
- Diámetro nominal de boquillas de alimentación y salida de gas de 4"
 pulgadas
- Diámetro nominal de boquillas de drenaje y salida de líquidos de 2"
 pulgadas.

En el Apéndice 02 se anexa la hoja de datos del equipo dimensionado en donde se plasma con mayor detalle los resultados y consideraciones usadas para la fabricación del equipo.

CAPÍTULO 3

FABRICACIÓN DEL EQUIPO

Existe varias estándares que son de aplicación para la fabricación de recipientes, elaboradas por países de reconocida capacidad técnica en la materia, pero hoy en día el estándar internacionalmente más reconocida y de uso más común es la Sección VIII División 1 "Pressure Vessels" del código ASME (American Society of mechanical engineers).

De acuerdo al estándar ASME, el fabricante es el responsable por el diseño, selección de materiales, capacidad para la certificación, fabricación de todos los componentes, ensamble, prueba, estampado y embarque de recipiente; todo esto según los alcances y limites que le dará el cliente.

Al adquirir un recipiente a presión, se debe recopilar los requisitos operativos (presión y temperatura), tipo y características de fluido, capacidad volumetría, forma de sustentación, limitaciones dimensionales del lugar de instalación y cualquier característica particular que sea necesaria considerarla.

En nuestro caso los datos de ingreso para generar los alcances de fabricación están resumidos en la hoja de datos mostrados en el apéndice 02, donde se incluye la especificación del material constructivo, tipo de cabezales, accesorios operativos y de inspección, soldaduras, terminación superficial, tolerancias de corrosión, etc.

3.1 ALCANCES DE FABRICACIÓN

Se describe los requisitos de entrada y el procedimiento usado en la etapa de fabricación del equipo:

- Confección de planos de fabricación con los detalles necesarios que permitan verificar medidas, materiales, accesorios y soldadura necesaria para la correcta fabricación.
- Construcción de 01 equipo estático horizontal de separación bifásica, tipo
 "slug cátcher" de 36 pulgadas de diámetro y 11 pies de largo.
- Suministro de materiales que puedan ser calificables bajo el código ASME, para el cuerpo y cabezales del cilindro se usara plancha SA-516 Gr70 o similar material que cumpla las características pedidas en la operación.
- Verificar que los espesores de cálculo, adicionada la tolerancia por corrosión, no superen los valores solicitados en la hoja de datos del equipo.
- Asegurar el empleo de soldadores y procedimientos de soldadura, avalados por inspector certificado, utilizando como referencia el código ASME sección IX
- Realizar pruebas por placas radiográficas a todas las juntas a tope realizadas sobre el recipiente, utilizando como referencia el código ASME sección V
- Realizar la protección superficial de equipo mediante la aplicación de pintura, utilizando como referencia los estándares SSPC (Society for protective coating).

Con los planos de fabricación revisados y aprobados por la empresa se dió el visto bueno para que la contratista empiece con la fabricación del equipo.

3.2 DETALLES DE LOS MATERIALES A USAR

3.2.1 Planchas de acero

Descripción, se obtiene a partir de lingotes de acero fundido, se calientan y se deforman mediante rodillos hasta obtener piezas planas y rectangulares (planchas o chapas), luego se enfrían y se produce la laminación final en frio (a menor temperatura con mayor presión), lo que le confiere mayor resistencia y características de ductilidad superiores.

La plancha usada en la fabricación del cuerpo del equipo (casco y cabezales) posee las siguientes dimensiones:

Espesor:

16 milímetros (0.625 pulgadas), demostrado en el capítulo 2

Ancho:

2 500 milímetros

Largo:

12 000 milímetros

Es una plancha de acero al carbono para recipientes a presión con moderada y baja temperatura de trabajo de acuerdo al estándar ASTM A-516 grado 70, a la vez este material cumple las especificaciones dadas según ASME sección II.

A continuación se indica en el cuadro 3.1 los requerimientos químicos mínimos que exige el estándar ASTM para cumplir las especificaciones.

| Elements | Composition, % | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--|
| | Grade 55 [Grade 380] | Grade 60 [Grade 415] | Grade 65 [Grade 450] | Grade 70 [Grade 485] | | |
| Carbon, max ⁴ : | | | | | | |
| 1 / 2 in. [12.5 mm] and under | 0.18 | 0.21 | 0.24 | 0.27 | | |
| Over 1 / 2 in. to 2 in. [12.5 to 50 mm], incl | 0.20 | 0.23 | 0.26 | 0.28 | | |
| Over 2 in. to 4 in. [50 to 100 mm], incl | 0.22 | 0.25 | 0.28 | 0.30 | | |
| Over 4 to 8 in. [100 to 200 mm], incl | 0.24 | 0.27 | 0.29 | 0.31 | | |
| Over 8 in. [200 mm] | 0.26 | 0.27 | 0.29 | 0.31 | | |
| Manganese: | | | 1 | | | |
| 1/2 in. [12.5 mm] and under: | | | | | | |
| Heat analysis ⁵ | 0.60-0.90 | 0.60-0.90 | 0.85-1.20 | 0.85-120 | | |
| Product analysis ⁵ | 0.55-0.98 | 0.55-0.98 | 0.79-1.30 | 0.79-1.30 | | |
| Over 1 / 2 in. [12.5 mm]: | | | | | | |
| Heat analysis | 0.60-1.20 | 0.85-1.20 | 0.85-1.20 | 0.85-1.20 | | |
| Product analysis | 0.55-1.30 | 0.79-1.30 | 0.79-1.30 | 0.79 - 1.30 | | |
| Phosphorus.max ⁴ | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0 035 | | |
| Sulfur, max ^A | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | | |
| Silicon: | | | | | | |
| Heat analysis | 0.15-0.40 | 0.15-0.40 | 0.15-0.40 | 0.15~0.40 | | |
| Product analysis | 0.13-0.45 | 0.13-0.45 | 0.13-0.45 | 0.13-0.45 | | |

Fuente: ASTM A-516

Es importante resaltar la presencia del manganeso en las planchas a utilizar para el recipiente ya que este elemento actuara como un desoxidante y también neutraliza los efectos nocivos del azufre, facilita la laminación y moldeo. Finalmente contribuyendo al aumento de su resistencia y dureza.

En la tabla 3.2 se visualiza lo valores pertenecientes a las propiedades mecánicas de la plancha usada, en nuestro caso ASTM A-516 Grado70

Cuadro 3.2 Propiedades mecánicas ASTM A-516

| | Resistencia a la tracción (ksi) | Resistencia a la tracción (MPa) | Fluencia (ksi) | Fluencia (MPa) | Elongación en 200mm (%) | Elongació n en 50mm (%) |
|------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A516 Grado 55 | 55-75 | 380-515 | 30 | 205 | 23 | 27 |
| A516 Grado 60 | 60-80 | 415-550 | 32 | 220 | 21 | 25 |
| A516 Grado 65 | 65-85 | 450-585 | 35 | 240 | 19 | 23 |
| A516 Grado 70 | 70-90 | 485-620 | 38 | 260 | 17 | 21 |

Fuente: ASTM A-516

Se verifica que el valor usado en el esfuerzo máximo permisible (S) en la formula [2.18] es la cuarta parte del valor de la resistencia a la tracción. Asegurando de esta manera un factor de seguridad mínimo de 4.

3.2.2 Tuberías

Las tuberías es el conjunto de tubos (o tramos) de diferentes materiales que poseen una forma cilíndrica y hueco en el interior, el cual posee como medidas generales diámetro exterior, diámetro interior, espesor, longitud y dos designadores adimensionales de tubería llamados NPS (nominal pipe size – tamaño nominal) y SCH (Schedule – cedula o espesor)

Brevemente se describe cada uno de ellos:

Diámetro nominal (NPS en inglés, nominal pipe size) es un conjunto de tamaños estándar de tuberías a presión expresadas en pulgadas, normados por la ASA (American Standards Association) en los EE.UU. El mismo tamaño de la tubería se expresa mm en Europa.

Para un determinado NPS, el diámetro exterior permanece fijo y aumenta el espesor de las paredes. Para un determinado SCH, el diámetro exterior aumenta junto a NPS, mientras que el espesor de la pared se mantiene constante o aumenta.

En otras palabras:

- Los diámetros nominales intentan reducir la cantidad de diámetros a unos pocos equivalentes. Es una designación numérica de la dimensión que corresponde al número redondeado más aproximado al valor real del diámetro.
- Un diámetro nominal contempla varios espesores de pared de tubería, por lo que equivale a varios diámetros distintos de este.
- Para los diámetros nominales de 1/8 a 12 pulgadas, el NPS y el diámetro exterior (OD) son distintos. Por ejemplo, el diámetro exterior de una tubería nominal de 12" en realidad 12,75 pulgadas.

Haciendo uso de las ecuaciones [2.19] se verifica los espesores de las tuberías que se emplearon en la fabricación del equipo.

$$ts_{tuberia} = PR/(SE-0.6P) + C$$
 [2.19]

Dónde: ts tubería = Espesor de la tubería

En la tabla 3.1 se muestra las tuberías a usar mostrando su NPS y SCH según cálculos realizados.

Tabla 3.1 Cálculo de NPS y SCH de tuberías

| Tuberías estándares | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|--|--|
| NPS | 2 | 3 | 4 | | |
| ts tuberia (mm) | 4.577 | 5.278 | 5.978 | | |
| SCH | 80 | 40 | 40 | | |
| Espesor estándar (mm) | 5.537 | 5.486 | 6.020 | | |

Fuente: Cálculo realizado en el informe

Se muestra que las tuberías NPS 2 utilizadas serán como mínimo de SCH 80, así se asegurara la correcta operación frente a la presión de trabajo.

Se muestra que las tuberías mayores o iguales a NPS 3 utilizadas deberán poseer como mínimo un SCH 40, esto indica que puede ser de mayor valor si se cuenta con dicho material para su fabricación.

3.3.4 Bridas

La brida es un elemento que une dos componentes de un sistema de tuberías, esto permite desmontarlos sin necesidad de corte u operación destructiva, la unión es posible mediante una serie de agüeros distribuidos en la cara de cada brida, distribuidos perfectamente en una circunferencia. Sobre estos agujeros se montan los espárragos con su respectiva tuerca que permiten asegurar la unión.

Algunas bridas están hechas de hierro fundido y hierro dúctil, pero las bridas para tuberías según el estándar ASME/ANSI B16.5 o ASME/ANSI B16.47 normalmente están hechas a partir de forja con las caras mecanizadas. Se clasifican según su clase de presión (una relación a partir de la cual se puede obtener una curva según la resistencia al efecto conjunto presión-temperatura). Las clases de presión (pressure classes o rating, en inglés) se expresan en libras por pulgada cuadrada (lb/in² o, simplemente, el símbolo #).Las clases más usuales son: 150#, 300#, 600#, 900#, 1500# y 2500#

En la fabricación del equipo se usó bridas de material ASTM A-105 por ser las más comerciales y las que soporta las exigencias de presión y temperatura indicadas en el capítulo 2, en el cuadro 3.3 se muestra el rango de presión y temperatura para las diferentes clases de bridas en material ASTM A-105.

Cuadro 3.3 Rango presión – temperatura

| Maximum Allowable non-shock Pressure (psig) | | | | | | | |
|---|-----|------|------------|-------------|-------------|------|------|
| | | | Pres | ssure Clas | s (lb.) | | |
| Temperature | 150 | 300 | 400 | 600 | 900 | 1500 | 2500 |
| (°F) | | | Hydrostati | ic Test Pre | essure (psi | 3) | |
| | 450 | 1125 | 1500 | 2225 | 3350 | 5575 | 9275 |
| -20 to 100 | 285 | 740 | 990 | 1480 | 2220 | 3705 | 6170 |
| 200 | 260 | 675 | 900 | 1350 | 2025 | 3375 | 5625 |
| 300 | 230 | 655 | 875 | 1315 | 1970 | 3280 | 5470 |
| 400 | 200 | 635 | 845 | 1270 | 1900 | 3170 | 5280 |
| 500 | 170 | 600 | 800 | 1200 | 1795 | 2995 | 4990 |
| 600 | 140 | 550 | 730 | 1095 | 1640 | 2735 | 4560 |
| 650 | 125 | 535 | 715 | 1075 | 1610 | 2685 | 4475 |

Fuente: ASME 16.5

Comparando la presión (415 psi) y temperatura (85°F) de operación utilizada en el capítulo 2 y la tabla 3.4 podemos llegar a la conclusión que se deberá usar bridas clase 300 como mínimo para poder asegurar la operación del equipo a las condiciones establecidas.

3.3.5 Válvulas

En el área industrial una válvula se puede definir como un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movible que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más conductos.

Las válvulas son accesorios caros y muy importantes por el nivel de función que cumple en el proceso o sistema, por lo tanto es necesario su correcta selección (material, clase, fluido de trabajo, tipo, etc.) y manipulación.

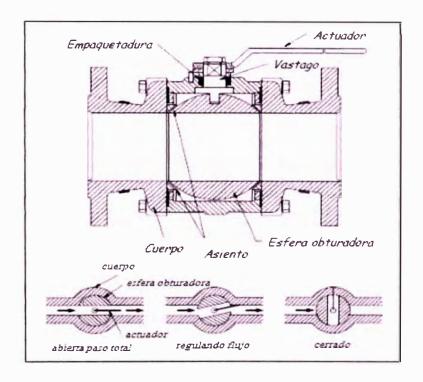


Figura 3.1 Válvula de bola

Fuente: www. .valvulasindustriales.com.pe

En nuestro equipo se hizo uso de las válvulas de bola clase 300 (figura 3.1), por su buena capacidad de cierre y son prácticas para abrir y cerrar la válvula. Otra característica principal, es la disminución del riesgo de fuga de la glándula sello, que resulta debido a que el eje de la válvula solo se tiene que girar 90°.

Cabe señalar, sin embargo, que esta válvula es para uso exclusivo en la posición totalmente abierta o cerrada. Esta no es adecuada para su uso en una posición de apertura parcial para ningún propósito, tal como el control de caudal.

La válvula que se empleo es del tipo normado según la API (American Petroleum Institute), válvula de bola - paso completo - lubricada - bridada - R.F. - ANSI 300 - cuerpo de acero al carbono - diseño API 6D - WCB - a prueba de fuego - operada por palanca.

3.3.6 Eliminador de niebla

Este elemento también conocido como desnebulizador (figura 3.2) y en EEUU llamado demister; permite la remoción de líquidos de los vapores en una gran variedad de equipos de separación.

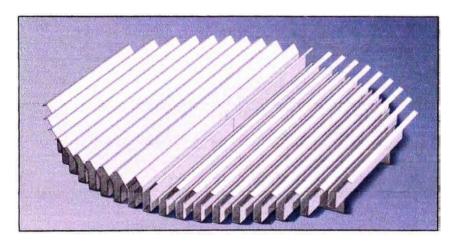


Figura 3.2 Eliminador de niebla

Fuente: www.amistco.com

Se utiliza en columnas de absorción y de destilación, calderas, lavadores, plantas desalinizadoras, separadores de nieblas de aceite y plantas de tratamiento de gases. La presión, la velocidad del flujo, el contenido de vapor y la viscosidad del vapor son factores que determinan cuál tipo de eliminador de niebla se ajusta mejor para una aplicación particular. Los eliminadores de niebla, de malla de alambre o de

tipo vanes, están disponibles en una gran variedad de materiales y numerosas configuraciones para optimizar la eficiencia de separación y adecuarse a varias temperaturas de operación y ambientes.

El eliminador de niebla que se uso es del tipo doble vane, fabricados en patrones idénticos de láminas paralelas en zig-zag, los vanes presentan muy baja caída de presión y son resistentes a taparse. Pueden instalarse en posición horizontal o vertical y en separadores y evaporadores nuevos o existentes.

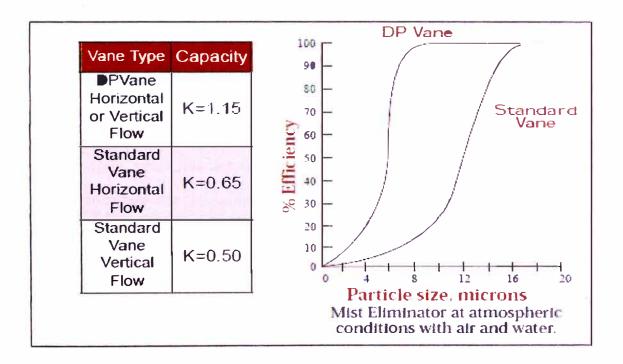


Figura 3.3 Eficiencia de eliminador de niebla

Fuente: www.amistco.com

El valor de capacidad empleada en el cálculo del equipo es un K=0.65 el cual permite tener una eficiencia de retención de partículas dependiendo de su tamaño según la curva mostrada en la figura 3.3.

3.3 CORTE, PREPARACIÓN Y CONFORMADO

El corte al perfil y tamaño de las planchas y tuberías se realizó por medios mecánicos, por oxicorte y arco eléctrico. Despues del corte todas las escorias y decoloraciones perjudiciales fueron eliminadas por medios mecánicos.

Según el estándar ASME, las planchas para secciones del casco y cabezales del equipo separador pueden conformarse por cualquier método que no modifique de forma insatisfactoria las propiedades físicas de los materiales, los extremos a unir con soldadura longitudinales en cilindros deben ser llevados a la curvatura apropiada por cilindrado previo o conformado de forma de evitar zonas planas inaceptables.

A continuación describiremos las consideraciones a tener en cuenta según el estándar ASME, estas mismas consideraciones se aplicaron en la supervisión a la empresa contratista encargada de la correcta fabricación del equipo.

3.3.1 Ovalización

Cuando se realiza el conformado de la redondez el código ASME estipula que la diferencia entre el máximo y minimo diámetro interior no debe superar el 1% del diámetro interior nominal (figura 3.4) y en las zonas de conexiones se permite una desviación del 2% del diámetro interior de la conexión, adicional al 1% del diámetro interior del recipiente.

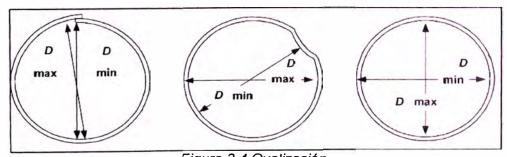


Figura 3.4 Ovalización Fuente: ASME Sec VIII Div 1

3.3.2 Cabezales

La superficie interior del cabezal elíptico no debe desviarse más que:

- Hacia fuera no más de 1.250 % de D
- Hacia dentro no más de 0.625 % de D

Tales desviaciones deben ser medidas en forma perpendicular al perfil especificado y no deben ser abruptas.

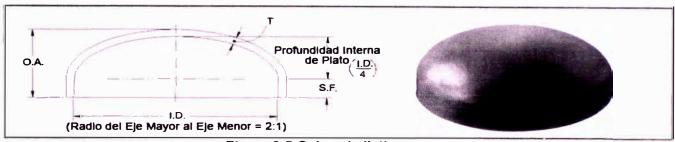


Figura 3.5 Cabezal elíptico Fuente: ASME Sec VIII Div 1

3.3.3 Tolerancia de alineación

La alineación de bordes a soldar a tope debe ser tal que permita mantener la desalineación dentro de las tolerancias de cuadro 3.4 para la categoría de junta y rango de espesores correspondientes.

Cuadro 3.4 Tolerancia de desalineación

| | Unidades Inglesas | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | Categorías Juntas | |
| Espesor de las secciones, | A | B, C y D |
| in | | |
| Hasta ½, incl. | 1/4t | 1/4t |
| Mayores ½ hasta ¾, incl | 1/8 in. | 1/4t |
| Mayores ¾ hasta 11/2, incl | 1/8 in. | 3/16 in. |
| Mayores 11/2 hasta 2, incl | 1/8 in. | 1/8 t |
| Mayores 2 | El menor de 1/16t o 3/8 in. | El menor de 1/8t o ¾ in |
| t= El espesor nominal del mer | or de la sección de la junta. | |

Fuente: ASME Sec VIII Div 1

3.3.4 Aberturas

- Las aberturas menores de 2 pulgadas llevaran cople completo o medio cople de acero forjado de clase 2000 psi
- Las aberturas mayores e iguales a 2 pulgadas serán bridadas de clase 300
- Cuando el diámetro interior del cuello de la boquilla y el de la brida del cuello soldable o del accesorio soldable difiera por 1/16 pulgadas o más, la parte del diámetro menor deberá achaflanarse a una relación de 1:4.
- Las aberturas se reforzaran con plancha, estas deben ser de acero de la misma composición que el del casco o cabezal a que vaya unido.

3.4 TRABAJOS DE SOLDADURA

Para los trabajos de soldadura se tuvo que entregar información de partida para poder realizar los procedimientos de soldadura y posteriormente la calificación de los soldadores. Esta información necesaria y proveniente del estándar ASME es sobre la localización de la junta, su clasificación, restricciones de servicio y finalmente la eficiencia con la que fue utilizada en el diseño del equipo.

3.4.1 Categoría de la junta

Definimos la localización de la junta en el recipiente. Las categorías de junta se utilizan para especificar requerimientos especiales referidos a tipo de junta y grado de inspección.

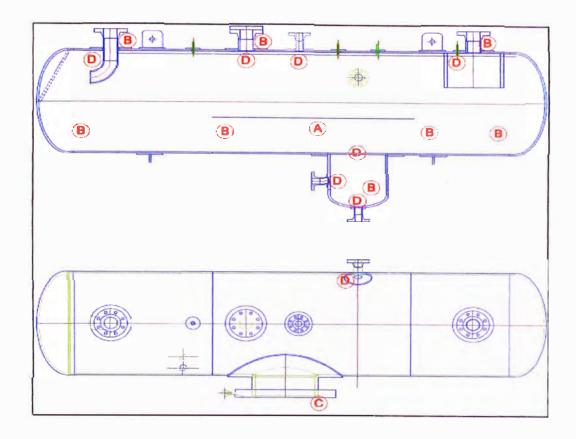


Figura 3.6: Categoría de la junta

Fuente: Petrobras Lote X

Categoría A (Figura 3.6), Juntas soldadas longitudinales (juntas en el cuerpo principal, cámaras comunicantes, transiciones en diámetro o en conexiones); cualquier junta soldada de una esfera, cabezal conformado o plano; o en la plancha d los lados de un recipiente plano; juntas soldadas circunferenciales que conectan un cabezal hemisférico al cuerpo principal, a transiciones en diámetro, a conexiones, o a cámaras comunicantes.

Categoría B (Figura 3.6), Juntas soldadas circunferenciales en el cuerpo, en cámaras comunicantes, o transiciones en diámetro incluyendo juntas entre la transición y el cilindro; juntas circunferenciales que conectan: cabezales conformados (que no sean hemisféricos) al cuerpo, a transiciones de diámetros, a conexiones, o a cámaras comunicantes.

Categoría C (Figura 3.6), juntas soldadas que conectan bridas, placas tubulares, o cabezales planos al cuerpo, a cabezal conformado, a transiciones en diámetro, a conexiones, a cámaras comunicantes. Juntas soldadas que conectan un lado plano a otro lado plano de un recipiente de lados planos.

Categoría D (Figura 3.6), Juntas soldadas que conectan conexiones o cámaras comunicantes a cuerpo, a cabezales, a esferas, a transiciones en diámetro o a recipientes de lados planos y las juntas soldadas que conectan conexiones a cámaras comunicantes.

3.4.2 Tipo de juntas soldadas

En el estándar ASME Sección VIII división 1 se indica 8 tipos de juntas soldadas, se muestra los tipos empleados en la fabricación del equipo. (Figura 3.7)

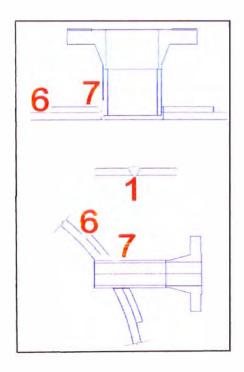


Figura 3.7 Tipo de juntas soldadas

Fuente: Petrobras Lote X

Tipo 1 (Figura 3.7), junta a tope (o en ángulo no mayor a 30°), soldadas en ambos lados o de otra forma con la cual se obtenga la misma calidad en el lado interior que en el exterior. Se excluyen del tipo 1 las juntas soldadas con respaldo que permanecen.

Tipo 6 (Figura 3.7), Juntas solapadas (traslapadas) de simple filete.

Tipo 7 (Figura 3.7), Juntas de esquina de penetración parcial, total o de filete en done las caras forman un ángulo de 90°.

3.4.3 Tipos de servicios

Según la normativa utilizada existen 5 tipos de servicio:

- Servicio letal
- Servicio a baja temperatura
- Calderas a vapor fuego no directo
- Recipientes a fuego directo
- Sin restricción

El equipo fabricado pertenece al servicio "sin restricción", en donde no hay restricción mínima a cumplir, esto nos lleva a recurrir las buenas prácticas de fabricación y realizar las inspecciones en donde se requiera o se posea duda de su sanidad.

3.4.4 Eficiencia de juntas soldadas

En el capítulo 2 se definió la eficiencia con el valor E que determina el factor de seguridad para los diferentes tipos de juntas y su alcance radiográfico, en nuestro caso se tomó el valor 1, asegurando la totalidad en la inspección de las juntas.

Cuadro 3.5 Eficiencia de juntas soldadas

| No. | Type of Joint Description | | Limitations | (a) Fully Radiographed | (b) Spot Examined | (c) Not Spot Examined ³ |
|-----|--|------------|--|---------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 1 | Butt joints as attained by double welding or by other means that will obtain the same quality of deposited weld metal on the inside and outside weld surfaces to agree with the requirements of UW-35. Welds using metal backing strips that remain in the place are excluded. | None | | 1.00 | 0.85 | 0.70 |
| 2 | Single-welded butt joint with backing strip other than those included under (1).: | (a) (b) | None except as in (b) helow. Butt weld with one plate offset—for circumferential joints only, see UW-13(c) and Fig. UW-13.1(k) | 0.90 | ű,80 | 0.65 |
| 1 | Single-welded butt joint without use of backing strip | over % | ferential joints only, not inch thick and not over utside diameter | - | | 0 60 |
| 4 | Double full fillet lap joint. | h-in th | dinal joints not over ick. Circumferential joints ()=in. thick. | - | | 0.55 |

Fuente: ASME Sec VIII div 1

Se realizara un examen por placas radiográficas a todas las juntas Tipo 1 y categoría A y B que se identifiquen en el recipiente a construir, estas son las juntas a tope que une las panchas para formar el casco y cabezal; así como las juntas a tope utilizadas en la fabricación de boquillas del recipiente.

3.4.5 Ejecución de las juntas soldadas.

Previamente al inicio de las actividades de soldadura se verificaron que todos los procedimientos de soldadura (WPS) convenientemente calificados, los registros de procedimientos de calificación (PQR), estén archivados para la consulta respectiva del personal de ejecución así como del personal de inspección. Estos documentos se encuentran en el apéndice 03.

Algunas recomendaciones que se utilizó para la supervisión:

- El ángulo de biselado se realizará de acuerdo a los requerimientos de los planos y la desviación permitida será +5°/ -0°. El tamaño y ángulo de biselado será medido con un calibre de biseles para soldaduras.
- Se utilizarán carpas o protecciones cuando el viento sea lo suficientemente fuerte como para afectar la estabilidad del arco, además de evitar la dispersión de las esquirlas.
- No se realizarán soldaduras cuando las superficies estén mojadas o húmedas expuestas a la lluvia o cuando los soldadores/operadores estén expuestos a condiciones climáticas extremas.
- Se impedirá la contaminación del medio ambiente, disponiendo adecuadamente los residuos generados por las operaciones de soldadura.
- Los bordes ásperos e irregulares serán amolados o fresados hasta que el metal esté limpio.
- Accesorios que sean recortados o re-biselados serán examinados visualmente antes de soldar para detectar laminaciones sobre la superficie de corte. Si se necesita un examen más profundo, se realizará un ensayo no destructivo.
- La superficie a ser soldada estará libre de aceite, humedad, escamas, arena, pintura o cualquier otra materia extraña, y se removerá al menos 50 mm del metal base adyacente antes de iniciar la soldadura.
- Los presentadores internos no deberán ser removidos antes de que el 100% de la soldadura de raíz haya sido completada. Los presentadores externos no serán removidos antes de que el 60% de la soldadura de raíz haya sido completada.
- El desplazamiento mínimo horizontal entre soldaduras longitudinales será de 3" (75 mm).

- Cada pasada de soldadura deberá ser muy bien limpiada y deberá removerse toda escoria u otra materia extraña antes de comenzar con la siguiente pasada.
- Toda escoria y salpicadura deberá ser removida completamente de la soldadura y áreas adyacentes.
- En tuberías de diámetro mayor a 16" se utilizarán como mínimo dos soldadores ubicados en lados opuestos de la tubería.

3.5 PRUEBAS Y ENSAYOS DE INSPECCIÓN

3.5.1 Radiografía industrial

Los alcances respecto al radiografiado están en el estándar ASME Sección VIII división 1, en los siguientes puntos:

| | UW-2 | Restricciones por servicio y diseños específicos |
|---|-------|--|
| - | UW-9 | Espacio entre las juntas longitudinales |
| - | UW-11 | Definiciones y aplicaciones |
| - | UW-12 | Requisitos referidos a eficiencia de junta |
| - | UW-42 | Reparaciones y reconstrucciones |
| - | UW-51 | Requisitos para radiografiado al 100% |

Si se requiere mayor detalle de acuerdo a las observaciones que puedan salir en la fabricación se hará uso del ASME Sección II (Nondestructive examination – Ensayos no destructivos).

La radiación se obtiene en forma de rayos Gamma o rayos X (Iridium 192, Cesio 137 y cobalto 60), sirve para detectar discontinuidades superficiales e internas en el material (Figura 3.8).

Se requiere que se tenga acceso a los dos lados de la pieza y personal entrenado para el manejo de material radioactivo.

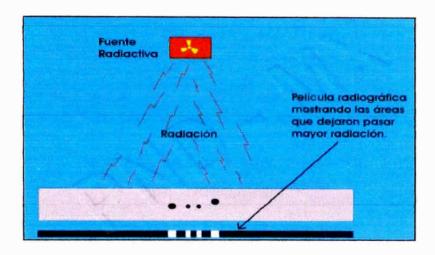


Figura 3.8 Aplicación típica del método de radiografía

Fuente: Petrobras Lote X

Los equipos a usar son:

- Equipos de proyector de radiación (Figura 3.9)
- Equipos para la medición de la radiación
- Película radiográfica
- Elementos para la marcación
- Elementos químicos para el proceso de revelado y fijado de la película radiográfica
- Equipos para la visualización e interpretación de resultados

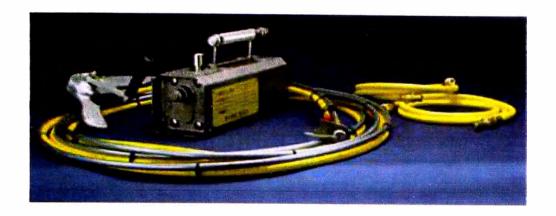


Figura 3.9 Equipo de proyector de radiación

Fuente: Petrobras Lote X

Procedimiento de ensayo:

- Determinación del área donde no puede ingresar personal laboralmente no expuesto
- Cálculos de tiempo de exposición a la radiación
- Elaboración de las marcas a estampar en la película radiográfica
- Marcación de la zona a inspeccionar
- Montaje de la película radiográfica
- Ubicación del emisor de radiación a la distancia calculada
- Exposición del emisor de radiación durante el tiempo calculado
- Procesamiento de la película radiográfica: Revelado, lavado del exceso de revelador, fijado, lavado del exceso del fijador
- Secado de la película radiográfica (Acetato de celulosa y partículas de haluro de plata)
- Interpretación de los resultados de la inspección radiográfica, se realiza utilizando una fuente de iluminación variable y de la intensidad suficiente.
- Elaboración del informe correspondiente.

Discontinuidades que se pueden detectar:

- Inclusión de escoria
- Grietas
- Faltas de fusión y de penetración
- Exceso de metal de soldadura
- Porosidad
- Des alineamiento
- Concavidad

3.5.2 Prueba hidrostática

En el estándar ASME sección VIII división 1 en el punto UG-99 se indica las características a tener en cuenta para la realización de la prueba hidrostática al equipo fabricado.

Tomando en consideración el estándar ASME, tenemos que la presión de prueba hidrostática será según la formula indicada:

$$P = 1.3(MAWP) \begin{pmatrix} S_{temperatura_de_ensayo} \\ S_{temperatura_de_diseño} \end{pmatrix}$$

Dónde:

- MAWP: Máxima presión de trabajo admisible a ser marcada en el recipiente.

Considerando que el cambio de temperatura respecto al ensayo y de diseño es muy pequeño, entonces tenemos:

MAWP= 415 psi + 50 psi (Revisar capítulo 2) = 465 psi

Entonces la presión de prueba hidrostática = 605 psi

Se elevó la presión en el recipiente paulatinamente hasta no más de un 90% de la presión de prueba anticipada y se mantuvo la misma por un período de tiempo (en nuestro caso 30 minutos), para determinar que no existan fugas mayores (figura 3.10). Durante este período de tiempo, se monitoreo la presión y reviso la sección de prueba, para detectar fugas. No se detectaron fugas en la prueba realizada.



Figura 3.10 Ensayo de prueba hidrostática

Fuente: Reporte fotográfico de obra

Finalmente se terminó de elevar la presión a un valor de 690 psi, mayor al calculado para la prueba pero aceptado por ser mayor al necesario, luego manteniéndola por un tiempo de 4 horas, verificando así que el equipo no posee fugas. (Figura 3.11)

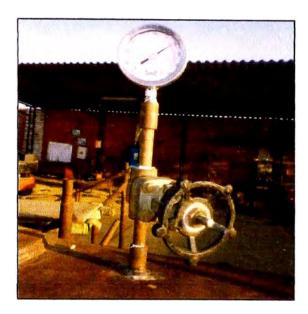


Figura 3.11 Valor de presión en prueba hidrostática

Fuente: Reporte fotográfico de obra

3.6 PROTECCIÓN SUPERFICIAL

Se describe los procedimientos básicos utilizados y descritos por la SSPC (Society for protective coating), indicando el tipo de acabado aplicado en el equipo estático.

3.6.1 Preparación de la superficie

1ra Etapa – Preparación de Superficie Previa, en caso de encontrarse grasa o combustible impregnado, éste se debe remover con espátula y trapo antes del lavado. Lave la superficie con detergente industrial bio-degradadle (dilución con agua según hoja técnica) usando una esponja abrasiva para la remoción de suciedad, grasa y sales.

2da Etapa – Limpieza con chorro abrasivo SSPC-SP5, mediante el empleo de equipos de limpieza con chorro de abrasivos a presión reparar la superficie metálica hasta obtener el grado metal blanco según la norma SSPC-SP5. La superficie preparada debe tener una rugosidad de 1.5 a 2.5 mils.

3ra Etapa - Limpieza con chorro abrasivo SSPC-SP6, la limpieza con chorro abrasivo grado comercial indica Remoción de todo material visible y no visible (óxidos, pintura, mil scale, suciedad, Polvo, etc.) en cumplimiento con la norma. Todo material bien adherido como pintura antigua y oxido solo se tolerara hasta un 33% de manchas no muy espaciados y un perfil de rugosidad de 2+/-0.5 mils.

4ta Etapa - Limpieza Manual Mecánica SSPC-SP2, la limpieza de superficie indica Remoción de todo material suelto (óxidos, pintura mal adherida, suciedad, Polvo, etc.) en cumplimiento con la norma. Todo material bien adherido como pintura antigua y oxido quedara sobre la superficie. Se debe recordar que esta norma no especifica valores mínimos de perfiles de rugosidad. Uso de lijas, escobillas manuales espátulas, picotas etc. Para zonas clasificadas en planta toda Herramienta será anticipa (Bronce, nylon, berilio, aluminio).

5ta Etapa – Limpieza Final, antes del pintado mediante un trapo humedecido en agua potable (o agua de planta – tratada) eliminar los residuos de la preparación de superficie SP2, P6, SP5.

3.6.2 Pintado y curado

Esta etapa culminó cuando la pintura estuvo completamente curada. Los productos y los espesores utilizados están descritos en la tabla 3.2

Tabla 3.2 Producto y espesores de pintura

| Espesor seco (mils) | Capa |
|---------------------|-------------------|
| 3.0 | General |
| 5.0 | General |
| 2.0 | General |
| 10.0 mils | |
| | 3.0 5.0 2.0 |

Para la aplicación de las pinturas se usaron los métodos recomendados en la hoja técnica de los productos (brochas, equipo convencional, equipo airless) los que serán seleccionados dependiendo la geometría de los elementos a pintar. En la aplicación con equipo airless considere las boquillas recomendadas en las hojas técnicas de los productos. (Figura 3.12)

Para el pintado de filos, bordes y zonas de difícil acceso se usaran brochas con cerdas de nylon de marca reconocida.

La mezcla de la pintura se realizará en envases plásticos limpios de 5 galones.

Para la homogenización de la resina y catalizador se usaran 2 reglas metálicas o de madera de 5mm x 20mm x 300 mm, una para cada componente. Antes de la aplicación la pintura debe de filtrarse con malla No. 60.

Para el manipuleo de la pintura se deben usar guantes de polipropileno así como máscaras contra vapores orgánicos.

Las condiciones de aplicación son favorables cuando la temperatura de la superficie se encuentra 3 °C sobre la temperatura del punto de rocío, la humedad relativa es inferior a 85% y la velocidad del viento no supere los 12 km/h.

El terreno de preparación y/o de aplicación de pinturas deben estar aisladas del impacto de explayado, chorreaduras, derrames etc.

Los mecanismos que se puedan emplear para evitar contaminar el suelo natural tendrán que ser resistentes al impacto de los solventes y pinturas.



Figura 3.12 Proceso de pintado del equipo Fuente: Registro fotográfico de obra.

CAPÍTULO 4

MONTAJE DE LAS INSTALACIONES

A continuación se establece los lineamientos para el desarrollo del montaje de las instalaciones en el sistema que albergará al slug cátcher y que permitirá separar los condensados del gasoducto que alimenta a la planta eléctrica – Lote X.

Involucra la realización de la ingeniería, procura y construcción de las obras civiles, mecánicas, eléctricas, instrumentación y puesta en marcha las cuales se deberán guiar y cumplir durante la ejecución del presente trabajo.

Se describe los alcances en cada una de las partidas más importantes de ejecución que fueron necesarias para que la empresa contratista pueda realizar los trabajos de montaje en las diferentes especialidades.

Se ha procedido a realizar el seguimiento del proyecto, ya que cada partida tiene una Trabajo ejecutado que se refleja en la planilla de cotización (Apéndice 06) con la que valoriza los trabajos realmente ejecutados la empresa contratista, pues mi labor consistió en supervisar el montaje de las instalaciones.

4.1 OBRAS CIVILES

4.1.1 Excavación en tierra a mano para construcción de zanjas y fundaciones Alcance:

 Comprende los trabajos de excavaciones para asiento de fundaciones y zanjas, hasta profundidades comprendidas entre 0,00 y 2,00 m, el entibado y achicamiento de las mismas si fuese necesario. (figura 4.1)

Trabajo ejecutado: 65.41 metros cúbicos (m³).



Figura 4.1 Excavaciones y fundación para el equipo Fuente: Registro fotográfico de obra.

4.1.2 Base de concreto pobre (solado)

Alcance:

Los trabajos comprenden el suministro de materiales, mano de obra y personal necesario para la construcción de bases con concreto pobre (solado) de resistencia f'c= 80 kg/cm² en área de asentamiento o apoyo de

las fundaciones de equipos, bombas, y tanques, según el espesor indicado

en los planos.

Trabajo ejecutado: 1.96 metros cúbicos (m³).

4.1.3 Concreto $fc = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Alcance:

Esta partida comprende el suministro, preparación y colocación del concreto

de f'c= 175 kg/cm² con fracción defectuosa máxima de 5%, el transporte,

encofrado, vibrado, refuerzo metálico y, demás trabajos relacionados.

Incluye el costo de mano de obra, materiales y todo lo necesario para la

construcción de la estructura de concreto, según lo indicado en los planos.

Este título comprende todas aquellas partes de la obra, tales como

Sardineles, cunetas, aceras, cimentaciones, lozas y cualquier otro elemento

indicado en los planos como obras de concreto armado.

