

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**PLANEAMIENTO Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO
DE UNA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5 000
BARRILES DE PETROLEO CRUDO**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

**MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA
PROMOCION 1981-I**

LIMA - PERU

2009

NEAMIENTO Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO DE UNA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE PETROLEO CRUDO.

ACTORIA

PROLOGO	1
1. INTRODUCCION	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. OBJETIVOS	5
1.2.1. <i>Objetivos Básicos de la Parada</i>	5
1.2.2. <i>Objetivos del Planeamiento</i>	6
1.2.3. <i>Otros Objetivos complementarios</i>	6
1.3. JUSTIFICACION	7
1.4. ALCANCES	9
1.5. REFINACION DEL PETROLEO	10
1.5.1. <i>Fundamentos</i>	10
1.5.2. <i>Tipos de Petróleo Crudo</i>	11
1.5.3. <i>Serie de Hidrocarburos</i>	11
1.5.4. <i>Destilación</i>	12
2. DESCRIPCION DE LA PLANTA	15
2.1. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA	15
2.1.1. <i>Entradas a la Planta</i>	15
2.1.2. <i>Bombas de Alimentación de Carga de Crudo P-609A/B</i>	16
2.1.3. <i>Intercambiadores de Alimentación de Crudo con Residual Frío E-601 A/B</i>	17
2.1.4. <i>Trotador Térmico (Calentador Térmico) V-605</i>	17
2.1.5. <i>Desolador de Crudo V-603</i>	18
2.1.6. <i>Intercambiador de Alimentación de Crudo / Producto Diesel E-602</i>	19
2.1.7. <i>Intercambiadores de Alimentación de Crudo / Diesel y Reflujo de Diesel E-603 A/B</i>	21
2.1.8. <i>Intercambiadores de Alimentación de Crudo / Residual Caliente E-604 A/B</i>	21
2.1.9. <i>Intercambiador Reboiler de Diesel / Residual Caliente E-605</i>	22
2.1.10. <i>Horno de Calentamiento de Crudo H-601</i>	23
2.1.11. <i>Torre de Destilación Primaria C-601</i>	24
2.1.12. <i>Línea de Tope de 10"Φ</i>	26
2.1.13. <i>Aeroenfriadores de Nafta y Diesel AC-601 y AC-602</i>	27
2.1.14. <i>Acumulador de Nafta V-601</i>	28
2.1.15. <i>Stripper de Diesel C-602</i>	29
2.1.16. <i>Bombeo a los Campos de Producción</i>	31
2.1.17. <i>Sistema de Agua de Contra Incendios</i>	32
2.1.17.1. <i>Tanque de Almacenamiento de Agua</i>	32
2.1.17.2. <i>Bombas de Contra Incendio</i>	32
2.1.17.3. <i>Red de Agua de Contra Incendios</i>	33
2.1.17.4. <i>Instalaciones Eléctricas</i>	33
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS POR SU NATURALEZA DE OPERACIÓN.....	34
2.2.1. <i>Equipos Estáticos</i>	34
2.2.2. <i>Equipos Rotativos</i>	34
2.2.3. <i>Equipo Eléctrico</i>	35
2.2.4. <i>Instrumentación</i>	35

2.5.2.	<i>Mantenimiento Preventivo</i>	39
2.5.3.	<i>Mantenimiento Predictivo</i>	40
2.5.4.	<i>Mantenimiento Proactivo</i>	41
2.6.	POLITICAS DE MANTENIMIENTO DESARROLLADAS.....	42
3.	DESARROLLO DEL PLANEAMIENTO Y PROGRAMACION	45
3.1.	PLANEAMIENTO PROGRAMADO DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO.....	48
3.1.1.	<i>Definición de las Etapas del Planeamiento y Evaluación de Equipos</i>	48
3.1.2.	<i>Programación de los Trabajos de Inspección y Mantenimiento</i>	50
3.1.3.	<i>Determinación de los Requerimientos y Previsiones</i>	51
3.2.	INSPECCION Y CORRECCION DE LOS EQUIPOS MECANICOS.	51
3.2.1.	<i>Componentes Corrosivos del Crudo</i>	52
3.2.1.1.	Acido Clorhídrico y Cloruros Orgánicos e Inorgánicos	54
3.2.1.2.	Acido Sulfhídrico, Mercaptanos y Compuestos Orgánicos Sulfurados.....	59
3.2.1.2.1.	Corrosión por azufre a temperaturas bajas e intermedias	59
3.2.1.2.2.	Corrosión por Azufre a alta temperatura.....	60
3.2.1.3.	Dióxido de Carbono CO2.....	60
3.2.1.4.	Agua y Oxígeno disuelto	61
3.2.1.5.	Ácidos Orgánicos.....	62
3.2.1.6.	Compuestos de Nitrógeno	62
3.2.2.	<i>Corrosión Atmosférica</i>	62
3.3.	INSPECCION Y PREDICCIONES DE REPARACIONES.	64
3.3.1.	<i>Programación de Trabajos</i>	64
3.4.	PROGRAMACION DE RECURSOS HUMANOS.....	66
3.4.1.	<i>Determinación de las Especialidades Ocupacionales</i>	66
3.4.2.	<i>Programación de Recursos</i>	66
4.	PRESUPUESTO DE PARADA	69
4.1.	PRESUPUESTO RESUMEN.	69
4.2.	PRESUPUESTO DE LABOR Y BENEFICIOS.	71
4.3.	PRESUPUESTO DE MATERIALES Y SUMINISTROS.....	73
4.4.	PRESUPUESTO DE SERVICIOS COMPRADOS	74
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	76
	BIBLIOGRAFIA	78
	PLANOS	80
	APENDICES	81

Dedicatoria:

A mi esposa María Adriana, mis hijos Michael Jack y Brian Ray; a mi familia, que siempre me apoyaron, aún en los momentos más difíciles de la vida.

PROLOGO

El presente Informe de Suficiencia es una de las estrategias de mantenimiento empelado para el Planeamiento y Programación de intervención de Unidades de Destilación Primaria, en general muestra los beneficios que se pueden alcanzar con la aplicación de estas técnicas a fin de mantener la confiabilidad de las Plantas Industriales.

En el Capitulo 1 se detallan los Objetivos que se persigue desde el punto de vista operativo de la Parada de Planta y desde la perspectiva del Planeamiento y así como los objetivos complementarios, se establece el porqué de las intervenciones, es decir su justificación técnica, así como también la determinación del alcance del Planeamiento y Programación de la Parada de Planta. También de detalla los aspectos generales de sobre el proceso de refinación de petróleo, así como de las característica principales de los crudos.

En el Capitulo 2 se realiza una descripción sucinta de los componentes de la Planta y equipos que componentes la Planta de la Unidad de Destilación Primaria, se parte de la revisión del Diagrama de Flujo de Procesos, para tener una visión más clara de cómo se realiza el proceso de Refinación de Petróleo Crudo, como se clasificación de los equipos por su naturaleza de operación dentro del proceso productivo y cuáles son los tipos de mantenimiento típicos empleados en las instalaciones y sus políticas de mantenimiento desarrolladas.

En el Capítulo 3 se establece el desarrollo del Programa de Planeamiento y Programación para la intervención de Mantenimiento e Inspección, se estableen las etapas del planeamiento y evaluación de equipos, la programación propia de

la intervención y la determinación de sus requerimientos de recursos humanos y la determinación de las especialidades ocupacionales por cada equipo intervenido; se han tomado los conceptos básicos del sistema PERT (Project Evaluation and Review Technique) y también complementada por la técnica CPM (Critical Path Method), como instrumento de planificación, comunicación, control e información del proyecto.

En el Capítulo 4 se establece la determinación del Presupuesto de la Parada de Planta, y tomando en consideración que es un evento muy importante, por lo trascendente de su ejecución y repercusión con las otras áreas operativas, se determinan el presupuesto tanto para la Mano de Obra, Materiales y Servicios Comprados.

En el Capítulo 5 se detallan las conclusiones del desarrollo del Planeamiento y Programación de la Unidad de Destilación Primaria, a los que se hace referencia con los resultados obtenidos del proceso del Planeamiento y Programación, los mismos que fueron presentados al inicio como objetivos básicos de la parada y del planeamiento, para desarrollar las labores inherentes en el menor tiempo posible, con el consumo mínimo de recursos humanos y materiales.

En el Capítulo 6 se establecen las Recomendaciones pertinentes que se deben tener presente para que el desarrollo de las actividades no salga fuera de control.

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES.

La Unidad de Destilación Primaria de Shiviayacu se encuentra ubicada en el Lote 1AB en la zona de la Selva Norte del departamento de Loreto, aproximadamente a 52 kilómetros de la Estación Andoas y a 13.5 kilómetros del Campamento Teniente López.

La Unidad de Destilación Primaria de Shiviayacu fue construida por la empresa PETRO FAC en el año 1985 con una capacidad de diseño de carga de crudo de 5,000 barriles y para una producción de diesel de 1,500 a 1,700 BPSD procesando un crudo de gravedad API de 33.6 API° en la unidad.

La Unidad de Destilación de aceite de petróleo crudo, es denominada de tipo atmosférico por su presión de operación; entró en servicio el 12 de Marzo de 1993, bajo esta última administración.