Trabajo ejecutado: 10.30 metros cúbicos (m³).

4.1.4 Concreto f'c = 210 kg/cm^2 , para fundaciones.

Alcance:

Esta partida comprende el suministro, preparación y colocación del concreto

de f'c= 210 kg/cm² con fracción defectuosa máxima de 5%, el transporte,

encofrado, vibrado, refuerzo metálico y, demás trabajos relacionados.

Incluye el costo de mano de obra, materiales y todo lo necesario para la

construcción de la fundación, según lo indicado en los planos. (figura 4.1)

63

Este título comprende todas aquellas partes de la obra, tales como

Sardineles, cunetas, aceras, cimentaciones, lozas y cualquier otro elemento

indicado en los planos como obras de concreto armado.

Trabajo ejecutado: 9.23 metros cúbicos (m3).

4.1.5 Suministro, transporte y preparación de acero corrugado Fy=4200

kg/cm²

Alcance:

Esta partida contempla el suministro de varillas de construcción, confección

de armaduras y formas así como la instalación de estas.

La ejecución de esta partida estará regida por el procedimiento de trabajo de

acero de construcción adjunto.

El acero será nacional SIDERPERU grado 60 de diámetros ½", ¾" y 3/8".

Se considera dentro de esta partida: los materiales, la mano de obra, los

equipos y las herramientas, requeridos para la buena ejecución de esta

partida.

Trabajo ejecutado: 525.64 kilogramos (kg) de acero corrugado

64

4.2 OBRAS MECÁNICAS

4.2.1 Soldadura de tuberías de acero

Alcance:

- Esta partida, incluye toda la mano de obra, materiales equipos y servicios necesarios e incidentales, para ejecutar los trabajos de alineación, biselado, fabricación, soldadura, limpieza, gammagrafías, tintes penetrantes indicadas en los planos de construcción de la obra en cuestión. Todos estos trabajos se ejecuta siguiendo las indicaciones descritas en las especificaciones para soldadura y especificaciones generales de construcción.
- Queda entendido que el término "tubería" es genérico e incluye los tubos, conexiones, bridas, medidores, válvulas, acoples y tomas para instrumentos, drenajes y otros accesorios. Todo según lo descrito en los planos que se adjuntan en el presente informe.
- Las conexiones prefabricadas deberán permitir un número suficientes de soldaduras en el sitio de la instalación, de manera que las conexiones bridadas se realicen sin causar esfuerzos sobre el equipo o la tubería. La contratista deberá tener presente que tendrá que conectarse a tuberías de proceso activas, por lo cual deberá disponer de todos los equipos para realizar estas interconexiones y además deberá planificarse muy estrictamente la secuencia de la construcción para no afectar la producción de Petrobras.

- El método de soldadura a utilizar es el de arco eléctrico con electrodos recubiertos. El primer pase deberá realizarse con electrodos E-6010 de 1/8" y los pases posteriores con electrodos E-7018 de 1/8" ó 5/32", para tubería ASTM A-53, ASTM A-106 y API 5L Gr. B.
- Se debe conservar un bisel de 30° con la vertical, una apertura de la raíz de
 3 mm y la cara de la raíz de 3 mm.
- Al momento de la soldadura. Se deberá culminar un pase completamente, antes de iniciar un nuevo pase.
- Las juntas de soldaduras serán inspeccionadas con gammagrafías, en un
 100%, con un máximo de porcentaje de reparación del 3%.
- Todas aquellas soldaduras que resulten defectuosas deberán repararse o ejecutarse de nuevo y posteriormente serán radiografiadas. Los costos originados por estas causas correrán por cuenta de la contratista.

Trabajo ejecutado: 140 pegas en tubería de 2" sch 80, 10 pegas en tubería de 3" sch 40 y 99 pegas en tubería de 4" sch 40.

4.2.2 Manipuleo y montaje de tuberías aéreas de acero

Alcance:

Esta partida, incluye toda la mano de obra, materiales equipos y servicios necesarios e incidentales, para ejecutar los trabajos de manipuleo, montaje y la colocación final sobre los soportes (montaje), de las tuberías aéreas de 2", 3" y 4" pulgadas de diámetro y Schedule (espesores) indicadas en los planos de construcción de la obra en cuestión, además incluye la colocación los accesorios (bridas, codos, tees, empaquetaduras, espárragos) y cualquier otro accesorio que se requiera para que la línea quede correctamente instalada y conectada.

- Es importante resaltar que se considera incluido dentro del alcance de esta partida el replanteo y nivelación, siempre y cuando haga falta.

Trabajo ejecutado: 1,220.00 metros de tubería de 2" sch 80, 14.00 metros de tubería de 3" sch 40 y 99.00 metros de tubería de 4".

4.2.3 Instalación de válvulas

Alcance:

- El trabajo requerido para esta especificación incluye toda la mano de obra, equipo, servicio y materiales necesarios para el montaje de válvulas manuales bridas o roscadas en las nuevas tubería a instalar. Incluye el suministro de herramientas, empaques, espárragos y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.
- Se aclara que la contratista realizará el suministro de todas las válvulas menores de 2".

Trabajo ejecutado: Instalación de 15 válvulas esféricas roscadas de ½ pulgada tipo WOG serie 1500, 9 válvulas esféricas bridadas de 2" serie 300#, 3 válvulas esféricas bridadas de 3" serie 300# y 3 válvulas esféricas bridadas de 4" serie 300#.

4.2.4 Empalmes al proceso (Tie Ins)

Alcance:

Incluye toda la mano de obra, materiales, equipos y servicios necesarios e incidentales para ejecutar los trabajos referidos a esta partida, la cual incluye, el corte de la tubería existente, biselado, alineación, fabricación y la soldadura con la tubería nueva, la cual será de 4" pulgadas de diametro, esta conexión en algunos casos debe ser con tee, pero se considera un sólo Tie ins. Todo se realizará tomando en consideración lo descrito en la partida de soldadura, inclusive se incluye la gammagrafía y/o tinte penetrantes.

Se incluye la remoción de tuberías e instalaciones que interfieran con la realización de esta conexión, así como el acondicionamiento del terreno.

Limpieza mecánica y aplicación de pintura en tubería existente o nueva donde se realizó la interconexión. Incluye el reacondicionamiento del terreno, bote de escombros, achique (de ser necesario), etc.

La contratista elaborará el procedimiento de interconexión a tuberías existentes, el cual será remitido a Petrobras para su aprobación.

La contratista suministrará y fabricará todas las facilidades requeridas para realizar las conexiones, tales como los soportes de la tubería fabricados con tubería de 2" de segunda condición, fosas, maquinaria, equipos, herramientas y personal que se requieran para realizar los trabajos de conexión. (ver planos)

Es responsabilidad de la contratista realizar las pruebas de soldadura con tintes penetrantes, para cada pase de soldadura, así como las correspondientes pruebas radiográficas.

Trabajo ejecutado: Se realizó 03 empalmes en tubería de 2 pulgadas y 02 empalmes en tubería de 4 pulgadas.

4.2.5 Pruebas de operación, puesta a punto y cierre del proyecto

Alcance:

La contratista será responsable de realizar todas las actividades de precomisionamiento, comisionamiento y las actividades de arranque que se requieran para la correcta ejecución de la obra. En el capítulo 5 se describe con mayor detalle los pasos seguidos en la puesta en marcha.

La contratista es responsable de suministrar toda la mano de obra, equipos, maquinarias y materiales permanentes y consumibles para la realización de las pruebas en funcionamiento de las instalaciones hasta su culminación de acuerdo a lo establecido en el proyecto.

Esta prueba se realizará en función de los acuerdos de garantías contractuales ofrecidos por la contratista y de los fabricantes de los equipos.

La contratista será responsable elaborar los planos conforme a obra, la preparación, entrega del dossier de pruebas de calidad e informe de liquidación final de obra y materiales. Los materiales sobrantes, entregados por Petrobras, serán devueltos por la contratista en los almacenes de Petrobras en la ciudad de El Alto.

La recepción final de la obra se otorgará una vez concluidas las pruebas de buen funcionamiento y la entrega de los conformes de obra, dossier de pruebas de calidad e informe final de liquidación de obra y materiales a satisfacción de Petrobras

Trabajo ejecutado: 1 puesta en marcha para la entrega del proyecto al área de Operaciones.



Figura 4.2 Soldeo de tuberías de acero Fuente: Registro fotográfico de obra.

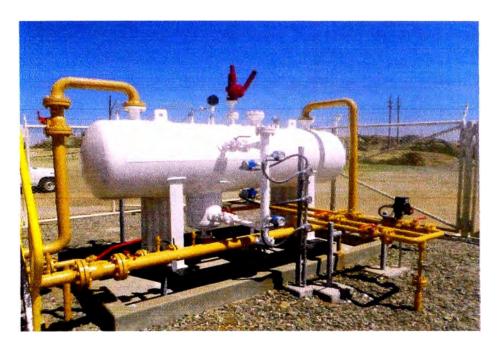


Figura 4.3 Manipuleo y montaje de tuberías aéreas de acero Fuente: Registro fotográfico de obra.



Figura 4.4 Instalación de válvulas Fuente: Registro fotográfico de obra.

4.3 OBRAS ELÉCTRICAS

4.3.1 Suministro e instalación de tablero de distribución con transformador Alcance:

Incluye el suministro de herramientas, equipos, mano de obra, materiales y demás accesorios necesarios para realizar la manipulación, nivelación y fijación de tablero eléctrico suministrado por Petrobras, de acuerdo con las especificaciones y planos de instalación. El tablero de 220 V posee 01 interruptor de caja moldeada de 20 amperios, 3 polos, 480 V, 25 KA, 01 interruptor de caja moldeada de 40 amperios, 3 polos, 220 V, 25 KA, 01 interruptor selector de 3 posiciones fijas, 01 contactor tripolar 220 V, 25 amperios, bobina de 220 V, contactos auxiliares normalmente abierto y un contacto auxiliar normalmente cerrado y 01 transformador trifásico 480/220 V, tipo seco 10 KVA nema 4X. Figura 4.5.



Figura 4.5 Instalación de tablero de distribución y tablero de control Fuente: Registro fotográfico de obra.

Es entendido y aceptado por la contratista que el trabajo aquí descrito

deberá ser completado en todos sus detalles, de acuerdo con lo indicado en

los documentos y planos de referencia del proyecto, y en las

especificaciones de construcción, aunque cada elemento necesario no sea

mencionado.

Trabajo ejecutado: Se instaló 01 tablero de distribución.

4.3.2 Puesta a tierra de equipo o estructura

Alcance:

Esta partida comprende sin limitarse a ello, al suministro de: mano de obra,

equipos, materiales, y servicios necesarios para realizar los trabajos de

conexión de equipos al sistema de puesta a tierra existente en la batería.

Incluye el, suministro e instalación de tornillos, tuercas, arandelas,

conectores a compresión, pletinas de acero o de cobre, flejes y compuesto

sellante, así como todo material necesario para la correcta operación y

funcionamiento de las instalaciones.

Para la conexión de puesta a tierra se usó cable de cobre desnudo de 20

mm² desde la malla tierra principal compuesta por cable de cobre desnudo

de 50 mm², además se ejecuta conexiones exotérmicas para unir la tierra de

equipos a la malla. Figura 4.6.

Trabajo ejecutado: Se ejecutaron 06 conexiones de puesta a tierra de equipos.

02 en los cercos perimétricos, 01 en el slug catcher y 01 en el tablero de

distribución, 01 en el tablero de control y 01 en el poste de iluminación.

73

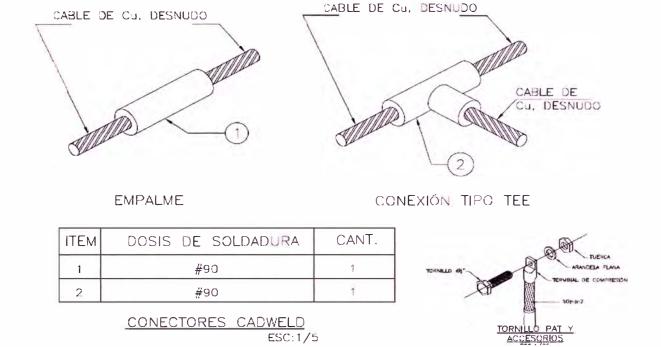


Figura 4.6 Elementos para la puesta a tierra de equipos

Fuente: Planos de Ingeniería

4.3.3 Construcción de pozos de puesta a tierra

Alcance:

- El pozo a tierra estará tien una profundidad de 2.7 metros y un diámetro de 0.8 metros, en el centro del pozo estará la varilla de cobre desnudo de ³/₄" de diámetro y longitud de 2.4 metros. Se rellenara con material escogido de la excavación y mezclado con 01 bolsa de cemento conductivo.
- Externamente se instalara una caja y tapa de registro para poder realizar las mediciones de conductividad del sistema.

Trabajo ejecutado: Se construyó 03 pozos de puesta a tierra

4.4 OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN

4.4.1 Calibración, instalación y conexión de instrumentos en línea.

Alcance:

- Comprende la mano de obra, materiales, equipos, supervisión, herramientas y los servicios necesarios e incidentales para el montaje, instalación, conexionado y calibración de Instrumentos en línea o equipo.
- En esta partida la contratista debe incluir, suministrar e instalar:
- Las válvulas de raíz o medición de acero inoxidable para los indicadores de presión. Se instalaron 03 unidades de diámetro ½" pulgada.
- Suministro e instalación de 03 cuellos tipo niple de ½" x 4" longitud que debe ser soldado a las tuberías de proceso para el montaje de los indicadores de presión.
- Suministro, instalación y conexionado de válvulas de bloqueo de ¾", bola cierre rápido, para el drenaje de los visores de nivel.
- Suministro, Instalación y conexionado de gasfitería en acero inoxidable de ³/₄", para la conexión de drenaje de los visores de nivel y para la conexión neumática de las válvulas On/Off.
- Suministro, instalación y conexionado de válvulas de aguja de acero inoxidable de ½" y conectores de acero inoxidable (codos, rectos, uniones, reducciones) en las distintas tomas de alimentación.
- El montaje de las válvulas On/Off (Control de Nivel) y válvulas reguladoras de presión, incluye los siguientes accesorios y/o materiales mecánicos: empaquetaduras espirometálicas, espárragos con tuercas hexagonales.

- El montaje de las válvulas reguladoras de presión y de alivio, incluye los siguientes accesorios y/o materiales mecánicos: empaquetaduras espirometálicas, espárragos con tuercas hexagonales.
- Suministros de accesorios eléctricos como: tubería de acero galvanizado, uniones, cajas de paso, reducciones, sellos cortafuego, codos, etc., para la conexión eléctrica de las válvulas On/Off (control de nivel), interruptores de nivel.
- El montaje y conexionado de los Instrumentos en línea o equipo incluye el suministro de todo material mecánico (acople roscado, electrodo, teflón, reducciones, niples, pintura, codos, rectos, tee, uniones de acero al carbono y acero inoxidable y todo material eléctrico no mencionado pero necesario para la ejecución de cada una de estos instrumentos
- Queda entendido que la empresa contratista deberá elaborar una hoja de registro de la calibración de cada instrumento.

Trabajo ejecutado: Se instaló 04 manómetros de 0 a 800 psig, 02 Indicadores de temperatura de 0 a 150°F, 01 visor de nivel, 02 válvulas de control de nivel de 2" tipo on/off, 01 válvula de seguridad de 1 pulgada de diametro, 01 transmisor de presión diferencial y 01 plato restrictor de 2" en acero inoxidable.

4.4.2 Montaje, instalación y configuración de tablero de control equipado con PLC

Alcance:

Comprende el transporte, suministro de mano de obra, materiales, equipos, supervisión, herramientas y los servicios necesarios para el montaje, instalación, y conexión de un tablero de control para adosar IP54, incluyendo el suministro de materiales consumibles y no consumibles para

el ensamblaje de los gabinetes en función a los requerimientos indicados en los planos y diagramas de conexionado interno de los gabinetes. La cantidad de tableros de control a ser instalados están indicados en el documento de cómputos métricos y en función al documento de especificaciones del controlador lógico programable (PLC), desarrollados en esta fase del proyecto.

- La contratista deberá suministrar todos los materiales necesarios tales como; pernos, tuercas, arandelas de acero para la fijación de todos los accesorios a ser instalados en el gabinete, planchas, ángulos, perfiles metálicos, canaletas, rieles, cableado y protecciones. En la ejecución de la mano de obra la contratista debe incluir el suministro de soportería metálica para gabinete con todos sus componentes y accesorios.
- El tablero de control lo suministrará Petrobras completamente ensamblado, en función de los requerimientos indicados en el documento de la arquitectura de control desarrollada para el proyecto. Será responsabilidad de la contratista revisar las especificaciones y la cantidad de equipos requeridos en función de los requerimientos del proyecto.
- El personal asignado debe ser calificado para la ejecución de las labores descritas aquí. Petrobras se reserva el derecho de verificar la calificación de aquellas personas ofrecidas para estas actividades.

Trabajo ejecutado: 01 unidad de tablero de control correctamente instalado (U)



Figura 4.7 Instalación y conexionado de switch de nivel Fuente: Registro fotográfico de obra.



Figura 4.8 Instalación de válvula de alivio y transmisores de presión

Fuente: Registro fotográfico de obra.

CAPÍTULO 5

PUESTA EN MARCHA

Una vez terminado la construcción y montaje de todas las facilidades relacionadas a la operación del slug cátcher, se entra a la etapa de integrar el sistema para que todos los controles e instrumentos asociados realicen un adecuado funcionamiento en forma segura y confiable. Para esto se describirá la filosofía de operación y control para luego mostrar las pruebas de operación realizadas. Ver figura 5.1

Revisar el plano "01-Diagrama P&ID" en donde se observa la codificación a cada uno de los elementos que interviene en el proceso del slug cátcher, que a partir de este capítulo se denominara Scrubber V-130. (Denominación realizada por Petrobras)

En el apéndice 05 se muestra el procedimiento para la puesta en macha del equipo en donde usando fotografías y descripciones breves y claras se llega a un lenguaje sencillo para que el operador quien es el responsable del equipo realice un correcta operación.



Figura 5.1 Vista general del slug cátcher

Fuente: Registro fotográfico de obra.

5.1 FILOSOFÍA DE OPERACIÓN Y CONTROL

La Supervisión y Control de los procesos del **scrubber V-130**, se efectuó por medio de un PLC (Controlador Lógico Programable) que está contenido en un Gabinete ubicado en la zona de tableros en el área que comprende la ubicación del scrubber V-130.

La instrumentación de campo del **scrubber V-130** es local mediante instrumentos indicadores y electrónica para transmisión de señales analógicas de **4-20 mA** y **24 VDC** para señales digitales y alimentación de instrumentos.

Las señales recibidas por el PLC son enviadas al Scada de Petrobras mediante comunicación inalámbrica, empleando un radio modem emisor y receptor instalados en ambas locaciones (Scrubber V-130 y Scada El Alto ubicado en Petrobras).

5.1.1 Scrubber de gas V-130

El gas combustible circulante en el gaseoducto de ETA-27 es enviado al scrubber V-130 mediante la línea **4"- 001-PG-B1**.

Este recipiente se encarga de depurar el gas recibido del gaseoducto de ETA-27 separando los líquidos condensados del gas, los cuales pasan a ser drenados hacia la Batería TA-27 por medio de la línea 2"-009-CG-B1, por los interruptores de muy alto nivel LSHH-101, alto nivel LSH-101, bajo nivel LSL-101 y muy bajo nivel LSLL-101 y 02 válvulas motora LCV-101 y SDV-101 instaladas en serie en la línea de descarga del recipiente.

El scrubber V-130 posee un demíster para optimizar el proceso de captación de liquidos y el estado de limpieza es monitoreado por el transmisor de presión diferencial **DPIT-101**, el mismo que activa una alarma cuando exista una caída de 2 psi, para esto se instaló una toma antes del demíster y la siguiente toma esta después del demíster.

La medición en tiempo real del nivel del recipiente **scrubber V-130** es por medio del indicador de nivel **LG-101** que permite al operador visualizar el nivel al cual se encuentre el Scrubber.

Cuando el recipiente alcance el nivel máximo de condensados (39 pulgadas), el interruptor de nivel alto LSH-101, envía una señal hacia el PLC procediendo a activar la válvula motora LCV-101 drenando los líquidos de este recipiente hasta que alcance el nivel bajo (21 pulgadas), activando el interruptor de bajo nivel LSL-101, para proceder al cierre respectivo de la válvula motora LV-101.

El switch de muy alto nivel **LSHH-101** da la indicación de que el nivel del scrubber llegó a un nivel demasiado alto (45 pulgadas), siempre y cuando el siwtch de alto

LV-101 y drenando los condensados acumulados en el recipiente hacia la batería TA-27 mediante la línea 2"-009-CG-B1, de igual manera el switch de muy bajo nivel LSLL-101 indicará que existe un nivel muy bajo (9 pulgadas en la bota), sí y sólo sí falle el switch de bajo nivel LSL-101, enviando la señal al PLC y éste active a la válvula motora SDV-101 para su cierre y evitar la fuga de gas natural por la línea de drenaje.

La válvula motora LCV-101 permite evacuar los condensados en el mínimo tiempo necesario, entre las válvulas LV-101 y SDV-101 se instaló 02 platos restrictores OP-101 y OP-102 para asegurar una caída de presión de 415 psi hasta a 15 psig, en la línea 2"-009-CG-B1, así mismo estos platos posee una línea de by pass el cual está controlado por una válvula de aguja PN-101, que permitirá regular la presión en la línea 2"-009-CG-B1 en caso entre en mantenimiento los platos restrictores.

El Scrubber V-130 está equipado de una Válvula de Seguridad PSV-101 con una presión de seteo de 475 psig.

5.2 PRUEBAS DE OPERACIÓN

Para la operación del slug cátcher se realizó un programa que permite realizar el monitoreo y control desde el panel operador y este a la vez enviar información para visualizarlo en el scada de Petrobras, se describe a continuación las pruebas realizadas en el panel operador.

5.2.1 Pantalla principal

La pantalla principal permitió acceder a todas las variables que pueden ser visualizadas desde el panel operador. Entre las principales variables que se

encontraron fueron: PIT-101, PIT-102, PIT-103, PDIT-101, estado de las alarmas de los switch LSHH-101 / LSH-101 / LSL-101 / LSLL-101, posición de las válvulas motoras LCV-101 / SDV-101. La pantalla principal contiene los siguientes submenús (Figura 5.2): PID / Alarmas / Mantenimiento, cabe indicar que cada submenú posee un icono que permitió retornar a la pantalla principal.



Figura 5.2 Pantalla del menú principal

Fuente: Registro fotográfico de obra.

Desde el panel operador se pudo tener acceso a la lectura de datos en tiempo real de los diferentes instrumentos instalados en el slug cátcher V-103; un ejemplo de ello es la lectura de los datos provenientes de los transmisores de presión que permitió verificar que si existe un valor diferente al de operación (posible rotura aguas abajo como aguas arriba del equipo), debemos recordar que este monitoreo es importante ya que una diferencia de presión puede afectar la planta eléctrica y por ende la operación del lote X.

Las pruebas de operación ofrecieron la posibilidad de controlar el arranque y/o parada de las válvulas instaladas (LCV, SDV) desde el panel operador accediendo a la pantalla mantenimiento y bloqueando la lógica de los Switch como se detalla más adelante.

5.2.2 Pantalla PID

Al acceder a la pantalla **PID**, el operador y/o usuario puede visualizar el estado de las alarmas de los Switch (Verde = Alarma Existente, Roja =Normal).

Es importante saber que los Switch de Nivel Alto y Muy Alto indican presencia de Condensado (Color Verde), mientras que para el caso de los Switch de Bajo Nivel y Muy Bajo Nivel el Color Verde en el estado de la alarma del Switch indica que no hay condensado como se muestra en la figura 5.3.



Figura 5.3 Pantalla PID

Fuente: Registro fotográfico de obra.

Para el caso de las válvulas el estado verde representa que se encuentra la válvula abierta. Así mismo dentro de la pantalla PID se pudo acceder a la visualización de los datos de los transmisores indicadores de presión haciendo click sobre el TAG que se muestra de cada instrumento donde se observa el valor leído en la parte derecha como se visualiza en la figura 5.3.

Las válvulas motorizadas poseen un contacto de confirmación de Apertura o Cierre de la misma. Dichos contactos están representados en el panel como se muestra en la siguiente imagen:





El indicador del lado Izquierdo representa que se encuentra la válvula totalmente cerrada.

El indicador del lado derecho representa que se encuentra la válvula totalmente abierta.

5.2.3 Pantalla mantenimiento

Dentro de esta pantalla se pudo actualizar el factor de descarga de condensado. Así mismo desde esta pantalla se puede activar y/o desactivar las válvulas motorizadas instaladas.

Para acceder a dicha pantalla el operador y/o usuario debe ingresar el password requerido en la pantalla mantenimiento, una vez ingresado el Password correcto la pantalla será como la mostrada en la figura 5.4.



Figura 5.4 Pantalla mantenimiento

Fuente: Registro fotográfico de obra.

El procedimiento usado para la apertura y/o cierre de las válvulas fue el siguiente:

- Activar el Sistema desde el siguiente icono:
- Para Aperturar una Válvula deberá cambiar el estado de Off a ON del pulsador de la válvula correspondiente:

 Dentro de la Pantalla Mantenimiento se puede cambiar el factor para la descarga del condensado haciendo click sobre el símbolo.

5.2.4 Pantalla alarmas

En esta pantalla se muestra las alarmas que se han activado en un instante.

En caso de activación de una alarma, esta se mostrara en la pantalla, la cual nos indicara la hora, fecha y tipo de alarma que ha sido activada. Las alarmas configuradas son:

- Falla de Válvula LCV: El evento se presenta cuando existe falsos contactos en la confirmación de Apertura y cierre de las válvulas.
- Falla de Válvula SDV: El evento se presenta cuando existe falsos contactos en la confirmación de Apertura y cierre de las válvulas.
- Alarma Demister: Evento se presenta cuando existe una caída de Presión de 2 psi en el Transmisor Indicador de Presión Diferencial.
- Falla Apertura LCV: Evento se registra cuando pasado un determinado tiempo de haber activado desde el PLC la válvula, no se dio la confirmación de su contacto. (Posible falla: Obstrucción de la vía, Falta de Energía, etc).
- Falla Apertura SDV: Evento se registra cuando pasado un determinado tiempo de haber activado desde el PLC la válvula, no se dio la confirmación de su contacto. (Posible falla: Obstrucción de la vía, Falta de Energía, etc).
- Falla Switch: Evento se registra cuando existe una Alarma de Nivel Muy

 Alto y Nivel muy Bajo al mismo tiempo o cuando existe una alarma de

 Nivel Alto y Nivel bajo.

CAPÍTULO 6

COSTOS

Se han considerado los siguientes rubros:

Costos de ingeniería

Costos de obras civiles

Costos de obras mecánicas

Costos de obras eléctricas

Costos de obras de instrumentación

Costos de materiales e instrumentos suministrados

Resumen de costos

6.1 COSTOS DE INGENIERÍA

Se encargó a la empresa contratista realizar la ingeniería de detalle para la fabricación del equipo, así como los planos en las diferentes especialidades para el montaje del proyecto (Tabla 6.1). Luego de la realización de la ingeniería se realizó un análisis de riesgo operativo llamado Hazop (siglas en ingles) para verificar que la ingeniería cumpla los requisitos mínimos de seguridad frente a la operación, este estudio de riesgo fue incluido en los costos de ingeniería.

Tabla 6.1 Costos de ingeniería

| PART. | DESCRIPCION | UND. | PLANOS | DOCU. | SENIOR | S.SENIOF | JUNIOR | TÉCNICO | TOTAL | TOTAL |
|---------|---|------|--------|-------|----------|----------|--------|----------|-------|-----------|
| | | OND. | 12,100 | 2000. | 39.00 | 32.50 | 19.50 | 15.60 | HH | US\$ |
| ENERAL | | | | | | | | | | |
| 1 | Elaboración de cronograma de ejecución de los trabajos | нн | | 1 | 4 | | | | 4 | 156.00 |
| 2 | Computos métricos | HH | | 1 | | 4 | | | 4 | 130.00 |
| 3 | Memoria Descriptiva del proyecto | HH | | 1 | 4 | | 6 | | 10 | 273.00 |
| 4 | Manual de Operación y Mantenimiento | HH | | 1 | 4 | 8 | | | 12 | 416.00 |
| ROCESC | | | | | | | | | | 0.00 |
| 4 | Actualización del P&ID de la Planta Eléctrica | HH | 1 | | | 8 | | | 8 | 260.00 |
| 5 | Balance de Masa y Energía | HH | 1 | | | 4 | | | 4 | 130.00 |
| 6 | Revisión Hoja de datos equipos de procesos | HH | | 1 | | | 4 | | 4 | 78.00 |
| 7 | Plano del sistema de drenaje de lluvias. | HH | | 1 | | | | 8 | 8 | 124.80 |
| 8 | Revision de Memoria de Calculo de equipos | HH | | 1 | 4 | 4 | | | 8 | 286.00 |
| IVIL | | | | | | | | | | 0.00 |
| 8 | Especificaciones Técnicas para Obras Civiles | HH | | 1 | 4 | | | | 4 | 156.00 |
| 9 | Memoria de Cálculos | HH | | 1 | | 4 | | | 4 | 130.00 |
| 10 | Lista de cruces de carreteras y quebradas, | НН | | 1 | | 1 1 | 6 | | 6 | 117.00 |
| | indicando su ubicación y longitud. | | l I | | | | - | | | |
| 11 | Plano de Topografia Modificada. Incluye levantamiento tiopográfico. | нн | 1 | | | | | 16 | 16 | 249.60 |
| 12 | Plano de detalles de estructuras de acero y concreto (fundaciones de equipos, recipientes, tanquillas, soportes de tuberlas etc). Planta y Elevación. | нн | 1 | | | | | 8 | 8 | 124.80 |
| 13 | Plano de implantación de fundaciones | НН | 1 | | İ | | | 8 | 8 | 124.80 |
| AECANIC | | | | | | | | | | 0.00 |
| 14 | Especificaciones técnicas para obras mecánicas (fabricación de equipos, montaje, sodaldure, pruebas radiograficas, pruebas hidrostáticas, ravestimiento). | нн | | 1 | 4 | | | | 4 | 156.00 |
| 15 | Lista de líneas, válvulas y materiales | НН | | 1 | | 4 | | | 4 | 130.00 |
| 16 | Planos isométricos de tuberías | НН | 1 | | | | | 24 | 24 | 374.40 |
| 17 | Plano de Fabricación del Scrubber de Gas | НН | 1 | | | | | 24 | 24 | 374.40 |
| 18 | Plano mecánico de ruteo de gasoductos y línea de condensados. | НН | 1 | | | | | 12 | 12 | 187.20 |
| NSTRUM | IENTACIÓN | | | | | | | | | 0.00 |
| 19 | Dimensionamiento del Puente de Medición de la Planta Eléctrica | нн | | 1 | | | 8 | | 8 | 156,00 |
| 20 | Filosofia de operación y Control del Scrubber de Gas. | нн | | 1 | 2 | 4 | | | 6 | 208.00 |
| 21 | Lista de Instrumentos, cables, canalizaciones y Materiales | нн | i | 1 | | 8 | | | 8 | 260.00 |
| 22 | Revisión de Hojas de Datos de Instrumentos | НН | 1 | 1 | | | 4 | | 4 | 78.00 |
| 23 | Diagrama de Conexionado de Gabinete | HH | 1 | | i – | | 0 | 6 | 6 | 93.60 |
| 24 | Diagrama de Lazos | HH | 1 . 1 | | | | | 6 | 6 | 93.60 |
| 25 | Detalles de instalación mecánica/eléctrica de instrumentos | нн | 1 | | | | | 12 | 12 | 187.20 |
| 26 | Detalles de bancadas | НН | 1 | | i | | | 8 | 8 | 124.80 |
| 27 | Confeccion de Hojas de Datos de Instrumentos | НН | | 1 | 2 | 4 | 8 | <u> </u> | 14 | 364.00 |
| LECTRI | | | i | - | <u> </u> | | | | | 0.00 |
| 27 | Lista de cables, canalizaciones y materiales | НН | i | 1 | | | 8 | | 8 | 156.00 |
| 28 | Diagrama Unifilar | HH | 1 | - | | - | | 6 | 6 | 93.60 |
| 29 | Plano de Detalle de Puesta a Tierra de equipos y | нн | 1 | | | | | 12 | 12 | 187.20 |
| ECHIPIT | estructuras. DAD DE PROCESOS | | 1 | | | | | | | 0.00 |
| 30 | HAZOP para evaluación de los riesgos | нн | | 1 | 8 | 16 | 24 | 4 | 52 | 1362.40 |
| | operacionales TOTALES | | 1 | | | , 0 | | | - VE | \$7,342.4 |

6.2 COSTOS DE OBRAS CIVILES

En estos costos se incluyeron material y mano de obra referido a la especialidad civil (Tabla 6.2). Cimentación para el slug cátcher, buzón de drenaje, buzón eléctrico, losa para tableros eléctricos y control, instalación de soportes para tuberías, movimientos de tierra, cerco perimétrico y excavaciones.

Tabla 6.2 Costo de obras civiles

| PARTIDA | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---------|--|--------|----------|-------------|---|
| С | DISCIPLINA CIVIL | | | | |
| C.1 | PREPARACIÓN DEL SITIO | | | | |
| C.1.1 | Movilización de equipos y herramientas. | Tn-Km | 73.16 | 20.12 | 1.472.06 |
| C.1.2 | Desmovilización de equipos y herramientas. | Tn-Km | 0.00 | 20.12 | 0.00 |
| C.1.3 | Transporte de material proporcionado por PETROBRAS. | Tn-Km | 49.56 | 20.12 | 997.22 |
| C.1.4 | Transporte de chataпа a almacenes. | Tn-Km | 37.18 | 37.18 | 1,382.35 |
| C.1.5 | Oficina en Obra | DIA | 90.00 | 30.47 | 2,742.30 |
| C.1.6 | Almacen Provisional en Obra | DIA | 90.00 | 31.44 | 2,829.60 |
| C.1.7 | Servicios Higiénicos | DIA | 90.00 | 30.79 | 2,771.10 |
| C.1.8 | Trazo y replanteo | m² | 100.00 | 2.14 | 214.00 |
| C.2 | MOVIMIENTO DE TIERRA Y DEMOLICIONES | | | | |
| C.2.1 | Limpieza y nivelación del terreno | m³ | 131.00 | 2.40 | 314.40 |
| | Excavación en tierra a mano para construcciones de zanjas, | | | | |
| C.2.2 | fundaciones y otros, hasta profundidades comprendidas entre 0 y | m³ | 65.41 | 20.78 | 1,359,29 |
| | 2.00 m. | | | | • |
| C.2.3 | Relleno y compactación con apisonadores de percusión. | m³ | 60.50 | 29.24 | 1,769.02 |
| 004 | Acarreo, carga y bote de material sobrante a distancías menores a | m³*Km. | 45.00 | 20.00 | 200.00 |
| C.2.4 | 5 km | m³5Km. | 15.00 | 22.62 | 339.30 |
| C.3 | SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO. INCLUYE ENCOFRADO Y EXCLUYE ACERO DE REFUERÃO. | | | | |
| C.3.1 | Base de concreto pobre (solado) | m³ | 1.96 | 17.41 | 34.05 |
| C.3.2 | Concreto fc = 175 kg/cm2. | m³ | 10.30 | 191.75 | 1,975.79 |
| C.3.3 | Concreto fc = 210 kg/cm2. | m³ | 9.23 | 209.79 | 1,936.70 |
| C.4 | SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO PARA LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO. | | | | |
| C.4.1 | Acero Fy=4200 Kg/cm2 | Kg | 525.64 | 2.88 | 1,513.84 |
| C.5 | CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS | | 020.07 | 2.00 | 1,010.01 |
| C.5.1 | Construcción e instalación de soportes tipo H ó tipo Castillo. Incluye arenado y pintado. | Kg | 2,205.80 | 2.95 | 6,507.12 |
| C.5.2 | Confección e instalación de cerco perimétrico. Incluye arenado y pintado. | m | 36.00 | 116.51 | 4,194.36 |
| C.5.3 | Confección e instalación de soporte y techo para los tableros. Incluye arenado, pintado y techo ethemit. | Kg | 400.00 | 4.81 | 1,924.00 |
| C.6 | RETIRO DEFINITIVO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS | | | | |
| | Retiro definitivo de tuberías. | | | | |
| C.6.1 | Tubería de 2" | m | 8.64 | 3.69 | 31.88 |
| C.6.2 | Tubería de 3" | m | 0.00 | 4.00 | 0.00 |
| C.6.3 | Tuberia de 4" | m | 0.00 | 4.52 | 0.00 |
| | Retiro definitivo de válvulas | | | | |
| C.6.4 | Retiro de válvulas <=2" | U | 0.00 | 9.92 | 0.00 |
| C.6.5 | Retiro de válvulas =3" | U | 0.00 | 12.40 | 0.00 |
| C.6.6 | Retiro de válvulas =4" | U | 0.00 | 16.54 | 0.00 |
| | TOTAL US\$ | | | | \$34,308.40 |

6.3 COSTOS DE OBRAS MECÁNICAS

Petrobras suministro toda la tubería mayor de 2 pulgadas, a la compañía contratista que ejecuto el proyecto, por esta razón en la tabla 6.3 figura los costos de mano de obra referente a los trabajos mecánicos en donde no se incluye los costos por la tubería. En la tabla 6.3 figura el costo por la fabricación del equipo estático dimensionado en el capítulo 2 (el análisis de precio unitario se encuentra en el apéndice 06).

Tabla 6.3 Costos de obras mecánicas

| PARTIDA | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---------|--|--------------------------|----------|-------------|-------------|
| M | DISCIPLINA MECÁNICA | Committee and the second | | | |
| M.1 | Soldadura de tuberías de acero (prefabricados: biselado, alineamiento y soldado) | | | | |
| M.1.1 | Ø 2" - Sch 80. | Pega | 140.00 | 59.61 | 8,345.94 |
| M.1.2 | Ø 3" - Sch std. | Pega | 10.00 | 71.55 | 715.54 |
| M.1.3 | Ø 4" - Sch std. | Pega | 99.00 | 78.82 | 7,803.02 |
| M.1.4 | Ø 6" - Sch std. | Pega | 0.00 | 103.79 | 0.00 |
| M.2 | Manipuleo y montaje de tuberías aéreas de acero. | | | | |
| M.2.1 | Ø 2". | m | 1,220.00 | 0.90 | 1,098.00 |
| M.2.2 | Ø 3". | m | 14.00 | 1.08 | 15.12 |
| M.2.3 | Ø 4". | m | 368.00 | 1.81 | 666.08 |
| M.2.4 | Ø 6". | m | 0.00 | 4.04 | 0.00 |
| M.3 | Manipuleo y montaje de tuberías de acero enterradas. (cruce de carreteras, quebradas, pantanos, etc). | | | | |
| M.3.1 | Ø 4". | m | 45.00 | 19.10 | 859.50 |
| M.4 | Instalación de Válvulas | | | | |
| M.4.1 | Suministro e Instalación de válvulas iguales o menores de 1 1/2 " | U | 15.00 | 277.42 | 4,161.30 |
| M.4.2 | Instalación de válvulas de 2" | U | 9.00 | 43.42 | 390.78 |
| M.4.3 | Instalación de válvulas de 3" | U | 3.00 | 47.32 | 141.96 |
| M.4.4 | Instalación de válvulas de 4" | U | 3.00 | 56.54 | 169.62 |
| M.4.5 | Instalación de válvulas de 6" | U | 0.00 | 90.96 | 0.00 |
| M.5 | Suministro e Instalación de muestreadores | U | 4.00 | 139.94 | 559.76 |
| M.6 | Prueba hidrostática y sopiado | S.G | 1.00 | 3,268.56 | 3,268.56 |
| M.7 | Construcción, montaje e Instalación de equipos. | | | | |
| M.7.1 | Construcción, montaje e instalación de Scrubber de Gas del tipo Horizontal de 36 pulg. de Diámetro y 11 pies de largo. El scrubber debe incluir demister. Ver especificaciones técnicas en los anexos de las Bases Técnicas. | U | 1.00 | 44,901.81 | 44,901.81 |
| M.7.2 | Montaje de Filtro de Gas Combustible. | U | 0.00 | 1.023.41 | 0.00 |
| M.8 | Empalmes (Tie ins). | | | | |
| M.8.1 | Tie ins soldado | | | i | |
| M.8.1.1 | Ø 2". | U | 3.00 | 502.30 | 1,506,90 |
| M.8.1.2 | Ø 4". | U | 2.00 | 505.23 | 1,010.45 |
| M.8.2 | Hot Tapping | | | | |
| M.8.2.3 | Ø 4". | U | 0.00 | 500.29 | 0.00 |
| M.9 | Arenado y Pintura | | | | |
| M.9.1 | Arenado a metal blanco y pintura de tuberías menores a 6" | m ² | 220.00 | 28.08 | 6,177.46 |
| M.9.2 | Arenado a metal blanco y Cinta Polyguard RD6 (tubería enterrada) | m² | 14.80 | 116.37 | 1,722.27 |
| M.10 | Pruebas, puesta en marcha, conformes a obra y cierre del proyecto. | S.G. | 0.00 | 5,460.00 | 0.00 |
| | TOTAL US\$ | | | | \$83,514.06 |

6.4 COSTOS DE OBRAS ELÉCTRICAS

Los costos involucrados en esta especialidad incluyeron material y mano de obra. Los trabajos que figuran en la tabla 6.4 son referidos a los tableros eléctricos, canalizaciones eléctricas, instalación del sistema malla tierra, poste para protección atmosferica e instalación del sistema de iluminación.