El diesel 2 producido es bombeado a los diferentes campos del Lote 1AB para mantener las operaciones de generación de electricidad en los diversos campamentos vecinos; así como combustible para operar el movimiento de equipos menores de

transporte y el movimiento de maquinaria pesada dentro de las operaciones rutinarias de exploración y explotación de petróleo en el Lote 1AB.

Como antecedentes de mantenimiento e inspección efectuados en los últimos años a la unidad de destilación primaria de Shiviyaçu, tenemos lo siguiente:

- Parada de Emergencia por ensuciamiento de la Unidad de Destilación en el mes de junio de 2006, se inspeccionaron el Horno de Crudo H-601, Columna de Destilación C-601, Stripper de Diesel-2 C-602, Reboiler de Diesel-2 E-605, Intercambiadores de Calor E-604 A/B, Calibración de línea de Tope de 10", Filtros de Bombas de Fondos, cuya principal observación fue el ensuciamiento severo y corrosión en zona de tope de la Unidad de Destilación Primaria C-601, ocasionada por mezcla de crudos disímiles y precipitación de lodos y sedimentos en los Platos 1 al 8 y fondo de Torre, Stripper de Diesel C-602, Intercambiadores de Calor y Reboiler.
- Parada de Emergencia por ensuciamiento de la Unidad de Destilación en el mes de noviembre de 2007, se inspeccionaron el Horno de Crudo H-601, Columna de Destilación C-601, Stripper de Diesel-2 C-602, Reboiler de Diesel-2 E-605, Intercambiadores de Calor E-604 A/B, Intercambiadores de Calor E-603 A/B, Intercambiador de Calor E-602, Intercambiadores de Calor E-601 A/B, Calibración de línea de Tope de 10", cuya principal observación fue el ensuciamiento severo y corrosión severa en tope de la Unidad de Destilación Primaria C-601, ocasionada por mezcla de crudos disímiles y precipitación de lodos y sedimentos en Platos 1 al 8 y fondo de torre, Intercambiadores de Calor y Reboiler, Stripper C-602.
- Parada de Mantenimiento Programada para Inspección y Mantenimiento de los

equipos correspondiente a la Unidad de Destilación Primaria en el mes de Julio del 2008; se inspeccionaron el Horno de Crudo H-601, Columna de Destilación C-601, Stripper de Diesel-2 C-602, reemplazo de un nuevo haz del Reboiler de Diesel-2 E-605, inspección de Intercambiadores de Calor E-604 A/B, Intercambiadores de Calor E-603 A/B, Intercambiador de Calor E-602, Intercambiadores de Calor E-601 A/B, Calibración de línea de Tope de 10", reemplazo de nuevo Aeroenfriador AC-601, Acumulador de Nafta V-601, cuya principal observación fue el ensuciamiento y corrosión severa en tope.

1.2. OBJETIVOS

El Objetivo del presente Informe de Suficiencia es elaborar el Planeamiento y Programación de las actividades de Inspección y Mantenimiento de una Unidad de Destilación Primaria de Shiviayacu que procesa 5,000 Barriles de carga de Petróleo Crudo, para desarrollar las labores inherentes en el menor tiempo posible, con el consumo mínimo de recursos humanos y materiales, a través de una adecuada, ordenada y oportuna distribución de los recursos, para poder garantizar una corrida operativa de los equipos, por un periodo mínimo de dos años y cumplir con el programa de producción de diesel 2, que permita abastecer a las unidades de exploración y explotación en la zona del Lote 1AB.

1.2.1. Objetivos Básicos de la Parada.

- Efectuar la Inspección y Mantenimiento integral de los equipos de la Unidad de Destilación Primaria que permita realizar una corrida operativa en condiciones normales por un periodo mínimo de 2 años.

- Obtener información del estado mecánico de las instalaciones y equipos que permitan acumular datos históricos del comportamiento de sus elementos.
- Determinar necesidades de materiales para las reparaciones y/o reemplazos futuros.

1.2.2. Objetivos del Planeamiento.

- Garantizar la disponibilidad de los recursos necesarios de mano de obra, materiales, equipos y fondos de presupuesto para su ejecución conforme a lo programado.
- Optimizar la duración de actividades a fin de realizarla al mínimo costo y tiempo, con las máximas seguridades requeridas.

1.2.3. Otros Objetivos complementarios

- Tiene como propósito lograr que nuestro recurso humano, se capacite y mantenga un nivel eficaz en el campo técnico y administrativo, con el único fin de obtener resultados óptimos en la operación de la industria petrolera, conservando el sitio de vanguardia.
- El Planeamiento, Programación y Control de las actividades de Inspección y Mantenimiento de los equipos en la Parada de Planta, surge como una necesidad de mantener las instalaciones en condiciones favorables de operación, lo que se logra con la decidida y oportuna participación del personal de mantenimiento formado una sinergia dentro de las diferentes unidades operativas que prestan apoyo en el campo.

1.3. JUSTIFICACION

La razón principal que motiva la intervención de los equipos de la Unidad de Destilación Primaria, es para cumplir con el programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo de las Unidades, así como el levantamiento de la información histórica, medir el deterioro de sus elementos internos y definir los recursos necesarios para acciones correctivas futuras.

Otra de las razones por la cual se tiene que realizar el mantenimiento de las unidades, es por el tipo de petróleo crudo que se procesa en las unidades; los petróleos crudos extraídos del subsuelo contienen contaminantes que son perjudiciales para la operación y deben ser mitigados antes de su procesamiento, caso contrario se producirán daños a las unidades y equipos.

El petróleo crudo por su formación orgánica se origina por la descomposición de los restos animales prehistóricos y de las algas microscópicas, la estructura molecular de los hidrocarburos es en base al carbono e hidrógeno; pero también existen trazas (ppm) de otros compuestos tales como azufre, nitrógeno, oxígeno, níquel, cromo, vanadio y hierro que forman parte de los organismos vivientes.

En la composición del petróleo crudo también se encuentran los llamados contaminantes que son el BSW (agua y sedimentos), cloruro de sodio, sodio, entre otros elementos, los cuales producen principalmente corrosión muy severa en la zona de tope de la columna de destilación y sistemas de condensación; ensuciamiento y taponamiento en los intercambiadores de calor, corrosión en los soportes de los tubos del Horno a alta temperatura y corrosión por presencia de azufre, los cuales generan

en los equipos ensuciamiento y deterioro, con lo cual se hace necesario realizar la limpieza, mantenimiento e inspecciones periódicas, para medir su comportamiento, así como su evaluación de su integridad para continuar prestando servicio ininterrumpido.

Todos los crudos contienen mayores o menores niveles de agua salada y sedimentos de acuerdo a su origen y al método de transporte usado desde el yacimiento donde se extrae hasta su llegada a los tanques de la Refinería.

Previo a su alimentación a la unidad debe analizarse el contenido de sales en el crudo el cual debe ser menor a 5 PTB (libras de sal por cada mil barriles de crudo) para minimizar su efecto corrosivo en los sistemas de tope de las columnas. Un contenido de sales por encima de 20 PTB causa muy altos rates de corrosión en las unidades.

Cuando se analizan las sales presentes en los crudos, normalmente sólo se determinan los cloruros, ya que éstos constituyen el mayor porcentaje y además, la hidrólisis de los cloruros tiende a ser el responsable de la corrosión en las Refinerías ya que al hidrolizarse a elevadas temperaturas generan ácido clorhídrico que sale por los vapores de la columna de fraccionamiento.

Además del efecto de la corrosión, las sales tienen otros efectos indeseables como:

- Depósitos de sales en intercambiadores y hornos (que contribuye a disminuir la eficiencia de los equipos, disminución del régimen de transferencia de calor e incremento del consumo de combustible).
- Contaminación de los productos residuales, donde las fracciones de sales del crudo se concentran en las fracciones pesadas (residuales) y por consiguiente obturación de los quemadores donde se usan estos combustibles.

- Efecto secundario en las especificaciones de algunas de las fracciones del petróleo.

La Refinería de Shiviyaçu ha considerado la instalación de una Desaladora electrostática, para controlar este proceso corrosivo en su operación.

1.4. ALCANCES.

El Alcance del trabajo del Planeamiento y Programación de actividades de mantenimiento e inspección, se ceñirán estrictamente a los equipos estáticos comprometidos en Parada de Planta.

Asimismo quedaran excluidos del presente Informe los trabajos de mantenimiento e inspección de equipos estáticos que cuentan con línea de proceso con bypass y son susceptibles de realizar su mantenimiento durante la operación continua de la Unidad de Destilación Primaria como son: el Tratador Térmico V-605, Recipiente de Gases V-604, Intercambiadores de calor de Desalado E-625 A/B y Desaladora de Crudo V-603.

También quedaran excluidos del presente Informe los trabajos de mantenimiento e inspección de instrumentos de presión, temperatura y válvulas de control; equipo rotativo conformado por bombas centrifugas de proceso que cuentan con unidades de stand-by ó relevo y bombas dosificadoras de productos químicos, por su naturaleza no crítica para la operación.

Los equipos principales y críticos que conforman la unidad de destilación, a los cuales se le aplicara el Programa de Mantenimiento e Inspección son:

- El Horno de Calentamiento de Crudo H-601.