Tabla 6.4 Costos de obras eléctricas

| PARTIDA | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---------|---|--------|----------|-------------|-------------|
| E | DISCIPLINA ELECTRICIDAD | | | | |
| E.1 | Suministro e instalación de Equipos | | | | |
| E.1.1 | Tablero de distribución equipado con transformador 480/220 VAC. | U | 0.50 | 390.05 | 195.03 |
| E.1.2 | Suministro e Instalación de interruptor de distribución de 30A, trifásico, 60Hz, caja moldeada, regulable, alojado en gabinete IP66, en poste de acometida. | U | 1.00 | 563.16 | 563.16 |
| E.2 | Canalizaciones Eléctricas | | | | |
| E.2.1 | Canalizaciones Subterráneas | | | | 18.00 |
| E.2.1.1 | 1 Tubo PVC de 2" | m | 40.00 | 25.14 | 1005.56 |
| E.2.2 | Stub Up | | | | |
| E.2.2.1 | Stub up de un (1) tubo de 2" | U | 2.00 | 57.80 | 115.60 |
| E.3 | Acometida desde línea de Baja Tensión 480VAC, 60Hz | | | | |
| E.3.1 | Izado de poste de hasta 15m. Incluye armado para conexión de conductor eléctrico señalización del poste según Rhose. | U | 2.00 | 618.27 | 1236.53 |
| E.3.2 | Instalación de retenida inclinada. | U | 2.00 | 585.77 | 1171.53 |
| E.3.3 | Tendido y puesta en flecha de conductor autoportante de cobre 3-1x70 mm2 (portante de acero) | m | 0.00 | 34.74 | 0.00 |
| E.3.4 | Instalación de subida y/o bajada de cables subterráneos en poste hasta 15m. | U | 1.00 | 456.53 | 456.53 |
| E.4 | Suministro, tendido, identificación y conexión de cables eléctricos. | | | | |
| E.4.1 | Cable tipo NYY 1-2x4mm2, 1KV. | m | 50.00 | 23.24 | 1161.91 |
| E.4.2 | Cable tipo NYY 1-3x70mm2, 1KV. | m | 30.00 | 70.04 | 2101.14 |
| E.5 | Sistema de Puesta a Tierra | | | | |
| E.5.1 | Suministro e Instalación de conductor de cobre desnudo 70mm2, directamente enterrado | m | 50.00 | 35.41 | 1770.70 |
| E.5.2 | Ejecución de conexión exotérmica | m | 6.00 | 25.87 | 155.23 |
| E.5.3 | Puesta a tierra de equipo o estructura. Incluye las conexiones exotérmicas y a compresión | U | 6.00 | 149.53 | 897.16 |
| E.5.4 | Construcción de pozo de puesta a tierra. Incluye la instalación del electrodo y aditivos químicos | υ | 3.00 | 587.70 | 1763.11 |
| E.5.5 | Instalación de Barra Copperweld, longitud 2,4 metros y diámetro 5/8". | U | 3.00 | 61.25 | 183.75 |
| E.6 | Sistema de Iluminación | | | | -10-11 |
| E.6.1 | Suministro e instalación de reflectores de 175 watts. Explosion Proof. | U | 0.50 | 1247.72 | 623.86 |
| E.6.2 | Fabricación y Montaje de poste de acero de hasta 8 m. Incluye accesorios para Instalación de luminarias de vapor de sodio. Las tuberías para los postes los suministrará PETROBRAS. | m | 1.00 | 1468.72 | 1468.72 |
| | TOTAL US\$ | | | | \$14,869.53 |

6.5 COSTOS DE OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN

Petrobras suministro todos los instrumentos a ser instalados en el proyecto a excepción de los manómetros, termómetros y accesorios necesarios para conectar los instrumentos al proceso, esto se puede observar en la tabla 6.5.

Tabla 6.5 Costos de obras de instrumentación

| PARTIDA | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---------|--|--------|----------|-------------|-------------|
| ı | DISCIPLINA INSTRUMENTACIÓN | | | | |
| 1.1 | Calibración, instalación y conexión de instrumentos en Línea o Équipo. | | | | |
| 1.1.1 | Suministro e Instalación de indicador de presión (PI) | U | 4 | 485.82 | 1,943.27 |
| 1.1.2 | Suministro e Instalación de indicador de temperatura (TI) | U | 2 | 342.82 | 685.63 |
| 1.1.3 | Suministro e Instalación de Indicador de Nivel (LG) | U | 1 | 802.63 | 802.63 |
| 1.1.4 | Válvula Reguladora de Presión (PRV) | U | 6 | 521.53 | 3,129.20 |
| 1.1.5 | Suministro e Instalación de Válvula de Control de Nivel (LCV) | U | 2 | 2,557.63 | 5,115.27 |
| 1.1.6 | Interruptor de Nivel (LSH/LSL) | U | 1 | 672.63 | 672.63 |
| 1.1.7 | Instalación y Calibración Válvulas de Seguridad (PSV) | U | 1 | 195.05 | 195.05 |
| l. 1.8 | Transmisor de Presión Diferencial (PDIT) | U | 1 | 351.77 | 351.77 |
| 1.1.9 | Suministro e Instalación de Plato Orificio Restrictor | U | 1 | 1,917.88 | 1,917.88 |
| 1.2 | Sistema de Medición de Gas | | | | |
| 1.2.1 | Fabricación de puente de medición de gas de 4" de acuerdo al AGA 3. (Incluye el suministro y montaje de las bridas portaplatos y platos orificios) | U | 1 | 1,975.03 | 1,975.03 |
| 1.2.2 | Instalación, conexión y configuración de transmisores Multivariables (UIT). Incluye la instalación del sensor de temperatura RTD. | U | 1 | 522.39 | 522.39 |
| 1.3 | Fabricación e Instalación Soporte para Instrumentos | | | | |
| 1.3.1 | Soporte para un (01) Instrumento | U | 2 | 160.82 | 321.63 |
| 1.4 | Suministro y construcción de canalizaciones eléctricas a la vista | | | | |
| 1.4.1 | Tuberia conduit de 3/4" galvanizada en caliente | m | 20 | 27.47 | 549.48 |
| 1.4.2 | Tuberia conduit de 1" galvanizada en catiente | m | 10 | 34.18 | 341.81 |
| 1.4.3 | Tuberia conduit de 2" galvanizada en caliente | m | 10 | 52.35 | 523.48 |
| 1.5 | Suministro, instalación y conexionado de Cables de Control | | | | |
| 1.5.1 | Triada calibre 16 AWG THW para extensión de RTD | m | 0 | 10.74 | 0.00 |
| 1.5.2 | Conductor 2C#18 AWG PVC 300V | m | 80 | 4.94 | 394.92 |
| 1.5.3 | Conductor 2C#14 AWG PVC 300V | m | 50 | 5.10 | 255.00 |
| 1.6 | Suministro, instalación y conexión de cables de telecomunicaciones. | | | | |
| 1.6.1 | Suministro e instalación de Cable Coaxial LMR 240 | m | 20 | 27.03 | 540.61 |
| 1.6.2 | Suministro e instalación de Cable SFTP - CAT 5E | m | 5 | 16.00 | 80.02 |
| 1.7 | Montaje, Instalación y Configuración de Tablero de Control equipado con PLC. | U | 1 | 3,816.80 | 3,816.80 |
| 1.8 | Equipos de Telecomunicaciones | | | | |
| 1.8.1 | Instalación de Radio Módem. | U | 1 | 1,876.36 | 1,876.36 |
| 1.8.2 | Instalación de Antena Direccional u Omnidereccional. | U | 1 | 458.83 | 458.83 |
| 1.9 | Estructuras de Telecomunicaciones | | | | |
| 1.9.1 | Suministro y montaje de mástil de 3m para instalación de antena. | U | 11 | 526.84 | 526.84 |
| | TOTAL US\$ | | | | \$26,996.53 |

Fuente: Petrobras Lote X

6.6 COSTOS DE MATERIALES E INSTRUMENTOS SUMINISTRADOS POR PETROBRAS.

En la tabla 6.6 se enumera todos los materiales mecánicos e instrumentos suministrados por Petrobras, los cuales no son parte de los costos relacionados a las obras realizadas para la fabricación, montaje y puesta a punto del equipo estudiado; pero afectan al costo total del proyecto.

Tabla 6.6 Costo de materiales e instrumentos suministrados

| Código | Descripción | Descripción Corta | Und | Cant Retiro | Monto | Condición |
|----------------|--|--|------------|----------------|-------------|--------------------------|
| | REDUCCION CONCEN. BISBLADA 3X2" SCH.40 ASTM A234 WPB | REDUCCION 3"X2" SCH40 | Und | 4 | \$8.04 | Accesorios |
| | BRIDA C/CUELLO PISOLDAR S.150 3" RF SCH.40 ASTM A105 | BRIDA 3" S.150 | Und | 4 | | Accesorios |
| | BRIDA C/CUELLO P/SOLDAR S.300 3" RF SCH.40 ASTM A 105 | BRIDA 3" S.300 | Und | 4 | | Válvulas |
| | VALVULA REGULADORA RF 250-34 PSIG FISHER N/P 2" X 150 | VALVULA REGULADORA 2" X150 | Und | 2 | | Accesorios |
| | CUPLA 1/2" X 3000# COMPRESIOR | OJPLA 1/2 X 3000 | Und | 1 | | Accesorios |
| | BRIDA C/CUELLO P/SOLDAR S.300 2" RF SCH.40 ASTM A105 | BRIDA 2" S.300 | Und | 4 | | Accesorios |
| | BRDA C/CUELLO P/SOLDAR S.150 2" RF SCH.40 ASTM A105 | BRIDA 2" S.150 | Und | 4 | | Accesorios |
| | CAÑO ACERO A53 GR.B / 5L 2" SCH.40 EXT, BISEL | TUBERIA 2" SCHIO | MT | 1524 | \$10,630.81 | |
| | CAÑO ACERO A53 GR.B / 5L 4" SCH.40 EXT. BISEL. CODO 45 GR BISELADO R.LARGO 4" SCH.40 ASTM A234 WFB | TUBERIA 4" SCH40 | MT | 408 | \$7,664.11 | |
| | | CODO 45° 4" SCH40 | Und | 1 | | Accesorios |
| | BRIDA C/CUELLO PISOLDAR S.300 2" RF SCH.40 ASTM A105 BRIDA C/CUELLO PISOLDAR S.300 4" RF SCH.40 ASTM A105 | BRIDA 2" S.300 BRIDA 4" S.300 | Und | 4 | | Accesorios |
| | VALVULA ESFERICA S/ 300 BRIDA RF 4" NOMINAL ACERO PALANCA | VALVULA ESPERICA 4" S.300 | Und | 4 | | Accesorios |
| | CODO 90 GR BISELADO RLARGO 2" SOLI40 ASTM A234 WPB | CODO 90° 2" SCH40 | Und | 2 | | Válvulas Accesorios |
| | VALVULA ESPERICA S/ 300 BRIDA RF 2" NOMINAL ACERO PALANCA | VALVULA ESPERICA 2" S.300 | Und | 1 | | Válvulas |
| | VARILLA DE BOMBEO 5/8" | VARILIA DE BOMBED 5/8" | Und | 43 | | |
| | REDUCCION CONCEN. BISELADA 6X4" SCH.40 ASTM A106 | REDUCCION 6"X4" SCH40 | Und | 2 | | Tubería |
| | TE NORMAL BISELADA 2 " SCH.80 ASTM A234 WPB | TE2" SCH80 | Und | 4 | | Accesorios Accesorios |
| | BRIDA C/CUELLO PISOLDAR S.150 2" RF SCH.40 ASTM A105 | BRIDA 2" S.150 | Und | 4 | | Accesorios |
| | BRIDA C/CUELLO P/SOLDAR S.150 2 RF SCH-40 ASTMA105 | BRDA 3" S.150 | | | | |
| | BRIDA C/CUELLO P/SOLDAR S.300 2" RF SCH-80 ASTMA105 | BRIDA 2" S.300 | Und | 8 | | Accesorios |
| | VALVULA ESPERICA S/ 150 BRIDA RF 3" TOTAL ACERO | VALVULA ESFERICA 3" S.150 | Und | 20 4 | | Válvulas |
| | | • | _ | | | |
| | BRIDA PORTA PLACA ORIFICIO DANIEL WIN 4" S. 150 RF TE NORWAL BISELADA 3 " SCH.40 ASTM A234 WPB | BRIDA PORTA PLACA 4" S.150 TE3" SOH40 | Und Und | 2 | | Accesorios |
| | CAÑO ACERO A53 GR.B / 5L 2" SCH.40 EXT. BISEL | TUBERIA 2" SCHIO | MT | 864 | \$6,015.85 | |
| | TABLERO CONTROL MICROLOGIX A.BRADLEY NVP 1100 LRP | TABLERO CONTROL MICROLOGIX | | | | Instrumentos |
| | CAÑO ACERO A53 GR.B / 5L 4" SCH.40 EXT. BISEL | | Und MT | 1 20 | | Tuberia |
| | CAÑO ACERO A53 GR.B / 5L 2" SCH.80 EXT. BISEL | TUBERIA 4" SCH40 TUBERIA 2" SCH80 | + | 36 | | |
| | CAÑO ACERO A53 GR.B / 5L 4* SCH 40 EXT. BISEL | TUBERA 4" SCH40 | MT | 24 | | Tuberia Tuberia |
| | VALVULA ESPERICA S/ 300 BRIDA RF 4" NOMINAL ACERO PALANCA | VALVULA ESPERICA 4" S.300 | Und | 38 9 | | Válvulas |
| | VALVULA ESPERICA SI 300 BRIDA RF 2" NOMINAL ACERO PALANCA | VALVULA ESPERCA 2" S.300 | Und | 9 | | |
| | CODO 45 GR BISBLADO RLARGO 4" SCH.40 ASTM A234 WPB | CODO 45° 4° SCH40 | Und | 6 | | Válvulas Accesorios |
| | CODO 45 GR BSB.ADO RLARGO 2" SCH40 ASTM A234 WPB | CODO 45° 2° SCH40 | Und | 1 | | Accesorios |
| | CODO 90 GR BISELADO RLARGO 4° SCH.40 ASTM A234 WPB | CODO 45° 4° SCH40 | Und | 4 | | Accesorios |
| | TENORVAL BISELADA 4 " SCH.40 ASTM A234 WPB | TE 4" SCHIO | Und | 1 | | Accesorios |
| | VALVULA SEGURIDADA RESORTE 1.1/2X2 " BRIDA S. 300/150 | VALVULA SEGURIDAD 1 1/2X2* | Und | i | \$2,827.93 | |
| | TRANSMISOR INDICADOR PRESION OFFERENC NIP-500 @ 500 PSIG | TRANSMISOR PRESION DIF -500a500 | Und | 1 | | Instrumentos |
| | ANTENA YAGI 902 - 928 MHZ HYPERLINK NIP 100BD | ANTENA YAGUI 902-928 | Und | 1 | | Instrumentos |
| | RADIO MODEN ETHERNET 902 - 928 MHZ 630 MW 1 - 54 MBPS | RADIO ETHERNET 902-928 | Und | 1 | | Instrumentos |
| | INTERRUPTOR NIVEL TIPO TUNING FORK ROSEMOUNT NP 2120 | INTERRUPTOR NIVEL NIP 2120 | Und | 4 | | Instrumentos |
| | BRIDA PORTA FLACA ORTROO WN 4" S. 300 RF | BRIDA PORTA PLACA 4" S.300 | Und | 2 | | Accesorios |
| | CABLE AUTOPORTANTE COBRE (PORTANTE ACERO) N/P 3-1X70M/2 | CABLE AUTOPORTANTE 3-1X70mm2 | MT | 100 | \$2,668.49 | |
| | BRIDA CIEGA S.300 4 " CARA RF ASTMA105 | BRIDA CIEGA 4" S.300 | Und | 1 | | Accesorios |
| | BRIDA PORTA FLACA ORIFICIO WN 2" S. 300 RF | BRIDA PORTA FLACA 2" S.300 | Und | 2 | | Accesorios |
| | BRIDA CIEGA S.300 2 " CARA RF ASTM A105 | BRIDA CIEGA 2" S.300 | Und | 1 | | Accesorios |
| | MEDIDOR DE FLUIO DE GAS PUNTUAL 1500 DP 300 | MEDIDOR FLUIO GAS 1500 DP 300 | Und | 1 | | Instrumentos |
| | SENSOR DE TEMPERATURA RID PARA TUBERÍA DE 4" | SENSOR RTD4" | Und | 1 | | Instrumentos |
| | TRANSMISOR INDICADOR PRESION OF FRENC NP - 500 @ 500 PSIG | TRANSMISOR PRESION DIF -500a500 | Und | 1 | | Instrumentos |
| | TRANSMISOR PRESION 0 - 600 PSI 4-20 MA ENDRESS + HAUSER | TRANSMISOR PRESION 0-600 PSI | Und | 3 | | Instrumentos |
| | TRANSMISOR INDICADOR PRESION OFFERENC N/P-500 @ 500 PSIG | TRANSMISOR PRESION DIF -500a500 | Und | -1 | | Instrumentos |
| | PLACA ORTFICIO S. 300 4 " P/ BRIDA 4" - S. 300 T/ | PLACA ORTPICIO 4" S.300 | Und | 1 | | Instrumentos |
| 124-24-08-2001 | INTERRUPTOR NIVEL TIPO TUNING FORK ROSEWOUNT NIP 2120 | INTERRUPTOR NIVEL NP 2120 | Und | 1 | \$529.00 | Instrumentos |
| 116-36-16-0000 | VALVULA ESFERICA S/300 BRIDA RF 2" NOMINAL ACERO PALANCA | VALVULA ESFERICA 2" S.300 | Und | 1 | \$276.81 | Válvulas |
| 156-76-48-200 | MANOMETRO DIAL 3" | MANOMETRO DIAL 3" | Und | 1 | \$58.30 | Instrumentos |
| 56-40-08-2001 | JUNTA ESPIRALADA FLEXITALLIC 6" S. 300 ACERO ESPIRAL | JUNTA ESP 6" S.300 | Und | 3 | \$23.45 | Accesorios |
| 176-56-92-2008 | SWITCH ADMINISTRABLE ETHERNET | SWITCH ADMINISTRABLE | Und | 1 | \$504.42 | Accesorios |
| 124-24-08-2001 | INTERRUPTOR NIVEL TIPO TUNING FORK ROSEMOUNT NIP 2120 | INTERRUPTOR NIVEL NP 2120 | Und | 4 | | Instrumentos |
| 116-36-16-0000 | VALVULA ESPERICA S/300 BRIDA RF 6" NOMINAL ACERO PALANCA | VALVULA ESFERICA 6" S.300 | Und | 1 | \$798.00 | Válvulas |
| 112-24-40-000 | BRIDA CIEGA S.300 4 " CARA RF ASTM A105 | BRIDA CIEGA 4" S.300 | Und | 2 | | Accesorios |
| 112-24-28-200 | BRIDA C/CUELLO PSOLDAR S.300 4" RF SCH.40 ASTMA181 | BRIDA 4" S.300 | Und | 2 | | Accesorios |
| | TEREDUCCION BISELADA 4X2" SCH.40 ASTM A234 WPB | TEREDUCC. 4"X2" SCHII0 | Und | 2 | | Accesorios |
| 112-24-28-000 | BRIDA C/CUELLO P/SOLDAR S.300 2" RF SCH.40 ASTM A105 | BRIDA 2" S.300 | Und | 2 | | Accesorios |
| | PUBNTE ALIMENTACION PISWITCH | FUENTE ALIMENTACION P'SWITCH | Und | 1 | | Instrumentos |
| | VALVULA ESFERICA SI 300 BRIDA RF 6" NOMINAL ACERO PALANCA | VALVULA ESFERICA 6" S.300 | Und | 1 | | Válvulas |
| | JUNTA ESPRALADA FLEXITALLIC 6" S. 300 ACERO ESPRAL | JUNTA ESP6" S.300 | Und | 2 | | Accesorios |
| 146 26 46 000 | VALVULA ESFERICA S/300 BRIDA RF 6" NOMINAL ACERO PALANCA | VALVULA ESFERICA 6" S.300 | Und | 1 | \$798.00 | Válvulas |
| 110-30-10-000 | TOTALI | | | | | 42.73 |

6.7 RESUMEN DE COSTOS

El costo total del proyecto fue de \$ 245,973.65 dólares y el costo por cada parada de la planta eléctrica es de \$ 97,500.00 dólares. En un lapso de 3 años (2009-2011) se han producido 4 paradas que generaron perdidas de \$ 390,000.00 dolares, esto ratifico la conveniencia de instalar el equipo.

Las planillas y el sustento de precios unitarios de cada una de las partidas en los diferentes rubros se encuentran en el apéndice 06. En la tabla 6.7 y el grafico 6.1 se aprecia un resumen de costos en los diferentes rubros.

Tabla 6.7 Resumen de costos

| ITEM | RUBRO | TOTAL US\$ | % |
|------|------------------------------------|------------|---------|
| 1 | INGENIERIA DETALLE | 7,342.40 | 2.99% |
| 2 | OBRAS CMLES | 34,308.40 | 13.95% |
| 3 | OBRAS MECÁNICAS | 83,514.06 | 33.95% |
| 4 | OBRAS DE ELECTRICIDAD | 14,869.53 | 6.05% |
| 5 | OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL | 26,996.53 | 10.98% |
| 6 | SUMINISTRO DE MATERIALES | 78,942.73 | 32.09% |
| | TOTAL US\$ | 245,973.65 | 100.00% |

Fuente: Petrobras Lote X

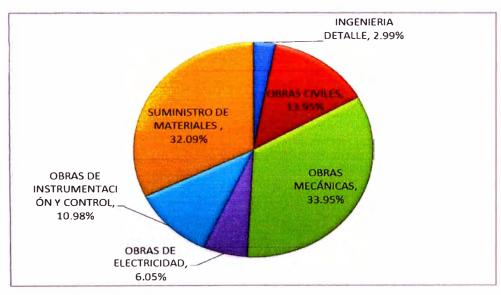


Figura 6.1 Distribución de costos

Fuente: Petrobras Lote X

CONCLUSIONES

- El equipo separador de condensados construido por personal nacional, conforme a las normas ASME alcanzo un costo de \$ 44,901.81 dólares, que representa un ahorro del 50% comparado con el precio de un equipo importado.
- El slug cátcher entró en funcionamiento en febrero del 2012 y durante ese año la planta eléctrica no hubo ninguna parada, obteniendo un ahorro de \$ 97,500.00 dólares por año.
- 3. El equipo aporta a la producción con 18.26 barriles diarios de petróleo, esto constituye un ingreso adicional de 1826 dólares por día.
- 4. La supervisión dedicada en la fabricación, montaje y puesta en marcha del equipo permitió que el equipo sea exitoso. Es decir se concluyó dentro del tiempo asignado, costo establecido (\$ 230,000.00 dólares americanos) y la calidad según especificación.

MATERIAL DE REFERENCIA

TESIS, INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL E INFORME DE SUFICIENCIA

- MANRIQUE REBAZA, Jim Anthony. Diseño de un recipiente a presión con un sistema de agitación para el procesamiento de biodiesel de 3m³ de capacidad, Tesis, BIGUFIM Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú 2011.
- ALFARO YALICO, Ramón Mansueto. Aplicación del sistema de transporte por ductos de líquidos de gas natural de camisea sin interrupción del servicio, Informe de suficiencia, BIGUFIM Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú 2012.

NORMATIVAS CONSULTADAS

- 3. ASME BPVC Section VIII, division 1 2010, Rules for construction of pressure vessels.
- 4. ASTM A-516/A-516M-01, Standard specification for pressure vessel plates, carbon steel, for moderate- and lower-temperature sevice.
- ASME B16.5 2009, Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 through NPS 24 Metric/Inch Standard
- 6. ANSI/API SPEC 6D 2008, Specification for pipeline valves.
- 7. ASME BPVC Section V 2000, Nondestructive examination.

LIBROS, MANUALES Y EXPOSICIONES CONSULTADAS

- 8. KEN, Arnold y MAURICE, Stewart. Surface Production Operations, Design of oil Handling Systems and Facilities, Elsevier, USA 2008.
- ROLLINO, Rubén. Curso ASME de diseño, construcción e inspección de recipientes a presión, Enginzone, Perú 2010.
- 10. MEGYESY, Eugene F. Manual de Recipientes a Presión (Traducción realizada por García Díaz, Rafael), Limusa, México 1998

CURSOS REALIZADOS

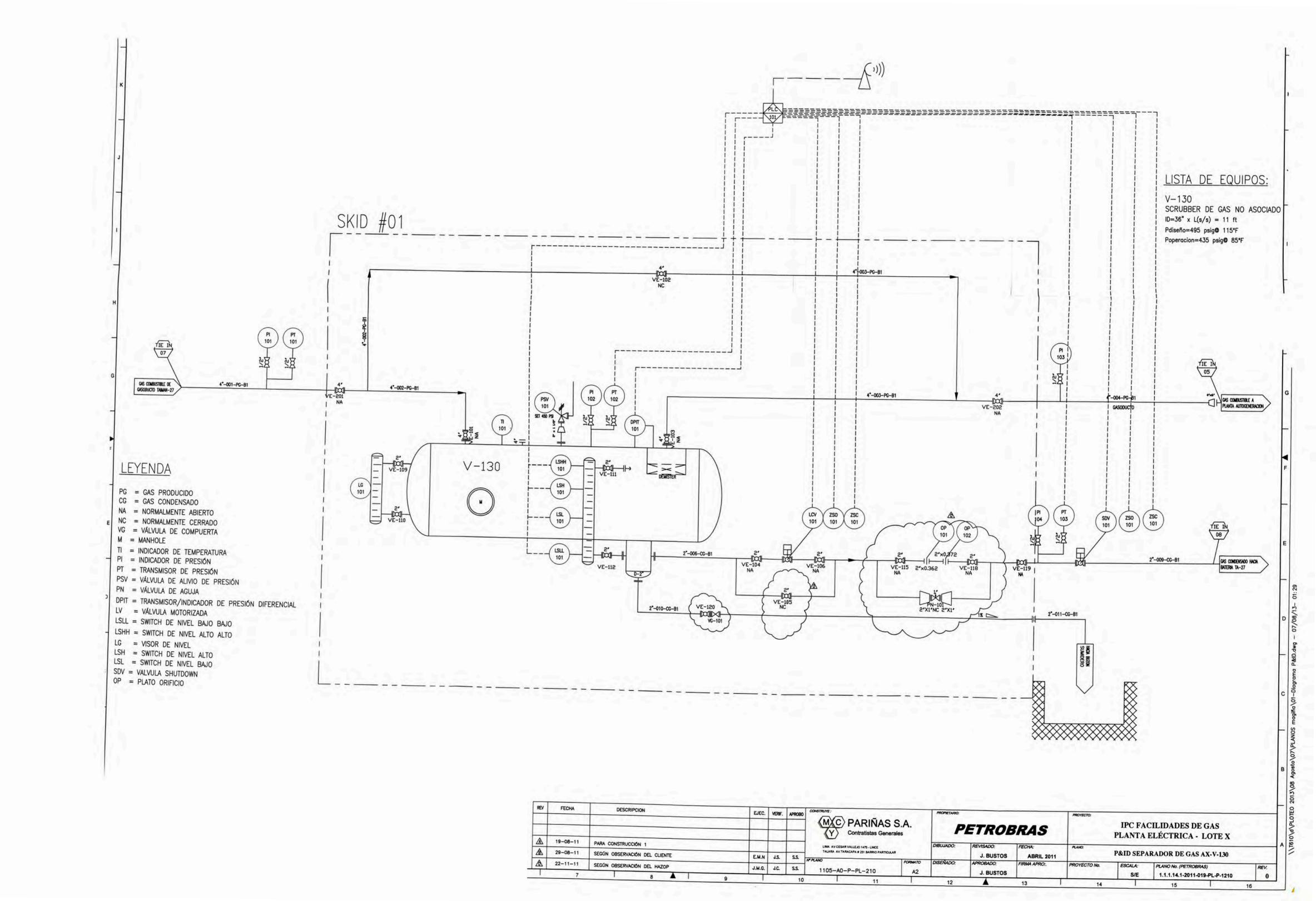
 SIFUENTES SANCHO, Jorge. XIX Ciclo de actualización de conocimiento, Informe de Suficiencia, dictado en la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú, 2012

RECURSOS WEB CONSULTADOS Y RECOMENDADOS

- 12. http://www.doxsteel.com/algoSobreTorque.pdf visitado el 30 de marzo del 2011.
- 13. http://www.acerosurssa.es visitado 12 de diciembre del 2012
- 14. http://www.engineeringtoolbox.com/ visitado 07 de enero del 2013
- 15. http://www.comeval.es/pdf/mep/esp/valvulas_bola.pdf visitado 06 de enero del 2013
- 16. http://www.amistco.com visitado 06 de enero del 2013

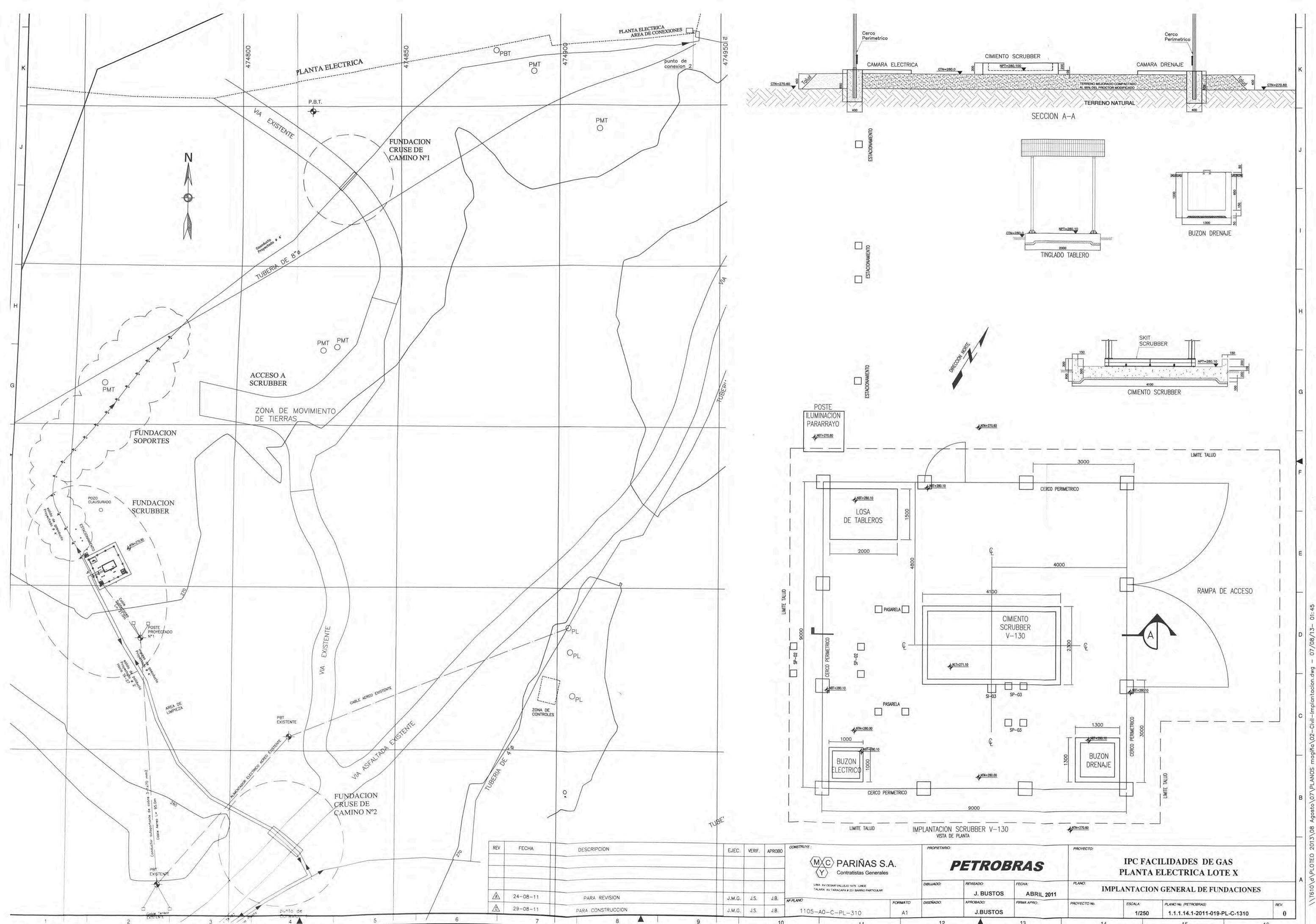
PLANO 01

Diagrama P&ID



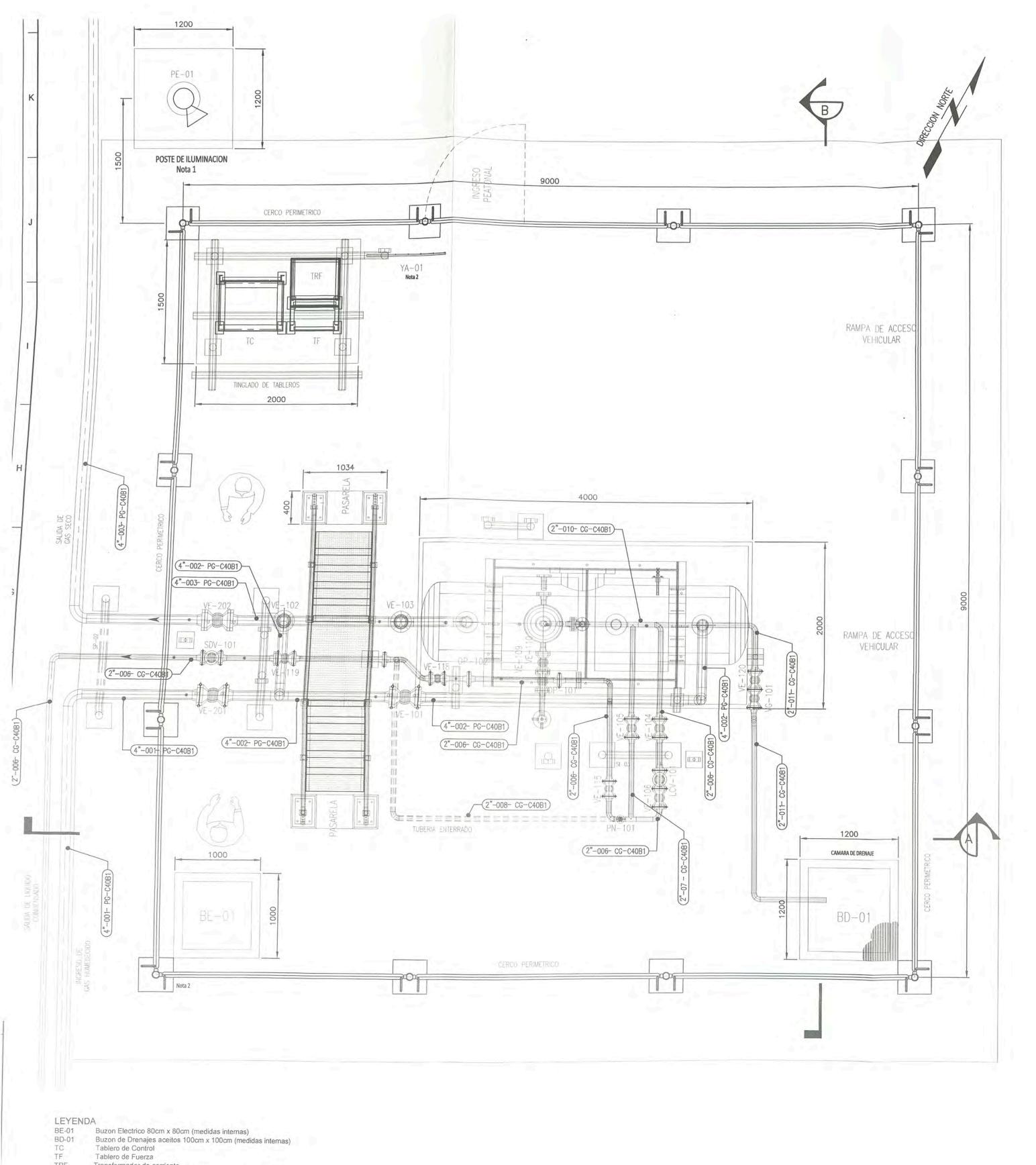
PLANO 02

Civil-Implantación



PLANO 03

Mecánica-Lay Out



LOCALIIZACION ESC.: 1/100 (4"-003- PG-C40B1) (4"-001- PG-C40B1) TERRENO MEJORADO COMPACTADO AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO SECCION A-A ANTENA YACI CERCO PERIMETRICO CERCO PERIMETRICO INGRESO DE GAS HUMEDECIDO SALIDA DE GAS SECO TERRENO MEJORADO COMPACTADO
AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO 2"-011- CG-C40B1) SECCION B-B

TRF Transformador de corriente PE-01

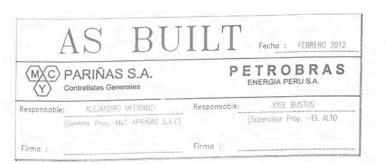
Poste de lluminacion (se usara tambien para el pararrayo) PC-01 Poste de Comunicacion (Se usara el poste del cerco perimetrico)
PBT-01 Poste de Baja Tension Proveniente de la planta Electrica

Notas

1 - El poste que ilumínacion proyectado se usara para instalar el pararrayo. 2.- En este punto se instalara la antena tipo YAGI UDA para la comunicacion. 3.- Todas las medidas estan en milimetros a menos que se indique lo contrario.

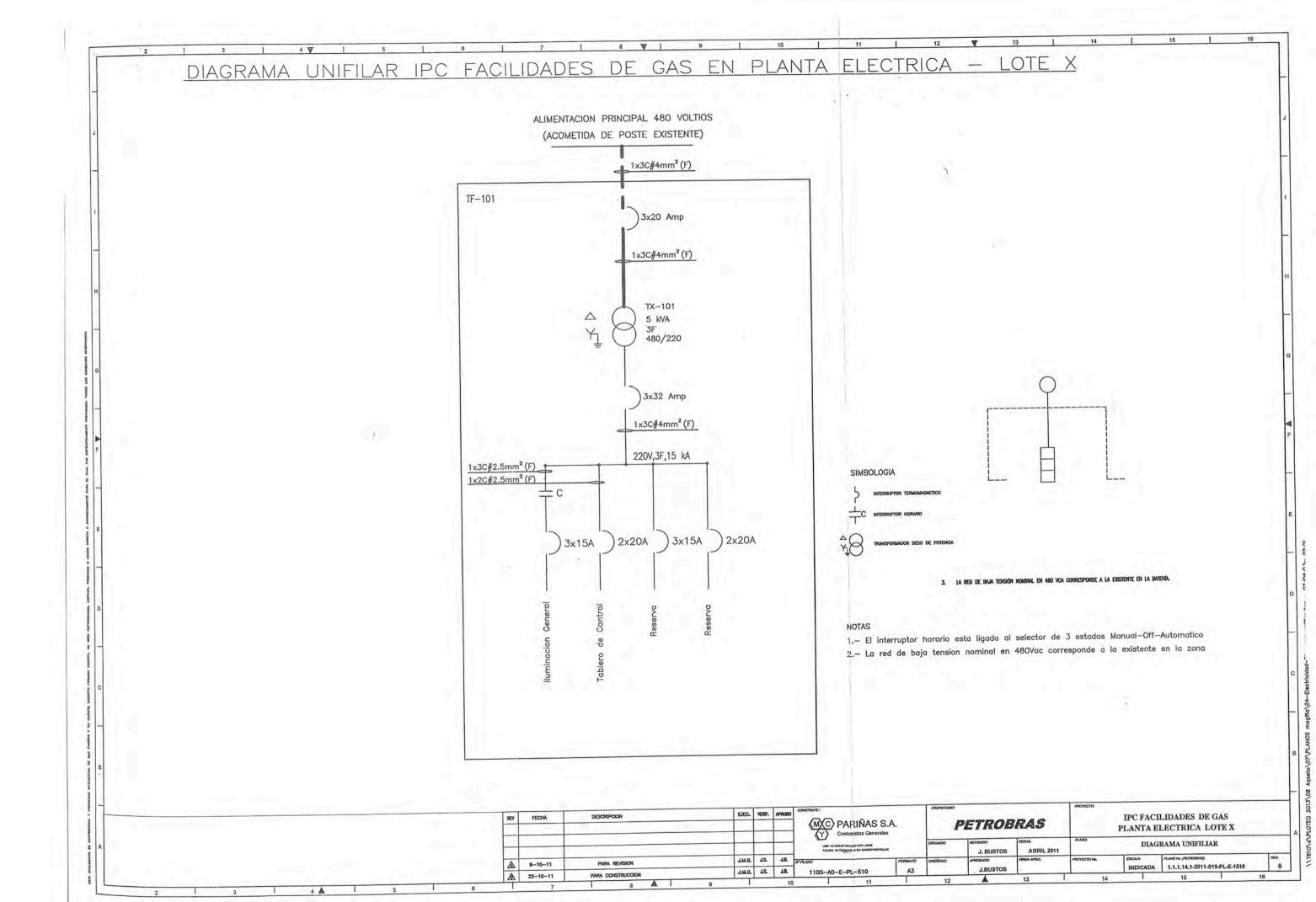
4"-002-PG - C40B1

4.- Recorrido de las canalizaciones electricas e instrumentacion

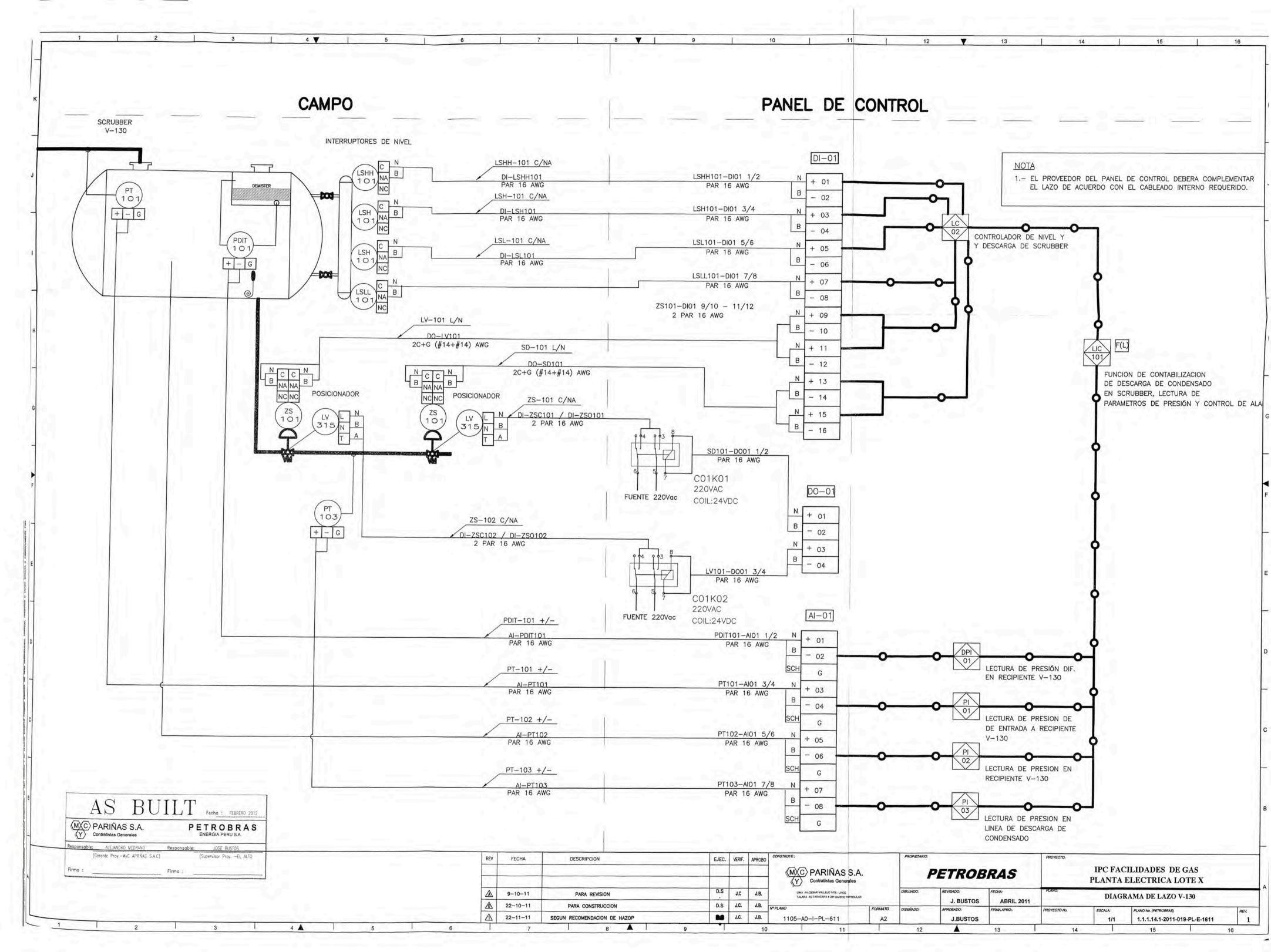


| REV | FECHA | DESCRIPCION | EJEC. | VERIF. | APROBO | CONSTRUYE: | PROPIETARIO: | | | PROYECTO: | 1. 317 | | |
|--------------|----------|--|----------|--------|--------|--|--------------|-----------|--------------|--------------|----------|-----------------------------------|---|
| • [] • 3/ | | | | | 7.5 | MC PARIÑAS S.A. Contratistas Generales | 9 | PETROB | RAS | | | LIDADES DE GAS LECTRICA LOTE X | |
| A | 25-10-11 | PARA CONSTRUCCION | J.M.G. | J.S. | J.B. | LIMA AV.CESAR VALLEJO 1475 - LINCE | DIBUJADO: | REVISADO: | FECHA: | PLANO: | IAV | OUT SCRUBBER | |
| A | 30-11-11 | SEGUN OBSERVACION DELHAZOP | J.M.G. | J.C | JB | TALARA AV.TARACAPA # 231 BARRIO PARTICULAR | Y | J. BUSTOS | ABRIL 2011 | | LAI | OUI SCRUBBER | |
| Λ | 17 00 10 | - Control of the Cont | 0.111.0. | 0.0 | U.D. | N° PLANO FORMATO | DISEÑADO: | APROBADO: | FIRMA APRO:. | PROYECTO No. | ESCALA: | PLANO No. (PETROBRAS) | - |
| 11 | 17-02-12 | AS BUILT | J.M.G. | J.C | J.B. | 1105-A0-M-PL-413 A1 | | J.BUSTOS | | | INDICADA | 1.1.1.14.1-2011-019-PL-M-1413 | |

PLANO 04 Electricidad-Diagrama unifilar



PLANO 05 Instrumentación-Diagrama de lazos



APENDICE 01 Memoria descriptiva

| | | ********* | | | | | | |
|--------|--------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------|--------------------|--------|---------------|
| B | PARA APROB | ACION DEL CLIENTE | | DIC-09 JUL-09 | MAL MAL | RGF. | | |
| REV. | TREVISION IN | DESCRIPCION | | FECHA | ELAB./VERIF. | | APROBO | D EMITIO |
| | | | | DDIFICACIONE | S | | | |
| REVISC | | MAL RGF | DIC-09 | APROBO EMITIO | | | | |
| СОМІТ | TENTE: | ETROBE | RAS | OBRA: SISTEI | MA GAS C | OMBUSTI RICA-EL | | LANTA |
| DOCU | MENTO DEL | CLIENTE Nº: | | | | | | |
| TITUL | 0: | | | | | | | |
| | | MEMORIA D | DESCRIPTIVA | – PROPUE | STA DE MI | EJORA | | |
| | | INFORMACION | NTO CONTIENE DE PROPIEDAD | DOCUMENT | O N°: | | | REVISIÓN |
| SK | ANSKA | DE LA EMPF AFILIAD REPRODUCC | RESA Y SUS DOS. SU IÓN TOTAL O | | AA16-00-R | -MD-001 | | В |
| | | PARCIAL SI APROBACIÓN | N NUESTRA ESCRITA ESTÁ IBIDA. | REALIZADO | EN: | | | HOJA: 1 de 18 |

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B**FECHA: 17-12-09
HOJA: 2 DE: 18

INDICE

| 1. OBJETO | 3 |
|--|----|
| 2. ALCANCE | 3 |
| 3. ESQUEMA ACTUAL y DATOS DE PARTIDA DEL GAS DE ETA-27 | 4 |
| 4. ESTUDIO DEL NÚMERO DE METANO - GAS DE ETA-27 | 5 |
| 4.1. Teoría | 5 |
| 4.2. Operación Diurna vs. Nocturna | 6 |
| 4.2.1. Horas de la Mañana | 6 |
| 4.2.2. Horas de la Tarde | 7 |
| 4.2.3. Horas de la Noche | 9 |
| 4.3. Antecedentes y pruebas de campo | 10 |
| 5. ESTUDIO DEL NUMERO METANO - GAS ÁREA LAGUNA (S-1) | 12 |
| 6. CONFIRMACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN CON HYSYS | 13 |
| 6.1. Curva "ENVELOPE" | |
| 6.2. Balance de Materia HYSYS | 14 |
| 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 16 |
| 5 ANEYOS | 16 |

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B**FECHA: 17-12-09

HOJA: 3 DE: 18

1. OBJETO

El objeto del presente informe es analizar y determinar las distintas restricciones en el sistema de suministro de gas combustible entregado a los Grupos Electrógenos de la planta de Autogeneración Eléctrica de la Cía. PETROBRAS ubicado en el distrito EL ALTO, provincia Talara, Dpto. Piura, de tal manera que se puedan mejorar la eficiencia de los mismos.

PETROBRAS ha solicitado la opinión de SKANSKA, respecto de los diferentes cuellos de botella existentes en el nuevo sistema implementado como parte del proyecto de "suministro de gas combustible a planta eléctrica El Alto".

Para responder a esta interrogante se analizará minuciosamente el estado situacional del sistema implementado y se sustentará técnicamente mediante simulaciones con el software HYSYS.

Se realizará simulaciones para el caso de un gas rico en Metano, que podría ser el caso en que los campos vayan disminuyendo la recuperación de hidrocarburo líquido. El otro caso será la simulación para un gas con bajo contenido de Metano que sería el promedio de la operación actual de los campos de Taiman y Peña Negra que actualmente suministran el gas a la planta de generación eléctrica de El Alto, a la cual también se le denomina planta de Autogeneración.

Se expondrá los principios teóricos que sustentan las diferentes alternativas, a nivel de Ingeniería Conceptual, de tal manera que se proporcione los elementos de decisión para la elaboración de los respectivos estudios de Ingeniería Básica y de Detalle que PETROBRAS decida llevar adelante.

2. ALCANCE

El alcance de este estudio abarca los siguientes temas y equipos principales:

- Mejora del Número de Metano por separación de condensados originados en la operación nocturna del gasoducto de suministro de gas combustible de ETA-27.
- Mejora del Número de Metano por segregación del gas seco producido en el área Laguna (separador S-1).

El análisis a efectuarse será en base al actual esquema de funcionamiento y distribución de cargas fija (Cummins) y variable (Caterpillar) de la Planta Eléctrica. Futuros cambios en este esquema podrá ameritar nuevos análisis.

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B**FECHA: 17-12-09
HOJA: **4** DE: 18

3. ESQUEMA ACTUAL y DATOS DE PARTIDA DEL GAS DE ETA-27

Actualmente el suministro de gas a la planta de autogeneración proviene casi en su totalidad de la estación ETA-27; pero existen interconexiones que hacen posible las opciones de recibir gas de ETA-28 y ETA-29, que se mantienen como fuentes de contingencia, los datos relevantes y las distancias relativas de estas estaciones a la planta eléctrica y sus respectivas diferencia de cotas son las siguientes:

| | ETA-27 | ETA-28 | ETA-29 |
|--|---------|--------|--------|
| Distancia a Autogeneración (Km.) | 1.9 | 3.6 | 5.0 |
| Diferencia de Cotas (metros) | 0.0 | 0.0 | -250.0 |
| Volumen suministro Normal (MMSCFD) | 2.0 | 0.0 | 0.0 |
| Presión de Suministro (psig) | 400-450 | - | - |
| Temperatura promedio turno de día (ºF) | 85 | - | - |
| Temperatura Turno de Noche (ºF) | 55-65 | - | - |

Utilizaremos los siguientes datos de CROMATOGRAFÍA realizados en la semana del 20 al 25 Ago-2009:

| | ESTACIONES COMPRESION | | PLANTA ELECTRICA | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|------------|------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| | ETA-27 @10:30 hr | ETA- 29 | ETA- 28 | Gas 430# 12:20 Hr | Gas @.30# 14:30 Hr | Gas @ 30# 12:35Hr | Gas @, 30# 13:20Hr | Gas @, 30# 14:00 Hr | Gas @, 30# 13:30 Hr | Gas @ 30# 12;20 Hr | Gas @ 100# 18:30Hr | PROM. #1 | PROM .#2 |
| C1 | 87,6880 | 85,5588 | 88,0270 | 87,7736 | 87,624 | 87,5038 | 86,944 | 86,7697 | 86,6516 | 86,7680 | 89,504 | 87,461 | 88,1146 |
| C2 | 4,7610 | 4,2745 | 4,5504 | 4,8944 | 4,6399 | 4,7331 | 4,7317 | 4,6534 | 4,6244 | 4,8570 | 4,2498 | 4,5977 | 4,5544 |
| C3 | 2,6639 | 2,1042 | 2,2418 | 2,8719 | 2,4351 | 2,4582 | 2,5240 | 2,5278 | 2,8855 | 2,5041 | 2,0535 | 2,4377 | 2,4114 |
| iC4 | 1,1039 | 0,7543 | 0,9692 | 0,9806 | 1,0039 | 1,0102 | 1,0634 | 1,1431 | 1,3287 | 1,0801 | 0,7570 | 0,9960 | 0,9811 |
| nC4 | 1,4364 | 1,0157 | 1,1353 | 1,2037 | 1,3386 | 1,4706 | 1,4566 | 1,6401 | 1,5332 | 1,5625 | 0,9602 | 1,3124 | 1,2934 |
| iC5 | 0,8283 | 0,6644 | 0,6255 | 0,6548 | 0,7790 | 0,9089 | 1,0850 | 1,1078 | 0,7684 | 1,0426 | 0,4684 | 0,7955 | 0,7576 |
| nC5 | 0,4946 | 0,4080 | 0,3514 | 0,3976 | 0,4977 | 0,5321 | 0,7340 | 0,6913 | 0,4738 | 0,6467 | 0,2620 | 0,4888 | 0,4598 |
| nC6 | 0,45156 | 0,5568 | 0,3345 | 0,1909 | 0,4454 | 0,2856 | 0,3588 | 0,3581 | 0,4072 | 0,3777 | 0,1796 | 0,3299 | 0,2908 |
| nC7 | 0,11291 | 0,4997 | 0,3002 | 0,1421 | 0,3316 | 0,2126 | 0,2672 | 0,2666 | 0,3031 | 0,2812 | 0,1337 | 0,2456 | 0,2165 |
| nC8 | 0,11284 | 0,0957 | 0,0575 | 0,0691 | 0,1613 | 0,1035 | 0,1300 | 0,1297 | 0,1475 | 0,1368 | 0,0650 | 0,1195 | 0,1053 |
| CO2 | 0,1718 | 0,5500 | 0,4722 | 0,6976 | 0,4915 | 0,5063 | 0,4784 | 0,4517 | 0,6570 | 0,4689 | 0,6883 | 0,5496 | 0,5498 |
| N2 | 0,1748 | 3,5180 | 0,9925 | 0,1237 | 0,2513 | 0,2752 | 0,2268 | 0,2606 | 0,2196 | 0,2744 | 0,6780 | 0,6354 | 0,2653 |
| Pres. (psig) | 400-430 | 400-430 | 400-430 | 430 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 100 | 30 | 30 |
| N° MET. | 40 | 36 | 42 | 50,00 | 34,00 | 40,00 | 33,00 | 32,00 | 36,00 | 33,00 | 55 | 39 | 41 |

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B** FECHA: 17-12-09

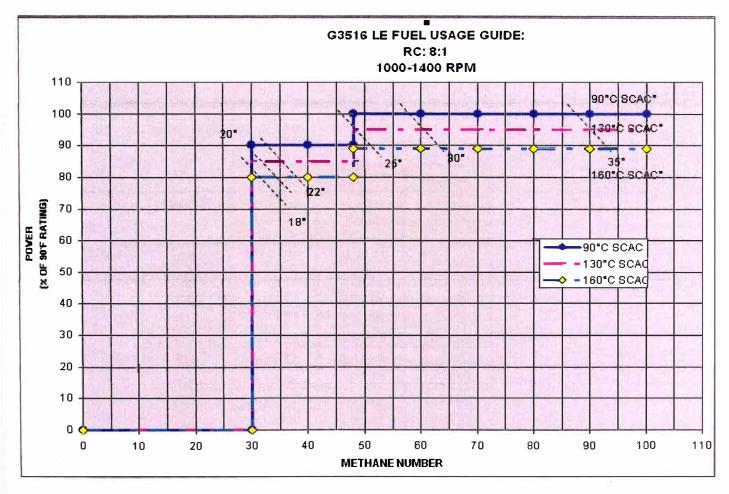
HOJA: 5 DE: 18

4. ESTUDIO DEL NÚMERO DE METANO - GAS DE ETA-27

4.1. Teoría

Como tema general en este aspecto debemos recordar que el Número de Metano (NM) para los grupos electrógenos es similar al número de octano del motor a gasolina de los automóviles; cuanto más alto es su valor, resulta menos detonante durante la combustión en el motor.

El NM se determina con un software de la Cía. Caterpillar (Esta empresa recomienda un NM óptimo mayor de 60 y un mínimo de 30 para una buena operación de sus máquinas), tal como se observa en el siguiente gráfico.



Se observa que con un NM de 47 el derateo puede ser hasta el 20%: Para un NM de 32 a 33, que se encuentra cerca al mínimo el resultado es incierto (el derateo puede ser más del 50%), es por esta razón que debemos alejarnos de estos valores, implementando facilidades que eleven el NM, de ser posible a valores superiores a 60.

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B** FECHA: 17-12-09

HOJA: 6 DE: 18

4.2. Operación Diurna vs. Nocturna

Bajo la situación actual del sistema de suministro de combustible se ha observado la marcada diferencia de detonación durante la operación diurna vs. la nocturna,

En la operación nocturna prácticamente no se presenta golpeteos ni detonaciones en las máquinas, cosa contrario en la operación diurna (después del medio día existen ciertos golpeteos y sobre todo derateo en las máquinas; de no existir sobrecapacidad instalada el efecto sería déficit de suministro de energía durante esas horas).

Estos hechos serán analizados a fin de hallar su explicación técnica y recomendar la solución más viable para este caso.

4.2.1. Horas de la Mañana

Se ha realizado un seguimiento de la variación del número de metano (NM) en horas de la mañana, los resultados son los siguientes:

| COMPON. | Gas Comb. Entrada 455# 05:19 am, T=17.8 C 25-ago-09 | Gas Comb. Cummis 1 y 2, 110# 05:25 am, T= 19.8 C 25-ago-09 | Gas A comb. Caterpilla, 13.5#, 05:43 am, T=17.4C 25-ago-09 |
|---------|---|--|--|
| C1 | 90,7155 | 90,3019 | 90,3195 |
| C2 | 4,3130 | 4,3382 | 4,3722 |
| С3 | 2,0389 | 2,0679 | 2,0986 |
| iC4 | 0,7322 | 0,7504 | 0,7528 |
| nC4 | 0,8769 | 0,9206 | 0,9105 |
| iC5 | 0,3682 | 0,4189 | 0,4302 |
| nC5 | 0,1822 | 0,2225 | 0,2228 |
| nC6 | 0,0877 | 0,1243 | 0,1380 |
| nC7 | 0,0653 | 0,0925 | 0,1027 |
| nC8 | 0,0318 | 0,0450 | 0,0500 |
| CO2 | 0,4756 | 0,4768 | 0,4840 |
| N2 | 0,1128 | 0,2396 | 0,1187 |
| NM. | 61 | 59 | 57 |

Son resultados cercanos al ideal recomendado por CATERPILLAR para la operación eficiente de sus máquinas, esta conclusión coincide con el hecho real de que en dichas horas no existe detonación ni derateo de máquinas.

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS **COMBUSTIBLE** PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: B FECHA: 17-12-09

HOJA: 7 DE: 18

Luego hacemos el seguimiento de la variación del número de metano a media mañana, los resultados son los siguientes:

| COMPON. | Gas Alta 460# 10:10 am. Gas de Entrada | Gas 105# 10:22 am . Gas a Cummls 1 y 2 | Gas de 85# 10:31 am. Gas a. Cummis 3 y 4 | Gas 12# 10:48 am. Gas a Caterpillar |
|---------|---|---|---|--|
| | 24-ago-09 | 24-ago-09 | 24-ago-09 | 24-ago-09 |
| C1 | 89,2991 | 83,4375 | 85,0377 | 89,0599 |
| C2 | 4,4199 | 4,0949 | 4,1719 | 4,3457 |
| C3 | 2,2331 | 2,0478 | 2,0917 | 2,1731 |
| iC4 | 0,8790 | 0,7896 | 0,8160 | 0,8460 |
| nC4 | 1,1369 | 1,0312 | 1,0624 | 1,1007 |
| iC5 | 0,6085 | 0,5831 | 0,5924 | 0,6426 |
| nC5 | 0,3552 | 0,3487 | 0,3570 | 0,3904 |
| nC6 | 0,2917 | 0,3626 | 0,3734 | 0,4176 |
| лС7 | 0,0729 | 0,0907 | 0,0934 | 0,1044 |
| nC8 | 0,0729 | 0,0906 | 0,0933 | 0,1043 |
| CO2 | 0,4564 | 0,4290 | 0,4277 | 0,4880 |
| N2 | 0,1743 | 6,6943 | 4,8831 | 0,3272 |
| NM | 53 | 51 | 50 | 48 |

El NM se va deteriorando a medida que transcurre la mañana, pero aún se mantiene en un valor alto que no ocasiona detonación.

4.2.2. Horas de la Tarde

Los resultados obtenidos son los siguientes:

| | Gas @ 30# 12:35 Hr | Gas @, 30# 13:20 Hr | Gas @, 30# 14:00 Hr | Gas @. 30# 14:30 Hr | PROM .#1 |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| C1 | 87,5038 | 86,944 | 86,7697 | 87,624 | 87,461 |
| C2 | 4,7331 | 4,7317 | 4,6534 | 4,6399 | 4,5977 |
| C3 | 2,4582 | 2,5240 | 2,5278 | 2,4351 | 2,4377 |
| iC4 | 1,0102 | 1,0634 | 1,1431 | 1,0039 | 0,9960 |
| nC4 | 1,4706 | 1,4566 | 1,6401 | 1,3386 | 1,3124 |
| iC5 | 0,9089 | 1,0850 | 1,1078 | 0,7790 | 0,7955 |
| nC5 | 0,5321 | 0,7340 | 0,6913 | 0,4977 | 0,4888 |
| nC6 | 0,2856 | 0,3588 | 0,3581 | 0,4454 | 0,3299 |
| nC7 | 0,2126 | 0,2672 | 0,2666 | 0,3316 | 0,2456 |
| nC8 | 0,1035 | 0,1300 | 0,1297 | 0,1613 | 0,1195 |
| CO2 | 0,5063 | 0,4784 | 0,4517 | 0,4915 | 0,5496 |
| N2 | 0,2752 | 0,2268 | 0,2606 | 0,2513 | 0,6354 |
| Pres. (psig) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Nº MET. | 40,00 | 33,00 | 32,00 | 34,00 | 39 |

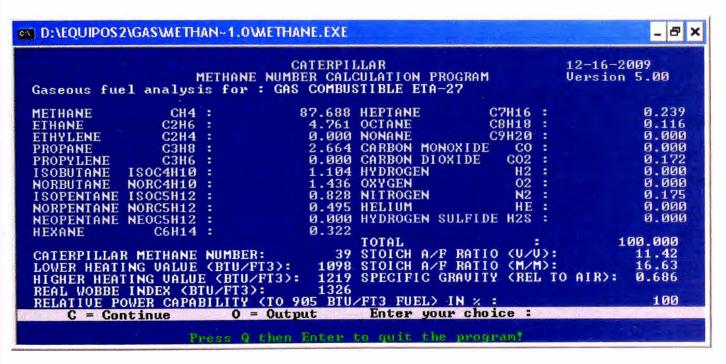
PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B**FECHA: 17-12-09
HOJA: 8 DE: 18

A continuación mostramos un ejemplo del cálculo del NM del gas de entrada a la planta eléctrica, este análisis cromatográfico se hizo a la salida de ETA-27, por lo tanto representa la alimentación normal al sistema de gas combustible en caso de que no ocurra ninguna acumulación/condensación de hidrocarburos pesados en la línea de conducción hacia la planta de Autogeneración, este sería el NM mínimo del gas hacia la planta:



El resultado muestra que dicho número de metano no será muy bueno durante el día, pero tampoco será tan bajo como 32 o 33, que se obtiene actualmente en horas de la tarde, tal como se mostró en la tabla anterior.

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo del NM en el turno diurno (tarde):

- NM en el turno diurno a las 14:00 hrs.- Esta hora es estratégica, porque muestra la composición del gas con el más alto contenido de hidrocarburos pesados, por tal razón es que el NM resulta bastante bajo (32).
- Esta hora representa el final de la vaporización de los hidrocarburos acumulados en la línea durante la noche, por tal razón el NM desciende tanto, por lo cual es el valor más bajo hallado durante todas las pruebas realizadas en el presente estudio.

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO: AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B**FECHA: 17-12-09
HOJA: 9 DE: 18

```
METHANE.EXE
                                                                                                                            _ D ×
  CATERPILLAR
METHANE NUMBER CALCULATION PROGRAM
Gaseous fuel analysis for : TURNO DIURNO - 14:00 HRS
                                                                                                            07-31-2009
                                                                                                            Version 5.00
   METHANE
                                                                  HEPTANE
                                                                                            C7H16
                                                                                                                          0.267
0.130
0.000
  ETHANE
ETHYLENE
PROPANE
PROPYLENE
                                                         4.653
                                                                   OCTANE
                                                                                            C8H18
                                                         0.000
                                                                  NONANE
                                                                                            C9H2Ø
                                                                   CARBON MONOXID
CARBON DIOXIDE
                                                            528
                                                                              MONOXIDE
                                                                                                                           0.000
                                                            000
                                                                                                                           0.452
                                                                   HYDROGEN
OXYGEN
      OBUTANE
                                                            143
                                                                                                                           0.000
    ORBUTANE
                     NORC4H10
                                                            640
                                                                                                                             000
   ISOPENTANE
NORPENTANE
NEOPENTANE
                                                                   NITROGEN
HELIUM
                                                         1.108
0.691
                     ISOC5H12
                                                                                                                          0.261
                     NORC5H12
                                                                                                                              000
                                                         0.000
                                                                   HYDROGEN SULFIDE H2S
                                                                                                                           0.000
    EXANE
                                                                                                                     100.000
   CATERPILLAR METHANE NUMBER:
LOWER HEATING VALUE (BTU/FT3):
HIGHER HEATING VALUE (BTU/FT3):
                                                                                     RATIO (U/U):
  LOWER HEATING VALUE (BTU/FT3): 1114 STOTHINGHER HEATING VALUE (BTU/FT3): 1236 SPECTED HIGHER HEATING VALUE (BTU/FT3): 1329 RELATIVE POWER CAPABILITY (TO 905 BTU/FT3)
                                                                                               (M/M):
(REL TO AIR):
                                                                                                                              48
                                                                                                                         0.702
                                                                         FUELD IN X
                                                                                                                            100
                                                                     Enter your choice :
               Continue
                                                Output
                                 Press Q then Enter to quit the program!
```

4.2.3. Horas de la Noche

En las pruebas realizadas en el mes de Agosto – 2009, se comprobó en el turno nocturno la tubería de gas se enfría ocasionando el descenso de temperatura del gas a niveles de 58 a 66 °F; habiéndose ratificado la existencia de una condensación considerable de hidrocarburos pesados que se acumulan en las partes bajas de la línea de ingreso de gas a la planta de Autogeneración (por lo tanto el contenido de hidrocarburos pesados ingresando a las máquinas disminuye y el NM aumenta de 53 en el día a 59 en la noche).

Durante las horas de la noche se ha realizado los análisis cromatográfico correspondientes en los diferentes puntos de muestreo (Gas en ETA-27, salida reductoras de presión, etc., especialmente a la salida de los filtros PALL que se hallan a una presión de 30 psig (gas al ingreso del skid de regulación de los grupos caterpillar); la única explicación para el aumento del contenido de hidrocarburos pesados líquidos a medida que el gas fluye de ETA-27 hacia los grupos caterpillar es que existe hidrocarburo líquido en la línea que se evaporan y hacen variar la composición (aumenta el contenido de hidrocarburos pesados) del gas que ingresa a la planta de Autogeneración ocasionando el fenómeno de bajada de NM que se observa en la Figura Nº 1 del Anexo.

A continuación se muestra el cálculo del NM con el software Caterpillar Versión 5.0, ocurrido en el turno nocturno a las 24:00 hrs.

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

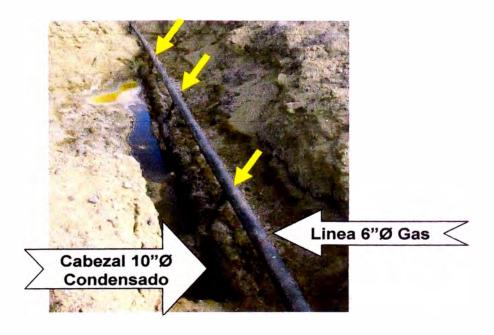
REVISION: **B**FECHA: 17-12-09
HOJA: 10 DE: 18

```
METHANE.EXE
                                                                                                                           _ | U ×
  CATERPILLAR
METHANE NUMBER CALCULATION PROGRAM
Gaseous fuel analysis for : TURNO NOCTURNO - 24:00 HRS
                                                                                                           07-31-2009
                                                                                                           Version 5.00
  METHANE
                                                       89.759 HEPTANE
  ETHANE
ETHYLENE
                                                        4.381
0.000
                                                                  OCTANE
                                                                                                                          0.009
                                                                  NONANE
                                                                                                                          0.000
                                                        2.175
0.000
                                                                  CARBON MONOXIDE CARBON DIOXIDE
                                                                                                                          0.000
   PROPANE
                                                                                                                          0.588
0.060
                                                                  HYDROGEN
OXYGEN
NITROGEN
    SOBUTANE
                                                        0.818
1.029
0.519
   NORBUTANE
                     NORC4H10
                                                                                                                          0.000
  ISOPENTANE
NORPENTANE
NEOPENTANE
                     ISOC5H12
                                                                                                                          0.171
                     NORC5H12
NEOC5H12
                                                                  HELIUM
                                                           000
                                                                 HYDROGEN SULFIDE H2S
                                                                                                                          0.000
                                                                  TOTAL :
STOICH A/F RATIO (U/U):
STOICH A/F RATIO (M/M):
                                                                                                                     100.000
  CATERPILLAR METHANE NUMBER:
LOWER HEATING VALUE (BTU/FT3):
HIGHER HEATING VALUE (BTU/FT3):
REAL WOBBE INDEX (BTU/FT3):
RELATIVE POWER CAPABILITY (TO 905
                                                          1036
                                                          1151
1285
                                                                  SPECIFIC
                                                           BTU/FT3 FUEL>
                                                                                   IN %
                                                                                                                           100
                                         0 = Output
           = Continue
                                                                    Enter your choice :
                                 Press Q then Enter to guit the program!
```

4.3. Antecedentes y pruebas de campo.

El hecho de la condensación nocturna de hidrocarburos pesados en el interior de la tubería y su acumulación en los puntos bajos del mismo, se ha podido confirmar en la hondonada existente frente a ETA-29, donde existe un sistema de recuperación de condensado. Actualmente este colector recupera aproximadamente 30 barriles diarios de líquidos condensados.

Prácticamente es un sistema artesanal cuya producción equivale a tres pozos de 10 BPD cada uno, vamos a presentarlo en dos fotografías y luego aclararlo con un esquema; las tres flechas amarillas indican las vías de descarga de condensado que se acumula en la tubería de gas a venta de 6"Ø.



PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

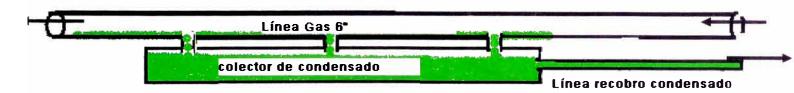
AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B** FECHA: 17-12-09

HOJA: 11 DE: 18



El siguiente esquema explica en que consiste el sistema, es el resumen de las dos fotografías mostradas anteriormente:



Damos una breve explicación del sistema y sus propósitos:

- ❖ La línea de gas de 6"Ø es el gas húmedo de venta a Pariñas.
- ❖ El colector de 10"Ø es el recipiente donde se acumula el condensado (hidrocarburo pesado) enfriado durante la noche.
- ❖ La línea de 2"Ø es el condensado que se recupera y se retorna hacia los tanques de almacenaje en la batería TA-29. El flujo del líquido hacia los tanques de la batería es por medio de la presión del gasoducto de 6"Ø sobre la superficie de líquido del colector mencionado de 10" Ø

Con esto queda demostrado que el efecto de la disminución de temperatura noctruna y la condensación de hidrocarburos pesados en el gas es un hecho real, muy conocido por los operadores del campo y que las facilidades instaladas actualmente, si bien es cierto son tipo artesanales, pero cumplen la gran misión de recuperación cuyo volumen asciende aproximadamente a 30 BPD.

Como conclusión del estudio desarrollado podemos recomendar, la instalación de un sistema similar, para recuperar los condensados en la línea de gas de ETA-27 a la planta de

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B**FECHA: 17-12-09
HOJA: 12 DE: 18

autogeneración.

El sistema consistiría en un recipiente denominado Slug Catcher, que disponga de un sistema automático de recuperación de condensado, tal como se muestra en los planos AA16-00-R-Pl-001 (Hojas 1 y 2), adjuntos al presente estudio.

5. ESTUDIO DEL NUMERO METANO - GAS ÁREA LAGUNA (S-1).

Debido a que el gas producido en el área de Laguna es de un mayor contenido de metano se decidió estudiar su posible recuperación para ser alimentado como gas combustible seco a la planta de Autogeneración.

Se tomó muestras en las facilidades cercanas al separador S-1, que se encuentra ubicado en la troncal del gasoducto de Venta a Pariñas.

A continuación se muestra la composición molecular de la misma y el cálculo del NM con el software Caterpillar Versión 5.0, la muestra corresponde al turno diurno a las 12:00 hrs.

| on 5.00 0.134 0.065 0.000 0.000 0.440 0.000 0.000 |
|--|
| 9.065 9.000 9.000 9.440 9.000 |
| 9.065 9.000 9.000 9.440 9.000 |
| 0.000 0.000 0.440 0.000 0.000 |
| 0.000 0.440 0.000 0.000 |
| 0.440 0.000 0.000 |
| 0.000 |
| |
| 0 162 |
| 0.102 |
| 0.000 |
| 0.000 |
| |
| 100.000 |
| 10.67 |
| |
| 16.67 |
| 16.67 |
| |
| 100 |

- Se observa que el NM correspondiente a este gas es 53, esto resulta relativamente atractivo porque evitaría ciertos picos bajos de NM de 32 a 32, como ocurre con el gas proveniente de ETA-27.
- La única dificultas sería la instalación de un a tubería independiente que segregue dicha producción para enviarlo directamente a la planta de Autogeneración. Se recomienda considerarlo como una segunda alternativa de suministro de gas seco, debido a que es muy importante que la planta eléctrica cuente con una fuente principal y una fuente secundaria.

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B**FECHA: 17-12-09
HOJA: 13 DE: 18

"La fuente principal sería el gas proveniente de ETA-27, donde se instalaría el Slug Catcher, y la fuente secundaria sería el gas seco proveniente del área Laguna (S-1)".

6. CONFIRMACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN CON HYSYS

6.1. Curva "ENVELOPE"

Se ha realizado una simulación con una composición molar del gas de ETA-27. Se ha constatado que las condiciones de operación promedio durante el día son diferentes a las condiciones en la noche, se tomó como base los siguientes parámetros:

| | | Condiciones Diurnas | Condiciones Nocturnas |
|---|-----------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1 | Temperatura de Ingreso (ºF) | 85 | 60 |
| 2 | Presión de Ingreso (psig.) | 400-450 | 400-450 |
| 3 | Flujo Gas MMSCFD (lb./hr) | 3.0 (6968) | 3.0 (6968) |

Veamos la composición en base seca, del gas proveniente de ETA-27

| GAS COMBUS | TIBLE ETA-21 | Mol | a Fractions |
|------------------------|--------------|-----------------|-------------|
| WORKSHOOL | Methane | Ĺ | 0.876880 |
| Cordiare | Ethane | | 0.047610 - |
| D4:! | Propane | | 0.026639 |
| Properties'es | i-Butane | | 0.011039 |
| Composition | n-Butane | | 0.014364 |
| | i-Pentane | | 0.008283 |
| K Value | n-Pentane | | 0.004946 |
| User Variables | n-Hexane | | 0.004516 |
| USCI YOUGUICS | n-Heptane | | 0.001129 |
| Notes | n-Octane | | 0.001128 |
| | CO2 | | 0.001718 |
| Cost Parameters | Nitrogen | | 0.001748 |
| | H20 | | 0.000000 |
| | 4 | | ▶ |
| | | Total 1.00000 | |
| | Egit | Edit Properties | Basjs |

Pasamos a mostrar la curva de envolventes (envelope), y visualicemos en ella lo que sucede durante el día (punto A) y lo que sucede durante la noche (punto B)

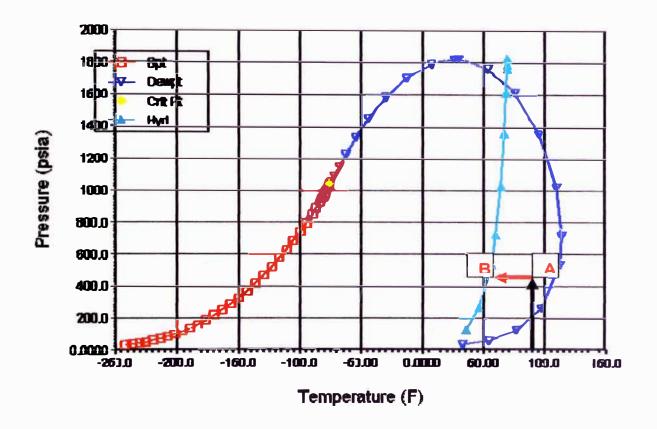
PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: **B**FECHA: 17-12-09

HOJA: 14 DE: 18



Se observa que durante el día el punto A esta dentro de la curva de condensación (curva de puntos azules o puntos de rocío), por lo cual existe líquido ingresando al scrubber. En las condiciones nocturnas (415 psia y 60 °F), el punto A se traslada al punto B, que se encuentra dentro de la curva de condensación (o sea se condensa mayor cantidad de hidrocarburos líquidos pesados contenidos en el gas en el momento de que la tubería sufre enfriamiento ambiental durante las noches), *y eso es lo que ingresará y se separará en el Slug Catcher*. La acumulación teórica es de aproximadamente 40.6 barriles/día (lo acumulado en la noche representaría aproximadamente 20 BPD, ver esquema respectivo en el punto).