- La Columna de Destilación Primaria C-601.
- El Despojador (stripper) de Diesel C-602.
- El Acumulador de Nafta V-601.
- Línea de Tope de 10"Φ.
- Acumulador de Gases V-602.
- Reboiler de Diesel 2 versus Residual Caliente E-605.
- Intercambiadores de Crudo versus Residual E-604 A/B.
- Intercambiadores de Crudo versus Diesel 2 E-603 A/B.
- Intercambiadores de Crudo versus Diesel 2 E-602.
- Intercambiadores de Crudo versus Residual E-601 A/B.
- Aeroenfriador de Tope de Nafta AC-601.
- Aeroenfriador de Diesel 2 AC-602.
- Válvulas de Seguridad PSV-4 A/B (C-601), PSV-1 A/B (E-604 A).

1.5. REFINACION DEL PETROLEO.

1.5.1. Fundamentos

El origen de la palabra petróleo proviene de dos palabras latinas: Petra (roca) y Oleum (aceite). Se ha establecido que el petróleo crudo es una mezcla compleja de compuestos llamados hidrocarburos dentro de los cuales pueden ser parafínicos, nafténicos, aromáticos y heterocíclicos, con propiedades físicas y químicas variadas (peso molecular, punto de ebullición, etc.) y cuya separación en la columna de destilación se basa en los rangos de ebullición de las fracciones de petróleo a separar.

En las refinerías de petróleo se destila el crudo no para obtener componentes puros, si no son cortes que representan mezclas de hidrocarburos multi componentes que poseen propiedades y características más uniformes dentro de un determinado rango de temperaturas de ebullición.

Los hidrocarburos son denominados así porque están constituidos principalmente de carbono e hidrógeno, aunque también se encuentran pequeñas cantidades de azufre, oxígeno, nitrógeno, y los indeseables como trazas de metales pesados, dependiendo de su origen. Estos cortes son considerados como mezclas homogéneas de hidrocarburos, es decir que cada galón de producto de una corrida tiene el mismo rango de calidad y en general la calidad de un producto determinado está enmarcada dentro de un rango de calidad internacional.

1.5.2. Tipos de Petróleo Crudo.

Esta clasificación está basada en las relativas cantidades de ceras parafínicas y asfalto presentes en el petróleo.

- Base Parafínicos.
- Base Mixta.
- Base Asfáltica.

1.5.3. Serie de Hidrocarburos.

Los compuestos de hidrocarburos se encuentran en el petróleo pertenecen a varias series o familias de hidrocarburos entre los que mencionamos:

- Parafinas: Son cadenas de carbono sin ramificaciones, son compuestos estable, pueden ser saturados, o insaturados.

- Iso-Parafinas: Son cadenas de carbono ramificadas como el Isobutano, Isopentano, etc., compuestos que pueden tener la misma fórmula que la parafina normal, pero tienen distintas propiedades físicas.
- Olefinas: Son cadenas de carbono con dobles enlaces insaturados, su estructura insaturada contribuye a que sean compuestos menos estables y de mayor reactividad química.
- Nafténicos (Parafinas cíclicas): Contiene cinco o seis átomos de carbono en un anillo; los más comunes son el ciclo pentano y el ciclo hexano. Se encuentran en cantidades considerables en las gasolinas y son valiosos por su estructura atómica para convertirse en hidrocarburos aromáticos con un octanaje de alrededor de 100. Estas gasolinas constituyen la carga de alimentación para los reformadores catalíticos.
- Aromáticos: Son compuestos complejos de anillos bencénicos, su producción y utilización han sido importantes para el mejoramiento del octanaje de gasolinas tanto para aviación como para automóviles.

1.5.4. Destilación

La destilación es el proceso de separar vapor de un líquido por ebullición y después condensar el vapor. El fraccionamiento viene a ser la separación por destilación; si una mezcla tiene varios hidrocarburos se envía a un sistema donde se separen en recipientes cada hidrocarburo en función de su presión de vapor, se logrará tener separados en sus respectivos tanques de almacenamiento, se dice que la mezcla ha sido separada o fraccionada.

El petróleo crudo en el proceso de destilación es precalentado en circuitos de intercambiadores de calor y posteriormente ingresan a un horno hasta lograr temperaturas óptimas para obtener en la torre de destilación diferentes productos de hidrocarburos que se comercializan, tales como gasolinas, kerosene, diesel y petróleos industriales (residuales), asfaltos, etc.

Cada uno de estos productos, es una mezcla que contiene muchos hidrocarburos puros; algunos de ellos como el kerosene y el diesel pueden comercializarse directamente al consumidor, otros como la gasolina se mezclan con otros componentes (gasolinas craqueadas y Plomo Tetraetilico) para alcanzar especificaciones de octanaje para su venta, otros destilados como gasóleos se utilizan como alimentación a unidades de craqueo catalítico en otras refinerías con unidades más complejas.

Mediante el control adecuado de los procesos de fraccionamiento se pueden elaborar productos refinados que satisfacen las especificaciones bastante rígidas tales como punto de inflamación, punto de ebullición, viscosidad, etc.

El calor es fundamental para alcanzar la temperatura óptima para destilar el crudo y lograr una separación selectiva de los cortes de hidrocarburos en un rango de temperatura determinado.

Los parámetros de presión y temperatura son fundamentales en los procesos de destilación, la condición de operación bajo la cual funciona la torre de destilación cae dentro de uno de los siguientes grupos: destilación atmosférica, destilación al vacío o destilación a mayores presiones.

La columna de destilación atmosférica, llamada también torre de fraccionamiento o torre de burbujeo, permite la separación de los componentes del petróleo crudo en un rango de temperatura. La denominación de torre de burbujeo se refiere al hecho común que en ella los vapores burbujan a través del líquido contenido en las bandejas o platos; esto da lugar a que los vapores ascendentes entren en contacto con el líquido descendente (reflujo) de bandeja en bandeja

CAPITULO II

2. DESCRIPCION DE LA PLANTA

2.1. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA.

Para poder tener un mejor entendimiento de los procesos involucrados en la Unidad de Destilación Primaria, se debe revisar el Diagrama de Flujo de Procesos, para tener una visión más clara de cómo se realiza el proceso de Refinación de Petróleo Crudo, desde el punto de vista del flujo de corrientes, el mismo que se adjunta en el Plano N° 9.

Luego de establecido el Diagrama de Flujo de Procesos (PFD), y para un mejor detalle de cómo opera los Lazos de Control de la Instrumentación asociada, para poder producir los productos de corte en sus diferentes calidades y especificaciones, así como apreciar las corrientes de líquidos y vapores presente; se adjuntan los Planos N° 1 al N° 8, donde se detallan las interconexiones y procesos de instrumentación.

2.1.1. Entradas a la Planta

El Crudo Liviano proviene de las Estaciones de Almacenamiento de Huayurí y entra a la Planta por una línea de 4"Ø y es almacenado en el tanque T-603 A para su procesamiento posterior.

El Gas proviene de los campos de petróleo de Shiviyaçu y entra a la Planta a través de una línea de 3"Ø para alimentar de combustible gaseoso al Horno de Crudo H-601 y al quemador del Tratador Térmico V-605.

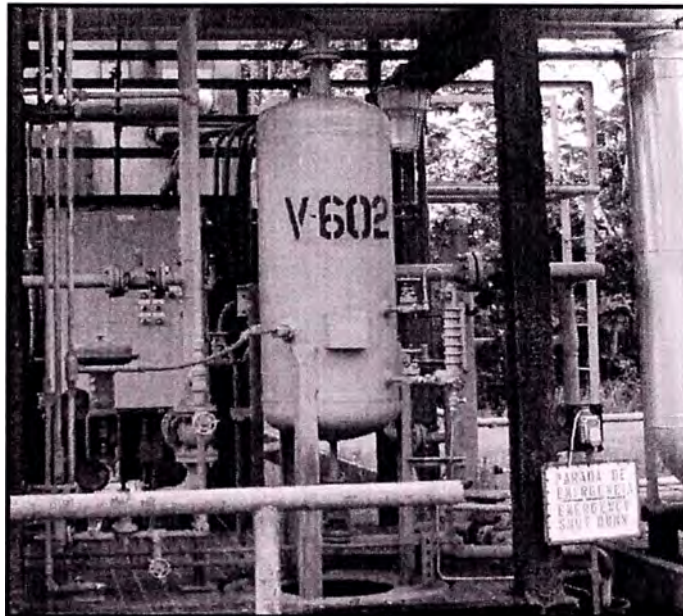


Foto 2.1.1 Acumulador de Gases V-602

El Agua de Formación Caliente proviene de los campos de Shiviyaçu y entra a la Planta mediante una línea de 4"Ø, hacia los Intercambiadores de Calor E-625 A/B para calentar el agua de ingreso al Desalador V-603.

2.1.2. Bombas de Alimentación de Carga de Crudo P-609A/B

El Crudo liviano (alta gravedad API) que proviene de las Estaciones de Almacenamiento de Huayurí, se almacena en el tanque T-603 A, en el cual el crudo liviano recepcionado es reposado y drenado para retirar el agua presente por decantación, luego de ello el crudo es succionado a través de las Bombas de Alimentación P-609 A/B para ser bombeado hacia los Intercambiadores de Calor de Crudo con Residual Frío E-601A/B, mediante una línea de 4" Ø.