Actualmente no existen facilidades para el retiro de dicho líquido; por lo cual durante el día se vuelve a evaporar por calentamiento ambiental, originando detonaciones en el funcionamiento de los grupos electrógenos.

Este diagrama demuestra lo que en la realidad ocurre, por lo tanto se reitera la recomendación de instalar un SLUG CATCHER, de acuerdo a los planos mencionados anteriormente

6.2. Balance de Materia HYSYS

Tenemos el esquema de operación durante el día (asumiendo una temperatura promedio de 85 °F), y asumiendo que no existe revaporización de condensados acumulados en la tubería.

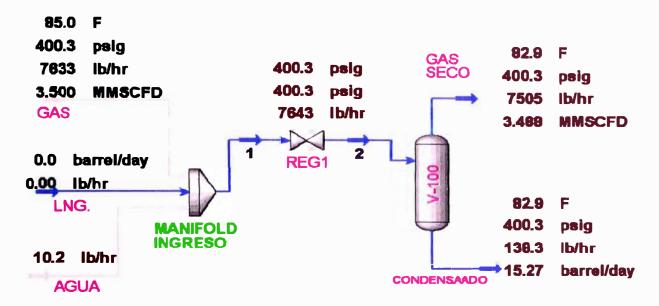
PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

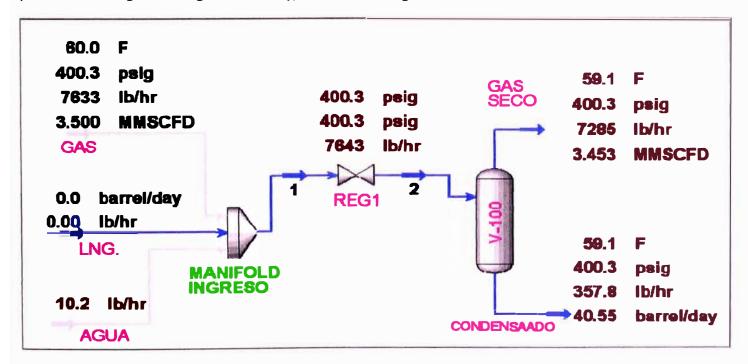
REVISION: **B** FECHA: 17-12-09

FECHA: 17-12-09 HOJA: 15 DE: 18



Se observa la separación de 138.0 lb/hr (15.27 BPD) de condensado en el recipiente V-100,

Ahora presentamos el esquema de operación durante la noche (asumiendo una temperatura promedio de ingreso del gas de 60 °F), con el mismo gas de ETA-27.



Se observa la separación de 357.8 lb./hr de líquido en el recipiente V-100 (357.8 lb./hr) Este resultado es mayor al logrado en la operación diurna, lo cual es congruente con lo que ocurre en la realidad.

PROPUESTA DE MEJORA SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLANTA ELECTRICA-EL ALTO

DOCUMENTO:

AA16-00-R-MD-001

REVISION: B FECHA: 17-12-09

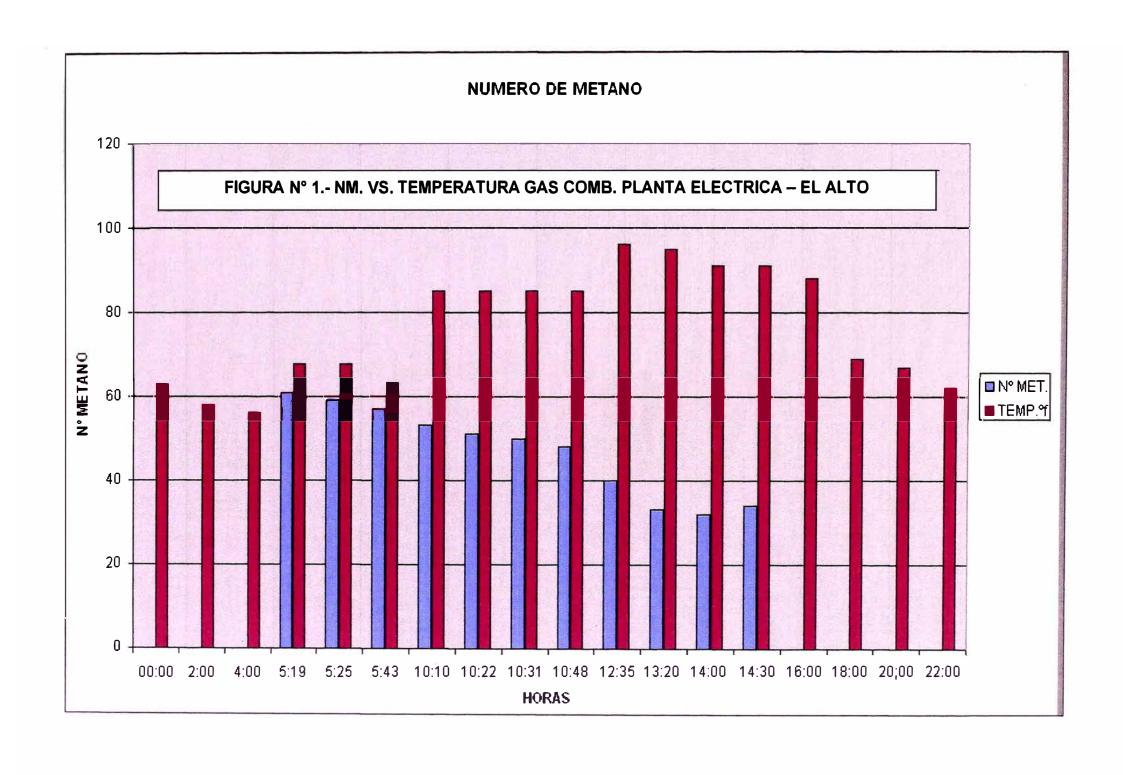
HOJA: 16 DE: 18

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1. En el presente estudio ha quedado demostrado tanto teóricamente como en la práctica, la existencia de una condensación de hidrocarburos pesados en las líneas de conducción de gas combustible hacia la planta de Autogeneración.
- 2. La condensación nocturna ocasiona variabilidad en el comportamiento del gas en la combustión en las máquinas, se ha explicado la razón por la cual existe la posibilidad de que se presenten detonaciones en las máquinas durante las operaciones del día más no en las operaciones nocturnas.
- 3. Se ha analizado la posibilidad de mejorar el número de metano (NM) del gas alimentado a la planta de Autogeneración mediante la separación del condensado acumulado durante la noche en las partes bajas de la tubería de suministro de gas (En el trayecto de la línea de alimentación de gas desde ETA-27 existe una ondulación donde se recomienda ubicar el nuevo recipiente SLUG CATCHER V-100, esta propuesta de mejora se indican en los planos AA16-00-R-PL-001 (Hojas 1 y 2). Con estas modificaciones el NM mejorará durante el día de un valor actual de 32 33 a un valor casi permanente de 39 durante el día y durante las noche habrá mejora de NM a valores del orden de 57 a 59.
- 4. Otra alternativa analizada para el propósito de mejorar el NM es la posibilidad de alimentar el gas producido en el área de ELA-06 debido a su mayor contenido de Metano (mayor de 91%); el NM resultante de dicho gas sería 53. La única dificultad es la segregación de dicho gas (porque el cabezal de producción en S-1 es la mezcla total del gas del Lote X). En consecuencia se recomienda como segunda opción el desarrollo de dicho proyecto.

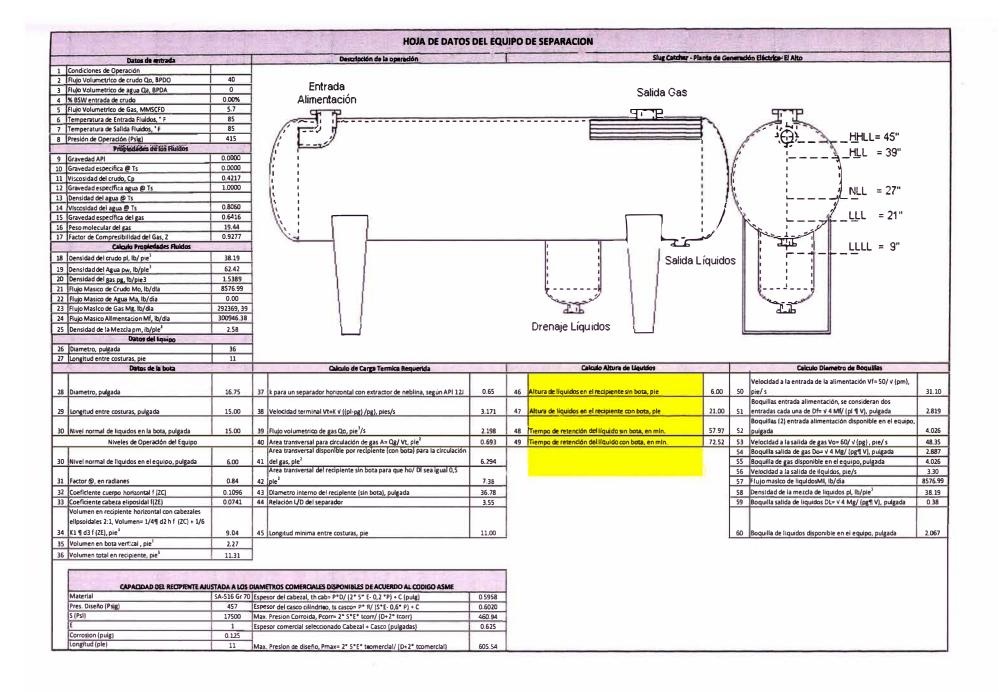
5. ANEXOS

Planos AA16-00-R-PL-001 (Hojas 1 y 2).



APENDICE 02

Hoja de datos



APENDICE 03 PQR-MyC 010-2010 y WPS-MyC 010-2010

NAC PARINAS S.A

REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)

(De acuerdo a ASME Sección IX-2007)

| PUK NO. PUTU | | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|--|--|
| 1 de 2 | | | | | | |
| 2010-09-20 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| | | | | | | |

| QW-482 - REGISTI | RO DE CALIFICACIÓN D | E PROCEDIMIE | NTO DE SOLDA | DURA (PQR) | | |
|---|---------------------------|--|---|--------------------|--|--|
| Nombre de la compañía | MYC PARIÑAS S.A | | Ing | Ing. Jorge Sánchez | | |
| Calificación de Procedimiento (PQR) No. PQR-MYC PARIÑA S010 | | -2010 Fecha: | | 2010-09-20 | | |
| WPS Nº. WPS-MYC PARI | ÑA S010-2010 | | | | | |
| Proceso(s) de soidadura | SMAW | Tipo: | | MANUAL | | |
| JUNTA (QW-402) | | | | | | |
| | a. | | a = 60° f = 2.5 mm = 3.7 R = 2.5 mm = 3. T1 = 8.5 mm | | | |
| METAL BASE (QW-403) | 10. | TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA (QW-407) | | | | |
| Especificación material ASTN | A53 a ASTMA53 | Temperatura | | *** | | |
| Tipo o grado GRADO | O B a GRADO B | Tiempo | | _ | | |
| P-No. 1 aP- | No. 1 | Otro | | i ida | | |
| Espesor de probeta | 8.5 mm (0.337") | | | | | |
| Diàmetro Exterior de probeta | 114.3 mm (4.5") | | | | | |
| Ciro | | GAS (QW-408) | | | | |
| Especificación l'écnica de las l | uberias: 4" SCH 80 | | Co | emposición Porcen | itual | |
| | | GTAW | Gas(es) | Mezcla | Flujo | |
| N. 1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1- | | Protección | | | *** | |
| METAL DE APORTE (QW-404) | | Arrastre | | _ | - | |
| | A5.1/A5.1 | Respaldo | - | 4- | Pr | |
| Clasificación AWS E | 8010 / E7018 | CARACTERIST | ICAS ELECTRICA | S (QW-409) | | |
| Metal de aporte F - No. | 3/4 | Corriente CORRIENTE CONTINUA | | | | |
| Análisis de melal depositado A - No. | 1/1 | Polaridad E Negativo (Raiz) / E Positivo (Resto pases) | | | | |
| _ | nm (1/8") / 3.25 mm(1/8") | Amperaje | 85-160 | Voltae | 20-28 | |
| Otro Cellocard PT | | Tamaño de elec | irodo de lungsteno | Salah armad Minan | # 100 to 100 to 10 to 100 to 1 | |
| and design | | Otro | | | | |
| Espesor de metal de soldadura | 2.5 mm / 6.0 mm | | | | | |
| POSICION (QW-405) | | TECNICA (QW- | 410) | | | |
| Posición de ranura | 6G | Velocidad de avance 9-14 cm/mim | | | | |
| Progresión de soldadura (asc. desc) | Desc : Pase Callente / | Pasada ancha o angosta La requerida | | | | |
| Asc : Resto | de pases | escillación Si es requerido | | | | |
| | | Últimos pasas, simple o múltiple Simple | | | | |
| PRECALENTAMIENTO (QW-405) | | Electrodo simple o multiple | | | | |
| Temperatura de precalentamiento | | | | | | |
| | 25°C | Otro | | *** | | |





REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)

(De acuerdo a ASME Sección IX-2007)

| PQR No. P010 | | | | | | | | |
|--------------|------------|--|--|--|--|--|--|--|
| НОЈА: | 2 de 2 | | | | | | | |
| EMISION: | 2010-09-20 | | | | | | | |
| REVISION: | 1 | | | | | | | |

| Proceso | Metal | de Aporte | Corri | ente | | Velocidad de |
|---------|----------------------|--|---|---|---|---|
| | Clase | Diam (mm) | Tipo y polaridad | Amperaje (A) | Voltaje (V) | Avance (cm/min) |
| SMAW | E6010 | 3.25 | DCEN | 85 - 125 | 20 - 25 | 9 - 11 |
| SMAW | E6010 | 3.25 | DCEP | 90 -135 | 22 - 28 | 12 - 14 |
| SMAW | E7018 | 3.25 | DCEP | 90 -130 | 22 - 28 | 10 - 12 |
| SMAW | E7018 | 3.25 | DCEP | 90 - 130 | 22 - 28 | 10 - 12 |
| | SMAW SMAW SMAW | Proceso Clase SMAW E6010 SMAW E6010 SMAW E7018 | Clase Diam (mm) SMAW E6010 3.25 SMAW E6010 3.25 SMAW E7018 3.25 | Proceso Clase Diam (mm) Tipo y polaridad SMAW E6010 3.25 DCEN SMAW E6010 3.25 DCEP SMAW E7018 3.25 DCEP | Proceso Clase Diam (mm) Tipo y polaridad Amperaje (A) SMAW E6010 3.25 DCEN 85 - 125 SMAW E6010 3.25 DCEP 90 -135 SMAW E7018 3.25 DCEP 90 -130 | Proceso Clase Diam (mm) Tipo y polaridad Amperaje (A) Voltaje (V) SMAW E6010 3.25 DCEN 85 - 125 20 - 25 SMAW E6010 3.25 DCEP 90 -135 22 - 28 SMAW E7018 3.25 DCEP 90 -130 22 - 28 |

| | | | PRU | JEBAS DE TEN | NSION | | PQR No. | MYCPARIÑAS010 2010 |
|--|---|-----------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|---|-----------|---------------------------|
| Espécin | nen No. | Ancho (mm) | Espesor (mm) | Area (mm2) | Carga Máxima total (KN) | Resistencia máx.(Mpa) | Tipo de | e falla y ubicación |
| 1 | | 18.93 | 8.10 | 153.3 | 73770 | 481.0 | Rotui | a Material Base |
| 2 | 2 19.06 | | 8.13 | 155.0 | 77110 | 498.0 | Rotur | a Material Base |
| | | | | - | - | | | |
| J | | 40 | | | | | | •• |
| | | | ENSA | YOS DE DOBL | EZ GUIADO | | | |
| | Tip | oo y figura No. | | | | Resu | ltado | |
| | DOBI | LEZ DE CARA | 1 | | | ACEPT | TABLE | |
| | DOBL | LEZ DE CARA | 2 | 1 | | ACEPT | ABLE | |
| | DOB | BLEZ DE RAIZ | 1 | | | ACEP1 | ABLE | |
| | DOE | BLEZ DE RAIZ | 2 | | | ACEPT | TABLE | |
| | | | Р | RUEBA DE IM | PACTO | | | |
| Especimen | Ubicación | Tamaño de | Temperatura | Val | ores de impacto | | Peso | de rotura |
| No. | de muesca | especimen | de ensayo | Fuerza | % corte | Mils | 1 030 | o de rotara |
| | | | | | | | 4- | |
| lesultado sa | disfactorio: Si | | No | | IRA DE FILETE tración en metal | origen: Yes _ | | No |
| | disfactorio: Si e macroataque | | | | | origen: Yes | | No |
| | | | | | tración en metal | origen: Yes _ | | No |
| Resultados d | e macroataque | | | Pene | tración en metal | origen: Yes _ | | No |
| Resultados d | e macroataque pa | | | Pene | tración en metal | origen: Yes _ | | No |
| | e macroataque pa | | | Pene | tración en metal | origen: Yes _ | | No |
| Resultados d Fipo de pruet Análisis de de Otro | e macroataque pa epósito | | No | OTRAS PRUE | tración en metal | sión | 0388: | |
| Resultados d Fipo de pruet Análisis de de Otro Nombre solda Pruebas Mec | e macroataque pa apósito ador ánicas conducio | | No | OTRAS PRUE | N°. Identificad | | | |
| Resultados d Tipo de pruet Análisis de de Otro Nombre solda Pruebas Mec Revisado por | e macroataque pa apósito ador ánicas conducio | das por: Ing. | No Je Díaz Héctor Ronald Requej | David to Nrc | N°. Identificad Prueba de lab | ción poratorio No <i>E</i> ? | -2010-169 | 9628 |
| Resultados d Tipo de pruet Análisis de de Otro Nombre solda Pruebas Mec Revisado por | e macroataque pa apósito ador ánicas conducio | das por: Ing. | ve Díaz Héctor Ronald Requej registro son cor Código ASME 2 | David o Nrc rectos y que la | N°. Identificad Prueba de lab | ción poratorio No <i>E1</i> n preparados, s | -2010-169 | 9628 sayados de acuero |









CMI 02040441



INFORME DE ENSAYO DE TRACCION

CC-F-34

Edición 03

Nombre de Cliente :

Dpto.Técnico-Talara

Referencia:

MyC MARIÑAS S.A

Descripción de la Muestra:

Probetas Rectangulares Soldadas

Reporte N°:

Suplemento de Informe de Ensayo :ET-2010-169

Fecha Informe:

2010-09-13

| | | Sección Tra | ansversal | CAR | GAS | TENS | ONES | Alargamierto | |
|--------------|-------|-----------------------------|-----------|----------|-------------|-----------------|---------------|--------------|--|
| Código N° | Ancho | Diámetro / Espesor mm | Area mm² | Fluencia | Máxima N | Fluencia MPa | Máxima MPa | % Lo | |
| Tracción 01 | 18.93 | 8.10 | 153.3 | 57160 | 73770 | 373 | 481 | 0000-0-10 | |
| Tracción 02 | 19.06 | 8.13 | 155.0 | 60930 | 77110 | 393 | 498 | ****** | |
| | - | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | - | | | | |

OBSERVACIONES:

Ambas probetas rompieron en el material base

Probetas identificadas como: "HDLD" un un extremo y "tracción" en el otro.

| Las dimensiones de la probeta SI(x |)/ No() cumplen con la norma: | ASME 1X | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|---------|--|--|--|
| Método de Ensayo : | ASTM A 370-09a | | | | |
| Equipo usado : | TINIUS OLSEN SUPER L 120 | | | | |
| Codigo Interno del equipo : | CC-E-41 | | | | |
| Temperatura de ensayo: | 25.3 | | | | |
| Nombre del analista : | E.Solis | | | | |
| Fecha recepción muestra: | 2010-08-27 | | | | |
| Las muestras han sido suministrada | as por el solicitante | | | | |

Jefe de Control de Calicad y S.G. Ronald Requejo V.

La incertidumbre expandida es 3 MPa para un nivel de confianza al 95% y un K=2.

Prohibida la reproducción total o parcial del reporte sin la autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA Los resultados de este informe solo son válidos para la muestra analizada.

Antig Panamericana Sur Km 38.5

Lima -Peru

Telefono: 619 9600 Anexo 2233



ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

(De acuerdo a ASME Sección IX-2007)

HOJA. 1 de 2
EMISION: 2010-09-20
REVISION 1

| Combra da la co | | 1 | | | | 1 | 1 | SOLDADURA (W | |
|----------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|---------|---------|-----------------|---|
| ombre de la co | | 7.00 | 1 | PARINAS S.A | | Por | 1 | | orge Sánchez |
| specification d | le Procedi | miento N | O. WPS-MI | CPARIÑAS 010 2010 | • Fecha: | 2010-0 | 9-20 | POR de soporte: | POR-MYCPARIÑAS 010-2010 |
| Rev | isiòn Na. | | | 1 | Fecha | | | | |
| roceso(s) de se | oldadura | | S | MAW | Tip | 0: | | Ma | nual |
| UNTA (QW-4 | 102) | | | | | | | Detailes | |
| Diseño de ju | unta: | | A Tope | a5V | | | | | |
| Respaido: (| Si) | 141 | (No) | X | | | | | |
| Matenal de | respaldo: | (Tipo) | | 2.2 | | 1 | - 0 - | 4/ | |
| □ Metal | | | ☐ Refracta | çin | | -6 | 7 | 1 | |
| ☐ No meta | lico | | □ 0 x 0 | | 7 | . } | 11 | 21 | |
| | aplicable, be ser espe | la apertu coficada | | irles ha ser solda los detalles di | | | | 8 | = 60 ° = 25 - 3.25 mm t = 2.5 - 3.25 mm T = 5.4 mm |
| Nº P: | 1 | | Grupo N | 3. 1 | | al Nº P | | 1 0 | Grupo N°: 1 |
| Q | - | | | - | | | - | | |
| Especificaci | ón de tipo | y grado: | | | | A | STM A | 53 GRADO B | |
| A la especif | | | | | | A | STM A | 53 GRADO B | |
| 0 | | ,,,, | | | | | | | |
| Analisis qui | mico y pro | oedades | mecánicas | | | | | | |
| Hasta el ana | - | | | | | | | | |
| | • | | | | | | | | |
| ango de esces | ores | | | | | | | | |
| Metal base. | | Ranur | a. 0 | esde 5.4 mm h | nasta 17.0 m | m | Filete: | | Ver OW 202.2 |
| Diam. Ext. 1 | lubo | Ranun | Desde | 88.9 mm(3.5°) | | 85 mm | Ver: | QW - 256 | |
| Otro | | | | | | - | | | |
| METAL DE AF | PORTE (| DW-404 |) | - | | | | | |
| Especificaci | | | A5.1/A5 | 1,1 | | | | | |
| AWS No (CI | | | 6010/E7018 | | 1 | | | | |
| N°F | | 3/ | | | | | | 1 | ***** |
| Nº A | | 1/ | | | | | | | |
| Diámetro de | metal de | aporte: | 3.25mm / | 3.25nm | | | / | | |
| Metal depos | | | | | | | | | |
| Rango | de espeso | 195 | | | | | | | |
| Hasta 5.0 mm / Hasta | | Has | sta 5.0 mm / 12.0 mm | | | | 3 6 | | |
| Na | | 4 | | | | | | | |
| File | olo | | 18 | | | | | | |
| | | | | | | | | | |







ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

(De acuerdo a ASME Sección IX-2007)

HOJA: 2 de 2
EMISION: 2010-09-20
REVISION: 1

| POSICION | ES (QW-4 | 05) | | | TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO | | | | |
|--------------------|-------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------|------------------------|----------------------|--|
| Posicion(es) | de ranura | Pla | ano, Horizont Sobreca | tal, Vertical y nbeza | Rango de to | emperatura: | | mod or | |
| Progresión: | Asc: Re | esto pases | Desc. | Pase callente | Tiempo: | | *** | | |
| Posición de | filete | | | | GAS (QW | -408) | | | |
| PRECALE | NTAMIEN | TO (QW-4 | 106) | | | | Composición Po | orcentual | |
| Temp. Preca | alentamient | o Mín: | | 25°C | GTAW | Gas | es) Mezcla | Flujo | |
| Temp. Interp | mp. Interpase Max: 25°C | | 25°C | Protección | | - - | | | |
| Mantenimier | nto precaler | itamiento: | | | Arrastre | *** | | | |
| | | | | | Respaldo | | | | |
| CARACTE | RÍSTICAS | ELÉCTR | ICAS (QW-4 | 109) | | | | | |
| Corriente AC | CoDC | | DC | | Polaridad | E | Negativo (Raíz)/EP | ositivo (Resto pase | |
| Rango de ar | mperaje | | Ver Tal | ola | Rango de v | oltaje | Ver Ta | bla | |
| Tamaño y tij | po de electr | odo de tun | gsteno | | | _ | | | |
| | | | | | | | | | |
| Modo de tra | nsferencia e | en GMAW | | | | *** | | | |
| | | | | | (Arco | spray, corto | circuito, etc) | | |
| Velocidad de | e alimentaci | ón de alarr | bre | | | - | | | |
| TÉCNICA | | | | | | | | | |
| Pase ancho | o angosto | | | | | I requerido | | | |
| Orificio o tar | naño de pro | tección ga | seosa | | | | | | |
| Limpieza ini | cial y entrep | asadas (e | scobillado, esi | merilado, etc) | | Escol | oillado y/o esmerilado | | |
| lier- | | | | | | | | | |
| Método de r | esane de ra | iz | | | | smerilado | | | |
| Oscilación | | | | | Como sea r | equerida | | | |
| Distancia de | boquilla a | pieza de tra | abajo | | | 449 | | | |
| Último pase | , můltiple o | simple | | | | Simple | | | |
| Electrodo si | mple o múlt | iple | | | | ** | | | |
| Velocidad d | e avance (ra | ango) | | | |) -14cm/min | | | |
| Martilleo | | | | | | | | | |
| Otro | | | | | _ | | | | |
| | | | | | | | | ¥ | |
| Pase N° | Proces | Metal | de aporte | Corri | ente | Voltaje | Velocidad de | Nombre Comercia | |
| 1 000 14 | 0 | Clase | Diam | Polaridad | Amperaje | | avance (cm/mln) | | |
| Raiz (Asc) | SMAW | 6010 | 3.25 | Negativo | 85 - 125 | 20 - 25 | 9 - 11 | Cellocord PT | |
| Callente (Desc) | SMAW | 6010 | 3.25 | Positivo | 90 - 135 | 22 - 28 | 12 - 14 | Cellocord PT | |
| Relieno (Asc) | SMAW | 7018 | 3.25 | Positivo | 90- 130 | 22 - 28 | 10 - 12 | Supercito | |
| "N" pases (Asc) | SMAW | 7018 | 3.25 | Positivo | 90- 130 | 22 - 28 | 10 - 12 | Supercito | |



20/05/10

APENDICE 05

Puesta en marcha slug catcher

PUESTA EN MARCHA DEL SLUG CATCHER – PLANTA ELECTRICA

GENERALES

Paso 1. Verificar que todas las válvulas manuales se encuentren posición cerrada.

Paso 2. Verificar que todos instrumentos se encuentre conectados

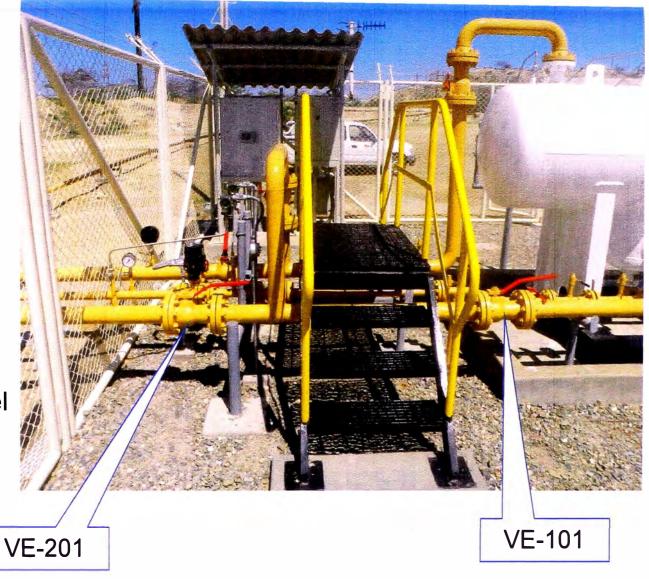
Paso 3. Verificar el funcionamiento del Tablero de control y Panel View



INGRESO DE GAS AL EQUIPO

Paso 4. Abrir Valvula VE-201

Paso 5. Abrir
Paulatinamente la Valvula
VE-101, revisando el
manometro local del
recipiente (PI-102) y el
transmisor de presion en el
Panel View (PT-102).

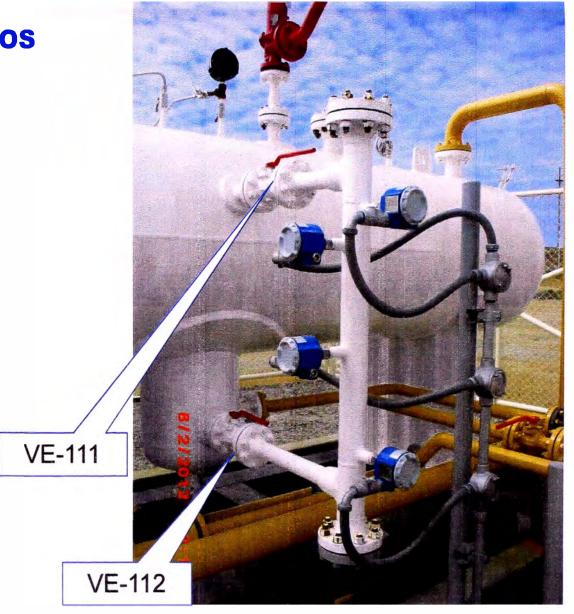


"Cabe indicar que al abrir rápidamente la Válvula VE-101 un flujo brusco de gas y el consecuente arraste de condensados"

CONTROL DE CONDENSADOS

Paso 6. Abrir lentamente la válvula VE-111 perteneciente a la bota donde esta instalados los 04 siwtch de Nivel

Paso 7. Abrir lentamente la válvula VE-112, revisando en el Panel View que los siwtchs de nivel están enviando la señal correspondiente de nivel (en el caso que exista condensados)

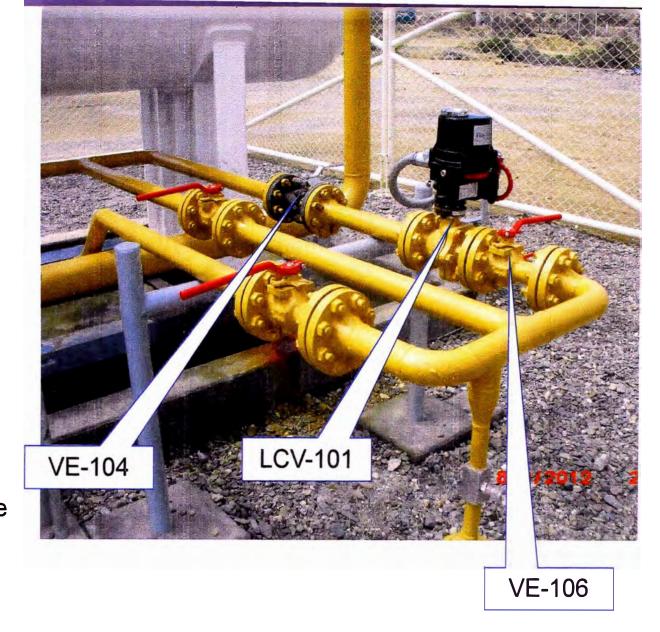


"Si en el panel View no se recibe las señales correspondientes de los siwtch de nivel, revisar los instrumentos abriendo tu tapa y verificando el estado de la señal para descartar si es un tema de conexion "

EVACUACION DE CONDENSADOS

Paso 8. Verificar que la valvula de control de nivel LCV-101 se encuentre en posición cerrada (Esto debido a que inicialmente se esta considerando que que no posee niveles de condensados)

Paso 9. Abrir las válvulas VE-104 y VE-106 que permitirán la evacuación de condensados mediante la válvula de control de nivel LCV-101



REGULACION DE CONDENSADOS

Paso 10. Verificar que las válvulas de los Platos restrictotes OP-101 y OP-102, se encuentren cerradas. Luego proceder abrir la válvula VE-118 y VE-115

Paso 11. Verificar que la válvula SDV-101 este en posición abierta y luego proceder abrir la válvula VE-119



VE-115

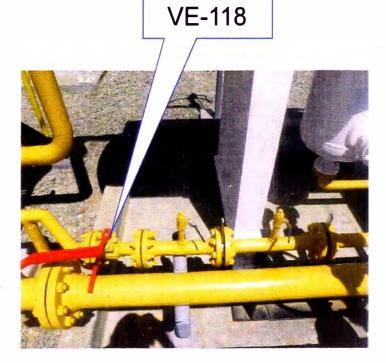
SDV-101

VE-119



"Verificar en el Panel View la posición de la Válvula SDV-101, debe coincidir con el posicionador local de la válvula

"Esta linea de condensados se conecta al MC-05 de TA-25, verificar que este alineado en el Manifold"

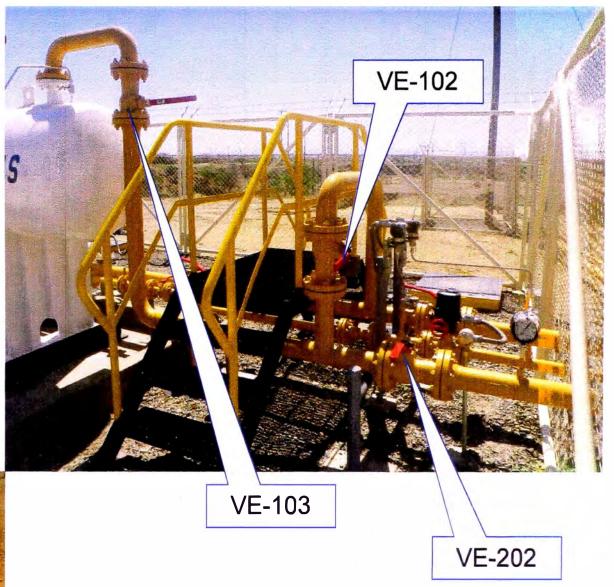


ENTRAGA DE GAS A LA PLANTA ELECTRICA

Paso 12. Apertura de las Valvulas VE-103 y VE-202

Paso 13. Realizar la apertura de la Válvula que se encuentra en el Cabezal de la Planta eléctrica. (Esto previa comunicación al Operativo)





"Volver a verificar que la valvula VE-102 este Cerrado"

APENDICE 06

Planilla y análisis de precios unitarios

CONCURSO PRIVADO DE PRECIOS 11005-PX-E IPC IMPLEMENTACIÓN DE FACILIDADES DE GAS EN PLANTA ELÉCTRICA LOTE X

PLANILLA DE COTIZACIÓN

RESUMEN

| Nro. | DISCIPLINA | TOTAL US\$ |
|------|---------------------------|------------|
| 1 | INGENIERIA DETALLE | 7,342.40 |
| 2 | CIVIL | 34,308.40 |
| 3 | MECÁNICA | 83,514.06 |
| 4 | ELECTRICIDAD | 14,869.53 |
| 5 | INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL | 26,996.53 |
| 6 | SUMINISTRO DE MATERIALES | 78,942.73 |
| | TOTAL US\$ | 245,973.65 |

INGENIERÍA DE DETALLE

| | | | CANTI | DAD |) | | | | | |
|--------------|---|--------|----------|-------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------|------------------|
| PART. | DESCRIPCION | UND. | PLANOS | DOCU. | SENIOR 39.00 | S.SENIOR 32.50 | JUNIOR 19.50 | TÉCNICO 15.60 | TOTAL HH | TOTAL US\$ |
| ENERAL | | | | | | 02.00 | | 15.55 | | |
| 1 | Elaboración de cronograma de ejecución de los trabajos | нн | | 1 | 4 | | | | 4 | 156.00 |
| 2 | Computos métricos | HH | | 1 | | 4 | | | 4 | 130.00 |
| 3 | Memoria Descriptiva del proyecto | HH | | 1 | 4 | | 6 | | 10 | 273.00 |
| 4 | Manual de Operación y Mantenimiento | НН | | 1 | 4 | 8 | | | 12 | 416.00 |
| ROCES | 4 | | | | | | | | | 0.00 |
| 4 | Actualización del P&ID de la Planta Eléctrica | HH | 1 | | | 8 | | | 8 | 260.00 |
| _ 5 | Balance de Masa y Energía | HH | 1 | _ | <u> </u> | 4 | | | 4 | 130.00 |
| 6 | Revisión Hoja de datos equipos de procesos Plano del sistema de drenaje de lluvias. | HH | | 1 | | | 4 | 8 | 4 | 78.00 |
| 8 | Revision de Memoria de Calculo de equipos | HH | | 1 | 4 | 4 | | | 8 | 124.80 286.00 |
| VIL | Revision de Memoria de Calculo de equipos | - FIFT | 1 | | - | - | | - | | 0.00 |
| 8 | Especificaciones Técnicas para Obras Civiles | нн | | 1 | 4 | | | | 4 | 156.00 |
| 9 | Memoria de Cálculos | НН | | 1 | 1 | 4 | | | 4 | 130.00 |
| | Lista de cruces de carreteras y quebradas, | | | | | | | | | i |
| 10 | indicando su ubicación y longitud. | нн | | 1 | | | 6 | | 6 | 117.00 |
| 11 | Plano de Topografia Modificada. Incluye levantamiento tiopográfico. | нн | 1 | | | | | 16 | 16 | 249.60 |
| 12 | Plano de detalles de estructuras de acero y concreto (fundaciones de equipos, recipientes, tanquillas, soportes de tuberías etc). Planta y Elevación. | нн | 1 | | | | | 8 | 8 | 124.80 |
| 13 ECÁNIC | Ptano de implantación de fundaciones | HH | 1 | | | | | 8 | 8 | 124.80 0.00 |
| 14 | Especificaciones técnicas para obras mecánicas (fabricación de equipos, montaje, sodaldura, pruebas radiograficas, pruebas hidrostáticas, revestimiento). | нн | | 1 | 4 | | | | 4 | 156.00 |
| 15 | Lista de líneas, válvulas y materiales | HH | | 1 | | 4 | | | 4 | 130.00 |
| 16 | Planos isométros de tuberias | HH | 1 | | | | | 24 | 24 | 374.40 |
| 17 | Plano de Fabricación del Scrubber de Gas | HH | 1 | | | | | 24 | 24 | 374.40 |
| 18 | Plano mecánico de ruteo de gasoductos y línea de condensados. | нн | 1 | | | | | 12 | 12 | 187.20 |
| STRUM | ENTACIÓN | | | | | | | | | 0.00 |
| 19 | Dimensionamiento del Puente de Medición de la Planta Eléctrica. | нн | | 1 | | | 8 | | 8 | 156.00 |
| 20 | Filosofía de operación y Control del Scrubber de Gas. | 1911 | | 1 | 2 | 4 | | | 6 | 208.00 |
| 21 | Lista de Instrumentos, cables, canalizaciones y Materiales | НН | | 1 | | 8 | | | 8 | 260.00 |
| 22 | Revisión de Hojas de Datos de Instrumentos | HH | 1 | 1 | | | 0 | 6 | 6 | 78.00 |
| 23 | Diagrama de Conexionado de Gabinete | HH | 1 1 | | - | | U | 6 | 6 | 93.60 93.60 |
| 24 | Diagrama de Lazos Detalles de instalación mecánica/eléctrica de | пп | 1 | | | | | 0 | 0 | |
| 25 26 | instrumentos Detalles de instalación mecanica/ejectrica de instrumentos | НН | 1 | | | | | 12 8 | 12 8 | 187.20 124.80 |
| 27 | Confeccion de Hoias de Datos de Instrumentos | HH | <u> </u> | 1 | 2 | 4 | 8 | 0 | 14 | 364.00 |
| LECTRI | | - (1) | | | - | | 0 | | 177 | 0.00 |
| 27 | Lista de cables, canalizaciones y materiales | НН | 177 | 1 | | | 8 | | 8 | 156.00 |
| 28 | Diagrama Unifilar | НН | 1 | | | | | 6 | 6 | 93.60 |
| 29 | Plano de Detalle de Puesta a Tierra de equipos y lestructuras. | нн | 1 | | | | | 12 | 12 | 187.20 |
| EGURIE | DAD DE PROCESOS | | | | | | | | | 0.00 |
| 30 | HAZOP para evaluación de los riesgos operacionales | нн | | 1 | 8 | 16 | 24 | 4 | 52 | 1362.40 |
| | TOTALES | | | | | | | | 326 | \$7,342.40 |