F. El crudo que sale del tratador fluye hacia el Desalador V-603 por una línea de 4" Ø.

A la línea de ingreso de crudo del Tratador Térmico, se conecta una línea de 4" Ø que transporta crudo parafina proveniente del Desalador V-603. Este crudo de recirculación desde el Desalador V-603 al Tratador Térmico V-605, es impulsado por las Bombas P-608 A/B.

El Tratador Térmico funciona con un quemador de gas de dos tubos de fuego que permite alcanzar los 210° F y mantener el recipiente a 205° F. El Agua y el Gas, son enviados hacia la poza PIT.

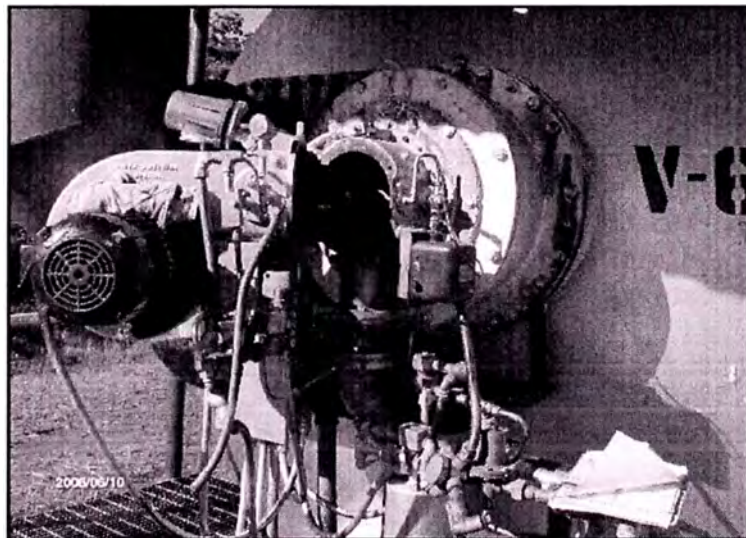


Foto 2.1.4 Quemador del Tratador Térmico

2.1.5. Desalador de Crudo V-603

El crudo proveniente del Tratador Térmico V-605, llega al Desalador a través de una línea de 4" Ø. Antes de que la línea de crudo ingrese al Desalador, se conecta a ésta una línea de 2" Ø por medio de la cual se inyecta agua dulce caliente a un "rate" de 6-8 % de la carga de crudo, mezclándose ambos fluidos mediante una válvula mezcladora.

La caída de presión en la válvula mezcladora se mantiene en 8-10 Psig mediante una válvula de control de presión diferencial, para su mejor desalación.

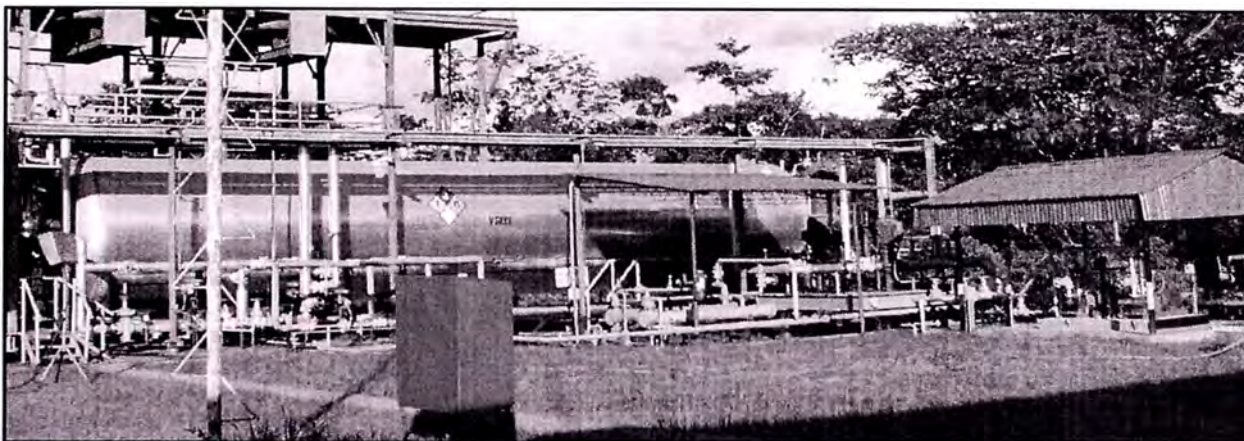


Foto 2.1.5 Desaladora de Crudo con sus intercambiadores de calor

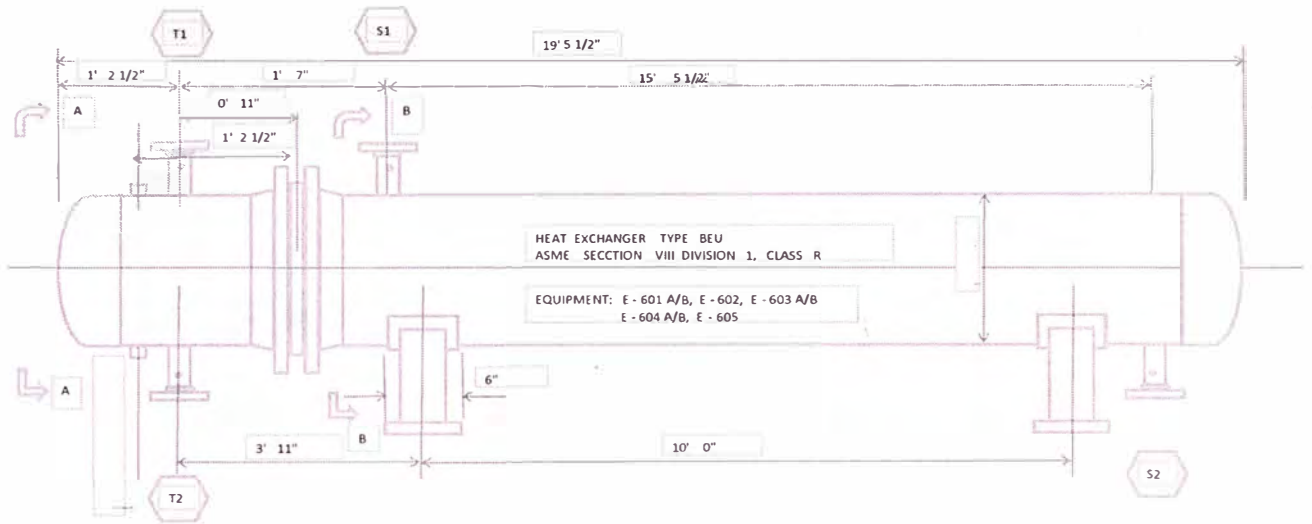
El proceso de desalado del crudo se realiza mediante el lavado del crudo con agua caliente, éste luego al ingresar al Desalador, por el campo eléctrico presente, el agua se separa hacia el fondo del recipiente arrastrando la sal disuelta con el agua y el crudo ocupa la parte superior del recipiente; el agua ha cumplido su función de desalado y es retirada del Desalador por la parte inferior hacia la planta PIT.

El crudo desalado sale por una línea de 6" Ø, hacia la succión de las Bombas "Booster" P-601 A/B. Estas descargan a través de un controlador de flujo hacia el Intercambiador de Alimentación de Crudo / Producto Diesel E-602.

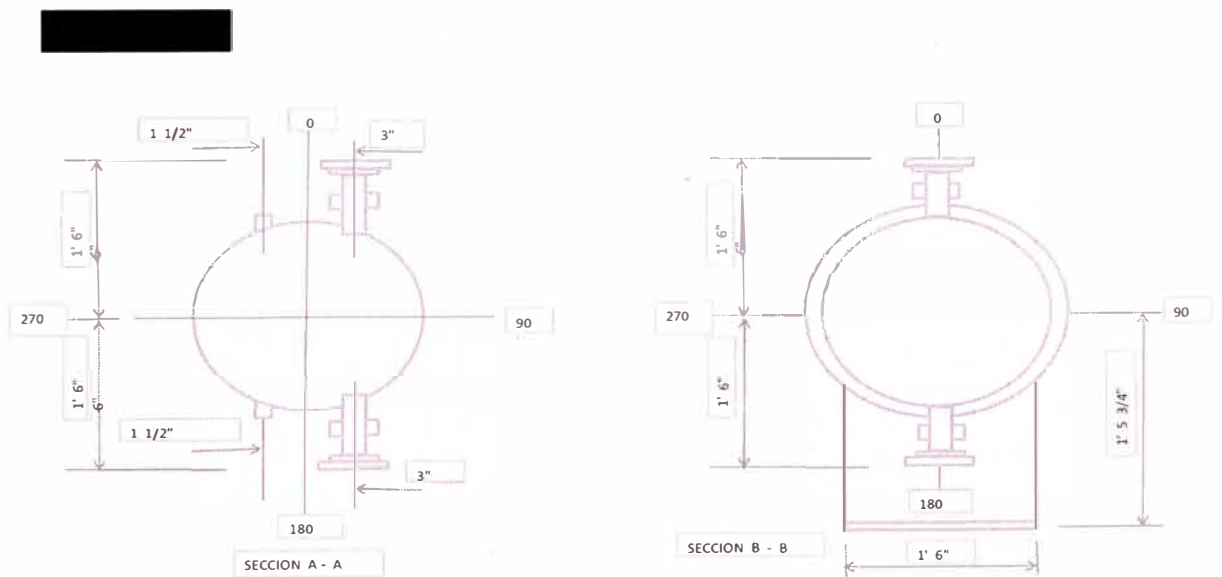
2.1.6. Intercambiador de Alimentación de Crudo / Producto Diesel E-602

El crudo liviano desalado ingresa mediante una línea de 4" Ø, al Intercambiador de Calor E-602 a una temperatura de 148° F / 134° F, para el

intercambio de calor con el Diesel producido en la destilación que llega por una línea de 2" Ø a una temperatura de 275°F.