1.00 INGENIERIA DE DETALLE

| ITEM | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P.UNITARIO US\$ | GG + UTIL | TOTAL US\$ |
|------|-------------|----------|--------|-----------------|-----------|------------|
| 1.01 | SENIOR | 1 | НН | 30.00 | 1.30 | 39.00 |
| 1.02 | SEMISENIOR | 1 | HH | 25.00 | 1.30 | 32.50 |
| 1.03 | JUNIOR | 1 | HH | 15.00 | 1.30 | 19.50 |
| 1.04 | TECNICO | 1 | HH | 12.00 | 1.30 | 15.60 |

DISCIPLINA CIVIL

| RTIDA | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|-----------------|--|--------|----------|-------------|---|
| С | DISCIPLINA CIVIL | | | | |
| .1 | PREPARACIÓN DEL SITIO | | | | |
| 1.1 | Movilización de equipos y herramientas. | Tn-Km | 73.16 | 20.12 | 1,472.06 |
| 1.2 | Desmovilización de equipos y herramientas. | Tn-Km | 0.00 | 20.12 | 0.00 |
| 1.3 | Transporte de material proporcionado por PETROBRAS. | Tn-Km | 49.56 | 20.12 | 997.22 |
| 1.4 | Transporte de chatarra a almacenes. | Tn-Km | 37.18 | 37.18 | 1,382.35 |
| 1.5 | Oficina en Obra | DIA | 90.00 | 30.47 | 2,742.30 |
| 1.6 | Almacen Provisional en Obra | DIA | 90.00 | 31.44 | 2,829.60 |
| 1.7 | Servicios Higiénicos | DIA | 90.00 | 30.79 | 2,771.10 |
| 1.8 | Trazo y replanteo | m² | 100.00 | 2.14 | 214.00 |
| .2 | MOVIMIENTO DE TIERRA Y DEMOLICIONES | | | | |
| 2.1 | Limpieza y nivelación del terreno | m³ | 131.00 | 2.40 | 314.40 |
| | Excavación en tierra a mano para construcciones de zanjas, | | | | |
| 2.2 | fundaciones y otros, hasta profundidades comprendidas entre 0 y | m³ | 65.41 | 20.78 | 1,359.29 |
| | 2.00 m. | | | | |
| 2,3 | Relleno y compactación con apisonadores de percusión. | m³ | 60.50 | 29.24 | 1,769.02 |
| | Acarreo, carga y bote de material sobrante a distancias menores a 5 | 2414 | 15.00 | | |
| 2.4 | km | m³*Km. | 15.00 | 22.62 | 339.30 |
| | SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN | | | | |
| 2.3 | DE CONCRETO. INCLUYE ENCOFRADO Y EXCLUYE ACERO DE | | | | |
| | REFUERZO. | | | | |
| 3.1 | Base de concreto pobre (solado) | m³ | 1.96 | 17.41 | 34.05 |
| 3.2 | Concreto fic = 175 kg/cm2. | m³ | 10.30 | 191.75 | 1.975.79 |
| .3.3 | Concreto fc = 210 kg/cm2. | m³ | 9.23 | 209.79 | 1,936.70 |
| .0.0 | SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN | | | | .,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,, |
| C.4 | DE ACERO DE REFUERZO PARA LAS ESTRUCTURAS DE | | | | |
| J. T | CONCRETO ARMADO. | | | | |
| .4.1 | Acero Fy=4200 Kg/cm2 | Kg | 525.64 | 2.88 | 1,513.84 |
| | CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS | 1.9 | 020.04 | 2.00 | 1,010.04 |
| C.5 | METÁLICAS | | | i i | |
| _ | Construcción e instalación de soportes tipo H ó tipo Castillo. Incluye | | | | |
| .5.1 | | Kg | 2,205.80 | 2.95 | 6,507.12 |
| | arenado y pintado. Confección e instalación de cerco perimétrico. Incluye arenado y | | | | |
| .5.2 | | m | 36.00 | 116.51 | 4,194.36 |
| | pintado. Confección e instalación de soporte y techo para los tableros. Incluye | | | | |
| .5.3 | | Kg | 400.00 | 4.81 | 1,924.00 |
| 2.6 | arenado, pintado y techo ethemit. RETIRO DEFINITIVO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS | | | | |
| ٥.6 | | | | 1 | |
| 0.4 | Retiro definitivo de tuberías. | | 0.64 | 3.69 | 31.88 |
| 6.1 | Tubería de 2" | m | 8.64 | 4.00 | 0.00 |
| .6.2 | Tubería de 3" | m | 0.00 | | 0.00 |
| .6.3 | Tubería de 4" | m | 0.00 | 4.52 | 0.00 |
| 0.4 | Retiro definitivo de válvulas | | 0.00 | 000 | 0.00 |
| .6.4 | Retiro de válvulas <=2" | U | 0.00 | 9.92 | 0.00 |
| .6.5 | Retiro de válvulas =3" | U | 0.00 | 12.40 | 0.00 |
| .6.6 | Retiro de válvulas =4" | U | 0.00 | 16.54 | 0.00 |
| | TOTAL US\$ | | | | \$34,308.40 |

C DISCIPLINA CIVIL

C.1 PREPARACIÓN DEL SITIO

| PARTIDA C.1.1 | DESCRIPCION Movilización de equ | ipos y herram | | Fecha: | | | |
|------------------|------------------------------------|---------------|--------|--------|-------|-----------|----------------|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 30.00 | Tn-Km | TOTAL: | 20.12 TOTAL |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | | P.PARCIAL | |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 1.09 |
| 1.00 | Capataz | 0.10 | HH | 0.03 | 4.50 | 0.15 | |
| 2.00 | Ayudante | 1.00 | HH | 0.33 | 2.82 | 0.94 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 14.3 |
| 1.00 | Camion Grua | 1.00 | HE | 0.33 | 35.00 | 11.67 | |
| 2.00 | Camioneta | 1.00 | HE | 0.33 | 8.00 | 2.67 | |
| 3.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 1.09 | 0.05 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILH | DAD | 0.30 | 15.48 | 4.64 | 4.64 |

| PARTIDA C.1.2 | DESCRIPCION Desmovilización de | Fecha: | | | | | |
|------------------|--------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-----------|---|
| UNIDAD | RENDIMENTO | | | 30.00 | Tn-Km | TOTAL: | 20.12 |
| ITEM | DESCRIPCION % | | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | Î | 1.09 |
| 1.00 | Capataz | 0.10 | HH | 0.03 | 4.50 | 0.15 | *************************************** |
| 2.00 | Ayudante | 1.00 | HH | 0.33 | 2.82 | 0.94 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 14.39 |
| 1.00 | Camion Grua | 1.00 | HE | 0.33 | 35.00 | 11.67 | |
| 2.00 | Camioneta | 1.00 | HE | 0.33 | 8.00 | 2.67 | |
| 3.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 1.09 | 0.05 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 0.30 | 15.48 | 4.64 | 4.64 |

| PARTIDA C.1.3 | DESCRIPCION Transporte de mate | Fecha: | | | | | |
|------------------|--------------------------------|-------------|-----------------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | ,) ¹ | 30.00 | Tn-Km | TOTAL: | 20.12 |
| ITEM | DESCRIPCION % | | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 1.0 |
| 1.00 | Capataz | 0.10 | HH | 0.03 | 4.50 | 0.15 | |
| 2.00 | Ayudante | 1.00 | HH | 0.33 | 2.82 | 0.94 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 14.3 |
| 1.00 | Camion Grua | 1.00 | HE | 0.33 | 35.00 | 11.67 | |
| 2.00 | Camioneta | 1.00 | HE | 0.33 | 8.00 | 2.67 | |
| 3.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 1.09 | 0.05 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 0.30 | 15.48 | 4.64 | 4.64 |

| PARTIDA C.1.4 | DESCRIPCION Transporte de chata | Fecha: | | | | | |
|------------------|----------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | RENDIMIENTO | | | Tn-Km | TOTAL: | 37.18 |
| ITEM | DESCRIPCION % | | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 6.7 |
| 1.00 | Capataz | 0.50 | HH | 0.25 | 4.50 | 1.13 | |
| 2.00 | Ayudante | 4.00 | HH | 2.00 | 2.82 | 5.64 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 21.8 |
| 1.00 | CamionGrua | 1.00 | HE | 0.50 | 35.00 | 17.50 | |
| 2.00 | Camioneta | 1.00 | HE | 0.50 | 8.00 | 4.00 | |
| 3.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 6.77 | 0.34 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 0.30 | 28.60 | 8.58 | 8.58 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | a de la companya de l | | | | Fecha: | |
|----------------------|---------------------|--|--|-------|--------------|-----------|-------|
| C.1.5 | Oficina en Obra | 2 | | | AND ESTIMATE | | |
| UNIDAD GLB | RENDIMIENTO | | | 1.00 | DIA | TOTAL: | 30.47 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 7.3 |
| 1.00 | Capataz | 0.10 | HH | 1.00 | 4.50 | 4.50 | |
| 2.00 | Ayudante | 1.00 | HH | 1.00 | 2.82 | 2.82 | |
| | INSUMOS | | | | | | 15.7 |
| 1.00 | Container | | DIA | 1.00 | 15.00 | 12.00 | |
| 2.00 | Otros Materiales de | e ofic | GLB | 0.25 | 15.00 | 3.75 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.37 |
| 1.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 7.32 | 0.37 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 0.30 | 23.44 | 7.03 | 7.03 |

| PARTIDA C.1.6 | DESCRIPCION Almacen Provisiona | DESCRIPCION Almacen Provisional en Obra | | | | | | |
|------------------|--------------------------------|---|--------|-------|--------|-----------|-------|--|
| UNIDAD GLB | RENDIMIENTO | | | 1.00 | DIA | TOTAL: | 31.44 | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 7.3 | |
| 1.00 | Capataz | 0.10 | НН | 1.00 | 4.50 | 4.50 | | |
| 2.00 | Ayudante | 1.00 | HH | 1.00 | 2.82 | 2.82 | | |
| | INSUMOS | | | | | | 16.5 | |
| 1.00 | Container | | DIA | 1.00 | 15.00 | 15.00 | | |
| 2.00 | Otros Materiales | | GLB | 0.10 | 15.00 | 1.50 | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.3 | |
| 1.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 7.32 | 0.37 | | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 0.30 | 24.19 | 7.26 | 7.26 | |

| PARTIDA C.1.7 | DESCRIPCION Servicios Higiénico | S | | | | Fecha: | |
|------------------|------------------------------------|--------------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 1.00 | DIA | TOTAL: | 30.79 |
| GLB | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | Ť | 7.32 |
| 1.00 | Capataz | 0.20 | HH | 1.00 | 4.50 | 4.50 | |
| 2.00 | Ayudante | 1.00 | HH | 1.00 | 2.82 | 2.82 | |
| | INSUMOS | | | | | Ī | 16.00 |
| 2.00 | Baños Disal | | DIA | 1.00 | 10.00 | 10.00 | |
| 3.00 | Otros Material limp | ieza | GLB | 0.50 | 12.00 | 6.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | Ī | 0.37 |
| 1.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 7.32 | 0.37 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 0.30 | 23.69 | 7.11 | 7.11 |

| PARTIDA C.1.8 | DESCRIPCION Trazo y replanteo | | | A sales exercise | | Fecha: | |
|------------------|-------------------------------|-------------|--------|------------------|----------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 100.00 | m2 | TOTAL: | 2.14 |
| ML | | | | | <u> </u> | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 0.78 |
| 1.00 | Capataz | 0.10 | HH | 0.01 | 4.50 | 0.045 | |
| 2.00 | Topografo | 1.00 | HH | 0.10 | 4.50 | 0.450 | |
| 3.00 | Ayudante | 1.00 | HH | 0.10 | 2.82 | 0.282 | |
| | INSUMOS | | | | | Ī | 0.20 |
| 1.00 | Madera, cal, etc | | GLB | 0.10 | 2.00 | 0.20 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.67 |
| 1.00 | Teodolito | | НМ | 0.10 | 5.00 | 0.50 | |
| 2.00 | Nivel | | НМ | 0.03 | 4.00 | 0.13 | |
| 3.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.78 | 0.04 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 0.30 | 1.65 | 0.49 | 0.49 |

C.2 MOVIMIENTO DE TIERRA Y DEMOLICIONES

| PARTIDA C.2.1 | DESCRIPCION Limpieza y nivelaci | Fecha: | | | | | |
|------------------|---------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD M3 | RENDIMIENTO | | | 40.0 | M2 | TOTAL: | 2.40 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 1.76 |
| 1.00 | Capataz | 0.15 | HH | 0.04 | 4.50 | 0.169 | |
| 2.00 | Operario | 1.00 | HH | 0.25 | 3.55 | 0.888 | |
| 3.00 | Ayudante | 1.00 | HH | 0.25 | 2.82 | 0.705 | |
| | EQUIPOS | | | | | 10 | 0.09 |
| 1.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 1.76 | 0.088 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 1.85 | 0.55 | 0.55 |

| PARTIDA C.2.2 | DESCRIPCION Excavación en tierr hasta profundidade | MARKET STREET, | | | ones y otros, | Fecha: | |
|------------------|---|--|--------|-------|---------------|-----------|-------|
| UNIDAD M3 | RENDIMIENTO | TOTAL: | 20.78 | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | * | ± | 15.23 |
| 1.00 | Capataz | 0.10 | HH | 0.25 | 4.50 | 1.125 | |
| 2.00 | Ayudante | 2.00 | HH | 5.00 | 2.82 | 14.100 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.76 |
| 1.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 15.23 | 0.761 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 15.99 | 4.80 | 4 |

| PARTIDA C.2.3 | DESCRIPCION Relleno y compacta | Fecha: | | | | | |
|------------------|--------------------------------|-------------|--------|-------|---|-----------------------------------|-------|
| UNIDAD M3 | RENDIMENTO | | | 6.0 | M3/DIA | TOTAL: | 29.24 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | *************************************** | | 10.15 |
| 1.00 | Capataz | 0.10 | HH | 0.17 | 4.50 | 0.750 | |
| 2.00 | Ayudante | 2.00 | HH | 3.33 | 2.82 | 9.400 | |
| | MATERIAL | | | | | | 15.00 |
| 1.00 | Material agregado | | M3 | 1.00 | 15.00 | 0.750 9.400 15.000 0.300 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.81 |
| 1.00 | Plancha Compacta | dora | HM | 0.05 | 6.00 | 0.300 | |
| 2.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 10.15 | 0.508 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 10.96 | 3.29 | 3 |

| PARTIDA C.2.4 | DESCRIPCION Acarreo, carga y bo | Fecha: | | | | | |
|------------------|------------------------------------|---------------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD M3 | RENDIMIENTO | | | 6.0 | M3/DIA | TOTAL: | 22.62 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | T | 16.58 |
| 1.00 | Capataz | 0.33 | HH | 0.55 | 4.50 | 2.475 | |
| 2.00 | Ayudante | 3.00 | НН | 5.00 | 2.82 | 14.100 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.83 |
| 1.00 | Herramientas | | MO | 0.05 | 16.58 | 0.829 | |
| | GASTOS GENERA | ALES Y UTILI | DAD | 30% | 17.40 | 5.22 | 5.2 |

SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO. INCLUYE ENCOFRADO Y EXCLUYE ACERO DE REFUERZO.

C.3

| PARTIDA C.3.1 | DESCRIPCION Base de concreto p | | Fecha: | | | | |
|------------------|---------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 20 | M2/DIA | TOTAL: | 17.41 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 8.09 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 0.10 | 4.50 | 0.45 | |
| 2 | Albañil | 1 | HH | 0.50 | 4.00 | 2.00 | |
| 3 | Ayudante | 4 | HH | 2.00 | 2.82 | 5.64 | |
| | INSUMOS | | | | | | 4.20 |
| 1 | Cemento | | BLS | 0.30 | 10.00 | 3.00 | |
| 2 | Hormigon | | M3 | 0.10 | 12.00 | 1.20 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 1.10 |
| 1 | Mezcladora | | НМ | 0.10 | 7.00 | 0.70 | |
| 2 | Herramientas | | MO | 0.05 | 8.09 | 0.40 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 13.39 | 4.02 | 4.02 |

| PARTIDA C.3.2 | DESCRIPCION Concreto fc = 175 k | g/cm2. | | | | Fecha: | |
|------------------|----------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-----------|--------|
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 8 | M3/DIA | TOTAL: | 191.75 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 24.6 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 0.25 | 4.50 | 1.13 | |
| 2 | Albañil | 1 | HH | 1.25 | 4.00 | 5.00 | |
| 3 | Operario | 1 | HH | 1.25 | 3.55 | 4.44 | |
| 4 | Ayudante | 4 | HH | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| | INSUMOS | | | | | | 112.6 |
| 1 | Agua | | GLB | 1.00 | 2.00 | 2.00 | |
| 2 | Madera | | PIE2 | 10.76 | 1.00 | 10.76 | |
| 3 | Clavo | | kg | 0.15 | 0.70 | 0.11 | |
| 4 | Cemento | | BOL | 8.50 | 10.00 | 85.00 | |
| 5 | Piedra chancada | | M3 | 0.55 | 15.00 | 8.25 | |
| 6 | Arena gruesa | | М3 | 0.54 | 12.00 | 6.48 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 10.2 |
| 1 | Mezcladora | | HM | 1.25 | 6.00 | 7.50 | |
| 2 | Vibradora | | HM | 1.00 | 2.00 | 2.00 | |
| 3 | Herramientas | | MO | 0.03 | 24.66 | 0.74 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 147.50 | 44.25 | 44.2 |

| PARTIDA C.3.3 | DESCRIPCION Concreto fc = 210 kg | g/cm2. | All All Prince Property and the second | 7 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - | | Fecha: | |
|------------------|----------------------------------|--------|--|---|--------|-----------|--------|
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 8 | M3/DIA | TOTAL: | 209.79 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 24.1 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.13 | 4.50 | 0.56 | |
| 2 | Albañil | 1 | HH | 1.25 | 4.00 | 5.00 | |
| 3 | Operario | 1 | HH | 1.25 | 3.55 | 4.44 | |
| 4 | Ayudante | 4 | HH | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| | INSUMOS | | | | | | 127.0 |
| 1 | Agua | | GLB | 1.00 | 2.00 | 2.00 | |
| 2 | Madera | | PIE2 | 10.76 | 1.00 | 10.76 | |
| 3 | Clavo | | kg | 0.15 | 0.70 | 0.11 | |
| 4 | Cemento | | BOL | 10.00 | 10.00 | 100.00 | |
| 5 | Piedra chancada | | M3 | 0.53 | 15.00 | 7.95 | |
| 6 | Arena gruesa | | M 3 | 0.52 | 12.00 | 6.24 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 10.: |
| 1 | Mezcladora | | HM | 1.25 | 6.00 | 7.50 | |
| 2 | Vibradora | | HM | 1.00 | 2.00 | 2.00 | |
| 3 | Herramientas | | MO | 0.03 | 24.10 | 0.72 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 161.38 | 48.41 | 48.4 |

SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO PARA LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO.

| 0.00 | DESCRIPCION Acero Fy=4200 Kg/ | | Fecha: | | | | |
|--------|-------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 140 | KG/DIA | TOTAL: | 2.88 |
| KG | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 0.52 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 0.01 | 4.50 | 0.06 | |
| 2 | Operario | 1 | HH | 0.07 | 3.55 | 0.25 | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 0.07 | 2.82 | 0.20 | |
| | INSUMOS | | | | | Ī | 1.67 |
| 1 | Fierro | | KG | 1.05 | 1.40 | 1.47 | |
| 2 | Alambre | | KG | 0.20 | 1.00 | 0.20 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.03 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.52 | 0.03 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 2.22 | 0.66 | 0.66 |

C.5 CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

| PARTIDA 17.06 | DESCRIPCION Construcción e instal | Fecha: | | | | | |
|------------------|------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 170.00 | KG/DIA | TOTAL: | 2.95 |
| KG | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 0.72 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.0059 | 4.50 | 0.03 | |
| 2 | Armador | 0.5 | HH | 0.0294 | 3.55 | 0.10 | |
| 3 | Soldador | 0.75 | HH | 0.0441 | 7.50 | 0.33 | |
| 4 | Cortador | 0.5 | HH | 0.0294 | 3.00 | 0.09 | |
| 5 | Ayudante | 1 | HH | 0.0588 | 2.82 | 0.17 | |
| | INSUMOS | | | | | | 1.10 |
| 1 | Soldadura | | KG | 0.03 | 4.00 | 0.12 | |
| 2 | Oxigeno | | M3 | 0.04 | 3.75 | 0.15 | |
| 3 | Gas | | KG | 0.02 | 4.50 | 0.09 | |
| 4 | Arenado | | KG | 1.00 | 0.25 | 0.25 | |
| 5 | Pintado | | KG | 1.00 | 0.45 | 0.45 | |
| 6 | Discos | | UD | 0.01 | 3.50 | 0.04 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.45 |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 0.04 | 6.50 | 0.29 | |
| 2 | Equipo de oxicorte | | HM | 0.03 | 2.00 | 0.06 | |
| 3 | Esmeril | | HM | 0.03 | 2.50 | 0.07 | |
| 4 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.72 | 0.04 | |
| | GASTOS GENERAL | ES Y UTILI | DAD | 30% | 2.27 | 0.68 | 0.68 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | AND IN TAKE | FEC | НА |
|--------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------------|-------------|-------------|---------|
| 17.08 | Confección e insta | alación de cerco | perimétrico. Inc | luye arenado y pintad | do. | The Control | |
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | 12 | ML/DIA | MONTO | US\$ | 116.51 |
| ITEM | DESCRIPCION | | UNID | CANT | UNIT | P.PARC. | P.TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 23.3 |
| 1 | Capataz | 0.10 | HH | 0.08 | 4.50 | 0.38 | |
| 2 | Armador | 1.00 | HH | 0.83 | 3.55 | 2.96 | |
| 3 | Soldador | 2.00 | HH | 1.67 | 7.50 | 12.50 | |
| 4 | Cortador | 1.00 | HH | 0.83 | 3.00 | 2.50 | |
| 5 | Esmerilador | 1.00 | HH | 0.83 | 3.20 | 2.67 | |
| 6 | Ayudante | 1.00 | HH | 0.83 | 2.82 | 2.35 | |
| | INSUMOS | | | | | | 39. |
| 1 | Malla galv. 2 * 2 | | M2 | 2.30 | 7.00 | 16.10 | |
| 2 | Alambre de puas | N°14 | ML | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| 3 | Soldadura | | KG | 0.20 | 4.00 | 0.80 | |
| 4 | Arenado | | ML | 1.00 | 6.00 | 6.00 | |
| 5 | Pintado | | ML | 1.00 | 14.00 | 14.00 | |
| 6 | Gases | | M3 | 0.01 | 5.00 | 0.05 | |
| 7 | Discos | | UD | 0.10 | 3.50 | 0.35 | |
| 8 | Herramientas | | MO | 0.04 | 23.35 | 0.89 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 27. |
| 1 | Motosoldadora | | HM | 1.67 | 6.50 | 10.83 | |

| | 4 | Camion Hiab G.GENER + UTILID. | HM | 0.50 30.00% | 25.00 89.62 | 12.50 26.89 | 26.89 |
|---|---|--------------------------------|----|----------------|----------------|----------------|-------|
| | 3 | Esmeril | HM | 0.83 | 2.50 | 2.08 | 1 |
| 1 | 2 | Equipo de oxicorte | HM | 0.83 | 2.00 | 1.67 | 1 |

| PARTIDA C.5.3 | DESCRIPCION Confección e insta | ye arenado, | Fecha: | | | | |
|------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------|--------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD KG | RENDIMIENTO | Е | intado y techo ether | 200.00 | KG/DIA | TOTAL: | 4.81 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 0.7 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.005 | 4.50 | 0.02 | |
| 2 | Armador | 0.5 | HH | 0.03 | 3.55 | 0.09 | |
| 3 | Soldador | 1 | HH | 0.05 | 7.50 | 0.38 | |
| 4 | Cortador | 0.5 | HH | 0.03 | 3.00 | 0.08 | |
| 5 | Ayudante | 1 | HH | 0.05 | 2.82 | 0.14 | |
| | INSUMOS | | | | | Ī | 2. |
| 1 | Soldadura | | KG | 0.05 | 4.00 | 0.20 | |
| 2 | Oxigeno | | M3 | 0.04 | 3.75 | 0.15 | |
| 3 | Gas | | KG | 0.02 | 4.50 | 0.09 | |
| 4 | Arenado | | KG | 1.00 | 0.30 | 0.30 | |
| 5 | Pintado | | KG | 1.00 | 0.55 | 0.55 | |
| 6 | Eternit | | KGS | 1.00 | 1.20 | 1.20 | |
| 7 | Discos | | UD | 0.01 | 3.50 | 0.04 | |
| | EQUIPOS | | | | | Ī | 0.4 |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 0.05 | 6.50 | 0.33 | |
| 2 | Equipo de oxicorte | | HM | 0.03 | 2.00 | 0.05 | |
| 3 | Esmeril | | HM | 0.03 | 2.50 | 0.06 | |
| 4 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.70 | 0.04 | |
| | GASTOS GENERAL | ES Y UTIL | DAD | 30% | 3.70 | 1.11 | 1. |

| C.6 | RETIRO DEFINITIVO DE ESTRUCTURAS METÁ | LICAS |
|-----|---------------------------------------|-------|

Retiro definitivo de tuberías.

| PARTDA C.6.1 | DESCRIPCION Tubería de 2" | | | | | Fecha: | Year Man |
|--------------|---------------------------|------------|--------|--------|--------|-----------|----------|
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 100.00 | ML/DIA | TOTAL: | 3.69 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | Ī | 0.73 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 0.02 | 4.50 | 0.09 | |
| 4 | Cortador | 1 | HH | 0.10 | 3.55 | 0.36 | |
| 5 | Ayudante | 1 | HH | 0.10 | 2.82 | 0.28 | |
| | INSUMOS | | | | | | 1.88 |
| 1 | Oxigeno | | M3 | 0.20 | 3.75 | 0.75 | |
| 2 | Gas | | KG | 0.25 | 4.50 | 1.13 | |
| | EQUIPOS | // | | | | | 0.24 |
| 1 | Equipo de oxicorte | | HM | 0.10 | 2.00 | 0.20 | |
| 2 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.73 | 0.04 | |
| | GASTOS GENERAL | ES Y UTILI | DAD | 30% | 2.84 | 0.85 | 0.85 |

| PARTIDA C.6.2 | DESCRIPCION Tubería de 3" | | | | | Fecha: | |
|------------------|---------------------------|------------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 80.00 | ML/DIA | TOTAL: | 4.00 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | Ì | 0.91 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 0.03 | 4.50 | 0.11 | |
| 4 | Cortador | 1 | HH | 0.13 | 3.55 | 0.44 | |
| 5 | Ayudante | 1 | HH | 0.13 | 2.82 | 0.35 | |
| | INSUMOS | | | | | | 1.88 |
| 1 | Oxigeno | | M3 | 0.20 | 3.75 | 0.75 | |
| 2 | Gas | | KG | 0.25 | 4.50 | 1.13 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.30 |
| 1 | Equipo de oxicorte | | HM | 0.13 | 2.00 | 0.25 | |
| 2 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.91 | 0.05 | |
| | GASTOS GENERAL | ES Y UTIL | DAD | 30% | 3.08 | 0.92 | 0.92 |

| PARTIDA C.6.3 | DESCRIPCION Tuberia de 4" | | | | | Fecha: | |
|------------------|---------------------------|------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 60.00 | ML/DIA | TOTAL: | 4.52 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 1.21 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 0.03 | 4.50 | 0.15 | |
| 4 | Cortador | 1 | HH | 0.17 | 3.55 | 0.59 | |
| 5 | Ayudante | 1 | HH | 0.17 | 2.82 | 0.47 | |
| | INSUMOS | | | | | | 1.88 |
| 1 | Oxigeno | | M3 | 0.20 | 3.75 | 0.75 | |
| 2 | Gas | | KG | 0.25 | 4.50 | 1.13 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.39 |
| 1 | Equipo de oxicorte | | HM | 0.17 | 2.00 | 0.33 | |
| 2 | Негтатіentas | | MO | 0.05 | 1.21 | 0.06 | |
| | GASTOS GENERAL | ES Y UTILI | DAD | 30% | 3.48 | 1.04 | 1.04 |

Retiro definitivo de válvulas

| PARTIDA C.6.4 | DESCRECION Retiro de válvulas | Fecha : Arrogan - Paras IIII | | | | | |
|------------------|-------------------------------|------------------------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD UND | RENDIMIENTO | | | 5 | UND | TOTAL: | 9.92 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 7.27 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.20 | 4.50 | 0.900 | |
| 2 | Operario | 0.5 | HH | 1.00 | 3.55 | 3.550 | |
| 3 | Ayudante | 0.5 | HH | 1.00 | 2.82 | 2.820 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.36 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 7.27 | 0.364 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTIL | DAD | 30% | 7.63 | 2.29 | 2.29 |

| PARTIDA C.6.5 | DESCRIPCION Retiro de válvulas = | Fecha: | | | | | |
|------------------|----------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD UND | RENDIMIENTO | | | 4 | UND | TOTAL: | 12.40 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 9.09 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.25 | 4.50 | 1.125 | |
| 2 | Operario | 0.5 | HH | 1.25 | 3.55 | 4.438 | |
| 3 | Ayudante | 0.5 | HH | 1.25 | 2.82 | 3.525 | |
| | EQUIPOS | | | | | Ī | 0.45 |
| 11 | Herramientas | | MO | 0.05 | 9.09 | 0.454 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 9.54 | 2.86 | 2.86 |

| PARTIDA C.6.6 | DESCRIPCION Retiro de válvulas = | DESCRIPCION Retiro de válvulas =4" | | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|-------------|--------|-----------|-------|--|
| UNIDAD UND | RENDIMIENTO | | | 3 | UND | TOTAL: | 16.54 | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | |
| | MANO DE OBRA | | - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 | | | | 12.12 | |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.33 | 4.50 | 1.500 | | |
| 2 | Operario | 0.5 | HH | 1.67 | 3.55 | 5.917 | | |
| 3 | Ayudante | 0.5 | HH | 1.67 | 2.82 | 4.700 | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.61 | |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 12.12 | 0.606 | | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 12.72 | 3.82 | 3.82 | |

DISCIPLINA MECÁNICA

| PARTIDA | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---------|---|----------------|----------|-------------|-------------|
| M | DISCIPLINA MECÁNICA | | | | |
| M.1 | Soldadura de tuberías de acero (prefabricados: biselado, alineamiento y soldado) | | | | |
| M.1.1 | Ø 2" - Sch 80. | Pega | 140.00 | 59.61 | 8,345.94 |
| M.1.2 | Ø 3" - Sch std. | Pega | 10.00 | 71.55 | 715.54 |
| M.1.3 | Ø 4" - Sch std. | Pega | 99.00 | 78.82 | 7,803.02 |
| M.1.4 | Ø 6" - Sch std. | Pega | 0.00 | 103.79 | 0.00 |
| M.2 | Manipuleo y montaje de tuberías aéreas de acero. | i | | | |
| M.2.1 | Ø 2". | m | 1,220.00 | 0.90 | 1,098.00 |
| M.2.2 | Ø 3". | m | 14.00 | 1.08 | 15.12 |
| M.2.3 | Ø 4". | m | 368.00 | 1.81 | 666.08 |
| M.2.4 | Ø 6". | m | 0.00 | 4.04 | 0.00 |
| M.3 | Manipuleo y montaje de tuberías de acero enterradas. (cruce de carreteras, quebradas, pantanos, etc). | | | | |
| M.3.1 | Ø 4". | m | 45.00 | 19.10 | 859.50 |
| M.4 | Instalación de Válvulas | | | | |
| M.4.1 | Suministro e Instalación de válvulas iguales o menores de 1 1/2 " | U | 15.00 | 277.42 | 4,161.30 |
| M.4.2 | Instalación de válvulas de 2" | U | 9.00 | 43.42 | 390.78 |
| M.4.3 | Instalación de válvulas de 3" | U | 3.00 | 47.32 | 141.96 |
| M.4.4 | Instalación de válvulas de 4" | U | 3.00 | 56.54 | 169.62 |
| M.4.5 | Instalación de válvulas de 6" | U | 0.00 | 90.96 | 0.00 |
| M.5 | Suministro e instalación de muestreadores | U | 4.00 | 139.94 | 559.76 |
| M.6 | Prueba hidrostática y soplado | S.G | 1.00 | 3,268.56 | 3,268.56 |
| M.7 | Construcción, montaje e instalación de equipos. | | | | |
| M.7.1 | Construcción, montaje e instalación de Scrubber de Gas del tipo Horizontal de 36 pulg. de Diámetro y 11 pies de largo. El scrubber debe incluir demister. Ver especificaciones técnicas en los anexos de las Bases Técnicas. | U | 1.00 | 44,901.81 | 44,901.81 |
| M.7.2 | Montaje de Filtro de Gas Combustible. | υ | 0.00 | 1,023.41 | 0.00 |
| M.8 | Empalmes (Tie ins). | | | | |
| M.8.1 | Tie ins soldado | | | | |
| M.8.1.1 | Ø 2". | U | 3.00 | 502.30 | 1,506.90 |
| M.8.1.2 | Ø 4". | U | 2.00 | 505.23 | 1,010.45 |
| M.8.2 | Hot Tapping | | | | |
| M.8.2.3 | Ø 4". | U | 0.00 | 500.29 | 0.00 |
| M.9 | Arenado y Pintura | | | | |
| M.9.1 | Arenado a metal blanco y pintura de tuberías menores a 6" | m ² | 220.00 | 28.08 | 6,177.46 |
| M.9.2 | Arenado a metal blanco y Cinta Polyguard RD6 (tubería enterrada) | m² | 14.80 | 116.37 | 1,722.27 |
| M.10 | Pruebas, puesta en marcha, conformes a obra y cierre del proyecto. | S.G. | 0.00 | 5,460.00 | 0.00 |
| | TOTAL US\$ | - | | | \$83,514.06 |

DISCIPLINA MECANICA

M.1 Soldadura de tubertas de acero (prefabricados: biselado, alineamiento y soldado)

| PARTIDA M.1.1 | DESCRIPCION Ø Z' - Schi 68. | | March III | | April property | Fecha: | |
|---------------------|--------------------------------|-----|-----------|-------|----------------|-----------|-------|
| UNIDAD UD | RENDMENTO | - | | 14.00 | ML/DIA | TOTAL: | 59.6 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | 3300 | | | | 14.7 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 0.14 | 4.50 | 0.64 | |
| 2 | Armador | 1 | HH | 0.71 | 3.55 | 2.54 | |
| 3 | Soldador | 1 | HH | 0.71 | 7.50 | 5.36 | |
| 4 | Cortador | 1 | HH | 0.71 | 3.00 | 2.14 | |
| 5 | Ayudante | 2 | HH | 1.43 | 2.82 | 4.03 | |
| | INSUMOS | | | | | | 23.4 |
| 1 | Soldadura | | KG | 0.20 | 4.50 | 0.90 | |
| 2 | Oxigeno | | M3 | 0.20 | 3.75 | 0.75 | |
| 3 | Gas | | KG | 0.10 | 2.50 | 0.25 | |
| 4 | Prueba Radiografica | | UND | 1.00 | 20.00 | 20.00 | |
| 5 | Tintes Penetrantes | | GLb | 0.20 | 6.00 | 1.20 | |
| 6 | Discos | | UD | 0.10 | 3.50 | 0.35 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 7.7 |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 0.71 | 6.50 | 4.64 | |
| 2 | Equipo de corte | | НМ | 0.71 | 2.00 | 1.43 | |
| 3 | Esmenil | | НМ | 0.36 | 2.50 | 0.89 | |
| 4 | Herramientas | | MO | 0.05 | 14.71 | 0.74 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDA | D | | 30% | 45.86 | 13.76 | 13.7 |

| PARTIDA M.1.2 | DESCRIPCION Ø 3" - Sch std. | | | | | Fecha: | |
|------------------|-----------------------------|-----|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDMIENTO | | | 12.00 | MLÆ | TOTAL: | 71.5 |
| UD ITEM | DESCRIPCION | * | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| 11 E.M | MANO DE OBRA | | UNDAD | CARI. | P.UMI | P.PARCIAL | 17.1 |
| 4 | | 0.2 | НН | 0.47 | 4.50 | | 17. |
| 1 | Capataz | 0.2 | | 0.17 | 4.50 | 0.75 | |
| 2 | Armador | 1 | НН | 0.83 | 3.55 | 2.96 | |
| 3 | Soldador | 1 | HH | 0.83 | 7.50 | 6.25 | |
| 4 | Cortador | 1 | HH | 0.83 | 3.00 | 2.50 | |
| 5 | Ayudante | 2 | HH | 1.67 | 2.82 | 4.70 | |
| | ENSUMOS | | | | | | 28.9 |
| 1 | Soldadura | | KG | 0.30 | 4.50 | 1.35 | |
| 2 | Oxigeno | | М3 | 0.20 | 3.75 | 0.75 | |
| 3 | Gas | | KG | 0.10 | 2.50 | 0.25 | |
| 4 | Prueba Radiografica | | UND | 1.00 | 25.00 | 25.00 | |
| 5 | Tintes Penetrantes | | GLb | 0.20 | 6.00 | 1.20 | |
| 6 | Discos | | UD | 0.10 | 3.50 | 0.35 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 8.9 |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 0.83 | 6.50 | 5.42 | 4 |
| 2 | Equipo de corte | | НМ | 0.83 | 2.00 | 1.67 | |
| 3 | Esmeril | | НМ | 0.42 | 2.50 | 1.04 | |
| 4 | Herramientas | | MO | 0.05 | 17.16 | 0.86 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDA | 1 | | 30% | 55.04 | 16.51 | 16.5 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | 7 10 10 10 | Fecha: | |
|---------|-----------------|-----|--------|-------|------------|-----------|-------|
| M.1.3 | 0 4" - Sch std. | | | | | no and | |
| UNIDAD | RENDMENTO | | | 16.00 | ML/DIA | TOTAL: | 78.82 |
| UD | | | | | | | |
| IT EM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 20.59 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 0.20 | 4.50 | 0.90 | |

| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 60.63 | 18.19 | 18.19 |
|---|-----------------------------|---|-----|------|-------|-------|-------|
| 4 | Herramientas | | МО | 0.05 | 20.59 | 1.03 | |
| 3 | Esmeril | | HM | 0.50 | 2.50 | 1.25 | |
| 2 | Equipo de corte | | HM | 1.00 | 2.00 | 2.00 | |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 1.00 | 6.50 | 6.50 | |
| | EQUIPOS | | | | _ | | 10.7 |
| 5 | Discos | | UD | 0.10 | 3.50 | 0.35 | |
| 5 | Tintes Penetrantes | | GLb | 0.20 | 6.00 | 1.20 | |
| 4 | Prueba Radiografica | | UND | 1.00 | 25.00 | 25.00 | |
| 3 | Gas | | KG | 0.10 | 2.50 | 0.25 | |
| 2 | Oxigeno | | МЗ | 0.20 | 3.75 | 0.75 | |
| 1 | Soldadura | | KG | 0.38 | 4.50 | 1.71 | |
| | INSUMOS | | | _ | | | 29.2 |
| 5 | Ayudante | 2 | НН | 2.00 | 2.82 | 5.64 | |
| 4 | Cortador | 1 | НН | 1.00 | 3.00 | 3.00 | |
| 3 | Soldador | 1 | НН | 1.00 | 7.50 | 7.50 | |
| 2 | Armador | 1 | HH | 1.00 | 3.55 | 3.55 | |

| PARTIDA M.1.4 | DESCRIPCION Ø 6" - Sch std. | | | | The day | Fecha: | V. 7.5 III (1101-1) |
|------------------|------------------------------|-----|--------|-------|---------|-----------|---------------------|
| UNIDAD | RENDERENTO | | | 7.09 | ML/DIA | TOTAL: | 103.7 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UMIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 29.4 |
| 1 | Capataz | 0.2 | НН | 0.29 | 4.50 | 1.29 | |
| 2 | Armador | 1 | НН | 1.43 | 3.55 | 5.07 | |
| 3 | Soldador | 1 | НН | 1.43 | 7.50 | 10.71 | |
| 4 | Cortador | 1 | НН | 1.43 | 3.00 | 4.29 | |
| 5 | Ayudante | 2 | HH | 2.86 | 2.82 | 8.06 | |
| | INSUMOS | | | | | | 35.03 |
| 1 | Soldadura | | KG | 0.55 | 4.50 | 2.48 | |
| 2 | Oxigeno | | M3 | 0.20 | 3.75 | 0.75 | |
| 3 | Gas | | KG | 0.10 | 2.50 | 0.25 | |
| 4 | Prueba Radiografica | | UND | 1.00 | 30.00 | 30.00 | |
| 5 | Tintes Penetrantes | | GLb | 0.20 | 6.00 | 1.20 | |
| 5 | Discos | | UD | 0.10 | 3.50 | 0.35 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 15.40 |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 1.43 | 6.50 | 9.29 | |
| 2 | Equipo de corte | | HM | 1.43 | 2.00 | 2.86 | |
| 3 | Esmeril | | HM | 0.71 | 2.50 | 1.79 | |
| 4 | Herramientas | | MO | 0.05 | 29.41 | 1.47 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 79.84 | 23.95 | 23.95 |

| Manipuleo y montaje de tubertas aéreas | de soare | |
|--|-----------|--|
| manipuleo y montaje de tubertas aereas | de aceto. | |

| PARTIDA M.2.1 | DESCRIPCION Ø 2'. | 5,538 | | | | Fecha: | |
|------------------|-----------------------------|-------|--------|--------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDMMENTO | | | 240.00 | ML/DIA | TOTAL: | 0.90 |
| ML | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UMT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 0.66 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 0.04 | 4.50 | 0.19 | |
| 2 | Ayudante | 4 | HH | 0.17 | 2.82 | 0.47 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.03 |
| 11 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.66 | 0.03 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 0.69 | 0.21 | 0.21 |

| PARTIDA M.2.2 | DESCRIPCION 0 3". | | | | | Fecha: | |
|------------------|-----------------------------|---|--------|--------|--------|-----------|-------|
| UNEDAD ML | RENDMENTO | | | 290.00 | ML/DLA | TOTAL: | 1.08 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 0.79 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 0.05 | 4.50 | 0.23 | |
| 2 | Ayudante | 4 | HH | 0.20 | 2.82 | 0.56 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.04 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.79 | 0.04 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 0.83 | 0.25 | 0.25 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | and the state of the | Fecha: | |
|---------|--------------|-----------------------|--------|-----------------|----------------------|------------|-------------|
| M.2.3 | Ø 4°. | HOROLOG WAS ASSESSED. | | material in the | | O CONTRACT | Carried Co. |
| UNEDAD | RENDERENTO | | | 140.00 | MIJDIA | TOTAL: | 1.81 |
| ML | (1) | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 1 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 0.07 | 4.50 | 0.32 | |
| 1 | Ayudante | 5 | НН | 0.36 | 2.82 | 1.01 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0 |

| † Herramientas MO 0.05 1.33 0.07 |
|----------------------------------|
| |
| |

| PARTIDA M.2.4 | Ø 6°. | | | | 1 Way | Fecha: | 7.7 |
|------------------|-----------------------------|---|--------|--------|--------|-----------|-------|
| UNEDAD ML | RENDMENTO | | | 300.00 | ML/DLA | TOTAL: | 4.04 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UMIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 0.3 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 0.03 | 4.50 | 0.15 | |
| 2 | Ayudante | 2 | HH | 0.07 | 2.82 | 0.19 | |
| | EQUIPOS | | | | | L | 2.77 |
| 1 | Carrion | 1 | HM | 0.10 | 27.50 | 2.75 | |
| 2 | Herramientas | | MO | 0.05 | 0.34 | 0.02 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | 7 | | 30% | 3,10 | 0.93 | 0.93 |

M.3 Manipuleo y montaje de tubertas de acero enterradas. (cruce de carreteras, quebradas, pantanos, etc).

| PARTEDA M.3.1 | DESCRIPCION Ø 4'. | | | n. Yahai | 500 | Fecha: | |
|------------------|-----------------------------|---|--------------|----------|--------|-----------|-------|
| UNEDAD Mil | REND ME ENTO | | - | 30.00 | ML/DIA | TOTAL: | 19.10 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 5.2 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 0.33 | 4.50 | 1.50 | |
| 2 | Ayudante | 4 | HH | 1.33 | 2.82 | 3.76 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 9.4 |
| 1 | Camion | 1 | HM | 0.33 | 27.50 | 9.17 | |
| 2 | Herramientas | | MO | 0.05 | 5.26 | 0.26 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 14.69 | 4.41 | 4.4 |

M.A Instalación de Vátrules

| PARTIDA M.4.1 | DESCRIPCIÓN Fechs: Suministro e Instalación de válvulas iguales o menores de 1,1/2 " | | | | | | | |
|------------------|--|---|--------|-------|--------|-----------|--------|--|
| UNIDAD UD | RENDMENTO | | | 10.00 | UN/DIA | TOTAL: | 277.42 | |
| ПЕМ | DESCRIPCION | % | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | |
| | MANO DE OBRA | | | | | I | 10. | |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 1.00 | 4.50 | 4.50 | | |
| 2 | Ayudante | 2 | HH | 2.00 | 2.82 | 5.64 | | |
| | ENSUMOS | | | | | | 202 | |
| 1 | Esparragos | | UD | 8.00 | 2.00 | 16.00 | | |
| 2 | Permatex | | UD | 0.25 | 3.00 | 0.75 | | |
| 3 | Valvulas <= 1.1/2" | | UD | 1.00 | 180.00 | 180.00 | | |
| 4 | Empaquetadura | | UD | 2.00 | 3.00 | 6.00 | | |
| | EQUIPOS | | · | | | | 0. | |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 10.14 | 0.51 | | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAI | D | | 30% | 213.40 | 64.02 | 64. | |

| PARTIDA M.4.2 | DESCRIPCION Instalación de válvulas de 2" | ्री रेडा स्थापन है | | 2501 2001 2001 English | | Fecha: | nt man |
|------------------|---|--------------------|--------|---------------------------|--------|-----------|--------|
| UMEDAD | RENDMENTO | | | 10.00 | UN/DIA | TOTAL: | 43.42 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNST | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 10.14 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 1.00 | 4.50 | 4.50 | |
| 2 | Ayudante | 2 | HH | 2.00 | 2.82 | 5.64 | |
| | ELSUMOS | | | | | | 22.75 |
| 1 | Esparragos | | UD | 8.00 | 2.00 | 16.00 | |
| 2 | Permatex | | UD | 0.25 | 3.00 | 0.75 | |
| 3 | Empaquetadura | | UD | 2.00 | 3.00 | 6.00 | |
| 7 | EQUIPOS | | | _ | | | 0.51 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 10.14 | 0.51 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 33.40 | 10.02 | 10.02 |

| PARTIDA M.4.3 | OESCRECION Instalación de válvulas de 3" | | | | | Fecha: | |
|------------------|--|---|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNEDAD UD | RENDMIENTO | | | 20,00 | UN/DIA | TOTAL: | 47.32 |
| TEM | DESCRIPTION | % | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 10.1 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 1.00 | 4.50 | 4.50 | |
| 2 | Avudante | 2 | HH | 2.00 | 2.82 | 5.64 | |
| | ENSUMOS | | | | | 5 | 25.7 |

| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | 30% | 36.40 | 10.92 | 10.92 |
|---|-----------------------------|----|------|-------|-------|-------|
| 1 | Herramientas | MO | 0.05 | 10.14 | 0.51 | |
| | EQUIPOS | | | | | 0.51 |
| 3 | Empaquetadura | UD | 2.00 | 4.50 | 9.00 | |
| 2 | Permatex | UD | 0.25 | 3.00 | 0.75 | |
| 1 | Esparragos | UD | 8.00 | 2.00 | 16.00 | 1 |

| PARTIDA M.4.4 | DESCREPCION Instalación de válvulas de 4" | | | | | Fecha: | |
|------------------|--|---|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDMENTO | | | 6.46 | UN/DIA | TOTAL: | 58.54 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 16.90 |
| 1 | Capataz | 1 | НН | 1.67 | 4.50 | 7.50 | |
| 2 | Ayudante | 2 | HH | 3.33 | 2.82 | 9.40 | |
| | INSUMOS | | | | | | 25.75 |
| 1 | Esparragos | | UD | 8.00 | 2.00 | 16.00 | |
| 2 | Permatex | | UD | 0.25 | 3.00 | 0.75 | |
| 3 | Empaquetadura | | UD | 2.00 | 4.50 | 9.00 | |
| = = = | EQUIPOS | | | | | L | 0.85 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 16.90 | 0.85 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 43.50 | 13.05 | 13.05 |

| PARTEDA M.4.5 | DESCRIPCION Instalación de válvulas de 6° | | | | aru e | Fecha: | |
|------------------|--|---|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD | RENDIMENTO | | | 4.60 | UN/DIA | TOTAL: | 90.96 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANOOE OBRA | | | | | Ĭ | 25.35 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 2.50 | 4.50 | 11.25 | |
| 2 | Ayudante | 2 | HH | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| | ensumos | | | | | | 43.35 |
| 1 | Esparragos | | UD | 16.00 | 2.00 | 32.00 | |
| 2 | Permatex | | UD | 0.45 | 3.00 | 1.35 | |
| 3 | Empaquetadura | | UD | 2.00 | 5.00 | 10.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 1.27 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 25.35 | 1.27 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 69.97 | 20.99 | 20.99 |

M.5 Suministro e instalación de muestreadores

| PARTIDA M.5 | DESCREPCION Suministro e instalación de muestreadores | | | | | Fecha: | |
|----------------|---|---|--------|-------|--------|-----------|--------|
| UNEDAD | RENDMENTO | | | 10.00 | UN/DIA | TOTAL: | 139.94 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 10. |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 1.00 | 4.50 | 4.50 | |
| 2 | Ayudante | 2 | HH | 2.00 | 2.82 | 5.64 | |
| | INSUMOS | | | | | | 97. |
| 1 | Teflon | | UD | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| 2 | Cople 3/4" x 800# | | UD | 1.00 | 10.00 | 10.00 | |
| 3 | Valvulas 3/4"X 800 # | | UD | 1.00 | 75.00 | 75.00 | |
| 4 | Niples 3/4* | | UD | 2.00 | 5.50 | 11.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0. |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 10.14 | 0.51 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 107.65 | 32.29 | 32 |

M.6 Prueba hidrostatica y soplado

PARTIDA

DESCRIPCION

| PARTIDA | DESCRIPCION | 1 1 , | 25. | | V2 - 10 Your | Fecha: | |
|--------------|--|-----------|--------|-------|--------------|-----------|---------|
| UNEDAD UD | Proba hidrostática y soplado RENDMBENTO | la la sar | | 0.50 | UN/DIA | TOTAL: | 3,268.5 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 413.6 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 20.00 | 4.50 | 90.00 | |
| 2 | Calderero | 1 | НН | 20.00 | 4.50 | 90.00 | |
| 3 | Ayudante | 4 | HH | 80.00 | 2.92 | 233.60 | |
| | INSUMOS | | | | | | 380.0 |
| 1 | Analisis del agua | | GLB | 1.00 | 50.00 | 50.00 | |
| 2 | Agua | | GLB | 1.00 | 250.00 | 250.00 | |
| 3 | Otros accesorios(Conectores, valvulas etc) | | GLB | 1.00 | 80.00 | 80.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 1,720.0 |
| 1 | Bomba de Prueba Hidrost. | 1 | HE | 20.00 | 25.00 | 500.00 | |
| 2 | Compresor de Aire | 1 | HE | 20.00 | 30.00 | 600.00 | |
| 3 | Cistema | 1 | HE | 20.00 | 30.00 | 600.00 | |
| 3 | Herramientas | | MO | 0.05 | 413.60 | 20.68 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIOAD | | | 30% | 2,514.28 | 754.28 | 754.2 |

| M.7 | Construcción, montaje e instalación de equipos. |
|-----|---|
| | |

FECHA

| M.7.1 | Construcción, montaje e instala de largo. El scrubber debe incluir demista Ver especificaciones tácnicas er | | | ntal de 36 pulg. de | Dismetro y 11 pies | 04/04/ | /2011 |
|---------------|--|---|------|---------------------|--------------------|-------------|----------|
| UNIDAD GLB | RENDMENTO | | 1 | GLB | | MONTO US\$ | 44,901.8 |
| ITEM | DESCRIPCION | | UNID | CANT | UNIT US\$ | P.PARC.US\$ | P.TOTA |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 10,296.0 |
| 1 | CAPATAZ | 1 | DH | 40.00 | 45.50 | 1,820.00 | |
| 2 | ARMADOR | 2 | DH | 20.00 | 3 5.50 | 1,420.00 | |
| 3 | SOLDADOR | 2 | DH | 20.00 | 75.00 | 3,000.00 | |
| 4 | CORTADOR | 2 | DH | 30.00 | 30.00 | 1,800.00 | |
| 5 | ESMERILADOR | 2 | DH | 40.00 | 28.20 | 2,256.00 | |
| | INSUMOS | | | | | | 1,900.0 |
| 1 | SOLDADURA | | KG | 120.00 | 4.50 | 540.00 | |
| 2 | OXIGENO | | M3 | 80.00 | 3.75 | 300.00 | |
| 3 | GAS | | KG | 40.00 | 2.50 | 100.00 | |
| 4 | DISCOS ESMERIL | | UD | 120.00 | 4.50 | 540.00 | |
| 5 | COMBUSTIBLE | | GLN | 120.00 | 3.50 | 420.00 | |

| | MATERIALES ESTRUCTURAL | | | | | | 9,255.05 |
|----|--|---|-----|-------|-----------|-----------|-----------|
| | RECIPIENTES | | | | | | |
| 1 | TUBO ASTM A53 GrB , 36" Sch STD | | ML | 6.00 | 750.00 | 4,500.00 | |
| 2 | TUBO ASTM A53 GrB, 24" Sch STD | | ML | 1.60 | 285.00 | 456.00 | |
| 4 | PLANCHA ASTM A516 Gr 70, 3/8" x 6' x 12' | | M2 | 12.00 | 141.30 | 1,695.60 | |
| 5 | PLANCHA ASTM A36, 1/4" x 6' x 12' | | M2 | 9.00 | 70.65 | 635.85 | |
| 6 | BRIDA ASTM A105, 24" WNRF #150 Sch STD | | UN | 1.00 | 340.00 | 340.00 | |
| 7 | BRIDA ASTM A105, 24" CIEGA #150 Sch STD | | UN | 1.00 | 280.00 | 280.00 | |
| 8 | ESPARRAGO 1" x 127mm C/2 TUERCAS | | UN | 24.00 | 6.00 | 144.00 | |
| | TUBERIA Y ACCESORIOS | | | | | * | |
| 13 | BRIDA ASTM A105, 3" WNRF #150 Sch STD | | UN | 8.00 | 15.00 | 120.00 | |
| 14 | BRIDA ASTM A105, 1° WNRF #150 Sch STD | | UN | 1.00 | 5.60 | 5.60 | |
| 16 | ESPARRAGO 5/8" x 76mm C/2 TUERCAS | | UN | 36.00 | 2.60 | 93.60 | |
| 17 | EMPAQUETADURA ESPIROMETALICA 2° | | UN | 4.00 | 4.50 | 18.00 | |
| 18 | CODO RL 90 ASTM A234, 3" Sch STD | | UN | 8.00 | 2.60 | 20.80 | |
| 19 | CODO RL 45 ASTM A234, 3" Sch STD | | UN | 4.00 | 1.90 | 7.60 | |
| 20 | TEE ASTM A234, 3" Sch STD | | UN | 4.00 | 4.50 | 18.00 | |
| | INSTRUMENTACION | | | | | i+. | |
| 21 | VISORES DE NIVEL Y ACCESORIOS | | UN | 1.00 | 450.00 | 450.00 | |
| 22 | MANOMETRO Y ACCESORIOS | | UN | 1.00 | 250.00 | 250.00 | |
| 23 | TERMOMETRO Y ACCESORIOS | | UN | 1.00 | 220.00 | 220.00 | |
| | PRUEBAS | | | | | | 2,350.00 |
| 1 | Placas radiograficas | | GLB | 1.00 | 1,500.00 | 1,500.00 | - |
| 2 | Prueba Hidrostatica | | GLB | 1.00 | 850.00 | 850.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 8,888.8 |
| 1 | Grupo Electrogeno | 1 | DE | 30.00 | 90.00 | 2,700.00 | |
| 2 | Maquina de soldar | 2 | DE | 20.00 | 20.00 | 800.00 | |
| 3 | Equipo de oxicorte | 2 | DE | 20.00 | 20.00 | 800.00 | |
| 4 | Esmeril | 2 | DE | 30.00 | 25.00 | 1,500.00 | |
| 6 | Herramientas | | MO | 0.30 | 10,296.00 | 3,088.80 | |
| | ARENADO Y PONTURA | | | | | | 1,850.0 |
| 1 | Arenado | | GLB | 1.00 | 650.00 | 650.00 | |
| 2 | Pintura | | GLB | 1.00 | 1,200.00 | 1,200.00 | |
| | G.GENER + UTILID. | | % | 0.30 | 34,539.85 | 10,361.96 | 10,361.96 |

| PARTIDA M.7.2 | DESCRIPCION Montaje de Filtro de Gas Combustibl | | | | | Fecha: | |
|------------------|--|-----|--------|-------|--------|-----------|---------|
| UNEDAD | RENDMENTO | | | 0.50 | UN/DIA | TOTAL: | 1,023.4 |
| UD | <u> </u> | | - | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | - | 378.80 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 20.00 | 4.50 | 90.00 | |
| 2 | Armador | 1 | HH | 20.00 | 3.55 | 71.00 | |
| 3 | Soldador | 0.5 | HH | 10.00 | 7.50 | 75.00 | |
| 4 | Contador | 0.5 | HH | 10.00 | 3.00 | 30.00 | |
| 5 | Ayudante | 2 | HH | 40.00 | 2.82 | 112.80 | |
| | INSUMOS | | | | | | 4.50 |
| 1 | Oxigeno | | М3 | 0.31 | 3.75 | 1.16 | |
| 2 | Gas | | KG | 0.16 | 2.50 | 0.39 | |
| 3 | Soldadura | | KG | 0.50 | 4.50 | 2.25 | |
| 5 | Discos | | UD | 0.20 | 3.50 | 0.70 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 403.94 |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 10.00 | 6.50 | 65.00 | |
| 2 | Equipo de corte | | HM | 10.00 | 2.00 | 20.00 | |
| 3 | Esmeril | | HM | 20.00 | 2.50 | 50.00 | |
| 4 | Camión Hiab | | HM | 10.00 | 25.00 | 250.00 | |
| 5 | Herramientas | | MO | 0.05 | 378.80 | 18.94 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 787.24 | 236.17 | 236.17 |

| 2.0 | Fornalises (Tip ing) | |
|--|----------------------|--|
| The state of the s | Lumanias (110 mp). | |

| PARTIDA M.R.1.1 | DESCRIPCION B 2". | | | | | Fecha: | |
|--------------------|-----------------------------|---|--------|-------|--------|------------|--------|
| UNEDAD UD | RENDMENTO | _ | | 1.90 | UN/DIA | TOTAL: | 502.3 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNEDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL. | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | - | | 213.70 |
| 1 | Capataz | 1 | НН | 10.00 | 4.50 | 45.00 | |
| 2 | Armador | 1 | НН | 10.00 | 3.55 | 35.50 | |
| 3 | Soldador | 1 | НН | 10.00 | 7.50 | 75.00 | |
| 4 | Cortador | 1 | НН | 10.00 | 3.00 | 30.00 | |
| 5 | Ayudante | 1 | HH | 10.00 | 2.82 | 28.20 | |
| | ONSUMOS | | | | | | 64.50 |
| 1 | Oxigeno | | M3 | 0.31 | 3.75 | 1.16 | |
| 2 | Gas | | KG | 0.16 | 2.50 | 0.39 | |
| 3 | Soldadura | | KG | 0.50 | 4.50 | 2.25 | |
| 4 | Prueba Radiografica | | UND | 1.00 | 60.00 | 60.00 | |
| 5 | Discos | | UD | 0.20 | 3.50 | 0.70 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 108.19 |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 10.00 | 6.50 | 65.00 | |
| 2 | Equipo de corte | | НМ | 10.00 | 2.00 | 20.00 | |
| 3 | Esmenī | | HM | 5.00 | 2.50 | 12.50 | |
| 4 | Herramientas | | MO | 0.05 | 213.70 | 10.69 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 386.39 | 115.92 | 115.92 |

| PARTIDA M.B.1.2 | DESCRIPCION | | 1 N 18700 . A 1 1 4 A | 10 Tab. 12 Tab. | | Fecha: | we did |
|--------------------|-----------------------------|---|-----------------------|-----------------|---------|-----------|--------|
| UNEDAD | RENDMEENTO | | | 1.00 | UN/DIA | TOTAL: | 505.23 |
| UD ITEM | preopping I | | UNEDAD | CANT | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| 116 | DESCRIPCION | * | UNEDAD | CANT. | P.UNE I | P.PARCIAL | |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 213.7 |
| 1 | Capataz | 1 | НН | 10.00 | 4.50 | 45.00 | |
| 2 | Armador | 1 | HH | 10.00 | 3.55 | 35.50 | |
| 3 | Soldador | 1 | HH | 19.00 | 7.50 | 75.00 | |
| 4 | Cortador | 1 | HH | 10.00 | 3.00 | 30.00 | |
| 5 | Ayudante | 1 | HH | 10.00 | 2.82 | 28.20 | |
| | INSUMOS | | | | | | 66.7 |
| 1 | Oxigeno | | M3 | 0.31 | 3.75 | 1.16 | |
| 2 | Gas | | KG | 0.16 | 2.50 | 0.39 | |
| 3 | Soldadura | | KG | 1.00 | 4.50 | 4.50 | |
| 4 | Prueba Radiografica | | UND | 1.00 | 60.00 | 60.00 | |
| 5 | Discos | | UD | 0.20 | 3.50 | 0.70 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 108.1 |
| 1 | Maquina de Soldar | | HM | 10.00 | 6.50 | 65.00 | |
| 2 | Equipo de corte | | НМ | 10.00 | 2.00 | 20.00 | |
| 3 | Esmeril | | НМ | 5.00 | 2.50 | 12.50 | |
| 4 | Herramientas | | MO | 0.05 | 213.70 | 10.69 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | | 30% | 388.64 | 116.59 | 116.5 |

M.8.2 Hot Tapping

| PARTIDA M.S.2.3 | DESCRIPCION Ø 4". | | | | | Fecha: | |
|--------------------|-------------------|---|--------|-------|--------|-----------|--------|
| UNIDAD | RENDOMENTO | | | 1.00 | UN/DIA | TOTAL: | 500.21 |
| UD | | | | | | | |
| MEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 213.70 |
| 1 | Capataz | 1 | НН | 10.00 | 4.50 | 45.00 | |
| 2 | Armador | 1 | НН | 10.00 | 3.55 | 35.50 | |
| 3 | Soldador | 1 | НН | 10.00 | 7.50 | 75.00 | |
| 4 | Cortador | 1 | НН | 10.00 | 3.00 | 30.00 | |
| 5 | Ayudante | 1 | НН | 10.00 | 2.82 | 28.20 | |
| | INSUMOS | | | | | | 62.95 |
| 1 | Soldadura | | KG | 0.50 | 4.50 | 2.25 | |

| | 2 | Prueba Radiografica | UND | 1.00 | 60.00 | 60.00 | 1 |
|---|---|-----------------------------|-----|-------|--------|--------|--------|
| | 3 | Discos | UD | 0.20 | 3.50 | 0.70 | |
| 1 | | EQUIPOS | | | | | 108.19 |
| | 1 | Maquina de Soldar | HM | 10.00 | 6.50 | 65.00 | 10 |
| - | 2 | Maquina Hot Tapping | HM | 10.00 | 2.00 | 20.00 | - 1 |
| | 3 | Esmeril | HM | 5.00 | 2.50 | 12.50 | - 1 |
| | 4 | Herramientas | MO | 0.05 | 213.70 | 10.69 | |
| | | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | 30% | 384.84 | 115.45 | 115.45 |

| M.9 | Arenado y Pirture |
|-----|-------------------|
| | |

| PARTEDA M.9.1 | DESCRIPCION Arenado a metal blanco y pintura | de tuberias menores a 6" | | morage in E | Fecha: | (| |
|------------------|---|--------------------------|--------|-------------|--------|-----------|-------|
| UNEDAD | RENDMENTO | | | 50.99 | M2/DIA | TOTAL: | 28.00 |
| M2 | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UMIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 3.19 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.02 | 4.50 | 0.09 | |
| 2 | Arenador | 1 | HH | 0.20 | 3.55 | 0.71 | |
| 2 | Arenador | 1 | НН | 0.20 | 3.55 | 0.71 | |
| 3 | Ayudante | 3 | HH | 0.60 | 2.80 | 1.68 | |
| | ENSUMOS | | | | | | 11.25 |
| 1 | Arena | | M3 | 0.05 | 15.00 | 0.75 | |
| 2 | Pintura Epoxic | | M2 | 1.00 | 10.00 | 10.00 | |
| 3 | Diluyente Ind. | | GLN | 0.10 | 5.00 | 0.50 | |
| | EQUIPOS | | | | | Ī | 7.1 |
| 1 | Compresora | | HM | 0.20 | 25.00 | 5.00 | |
| 2 | Equipo de arenado | | HM | 0.20 | 5.00 | 1.00 | |
| 3 | Equipo de Pintado | | HM | 0.20 | 5.00 | 1.00 | |
| 4 | Herramientas | | MO | 0.05 | 3.19 | 0.16 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILI | DAD | | 30% | 21.60 | 6.48 | 6.48 |

| | CRIPCION ado a metal blanco y Cinta Polyguard RD | 06 (tuberia enterrada) | | | Fecha: | |
|--------------------------|---|------------------------|--------|--------|-----------|--------|
| RENDEMENTO | ado a metal otalido y dima i diyagara i sa | taceria americació | 18.00 | m2/dia | TOTAL: | 116.37 |
| DESCRIPCION | % | UMIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| MANO DE OBRA | | | | | | 7.3 |
| Capataz | 0.10 | НН | 0.0556 | 4.50 | 0.250 | |
| Operario | 1.00 | НН | 0.5556 | 3.55 | 1.972 | |
| Arenador | 1.00 | HH | 0.5556 | 3.55 | 1.972 | |
| Ayudante | 2.00 | HH | 1.1111 | 2.82 | 3.133 | |
| INSUMOS | | | | | | 69.0 |
| Arena | | M3 | 0.050 | 15.00 | 0.750 | |
| SUMINISTRO POLIKEN 980 O | SIMILAR | m2 | 1.0000 | 30.00 | 30.000 | |
| SUMINISTRO POLIKEN 955 O | SIMILAR | m2 | 1,0000 | 35.00 | 35.000 | |
| PRIMER 1027 | | M2 | 1.0000 | 3.28 | 3.280 | |
| EQUIPOS | | | | | | 13.16 |
| Equipo de arenado | | НМ | 0.0560 | 25.00 | 1.400 | |
| Equipo de Pintado | | НМ | 0.0560 | 5.00 | 0.280 | |
| Equipo de Instalacion | 1.00 | HM | 0.5556 | 20.00 | 11.111 | |
| Herramientas | | MO | 0.0500 | 7.33 | 0.366 | |
| GASTOS GENERALES Y UTR | JDAD | | 30% | 89.52 | 26.85 | 26.85 |

| | • |
|------|--|
| M.10 | Pruebas, puesta en marcha, conformes a obra y cierre del proyecto. |
| | |

| PARTIDA M.10 | DESCRIPCION Pruebas, puesta | | Fecha: | | | | | |
|---------------------|-----------------------------|----------|--------|-------|----------|-----------|----------|--|
| UNEDAD KG | RENDRIBENTO | 2,000.00 | | | KG/DIA | TOTAL: | 5,460.00 | |
| ΠEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | |
| _ | TRABAJOS | | | | | | 4,200.0 | |
| 1.00 | Pruebas y Puesta en marcha | | GLB | 1.00 | 2,500.00 | 2,500.000 | | |
| 2.00 | Dossier de Calidad | | GLB | 1.00 | 1,700.00 | 1,700.000 | | |
| | GASTOS GENERALES Y UTRIDAD | | | 30% | 4,200.00 | 1,260.00 | 1,260.00 | |

DISCIPLINA ELECTRICIDAD

| PARTIDA | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---------|---|--------|----------|-------------|-------------|
| E | DISCIPLINA ELECTRICIDAD | | | | |
| E.1 | Suministro e Instalación de Equipos | | | | |
| E.1.1 | Tablero de distribución equipado con transformador 480/220 VAC. | U | 0.50 | 390.05 | 195.03 |
| E.1.2 | Suministro e Instalación de interruptor de distribución de 30A, trifásico, 60Hz, caja moldeada, regulable, alojado en gabinete IP66, en poste de acometida. | U | 1.00 | 563.16 | 563.16 |
| E.2 | Canalizaciones Eléctricas | | | | |
| E.2.1 | Canalizaciones Subterráneas | | | | |
| E.2.1.1 | 1 Tubo PVC de 2" | m | 40.00 | 25.14 | 1005.56 |
| E.2.2 | Stub Up | | | | |
| E.2.2.1 | Stub up de un (1) tubo de 2" | U | 2.00 | 57.80 | 115.60 |
| E.3 | Acometida desde linea de Baja Tensión 480VAC, 60Hz | | | | |
| E.3.1 | izado de poste de hasta 15m. Incluye armado para conexión de conductor eléctrico señalización del poste según Rhose. | U | 2.00 | 618.27 | 1236.53 |
| E.3.2 | Instalación de retenida inclinada. | U | 2.00 | 585.77 | 1171.53 |
| E.3.3 | Tendido y puesta en flecha de conductor autoportante de cobre 3-1x70 mm2 (portante de acero) | m | 0.00 | 34.74 | 0.00 |
| E.3.4 | Instalación de subida y/o bajada de cables subterráneos en poste hasta 15m. | ีย | 1.00 | 456.53 | 456.53 |
| E.4 | Suministro, tendido, identificación y conexión de cables eléctricos. | | | | |
| E.4.1 | Cable tipo NYY 1-2x4mm2, 1KV. | m | 50.00 | 23.24 | 1161.91 |
| E.4.2 | Cable tipo NYY 1-3x70mm2, 1KV. | m | 30.00 | 70.04 | 2101.14 |
| E.5 | Sistema de Puesta a Tierra | | | | |
| E.5.1 | Suministro e Instalación de conductor de cobre desnudo 70mm2, directamente enterrado | m | 50.00 | 35.41 | 1770.70 |
| E.5.2 | Ejecución de conexión exotérmica | m | 6.00 | 25.87 | 155.23 |
| E.5.3 | Puesta a tierra de equipo o estructura. Incluye las conexiones exotérmicas y a compresión | U | 6.00 | 149.53 | 897.16 |
| E.5.4 | Construcción de pozo de puesta a tierra. Incluye la instalación del electrodo y aditivos químicos | υ | 3.00 | 587.70 | 1763.11 |
| E.5.5 | Instalación de Barra Copperweld, longitud 2,4 metros y diámetro 5/8". | U | 3.00 | 61.25 | 183.75 |
| E.6 | Sistema de Ilumínación | | | | |
| E.6.1 | Suministro e instalación de reflectores de 175 watts. Explosion Proof. | U | 0.50 | 1247.72 | 623.86 |
| E.6.2 | Fabricación y Montaje de poste de acero de hasta 8 m. Incluye accesorios para instalación de luminarias de vapor de sodio. Las tuberías para los postes los suministrará PETROBRAS. | m | 1.00 | 1468.72 | 1468.72 |
| | TOTAL US\$ | | | | \$14,869.53 |

E DISCIPLINA ELECTRICIDAD

E.1 Tablero de distribución equipado con transformador 480/220 VAC.

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | |
|--------------|----------------------|--------------|-------------------|------------------|---------|-----------|--------|
| E.1.1 | Tablero de distribu | ıción equipa | ido con transform | ador 480/220 VAC | | | |
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 0.50 | UND/DIA | TOTAL: | 390.05 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 136.40 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 2.00 | 4.50 | 9.00 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 20.00 | 3.55 | 71.00 | |
| 3 | Ayudante | . 1 | HH | 20.00 | 2.82 | 56.40 | |
| | INSUMOS | | | | | | 150.00 |
| 3 | Accesorios de Insta | lac. | UND | 1.00 | 150.00 | 150.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 13.64 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 136.40 | 13.64 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 300.04 | 90.01 | 90.01 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | | |
|--------------|--|----|--------|-------|--------|-----------|--------|--|
| E.1.2 | Suministro e Instala | | | | | | | |
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 1.00 | UN/DIA | TOTAL: | 563.16 | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 173.20 | |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 10.00 | 4.50 | 45.00 | | |
| 2 | Instrum Especial | 1 | HH | 10.00 | 10.00 | 100.00 | | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 10.00 | 2.82 | 28.20 | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 180.00 | |
| 1 | Interruptor Termoma | g. | und | 1.00 | 180.00 | 180.00 | | |
| | MATERIALES | • | | | | Γ | 80.00 | |
| 1 | Accesorios | | UN | 1.00 | 80.00 | 80.00 | | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD 30% 433.20 | | | | | 129.96 | 129.96 | |

E.2 Canalizaciones Eléctricas

E.2.1 Canalizaciones Subterráneas

| PARTIDA | DESCRIPCION | Fecha: | | | | | |
|---------|------------------|--------|----------|-------|--------|-----------|-------|
| E.2.1.1 | 1 Tubo PVC de 2" | | W. T. C. | | | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 18.00 | ML/DIA | TOTAL: | 25.14 |
| UD | | | T | | | | T0741 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | 1080 | | | 8.49 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.06 | 4.50 | 0.25 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 0.56 | 3.55 | 1.97 | |
| 3 | Ayudante | 4 | HH | 2.22 | 2.82 | 6.27 | 1.5 |
| | INSUMOS | | | | | | 10.00 |
| 1 | Tuberia PVC 2° | | ML | 1.00 | 5.00 | 5.00 | |

| 2 | Accesorios complementarios | GLB | 1.00 | 5.00 | 5.00 | |
|---|-----------------------------|-----|------|-------|------|------|
| | EQUIPOS | | | | | 0.85 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 8.49 | 0.85 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | 30% | 19.34 | 5.80 | 5.80 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | |
|--------------|----------------------|--------------|--------|--------------|---------|-----------|-------|
| E.2.2.1 | Stub up de un (1) | tubo de 2" | | AT A PLANTED | | | 57.80 |
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 4.00 | UND/DIA | TOTAL: | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 28.60 |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 1.25 | 4.50 | 5.63 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 2.50 | 3.55 | 8.88 | |
| 3 | Ayudante | 2 | HH | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| | INSUMOS | | | | | | 13.00 |
| 1 | Stub de 2" | | ML | 1.00 | 8.00 | 8.00 | |
| 2 | Accesorios comple | mentarios | GLB | 1.00 | 5.00 | 5.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 2.86 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 28.60 | 2.86 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILID | AD | 30% | 44.46 | 13.34 | 13.34 |

E.3 Acometida desde línea de Baja Tensión 480VAC, 60Hz

| PARTIDA | DESCRIPCION | | e down electron. | | No come vista | Fecha: | |
|--------------|---------------------------------------|------------|------------------|-------|---------------|-----------|--------|
| E.3.1 | Izado de poste de eléctrico señalizac | | | | | | |
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 1.00 | UN/DIA | TOTAL: | 618.27 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 136.90 |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 10.00 | 4.50 | 45.00 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 10.00 | 3.55 | 35.50 | |
| 3 | Ayudante | 2 | HH | 20.00 | 2.82 | 56.40 | |
| | INSUMOS | | | | | | 200.00 |
| 1 | Instalacion de Acces | sorios | UND | 1.00 | 200.00 | 200.00 | C |
| | EQUIPOS | | | | | | 138.69 |
| 1 | Camión Hiab | | HM | 5.00 | 25.00 | 125.00 | |
| 2 | Herramientas | | MO | 0.10 | 136.90 | 13.69 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTIL | DAD | 30% | 475.59 | 142.68 | 142.68 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | Fecha: | | | | |
|---------|------------------------------|-----------|------------|--------|-----------|--------|
| E.3.2 | Instalación de retenida inci | inada. | Para Maria | | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | 1.00 | UN/DIA | TOTAL: | 585.77 |
| UD | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | Ī | 136.90 |
| 1 | Capataz 1 | HH | 10.00 | 4.50 | 45.00 | |
| 2 | Electricista 1 | HH | 10.00 | 3.55 | 35.50 | |
| 3 | Ayudante 2 | HH | 20.00 | 2.82 | 56.40 | |
| | INSUMOS | | | | | 300.00 |
| 1 | Suministro de Accesorios(ca | ble d UND | 1.00 | 300.00 | 300.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | 13.69 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 136.90 | 13.69 | |

| GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | 30% | 450.59 | 135.18 | 135.18 |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|
| | | | | |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | | |
|--------------|-----------------------------------|--|--------|-------|--------|-----------|----------------|--|
| E3.3 | AUTOMORPH PROPERTY AND ADDRESS OF | Tendido y puesta en flecha de conductor autoportante de cobre 3-1x70 mm2 (portante de acero) | | | | | | |
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 25.00 | ML/DIA | TOTAL: | 34.74 TOTAL | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | | |
| | MANO DE OBRA | | | | • | | 6.11 | |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.04 | 4.50 | 0.18 | | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 0.40 | 3.55 | 1.42 | | |
| 3 | Ayudante | 4 | HH | 1.60 | 2.82 | 4.51 | | |
| | INSUMOS | | | | 20.00 | | | |
| 1 | Conductor actorpo | ntante de col | ML | 1.00 | 15.00 | 15.00 | | |
| 2 | Accesorios complen | nentarios : gra | GLB | 1.00 | 5.00 | 5.00 | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.61 | |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 6.11 | 0.61 | | |
| | GASTOS GENERAL | LES Y UTILIDAI | D | 30% | 26.72 | 8.02 | 8.02 | |

| PARTIDA | DESCRIPCION | DESCRIPCION | | | | | | | |
|--------------|----------------------|---|--------|-------|--------|-----------|--------|--|--|
| E.3.4 | Instalación de sub | Instalación de subida y/o bajada de cables subterráneos en poste hasta 15m. | | | | | | | |
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 0.50 | UN/DIA | TOTAL: | 456.53 | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | | |
| | MANO DE OBRA | | | | , | | 273.80 | | |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 20.00 | 4.50 | 90.00 | | | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 20.00 | 3.55 | 71.00 | | | |
| 3 | Ayudante | 2 | HH | 40.00 | 2.82 | 112.80 | | | |
| | INSUMOS | | | | | | 50.00 | | |
| 1 | Suministro de Acces | sorios | UND | 1.00 | 50.00 | 50.00 | | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 27.38 | | |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 273.80 | 27.38 | | | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTIL | DAD | 30% | 351.18 | 105.35 | 105.35 | | |