Esquema 2.1.6 (a) Detalle de Intercambiador de Calor



Esquema 2.1.6.(b) Detalle de Sección de Intercambiador de Calor

Luego el crudo liviano sale a través de una línea de 4" Ø, hacia los Intercambiadores de Alimentación de Crudo / Diesel y Reflujo de Diesel E-603 A/B. Después del Intercambio de calor, el Diesel producido sale mediante una

línea de 2" Ø hacia el tanque T-602 para su almacenamiento y distribución a los campos del Lote 1 A/B.

2.1.7. Intercambiadores de Alimentación de Crudo / Diesel y Reflujo de Diesel E-603 A/B

El Crudo Liviano ingresa con línea de 4" Ø, al Intercambiador de calor con temperatura de 162° F / 167° F, para su intercambio de calor con el Diesel Producido que llega a una temperatura de 397° F / 420° F, y sale mediante una línea 2" Ø hacia el enfriador de alimentación de crudo / producto Diesel E-602.

El Crudo Liviano sale con una línea de 4" Ø, hacia los Intercambiadores de Alimentación de Crudo / Residual caliente E-604 A/B.

2.1.8. Intercambiadores de Alimentación de Crudo / Residual Caliente E-604 A/B

El crudo liviano ingresa por una línea de 4" Ø, al intercambiador con una temperatura de 270° F / 280° F, para su intercambio de calor con el Residual Caliente que llega con una temperatura de 594° F del Reboiler de Diesel E-605; sale con línea de 3" Ø, hacia el Intercambiador de Alimentación de Crudo con Residual frío E-601 A/B.

El Crudo Liviano sale con una línea de 4" Ø, hacia el Horno de Crudo H-601, para su vaporización.

2.1.9. Intercambiador Reboiler de Diesel / Residual Caliente E-605

El residual que sale del fondo de la Torre de Crudo ingresa al “Reboiler de Diesel” E-605, e Intercambiador Crudo / Residual caliente E-604 a las Bombas de Residual P-602 A/B, e intercambia calor con el diesel y finalmente a través del Intercambiador Crudo / Residual frío E-601 hacia su almacenamiento en el tanque T-603B.

El Diesel líquido que sale de la bandeja o plato N° 8 de la torre de destilación primaria de crudo C-601, ingresa al Stripper de Diesel C-602 mediante una línea de 6” Ø; por el fondo del Stripper se extrae el Diesel el cual es bombeado por la unidad P-603 A/B, la cual hace circular el diesel por el Reboiler, este se calienta con la corriente de Crudo residual de la torre y retorna al Stripper.



Foto 2.1.9 Vista de Tren de Intercambiadores

2.1.10. Horno de Calentamiento de Crudo H-601

El crudo liviano precalentado que viene de los Intercambiadores de Alimentación de Crudo / Residual caliente E-604 A/B, ingresa al Horno H-601 para vaporizar las fracciones livianas (nafta y diesel).

El horno de crudo está compuesto por dos zonas, una de ellas denominada zona radiante y la otra denominada zona convectiva; el crudo proveniente del intercambiador E-604 A/B ingresa para su intercambio calórico por la parte superior del horno (zona convectiva) para luego salir de esta e ingresar a la zona radiante, la cual cuenta con dos circuitos y un "Cross over" de paso, en esta zona se produce la mayor ganancia de calor por el efecto radiante de los seis quemadores a gas.

La mezcla de crudo líquido / vapor sale del Horno a una temperatura de 650°F y fluye hacia la Torre de Destilación Primaria de Crudo C-601, mediante una línea de 8" Ø.

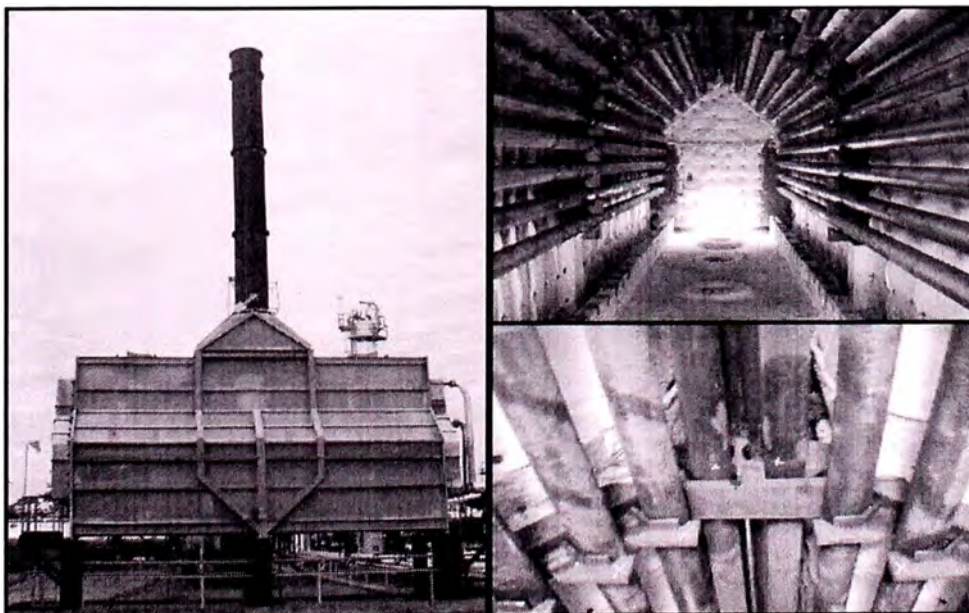


Foto 2.1.10 Vista Externa e Interna de Horno de Calentamiento de Crudo

2.1.11. Torre de Destilación Primaria C-601

La torre de Destilación Primaria es un recipiente vertical que tiene 60 pulgadas de diámetro interior y 47 pies de altura con 16 bandejas o platos.

El crudo en estado de mezcla líquido / vapor que sale del Horno, ingresa a la Torre de Destilación Primaria de Crudo C-601 en la zona baja denominada zona Flash mediante una línea de 8" Ø, con una temperatura de 650°F, debajo del plato N° 1.

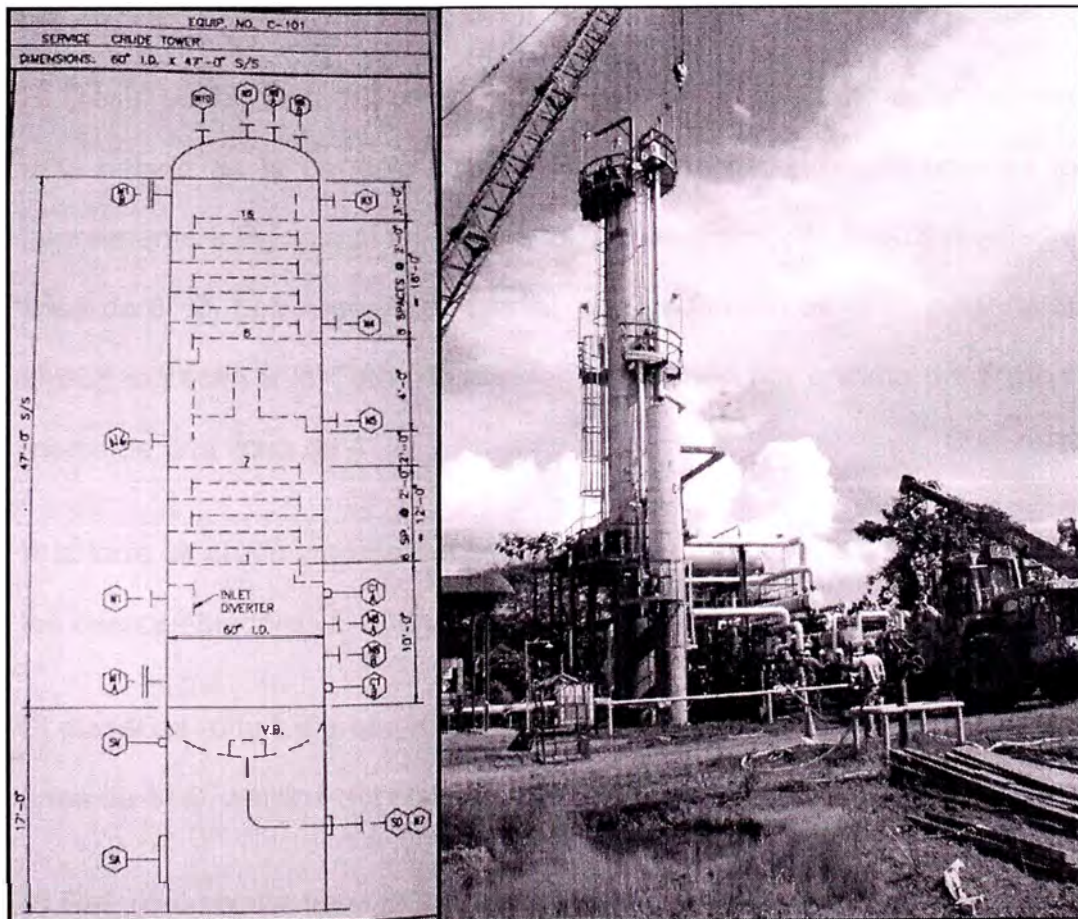


Foto 2.1.11 Vista Panorámica de la Torre de Destilación y Esquema Interno

Los hidrocarburos vaporizados ascienden por la torre a través de las bandejas de fraccionamiento y se van condensando al contacto con el

reflujo de nafta en forma de líquido que ingresa por la parte superior de la torre, encima del plato N° 16.