E.4 Suministro, tendido, identificación y conexión de cables eléctricos.

| EAT | DESCRIPCION Cable tipo NYY 1-2 | Fecha: | | | | | |
|--------------|--------------------------------|---------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 40.00 | ML/DIA | TOTAL: | 23.24 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 1.71 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.03 | 4.50 | 0.11 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 0.25 | 3.55 | 0.89 | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 0.25 | 2.82 | 0.71 | |
| | INSUMOS | | | | | | 16.00 |
| 1 | Cable tipo NYY 1-2 | x4mm2, 1KV. | ML | 1.00 | 14.00 | 14.00 | |
| 2 | Accesorios de Insta | ılac. | UND | 1.00 | 2.00 | 2.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.17 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 1.71 | 0.17 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILIDA | D | 30% | 17.88 | 5.36 | 5.36 |

| E.4.2 | DESCRIPCION Cable tipo NYY 1-3 | DESCRIPCION Cable tipo NYY 1-3x70mm2, 1KV. | | | | | | |
|--------------|---------------------------------|--|--------|-------|--------|-----------|-------|--|
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 40.00 | ML/DIA | TOTAL: | 70.04 | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | |
| | MANO DE OBRA | | | | | j | 1.71 | |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.03 | 4.50 | 0.11 | | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 0.25 | 3.55 | 0.89 | | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 0.25 | 2.82 | 0.71 | | |
| | INSUMOS | | | | | | 52.00 | |
| 1 | Cable tipo NYY 1-3 | x70mm2, 1KV. | ML | 1.00 | 40.00 | 40.00 | | |
| 2 | Accesorios de Insta | alac. | UND | 1.00 | 12.00 | 12.00 | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.17 | |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 1.71 | 0.17 | | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILIDA | D | 30% | 53.88 | 16.16 | 16.16 | |

E.5 Sistema de Puesta a Tierra

| | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | |
|--------------|---------------------------------|------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| E.5.1 | Suministro e Insta enterrado | 1 | | | | | |
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 25.00 | ML/DIA | TOTAL: | 35.41 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | Ī | 3.86 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 0.04 | 4.50 | 0.18 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 0.40 | 3.55 | 1.42 | |
| 3 | Ayudante | 2 | HH | 0.80 | 2.82 | 2.26 | |
| | INSUMOS | | | | | | 23.00 |
| 1 | Cable desnudo 70 r | nm2 | ML | 1.00 | 18.00 | 18.00 | |
| 2 | Accesorios de Insta | lac. | UND | 1.00 | 5.00 | 5.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.39 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 3.86 | 0.39 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTIL | DAD | 30% | 27.24 | 8.17 | 8.17 |

| PARTIDA E.5.2 | DESCRIPCION Ejecución de cons | DESCRIPCION Ejecución de conexión exotérmica | | | | | | |
|------------------|----------------------------------|---|--------|-------|---------|--------|----------------|--|
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 12.00 | UND/DIA | TOTAL: | 25.87 TOTAL | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | | | |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 7.18 | |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 0.42 | 4.50 | 1.88 | | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 0.83 | 3.55 | 2.96 | | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 0.83 | 2.82 | 2.35 | | |
| | INSUMOS | | | | | | 12.00 | |
| 1 | Conexiones exoteri | micas | UND | 1.00 | 8.00 | 8.00 | | |
| 2 | Accesorios de Insta | lac. | UND | 1.00 | 4.00 | 4.00 | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.72 | |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 7.18 | 0.72 | | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTIL | DAD | 30% | 19.90 | 5.97 | 5.97 | |

| PARTIDA | DESCRIPCION | Fecha: |
|---------|--|--------|
| E.5.3 | Puesta a tierra de equipo o estructura. Incluye las conexiones exotérmicas y a | |

| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 1.00 | UND/DIA | TOTAL: | 149.53 |
|--------------|----------------------|--------------|--------|-------|---------|-----------|--------|
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | Î | 68.20 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 1.00 | 4.50 | 4.50 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 10.00 | 3.55 | 35.50 | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 10.00 | 2.82 | 28.20 | |
| | INSUMOS | TEXT TEXT OF | | | | | 40.00 |
| 1 | Accesorios de | | UND | 1.00 | 40.00 | 40.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 6.82 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 68.20 | 6.82 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTIL | DAD | 30% | 115.02 | 34.51 | 34.51 |

| PARTIDA E.5.4 | DESCRIPCION Construcción de p | Fecha: | | | | | |
|------------------|--------------------------------|-----------------|--------|-------|---------|-----------|--------|
| UNIDAD und | RENDIMIENTO | | | 0.50 | UND/DIA | TOTAL: | 587.70 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | Î | 192.80 |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 2.00 | 4.50 | 9.00 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 20.00 | 3.55 | 71.00 | |
| 3 | Ayudante | 2 | HH | 40.00 | 2.82 | 112.80 | |
| | INSUMOS | | | | | | 240.00 |
| 1 | Material y Accesori | os de Instalac. | UND | 1.00 | 240.00 | 240.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 19.28 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 192.80 | 19.28 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILIDA | D | 30% | 452.08 | 135.62 | 135.62 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | Fecha: | | | | | |
|----------------|----------------------|----------------|----------------|------------------|---------|-----------|-------|
| E.5.5 | Instalación de Bar | та Copperweld, | longitud 2,4 m | etros y diámetro | 5/8". | | |
| #¡VALOR! ML | RENDIMIENTO | | | 8.00 | UND/DIA | TOTAL: | 61.25 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | Ì | 9.65 |
| 1 | Capataz | 0.3 | HH | 0.38 | 4.50 | 1.69 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 1.25 | 3.55 | 4.44 | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 1.25 | 2.82 | 3.53 | |
| | INSUMOS | | | | | | 36.50 |
| 1 | Barra Coperweld 3/ | 4" x 2.40 mts | UND | 1.00 | 26.50 | 26.50 | |
| 2 | Accesorios de Insta | alac. | UND | 1.00 | 10.00 | 10.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 0.97 |
| 11 | Herramientas | | MO | 0.10 | 9.65 | 0.97 | u . |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILIDA | D | 30% | 47.12 | 14.13 | 14.13 |

E.6 Sistema de Iluminación

| PARTIDA | DESCRIPCION | Fecha: | | | | | |
|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------|-----------|----------------------|
| E.6.1 | Suministro e insta | lación de re | flectores de 175 w | atts. Explosion Pr | oof. | | $B_{ij} = (0,0,0,1)$ |
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 1.00 | UN/DIA | TOTAL: | 1,247.72 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | ' | 54.35 |

| 1 1 | Capataz | 0.5 | HH | 5.00 | 4.50 | 22.50 | 1 |
|-----|-------------------|----------------|--------|------|--------|--------|--------|
| 1 : | • | | * ** * | | | 22.50 | |
|] 2 | Electricista | 0.5 | HH | 5.00 | 3.55 | 17.75 | 1 |
| 3 | Ayudante | 0.5 | HH | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| | INSUMOS | | | | | | 900.00 |
| 1 | Reflector de 175 | watts | UND | 1.00 | 780.00 | 780.00 | |
| 2 | Accesorios de Ins | stalac. | UND | 1.00 | 120.00 | 120.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 5.44 |
| 11_ | Herramientas | | MO | 0.10 | 54.35 | 5.44 | |
| | GASTOS GENER | RALES Y UTILID | AD | 30% | 959.79 | 287.94 | 287.94 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | a seed speed to be a line | | Fecha: | |
|---------|--|-------------|--------|---------------------------|----------|-----------|----------|
| E.6.2 | Fabricación y Mon instalación de lum suministrará PETR | | | | | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 1.00 | UN/DIA | TOTAL: | 1,468.72 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | - | | | 54.35 |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 5.00 | 4.50 | 22.50 | |
| 2 | Electricista | 0.5 | HH | 5.00 | 3.55 | 17.75 | |
| 3 | Ayudante | 0.5 | HH | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| | INSUMOS | | | | | | 1,070.00 |
| 1 | Confeccion de Post | e | UND | 1.00 | 600.00 | 600.00 | |
| 2 | Accesorios de Insta | lac. | UND | 1.00 | 220.00 | 220.00 | |
| 3 | Instalacion de Poste | е | UND | 1.00 | 250.00 | 250.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 5.44 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 54.35 | 5.44 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UTILI | DAD | 30% | 1,129.79 | 338.94 | 338.94 |

DISCIPLINA INSTRUMENTACIÓN

| PARTIDA | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---------|--|--------|----------|-------------|-------------|
| 1 | DISCIPLINA INSTRUMENTACIÓN | | | | |
| 1.1 | Calibración, Instalación y conexión de Instrumentos en Linea o Équipo. | | | | |
| 1.1.1 | Suministro e Instalación de indicador de presión (PI) | U | 4 | 485.82 | 1,943.27 |
| 1.1.2 | Suministro e Instalación de indicador de temperatura (TI) | U | 2 | 342.82 | 685.63 |
| 1.1.3 | Suministro e Instalación de Indicador de Nivel (LG) | U | 1 | 802.63 | 802.63 |
| 1.1.4 | Válvula Reguladora de Presión (PRV) | U | 6 | 521.53 | 3,129,20 |
| 1.1.5 | Suministro e Instalación de Válvula de Control de Nivel (LCV) | υ | 2 | 2,557.63 | 5,115.27 |
| 1.1.6 | Interruptor de Nivel (LSH/LSL) | U | 1 | 672.63 | 672.63 |
| 1.1.7 | Instalación y Calibración Válvulas de Seguridad (PSV) | U | 1 | 195.05 | 195.05 |
| 1.1.8 | Transmisor de Presión Diferencial (PDIT) | U | 1 | 351.77 | 351.77 |
| 1.1.9 | Suministro e Instalación de Plato Orificio Restrictor | | 1 | 1,917.88 | 1,917.88 |
| 1.2 | Sistema de Medición de Gas | | | | |
| 1.2.1 | Fabricación de puente de medición de gas de 4" de acuerdo al AGA 3. (Incluye el suministro y montaje de las bridas portaplatos y platos orificios) | U | 1 | 1,975.03 | 1,975.03 |
| 1.2.2 | Instalación, conexión y configuración de transmisores Multivariables (UIT). Incluye la instalación del sensor de temperatura RTD. | U | 1 | 522.39 | 522.39 |
| 1.3 | Fabricación e instalación Soporte para instrumentos | | | | |
| 1.3.1 | Soporte para un (01) Instrumento | U | 2 | 160.82 | 321.63 |
| 1.4 | Suministro y construcción de canalizaciones eléctricas a la vista | | | | |
| 1.4.1 | Tuberla conduit de 3/4" galvanizada en caliente | m | 20 | 27.47 | 549.48 |
| 1.4.2 | Tuberla conduit de 1" galvanizada en caliente | m | 10 | 34.18 | 341.81 |
| 1.4.3 | Tuberia conduit de 2" galvanizada en caliente | m | 10 | 52.35 | 523.48 |
| L6 | Suministro, instalación y conexionado de Cables de Control | 0 | | | |
| 1.5.1 | Triada calibre 16 AWG THW para extensión de RTD | m | 0 | 10.74 | 0.00 |
| 1.5.2 | Conductor 2C#16 AWG PVC 300V | m | 80 | 4.94 | 394.92 |
| 1.5.3 | Conductor 2C#14 AWG PVC 300V | m | 50 | 5.10 | 255 00 |
| 1.6 | Suministro, instalación y conexión de cables de telecomunicaciones. | | | | |
| 1.6.1 | Suministro e instalación de Cable Coaxial LMR 240 | m | 20 | 27.03 | 540.61 |
| 1.6.2 | Suministro e instalación de Cable SFTP - CAT 5E | m | 5 | 16.00 | 80.02 |
| 1.7 | Montaje, instalación y Configuración de Tablero de Control equipado con PLC. | υ | 1 | 3,816.80 | 3,816.80 |
| 1.8 | Equipos de Telecomunicaciones | | | | |
| 1.8.1 | Instalación de Radio Módem. | U | 1 | 1,876.36 | 1,876.36 |
| 1.8.2 | Instalación de Antena Direccional u Omnidereccional. | U | 1 | 458.83 | 458.83 |
| 1.9 | Estructuras de Telecomunicaciones | | | | |
| 1.9.1 | Suministro y montaje de mástil de 3m para instalación de antena. | U | 1 | 526.84 | 526.84 |
| | TOTAL US\$ | | | | \$26,996,53 |
| | IOIAL US\$ | | | | \$26,99 |

I DISCIPLINA INSTRUMENTACIÓN

I.1 Calibración, Instalación y conexión de Instrumentos en Línea o Équipo.

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | |
|---------|--|----------|-----------------|---------------|--------|-----------|--------|
| I.1.1 | Suministro e Ir | stalaci | ón de indicador | de presión (I | ?I) | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 4.00 | UN/DIA | TOTAL: | 485.82 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 21.55 |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 1.25 | 4.50 | 5.63 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 2.50 | 3.55 | 8.88 | |
| 3 | Ayudante | 1 | НН | 2.50 | 2.82 | 7.05 | |
| 1 | INSUMOS Manometro Accesorios | | UND | 1.00 | 150.00 | 150.00 | 350.00 |
| 2 | complementar ios(Valvula de Cierre y Purga Inox 1/2" NPTM, valvula de bola WOg,coples ,niples etc) | | UND | 1.00 | 200.00 | 200.00 | |
| 1 | EQUIPOS Herramientas | | MO | 0.10 | 21.55 | 2.16 | 2.16 |
| 1 | GASTOS GENERA | ALES Y U | | 30% | 373.71 | 112.11 | 112.11 |

| PARTIDA I.1.2 | DESCRIPCION Suministro e In | stalació | ıra (TI) | Fecha: | | | |
|---------------|--|----------|----------|--------|--------|-----------|--------|
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 4.00 | UN/DIA | TOTAL: | 342.82 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 21.55 |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 1.25 | 4.50 | 5.63 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 2.50 | 3.55 | 8.88 | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 2.50 | 2.82 | 7.05 | |
| | INSUMOS | | | | | | 240.00 |
| 1 | Indicador de T⁰ | | UND | 1.00 | 220.00 | 220.00 | |
| 2 | Accesorios complementar ios(coples ,niples etc) | | UND | 1.00 | 20.00 | 20.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 2.16 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 21.55 | 2.16 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y U | TILIDAD | 30% | 263.71 | 79.11 | 79.11 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | 100 | 100-110-7/ VERUS 5/100 / 1/1/ | | What Road A | Fecha: | |
|---------|---|----------|-------------------------------|--------------|-------------|-----------|--------|
| I.1.3 | Suministro e In | stalació | n de Indicador | de Nivel (LC | 3) | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 2.00 | UN/DIA | TOTAL: | 802.63 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 43.10 |
| 1 | Capataz | 0.5 | ΗН | 2.50 | 4.50 | 11.25 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 5.00 | 3.55 | 17.75 | |
| 3 | Ayudante | 1 | НН | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| | INSUMOS | | | | | | 570.00 |
| 1 | Indicador de Nivel | | UND | 1.00 | 320.00 | 320.00 | |
| 2 | Accesorios complementar ios(tubing ,coples ,niples etc) | | UND | 1.00 | 250.00 | 250.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 4.31 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 43.10 | 4.31 | |
| | GASTOS GENERA | LES Y UT | ILIDAD | 30% | 617.41 | 185.22 | 185.22 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | The second of | | | 15. X | Fecha: | |
|---------|-----------------|---------------|--------------|-------|--------|-----------|--------|
| 1.1.4 | Válvula Regul | ladora de P | resión (PRV) | | | 4 | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 0.50 | UN/DIA | TOTAL: | 521.53 |
| UD | ł. | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | 4 | | | | | 273.80 |
| 1 | Capataz | 1 | нн | 20.00 | 4.50 | 90.00 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | нн | 20.00 | 3.55 | 71.00 | |
| 3 | Ayudante | 2 | нн | 40.00 | 2.82 | 112.80 | |
| | INSUMOS | | | | | 5 | 100.00 |
| 1 | Accesorios comp | lementarios | UND | 1.00 | 100.00 | 100.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 27.38 |
| 111 | Herramientas | | MO | 0.10 | 273.80 | 27.38 | |
| | GASTOS GENER | RALES Y UTI | LIDAD | 30% | 401.18 | 120.35 | 120.35 |

NOTA: VALVULA REGULADORA DE PRESION LA SUMINISTRA PETROBRAS.

| PARTIDA I.1.5 | DESCRIPCION Summistro e 1 | กรtลาลตาบ | n ue vaivuia u | e Controi de | Mivel | Fecha: | |
|------------------|--|-----------|----------------|--------------|----------|-----------|----------|
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 2.00 | UN/DIA | TOTAL: | 2,557.63 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | 1 | | | | | 43.10 |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 2.50 | 4.50 | 11.25 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 5.00 | 3.55 | 17.75 | |
| 3 | Ayudante | 1 | НН | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| | INSUMOS | | | | | | 1,920.00 |
| 1 | Valvula Control d | e Nivel | UND | 1.00 | 1,800.00 | 1,800.00 | |
| 2 | Accesorios complementar ios(coples ,niples etc) | | UND | 1.00 | 120.00 | 120.00 | |

| | EQUIPOS | | | | | 4.31 |
|---|------------------|------------|------|----------|--------|--------|
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 43.10 | 4.31 | |
| | GASTOS GENERALES | Y UTILIDAD | 30% | 1,967.41 | 590.22 | 590.22 |

| PARTIDA I.1.6 | DESCRIPCION Interruptor de | Nivel (I SL | WE TO THE | The second of the | | Fecha: | \$ W. W. C. V. |
|------------------|--|--------------|-----------|-------------------|------------------|------------------|----------------|
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | THIVET (LST | ų LOL) | 2.00 | UN/DIA | TOTAL: | 672.63 |
| ITEM | DESCRIPCIO | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | 1 | | | | | 43.10 |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 2.50 | 4.50 | 11.25 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | НН | 5.00 | 3.55 | 17.75 | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 5.00 | 2.82 | 14.10 | |
| 2 | INSUMOS Interruptor de Niv Accesorios complementar ios(coples ,niples etc) | vel (LSH/LSL | UND | 1.00 | 350.00 120.00 | 350.00 120.00 | 470.00 |
| | EQUIPOS | | | | | | 4.31 |
| 11 | Herramientas | | MO | 0.10 | 43.10 | 4.31 | |
| | GASTOS GENER | ALES Y UTIL | IDAD | 30% | 517.41 | 155.22 | 155.22 |

| PARTIDA I.1.7 | DESCRIPCION Instalación y C | DESCRIPCION Instalación y Calibración Válvulas de Seguridad (PSV) | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|--|---------|-------|--------|-----------|--------|--|--|
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 0.50 | UN/DIA | TOTAL: | 195.05 | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | | |
| | MANO DE OBRA | 1 | | | | | 136.40 | | |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 2.00 | 4.50 | 9.00 | | | |
| 2 | Instrumentista | 1 | нн | 20.00 | 3.55 | 71.00 | | | |
| 3 | Ayudante | 1 | НН | 20.00 | 2.82 | 56.40 | | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 13.64 | | |
| 11 | Herramientas | | MO | 0.10 | 136.40 | 13.64 | | | |
| | GASTOS GENER | RALES Y U' | TILIDAD | 30% | 150.04 | 45.01 | 45.01 | | |

| PARTIDA I.1.8 | DESCRIPCION Transmisor de I | DESCRIPCION Transmisor de Presión Diferencial (PDIT) | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------|---|--------|-------|--------|-----------|--------|--|--|
| UNIDAD | RENDIMIENTO | 70 | | 1.00 | UN/DIA | TOTAL: | 351.77 | | |
| UD | | | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCIO | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | | |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 136.90 | | |
| 1 | Capataz | 1 | HH | 10.00 | 4.50 | 45.00 | | | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 10.00 | 3.55 | 35.50 | | | |
| 3 | Ayudante | 2 | HH | 20.00 | 2.82 | 56.40 | | | |
| | INSUMOS | | | | | | 120.00 | | |
| 1 | Accesorios complet | nentarios | UND | 1.00 | 120.00 | 120.00 | | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 13.69 | | |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 136.90 | 13.69 | | | |

| GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | 30% | 270.59 | 81.18 | 81.18 |
|--|---------------|--------|-------|-------|
| NOTA: TRASMISOR DE PRESION DIFERENCIAL LO SUMINISTRA | A PETROBRAS . | | | |

| PARTIDA | DESCRIPCION | IIS III A | | Ny Trans | 111124 | Fecha: | W - W E |
|---------|-----------------|-----------|-----------------|----------------|----------|------------------|----------|
| I.1.9 | Suministro e In | nstalació | n de Plato Orif | icio Restricto | r y | (Sartair tansan) | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 2.00 | UN/DIA | TOTAL: | 1,917.88 |
| UD | | | 909 | | | | |
| ITEM | DESCRIPCIO | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 68.45 |
| 1 | Capataz | 1 | ΗН | 5.00 | 4.50 | 22.50 | |
| 2 | Instrum.Especia | 1 | HH | 5.00 | 3.55 | 17.75 | |
| 3 | Ayudante | 2 | НН | 10.00 | 2.82 | 28.20 | |
| | MATERILAES | | | | | | 1,400.00 |
| 1 | Plato Orificio | | und | 1.00 | 1,400.00 | 1,400.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 6.85 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 68.45 | 6.85 | |
| | GASTOS GENER | ALES Y U | TILIDAD | 30% | 1,475.30 | 442.59 | 442.59 |

Sistema de Medición de Gas 1.2

| PARTIDA | DESCRIPCION | I was also | Are the second | | | FECHA | | |
|---------------|-----------------|------------|----------------|--------------------------------------|----------|---------|----------|--|
| 1.2.1 | | el sumin | | gas de 4" de ac e de las bridas p | | | | |
| UNIDAD ML | RENDIMIENT | 0 | 0.3 | UN | | MONTO | 1,975.03 | |
| ITEM | DESCRIPCION | J | UNID | CANT | UNIT | P.PARC. | P.TOTAL | |
| - | MANO DE OB | RA | | | | | 998.33 | |
| 1 | Capataz | 1 | НН | 33.33 | 5.76 | 192.00 | | |
| 2 | Armador | 1 | НН | 33.33 | 4.28 | 142.67 | | |
| 3 | Soldador | 1 | нн | 33.33 | 7.50 | 250.00 | | |
| 4 | Cortador | 1 | HH | 33.33 | 4.28 | 142.67 | | |
| 5 | Esmerilador | 1 | HH | 33.33 | 4.28 | 142.67 | | |
| 6 | Ayudante | 1 | HH | 33.33 | 3.85 | 128.33 | | |
| | INSUMOS | | | | | | 195.92 | |
| 5 | Soldadura | | KG | 6.00 | 4.50 | 27.00 | | |
| 6 | Gases | | GLB | 1.00 | 25.00 | 25.00 | | |
| 7 | Discos | | UD | 4.00 | 3.50 | 14.00 | | |
| 11 | Materiales men | ores | GLB | 1.00 | 80.00 | 80.00 | | |
| 12 | Herramientas | | MO | 0.05 | 998.33 | 49.92 | - | |
| | EQUIPOS | | | | | | 325.00 | |
| 1 | Motosoldadora | | HM | 33.33 | 6.50 | 216.67 | | |
| 2 | Equipo de oxico | rte | HM | 33.33 | 2.00 | 66.67 | | |
| 3 | Esmeril | | HM | 16.67 | 2.50 | 41.67 | | |
| | G.GENER + UT | TLID. | % | 30.00% | 1,519.25 | 455.78 | 455.78 | |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | |
|---------|-----------------|---|---------|-------|---|-----------|--------|
| 1.2.2 | Multivariables | Instalación, conexión y configuración de transmisores Multivariables (UIT). Incluye la instalación del sensor de temperatura RTD. | | | | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | 0.50 | UN/DIA | TOTAL: | 522.39 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 274.40 |
| 1 | Capataz | 0.2 | HH | 4.00 | 4.50 | 18.00 | |
| 2 | Instrum.Especia | 1 | HH | 20.00 | 10.00 | 200.00 | |
| 3 | Ayudante | 1 | НН | 20.00 | 2.82 | 56.40 | |
| | EQUIPOS | | | | WIELEN - 12-12-12-12-12-12-12-12-12-12-12-12-12-1 | | 27.44 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 274.40 | 27.44 | |
| | MATERIALES | | | | | | 100.00 |
| 1 | Accesorios | | UN | 1.00 | 100.00 | 100.00 | |
| | GASTOS GENER | ALES Y U | TILIDAD | 30% | 401.84 | 120.55 | 120.55 |

I.3 Fabricación e Instalación Soporte para Instrumentos

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | |
|---------|-------------------|--------------|---------|-------|--------|-----------|--------|
| I.3.1 | Soporte para | un (01) Inst | rumento | | | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO |) | | 4.00 | UN/DIA | TOTAL: | 160.82 |
| UD | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBR | A | | | | | 21.55 |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 1.25 | 4.50 | 5.63 ° | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 2.50 | 3.55 | 8.88 | |
| 3 | Ayudante | 1 | НН | 2.50 | 2.82 | 7.05 | |
| | INSUMOS | | | | | | 100.00 |
| 1 | Materiales Estruc | ctural | UND | 1.00 | 50.00 | 50.00 | |
| 2 | Accesorios comp | olementarios | UND | 1.00 | 50.00 | 50.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 2.16 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.10 | 21.55 | 2.16 | |
| | GASTOS GENE | RALES Y UTI | LIDAD | 30% | 123.71 | 37.11 | 37.11 |

1.4 Suministro y construcción de canalizaciones eléctricas a la vista

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | Fecha : | | |
|---------------------|-------------------|--------------|--------------|------------|--------|-----------|-------|--|
| I.4.1 | Tubería condu | it de 3/4" g | alvanizada e | n caliente | | | | |
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | | 36.00 | ML/DIA | TOTAL: | 27.47 | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL | |
| | MANO DE OBRA | | | 780 | | | 2.39 | |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 0.14 | 4.50 | 0.63 | | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 0.28 | 3.55 | 0.99 | | |
| 3 | Ayudante | 1 | нн | 0.28 | 2.82 | 0.78 | | |
| | INSUMOS | | | | | | 18.50 | |
| 1 | Tuberia Conduit 3 | /4" | ML | 1.00 | 8.50 | 8.50 | | |
| 2 | Accesorios comple | ementarios | UND | 1.00 | 10.00 | 10.00 | | |

| | EQUIPOS | | | | | 0.24 |
|---|-----------------------------|----|------|-------|------|------|
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 2.39 | 0.24 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | 30% | 21.13 | 6.34 | 6.34 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | Fecha: | |
|---------|------------------------|-------------------|----------|---------------|-----------|-------|
| 1.4.2 | Tuberia conduit de | l" galvanizada en | caliente | in the second | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | 25.00 | MI/DIA | TOTAL: | 34.18 |
| UD | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | 3.45 |
| 1 | Capataz 0.5 | HH | 0.20 | 4.50 | 0.90 | |
| 2 | Instrumentista 1 | HH | 0.40 | 3.55 | 1.42 | |
| 3 | Ayudante 1 | HH | 0.40 | 2.82 | 1.13 | |
| | INSUMOS | | | | | 22.50 |
| 1 | Tuberia Conduit 1" | ML | 1.00 | 12.50 | 12.50 | |
| 2 | Accesorios complementa | rios UND | 1.00 | 10.00 | 10.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | 0.34 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 3.45 | 0.34 | |
| | GASTOS GENERALES | Y UTILIDAD | 30% | 26.29 | 7.89 | 7.89 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | Fecha: | |
|---------|--------------------------|----------------|----------|--------|-----------|-------|
| 1.4.3 | Tubería conduit de 2" | galvanizada en | caliente | | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | 18.00 | MI/DIA | TOTAL: | 52.35 |
| UD | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | 4.79 |
| 1 | Capataz 0.5 | HH | 0.28 | 4.50 | 1.25 | |
| 2 | Instrumentista 1 | нн | 0.56 | 3.55 | 1.97 | |
| 3 | Ayudante 1 | НН | 0.56 | 2.82 | 1.57 | |
| | INSUMOS | | | | | 35.00 |
| 1 | Tuberia Conduit 2" | ML | 1.00 | 25.00 | 25.00 | |
| 2 | Accesorios complementari | os UND | 1.00 | 10.00 | 10.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | 0.48 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 4.79 | 0.48 | |
| | GASTOS GENERALES Y | UTILIDAD | 30% | 40.27 | 12.08 | 12.08 |

I.5 Suministro, Instalación y conexionado de Cables de Control

| ITEM | DESCRIPCION | | | | | Fecha: | |
|--------------|----------------|-------|---------------|--------------|--------|-----------|-------|
| 1.5.1 | Triada calibre | 6 AWC | THW para exte | ensión de RT | D | | |
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | | 100.00 | ML/DIA | TOTAL: | 10.74 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 1.14 |
| 1 | Capataz | 0.5 | HH | 0.05 | 4.50 | 0.23 | |
| 2 | Electricista | 1 | HH | 0.10 | 3.55 | 0.36 | |
| 3 | Ayudante | 2 | HH | 0.20 | 2.82 | 0.56 | |

| | INSUMOS | | | | 1 | 7.00 |
|---|------------------------------|-----|------|------|------|------|
| 1 | Triada calibre 16 AWG THW p. | ML | 1.00 | 6.00 | 6.00 | |
| 2 | Accesorios de Instalac. | UND | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | 0.11 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 1.14 | 0.11 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | 30% | 8.26 | 2.48 | 2.48 |

| ITEM | DESCRIPCION | | | | Fecha: | |
|--------|-------------------------|-------------|-------|-----------------------|-----------|-------|
| I.5.2 | Conductor 2C#16 AV | WG PVC 300V | | Control of the second | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | 60.00 | MI/DIA | TOTAL: | 4.94 |
| ML | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCIOI % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | 1.91 |
| 1 | Capataz 0.5 | HH | 0.08 | 4.50 | 0.38 | |
| 2 | Electricista 1 | HH | 0.17 | 3.55 | 0.59 | |
| 3 | Ayudante 2 | НН | 0.33 | 2.82 | 0.94 | |
| | INSUMOS | | | | | 1.70 |
| 1 | Conductor 2C#16 AWG P | VC 31 ML | 1.00 | 1.20 | 1.20 | |
| 2 | Accesorios de Instalac. | UND | 1.00 | 0.50 | 0.50 | |
| | EQUIPOS | | | | | 0.19 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 1.91 | 0.19 | |
| | GASTOS GENERALES Y | UTILIDAD | 30% | 3.80 | 1.14 | 1.14 |

| ITEM | DESCRIPCION | | | | Fecha: | |
|--------|-------------------------|----------|-------|--------|-----------|-------|
| 1.5.3 | Conductor 2C#14 AWC | FVC 300V | | | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | 80.00 | ML/DIA | TOTAL: | 5.10 |
| ML | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | 1.43 |
| 1 | Capataz 0.5 | HH | 0.06 | 4.50 | 0.28 | 1 |
| 2 | Electricista 1 | HH | 0.13 | 3.55 | 0.44 | |
| 3 | Ayudante 2 | НН | 0.25 | 2.82 | 0.71 | |
| | INSUMOS | | | | | 2.35 |
| 1 | Conductor 2C#14 AWG PVC | C3 ML | 1.00 | 1.85 | 1.85 | |
| 2 | Accesorios de Instalac. | UND | 1.00 | 0.50 | 0.50 | |
| | EQUIPOS | | | | | 0.14 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 1.43 | 0.14 | |
| | GASTOS GENERALES Y U | TILIDAD | 30% | 3.92 | 1.18 | 1.18 |

1.6 Suministro, instalación y conexión de cables de telecomunicaciones.

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | | | Fecha: | |
|---------|----------------|----------|----|--------------|--------------|--------|-----------|-------|
| I.6.1 | Suministro e i | nstalaci | ón | de Cable Coa | exial LMR 24 | 0 | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | | | 25.00 | MI/DIA | TOTAL: | 27.03 |
| UD | | | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION | % | | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | | 3.45 |
| 1 | Capataz | 0.5 | | HH | 0.20 | 4.50 | 0.90 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | | HH | 0.40 | 3.55 | 1.42 | |

| 3 | Ayudante 1 | HH | 0.40 | 2.82 | 1.13 | I |
|---|---------------------------------|-----|------|-------|-------|-------|
| | INSUMOS | | | | Ī | 17.00 |
| 1 | Suministro e instalación de Cal | ML | 1.00 | 12.00 | 12.00 | |
| 2 | Accesorios complementarios | UND | 1.00 | 5.00 | 5.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | 0.34 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 3.45 | 0.34 | |
| | GASTOS GENERALES Y UTILIDAD | | 30% | 20.79 | 6.24 | 6.24 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | Fecha: | | | | |
|---------|--------------------------------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| 1.6.2 | Suministro e instalación | | | | | |
| UNIDAD | RENDIMIENTO | | 22.00 | ML/DIA | TOTAL: | 16.00 |
| UD | <u>,</u> | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCION % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | 3.92 |
| 1 | Capataz 0.5 | HH | 0.23 | 4.50 | 1.02 | |
| 2 | Instrumentista 1 | HH | 0.45 | 3.55 | 1.61 | |
| 3 | Ayudante 1 | HH | 0.45 | 2.82 | 1.28 | |
| | INSUMOS | | | | | 8.00 |
| 1 | Suministro e instalación de Ca | t ML | 1.00 | 3.00 | 3.00 | |
| 2 | Accesorios complementarios | UND | 1.00 | 5.00 | 5.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | 0.39 |
| 1 | Herramientas | MO | 0.10 | 3.92 | 0.39 | |
| | GASTOS GENERALES Y UT | ILIDAD | 30% | 12.31 | 3.69 | 3.69 |

I.7 Montaje, Instalación y Configuración de Tablero de Control equipado con PLC.

| PARTIDA | DESCRIPCION | Fecha: | | | | | |
|--------------|-----------------------------------|-------------|--------|--------|----------|-----------|----------|
| 1.7 | Montaje, Instal equipado con I | | | | | | |
| UNIDAD SG | RENDIMIENTO | | | 0.10 | GLb | TOTAL: | 3,816.80 |
| ITEM | DESCRIPCION | % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 2,030.00 |
| 1 | Encargado | 1 | HH | 100.00 | 7.00 | 700.00 | |
| 2 | Especilista | 1 | HH | 100.00 | 8.50 | 850.00 | |
| 3 | Asistente del Es | 1 | HH | 100.00 | 4.80 | 480.00 | |
| | INSUMOS | | | | | | 500.00 |
| 1 | Complementarios (| (Licencias) | UND | 1.00 | 500.00 | 500.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 406.00 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.20 | 2,030.00 | 406.00 | |
| | GASTOS GENERA | ALES Y UTII | LIDAD | 30% | 2,936.00 | 880.80 | 880.80 |

I.8 Equipos de Telecomunicaciones

| PARTIDA | DESCRIPCION | | | | Fecha: | |
|--------------|----------------------|--------|-------------------------|--------|-----------|----------|
| I.8.1 | Instalación de Radio | Módem. | at the bearing the deal | | | |
| UNIDAD UD | RENDIMIENTO | | 0.10 | НС | TOTAL: | 1,876.36 |
| ITEM | DESCRIPCION % | UNIDAD | CANT. | P.UNIT | P.PARCIAL | TOTAL |

| 1 | MANO DE OBRA | \ | | | | <u> </u> | 1,327.00 |
|----|-------------------|-------------|------|--------|----------|----------|----------|
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 10.00 | 4.50 | 45.00 | |
| 2 | Instrumentista | 1 | HH | 100.00 | 10.00 | 1,000.00 | |
| 3 | Ayudante | 1 | НН | 100.00 | 2.82 | 282.00 | |
| | MATERIALES | | | | | | 50.00 |
| 11 | Accesorios comple | ementarios | glb | 1.00 | 50.00 | 50.00 | |
| | EQUIPOS | | | | | | 66.35 |
| 1 | Herramientas | | MO | 0.05 | 1,327.00 | 66.35 | |
| | GASTOS GENER | ALES Y UTII | IDAD | 30% | 1,443.35 | 433.01 | 433.01 |

| PARTIDA | DESCRIPCION | DESCRIPCION | | | | | FECHA | |
|--------------|-------------------|-------------|------|--------|--------|---------|---------|--|
| 1.8.2 | Instalación de An | | | | | | | |
| UNIDAD ML | RENDIMIENTO | | 0.5 | UN | | MONTO | 458.83 | |
| ITEM | DESCRIPCION | | UNID | CANT | UNIT | P.PARC. | P.TOTAL | |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 288.52 | |
| 1 | Capataz | 0.1 | HH | 2.00 | 5.76 | 11.52 | | |
| 2 | Instrumentist | 1 | HH | 20.00 | 10.00 | 200.00 | | |
| 3 | Ayudante | 1 | HH | 20.00 | 3.85 | 77.00 | | |
| | INSUMOS | | | | | | 50.00 | |
| 1 | Accesorios comple | ementarios | GLB | 1.00 | 50.00 | 50.00 | | |
| | EQUIPOS | | | | | | 14.43 | |
| 3 | Herramientas | | HM | 0.05 | 288.52 | 14.43 | | |
| | G.GENER + UTIL | ID. | % | 30.00% | 352.95 | 105.88 | 105.88 | |

1.9 Estructuras de Telecomunicaciones

| PARTIDA | DESCRIPCION | FECHA | | | | | |
|--------------|-----------------|-------|------|-------|------|---------|---------|
| l.9.1 | Suministro y m | | | | | | |
| UNIDAD ML | RENDIMIENT | 0 | 1 | UN | | MONTO | 526.84 |
| ITEM | DESCRIPCION | 1 | UNID | CANT | UNIT | P.PARC. | P.TOTAL |
| | MANO DE OB | RA | | | | | 204.86 |
| 1 | Capataz | 0.1 | НН | 1.00 | 5.76 | 5.76 ° | |
| 2 | Armador | 0.5 | HH | 5.00 | 4.28 | 21.40 | |
| 3 | Soldador | 1 | HH | 10.00 | 7.50 | 75.00 | |
| 4 | Cortador | 0.5 | HH | 5.00 | 4.28 | 21.40 | |
| 5 | Esmerilador | 1 | HH | 10.00 | 4.28 | 42.80 | |
| 6 | Ayudante | 1 | HH | 10.00 | 3.85 | 38.50 | |
| | INSUMOS | | | | | | 112.90 |
| 1 | Tuberia 2.3/8º | • | ML | 2.50 | 9.35 | 23.38 | |
| 2 | Tuberia 1.1/4"@ | Ď | ML | 0.55 | 5.94 | 3.27 | |
| 3 | Tuberia 1"Ø | | ML | 0.50 | 5.23 | 2.62 | |

| 1 4 | Varilla line 1 /48 | MI | 0.20 | 1.00 | 0.20 | · · |
|-----|--------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| 4 | Varilla lisa 1/4" | ML | 0.20 | 1.00 | 0.20 | |
| 5 | Soldadura | KG | 1.00 | 4.50 | 4.50 | |
| 6 | Gases | GLB | 1.00 | 15.00 | 15.00 | |
| 7 | Discos | ŪD | 2.00 | 3.50 | 7.00 | |
| 8 | Arenado | M2 | 1.20 | 6.50 | 7.80 | |
| 9 | Pintado | M2 | 1.20 | 15.00 | 18.00 | |
| 10 | Maquinado | GLB | 1.00 | 20.00 | 20.00 | |
| 11 | Pernos y Tuercas | GLB | 1.00 | 5.00 | 5.00 | |
| 12 | Herramientas | MO | 0.03 | 204.86 | 6.15 | |
| | EQUIPOS | | | | | 87.50 |
| 1 | Motosoldadora | HM | 10.00 | 6.50 | 65.00 | |
| 2 | Equipo de oxicorte | HM | 5.00 | 2.00 | 10.00 | |
| 3 | Esmeril | HM | 5.00 | 2.50 | 12.50 | |
| | G.GENER + UTILID. | % | 30.00% | 405.26 | 121.58 | 121.58 |