El "rate" de enfriamiento está controlado por la cantidad o caudal de nafta de reflujo frío que ingresa por la bandeja tope de la Torre de Destilación Primaria de crudo.

Los vapores que fluyen hacia arriba de la torre, constituidos principalmente por vapores de nafta y vapores de agua, mediante una línea de 10" Ø y se envían hacia el Aeroenfriador de sobre cabeza de Nafta AC-601.

El Diesel se forma como un líquido en la bandeja en forma de chimenea que está debajo de la bandeja o plato N° 8 de la torre. Desde aquí se extrae lateralmente e ingresa al tope de la torre Diesel Stripper C-602, mediante una línea de 6" Ø. Los vapores de Diesel, que se forman en el Stripper de Diesel C-602 regresan a la Torre de Crudo, ingresando por encima del Plato N° 8, mediante una línea de 4" Ø.

A la torre de crudo ingresa también parte del Diesel producido previo paso por los Intercambiadores E-602 y E-603 A/B.

El diesel de reflujo ingresa a la torre a una temperatura de 200° F / 207° F por línea de 3" Ø, encima del plato N° 7.

El Reflujo de Nafta tiene la función de controla la temperatura en el tope de la torre, ingresa a una temperatura de 120° F.

El producto de fondo de la torre es el residuo que no vaporizó en el horno y se denomina residual.

El residual fluye desde el fondo de la Torre de Crudo a través del “Reboiler de Diesel” E-605, Intercambiador Crudo / Residual caliente E-604 a las Bombas de Residual P-602 A/B, y finalmente a través del Intercambiador Crudo / Residual frío E-601 hacia su almacenamiento en el tanque T-603B.

El Gas Relief sale del Tope de la Torre de Crudo, mediante una línea de 8" Ø, y fluye hacia el flare.

2.1.12. Línea de Tope de 10"Ø

Los vapores que fluyen hacia arriba de la torre, constituidos principalmente por vapores de nafta y vapores de agua, sale por encima del Plato N° 16 por el tope de la Torre de Destilación Primaria de Crudo mediante una línea de 10" Ø y se envían hacia el Aeroenfriador de sobre cabeza de Nafta AC-601 (Condensador de Tope de Nafta), donde son condensados y el líquido formado ingresa al acumulador de Nafta V-601.

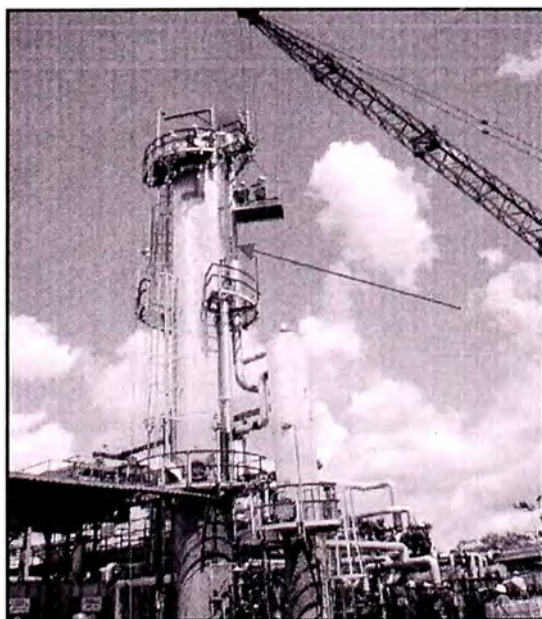
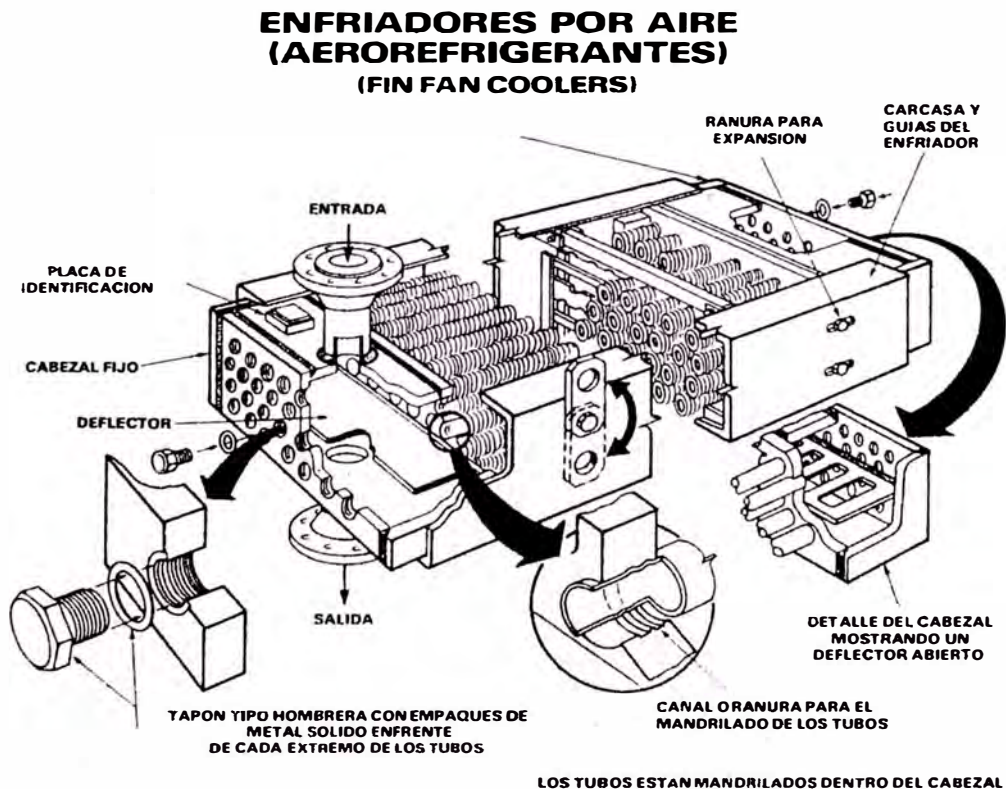


Foto 2.1.12 Vista Panorámica de Línea de Tope

2.1.13. Aeroenfriadores de Nafta y Diesel AC-601 y AC-602

En este Aeroenfriador AC-601, los vapores de Nafta y los vapores de agua son enfriados y condensados a 120° F, para ello se cuenta con tubos aletados de superficie extendida para la mejora de la transferencia de calor. Por el interior de los tubos circula los vapores de nafta y vapor de agua y por el exterior de los tubos aletados circula aire del medio ambiente, impulsados por dos ventiladores industriales.

El Aeroenfriador AC-602, de Diesel enfría el producto proveniente de la destilación y de los intercambiadores para ser enfriado y almacenado finalmente en los tanques de Diesel.



Esquema 2.1.13 Aeroenfriador de Tope

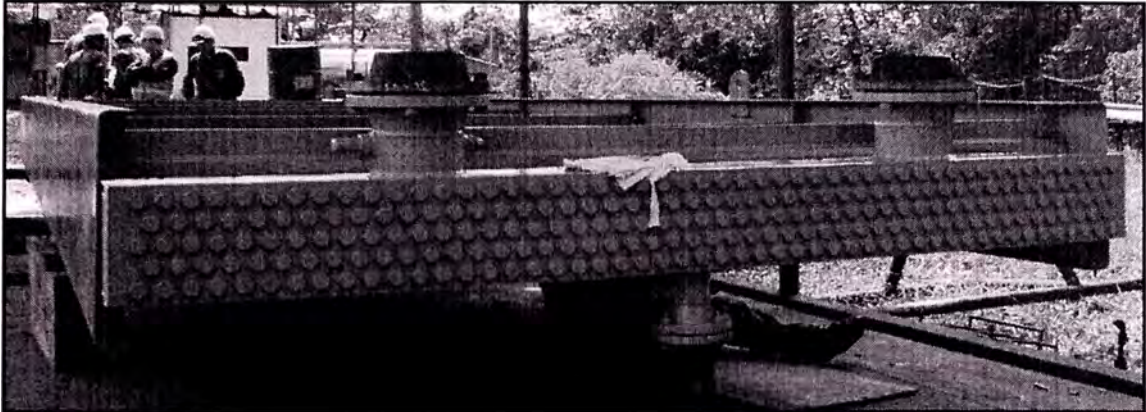


Foto 2.1.13 Vista de Aeroenfriador de Tope AC-601

2.1.14. Acumulador de Nafta V-601

Los condensados provenientes del Aeroenfriador AC-601, constituidos principalmente por Nafta y agua, son derivados hacia el acumulador de sobre cabeza de Nafta V-601, a través de una línea de 4" Ø.

En el acumulador V-601, almacena la nafta y el agua condensada, por diferencia de densidades el agua ocupa la parte inferior del recipiente y la nafta se ubica por encima del nivel de agua.



Foto 2.1.14 Vista Externa de Acumulador de Nafta V-601

El acumulador posee una bota adjunta donde, por la diferencia de densidades de los productos, el agua acumula en la bota.

El agua es vertida a un proceso de drenado por medio de un control de nivel de interfase en la bota. La Nafta a 120° F se bombea de regreso al tope de la torre de destilación primaria de crudo por las Bombas de reflujo P-604 A/B, encima del plato N° 16. El rate de flujo de diseño es 90 gpm; la Nafta acumulada es controlada por nivel desde la descarga del bombeo de reflujo y el exceso fluye para ser mezclado con el producto residual que va hacia el tanque T-603B. Una pequeña cantidad de vapor producido por el Acumulador de Nafta se envía al “Flare” y se controla por la presión de vapor de nafta producida en la cabeza de la torre de crudo.

2.1.15. Stripper de Diesel C-602

El “Stripper de Diesel” es un recipiente vertical que tiene 36 pulgadas de diámetro interior y 18 pies de altura con 6 bandejas o platos.

El Diesel líquido que sale de la bandeja o plato N° 8 de la torre de destilación primaria de crudo C-601, ingresa al Stripper de Diesel C-602 mediante una línea de 6” Ø, encima del plato N° 6.

Por la cabeza del Stripper, parte del Diesel regresa en forma de vapor hacia la Torre de destilación primaria de Crudo, e ingresa sobre el plato N° 8 mediante una línea de 4” Ø.

Al Stripper de Diesel C-602 se le agrega calor a través del Reboiler de Diesel E-605; el Diesel es bombeado del fondo del Stripper por las bombas de Diesel P-603 A/B; una parte fluye a través del “Reboiler de Diesel”, donde es

calentado por el residual que sale del fondo de la torre de destilación primaria de crudo C-601y regresa al fondo del Stripper debajo del plato N° 1.

El punto final del diesel se controla por el “rate” de reflujo de diesel y el “flash point” se controla por el recalentamiento del Diesel y la acción “stripping” (despojar) del “Stripper de Diesel”.

El producto diesel es controlado por nivel desde el “Stripper de Diesel” a través de las bombas de Diesel P-603 A/B, Intercambiador de Crudo/Diesel + Diesel reflujo E-603 A/B, Intercambiador Crudo/Diesel E-602 y Enfriador Diesel AC-602 (“Aeroenfriador de Diesel”).

Saliendo del Intercambiador E-603 A/B, una porción de diesel retorna a la bandeja o plato N° 7 de la Torre de Crudo como un reflujo de fondo con un controlador de flujo.

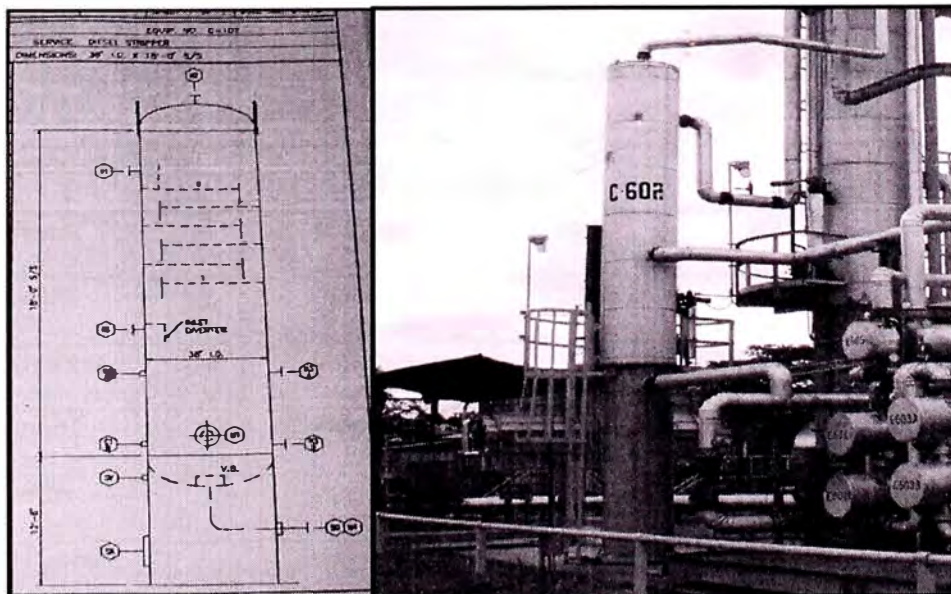


Foto 2.1.15 Stripper de Diesel C-602 y Esquema Interno

El “rate” de diseño de reflujo es 29 gpm; el diesel frío se envía al tanque de almacenamiento de Diesel T-602, desde donde se distribuye a los campos de producción.

2.1.16. Bombeo a los Campos de Producción

El Diesel producido en la unidad de destilación Primaria y almacenando en tanques, y es bombeado a los campos de producción; esta labor se realiza en forma automáticas y/o en forma manual. El control automático lo realizan controladores Foxboro 761 en la sala de control de la Unidad Topping Plant.

Tabla 2.1.16 de los regímenes de bombeo y distribución en las diversas unidades de producción y consumos.

Estación	Forma de Bombeo	Presión (PSI)	Caudal BPD	Caudal BPH
Capahuari Sur	Automático	375	3600	150
Capahuari Norte	Manual	400	2040	85
Dorissa	Automático	390	3000	125
Forestal	Automático	330	4440	185
Gathering	Automático	370	3552	148
Huayurí	Automático	350	4032	168
Jibarito	Manual	400	1440	60
Shiviyacu	Manual	225	4752	198
San Jacinto	Manual	400	1800	75
Teniente López	Manual	400	1176	49

Las presiones de bombeo son valores promedio y al campamento Teniente López y a San Jacinto solo se bombea producto de día.

2.1.17. Sistema de Agua de Contra Incendios

2.1.17.1. Tanque de Almacenamiento de Agua

La planta de la Unidad Topping Plant cuenta con un tanque de agua de Servicio de Contra incendio T-604, con una capacidad de almacenamiento de 2,000 Barriles, el tanques es fabricado de planchas de acero galvanizado y empernado, el mismo abastece a las bombas y sistema contra incendio.

2.1.17.2. Bombas de Contra Incendio

El sistema de protección contra incendios de la planta consta de una motobomba de agua contra incendios de carcasa partida de hierro Modular marca Worthington 4"x8" acoplada por un motor diesel CAT 3406, además cuenta con una electro bomba de presurización Jockey 2"x2" marca Dean; cada bomba posee paneles de control contiguos.

La bomba de presurización está diseñada para mantener la presión de agua del manifold de descarga en 125 psi cuando el agua se usa para servicio de limpieza u otros.

Si dicha presión cae por debajo de 125 psi, la bomba de contra incendio automáticamente arranca y permanece en operación por 30 minutos después de haber alcanzado los 125 psi.

El control se hace desde el panel de control de la bomba. La protección por bajo nivel en la succión se hace gracias a la recirculación hacia el tanque de agua.

2.1.17.3. Red de Agua de Contra Incendios

Se encuentra conformada por una tubería enterrada por tramos, dispuesta en forma de anillo cerrado (loop) con diámetros que varían de 6" a 8". Existen 5 válvulas para sectorizar la red hidráulica. Están ubicadas dentro de cajas metálicas. Tienen como función aislar por tramos la red en caso de ser necesario.

2.1.17.4. Instalaciones Eléctricas

La alimentación eléctrica de las instalaciones de la planta, inicialmente provenía de dos generadores instalados en la misma locación de Shiviyaçu.

Actualmente proviene de la central eléctrica de Shiviyaçu, desde donde llega a través de cable tripolar armado, directamente enterrado, en un nivel de tensión de 3.6 KV. El cable llega a un transformador de 750 KVA de instalación exterior en superficie.

El transformador baja a un nivel de tensión de 480 VAC y alimenta un centro de potencia PC-601 (el cual antiguamente funcionaba también como tablero de sincronismo de los generadores) desde donde se distribuye la energía eléctrica al Centro de Control de Motores MCC-601, instalado en la sala de control.

Desde el MCC-601 se alimenta a los equipos de potencia en 480 VAC y los servicios auxiliares en 208 y 110 VAC, para lo cual se cuenta con un transformador (XFMR-602) de 480/208-120 VAC de 45 KVA instalado en el interior de la sala de control.

La distribución hacia los equipos en la planta y en el parque de tanques, se hace mediante cables tendidos en tubería conduit y son instalaciones a prueba de explosión, Clase I, División 1.

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS POR SU NATURALEZA DE OPERACIÓN.

Los equipos se clasifican por la naturaleza de operación, dentro de este rango podemos mencionar lo siguiente:

2.2.1. Equipos Estáticos

- Recipientes a presión.
- Columnas.
- Tratadores Térmico.
- Hornos de proceso.
- Líneas y Conexiones.
- Equipo Misceláneos.
- Tanques de almacenamiento.

2.2.2. Equipos Rotativos

- Bombas Centrifugas.
- Bombas Dosificadoras.
- Ventiladores Industriales.

- Bombas Rotativas.
- Mezcladores de tanques.
- Equipos Misceláneos.

2.2.3. Equipo Eléctrico

- Transformadores de Tensión.
- Arrancadores Eléctricos
- Centro de Control de Motores
- Motores Eléctricos de Jaula de ardilla
- Grupo Electrógenos Emergencia.
- Iluminación
- Sistema de Puesta a Tierra.
- Sistema de Pararrayos.

2.2.4. Instrumentación

- Válvulas de Control.
- Termómetro y manómetros.
- Válvulas reguladoras.
- Controladores.
- Válvulas de Seguridad.
- Registradores.
- Lazos de Control.
- Termocuplas.

2.3. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DE EQUIPOS EN OPERACIÓN NORMAL.

Los equipos que componen la operación normal de la planta son todos aquellos que intervienen en el proceso operativo, dentro de los cuales podemos indicar que se encuentran comprendidos, el Horno de Calentamiento de Crudo, Columna de Destilación Primaria, Stripper de Diesel, Tren de Intercambiadores de Calor, Válvulas de Seguridad, líneas de proceso, Tratador Térmico, Desaladora de Crudo, Tren de Intercambiador de Calor de Desaladora, Acumulador de Nafta, Acumulador de Gases, Aeroenfriador de Nafta y Diesel, Bombas de Proceso para carga a la Unidad y Bombas de Proceso para transferencia y recirculación de productos, Instrumentación asociada de los lazos de control, equipo eléctrico que alimenta a los sistemas motrices, etc.

Sin embargo los siguientes equipos son considerados no críticos dentro de la operación: Desaladora de Crudo, Tren de Intercambiador de Calor de Desaladora, Tratador Térmico, Bombas de Desalado; sin bien es cierto estos proporcionan mejores condiciones de operación, pueden ser prescindibles por periodos o lapso cortos de tiempo, es decir de 5 a 7 días, los mismos que son aprovechados para realizar su mantenimiento programado; además sus sistemas de interconexión en el proceso cuentan con líneas de by-pass, que permiten ponerlos fuera de servicio en operación.

Caso especial merece indicar, que el parque de bombas de proceso cuentan con equipos en relevo o Stand-by, lo que permita realizar sus mantenimientos correctivos y preventivo, sin alterar el proceso operativo; asimismo la instrumentación de proceso de los lazos de control, se realiza el mantenimiento y calibración de sus componentes, ya que estos son susceptibles de colocar los lazos de control del proceso en operación manual, por periodos de tiempo

relativamente cortos, de 1 a 2 días, lográndose completar los programas de mantenimiento correctivo y preventivo, sin ninguna dificultad.

2.4. ANÁLISIS DE OPERACIONES DE EQUIPOS ESTÁTICOS EN PARADA DE PLANTA.

Los equipos estáticos que no se encuentran comprendidos como no críticos, son equipos que por su naturaleza no cuentan con líneas de by-pass; además son considerados críticos porque su ausencia operacional interrumpe el proceso de producción de los destilados medios; la falla de cualquiera de ellos o sus sub-componentes provoca una parada general de la unidad.

Dentro de ello tenemos los siguientes equipos: el Horno de Calentamiento de Crudo, Columna de Destilación Primaria, Stripper de Diesel, Tren de Intercambiadores de Calor, Acumulador de Nafta, Acumulador de Gases, Aeroenfriador de Nafta y Diesel, Válvulas de Seguridad, líneas de proceso.

Como consecuencia de ello nace el Planeamiento y Programación de las actividades a requerirse en cada uno de los equipos, ya que su naturaleza y sus características son diferentes, por tanto se requiere individualizar su mantenimiento y determinar la envergadura del evento, de modo que se prevea todo lo necesario para que durante la parada de la unidad de destilación primaria se disponga de los combustibles para sostener las operaciones del campo de producción.

Además cada equipo operara en condiciones de severidad diferentes, se requiere que se conozca y revise antes de realizar el listado de actividades, haciendo hincapié en las necesidades de mantenimiento, revisar los reporte de mantenimiento pasados, experiencias y otros aspectos relativos para elevar su

confiabilidad, empleando métodos de limpieza modernos y desechando aquellos de naturaleza manual.

2.5. Mantenimiento Típico aplicado a las Instalaciones.

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento en la instalación, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

2.5.1. Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería a la maquinaria o equipo, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema.

En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento correctivo será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

Este mantenimiento correctivo trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.

- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

2.5.2. Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento preventivo también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error o falla en el sistema.

Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos e información recomendada.

Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios disponibles.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva de la empresa.

2.5.3. Mantenimiento Predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.

El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo.

Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción.

La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado.

Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones).

- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos).
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros).
- Termo visión (detección de condiciones a través del calor desplegado).
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

2.5.4. Mantenimiento Proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar consientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

2.6. POLITICAS DE MANTENIMIENTO DESARROLLADAS

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un Plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programada en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocido.

A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas deterioradas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.

- Planos, diagramas, información técnica de equipos.
- Plan de seguridad frente a imprevistos.

Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento.
- El resultado de la evaluación de dichos equipos.
- Tiempo real que duro la labor.
- Personal que estuvo a cargo.
- Inventario de piezas y repuestos utilizados.
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento.
- Conclusiones y Recomendaciones.

En una empresa existen áreas, una de las cuales se encarga de llevar a cabo las operaciones de planeamiento y realización del mantenimiento, esta área es denominada comúnmente como departamento de mantenimiento, y tiene como deber principal instalar, supervisar, mantener, y cuidar las instalaciones y equipos que conforman la instalación.

El departamento de mantenimiento a su vez divide sus responsabilidades en varias secciones, así tenemos por ejemplo:

- Sección Mecánica: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar las maquinarias y equipos mecánicos.
- Sección Eléctrica: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar los mandos eléctricos, generadores, subestaciones, y demás dispositivos de potencia.

- Sección Electrónica: conformada por aquellos encargados del mantenimiento de los diversos dispositivos electrónicos y de Instrumentación.
- Sección Informática: tienen a su cargo el mantener en un normal desarrollo las aplicaciones de software.
- Sección Civil: conformada por aquellos encargados del mantenimiento de las construcciones, edificaciones y obras civiles necesarias para albergar a los equipos.

CAPITULO III

3. DESARROLLO DEL PLANEAMIENTO Y PROGRAMACION

La duración total del evento donde se incluyen las actividades de mantenimiento e inspección de los equipos, para la Unidad de Destilación Primaria de Shiviyaçu se desarrollara en 10 días calendarios, los que incluyen las labores propias de maniobras de Parada y Arranque de las Unidades.

En este trabajo la Ruta Crítica está definida por las actividades de la limpieza de los trenes de intercambiadores, con un total de 10 días calendarios, ya que el grado de ensuciamiento presentado en las tres últimas intervenciones, muestran taponamientos de los tubos por la parte interna, que requieren de una labor muy ardua y prolongada, sin embargo la intervención de la reparación de la Columna de Destilación C-601, puede presentar también la segunda Ruta Crítica.

Para el desarrollo de la programación se ha tomado en cuenta las técnicas de PERT y CPM, aplicadas al proyecto. Se han tomado los conceptos básicos del sistema PERT (Project Evaluation and Review Technique) y también complementada por la técnica CPM (Critical Path Method), como instrumento de planificación, comunicación, control e información del proyecto, esta última es una técnica que es muy similar al PERT en muchos aspectos.

La diferencia fundamental de estos dos sistemas consiste en que, el PERT estima duración de cada tarea u operación de los proyectos basándose simplemente en un nivel de costo, mientras que el CPM relaciona duración y costo, de lo cual se deriva una diversidad de duraciones para cada tarea u operación, y la elección de una duración adecuada o racional se hará de modo que el costo total del proyecto sea mínimo.

Las aplicaciones de PERT se concentran en aquellas tareas en qué hay incertidumbre en cuanto a los tiempos de determinación, sin embargo con el CPM se supone y entiende que las experiencias pasadas de los mantenimiento e intervenciones, nos liberan de esta incertidumbre de tiempos, pero si existen costos, ya que lo importante es el costo total mínimo y sobre estos se fijan en los tiempos de los trabajos.

En el caso del uso de PERT es más indicado para los proyectos de investigación, en los cuales existe el problema de la estimación de los tiempos de trabajo y por otro lado tampoco hay antecedentes para calcular los costos por unidad de tiempo.

En cambio el CPM es aplicable a las construcciones en general, en las cuales sea fácil estimar los tiempos y costos, y lo que interesa es saber cuál es la combinación de costo-duración de cada tarea para que se pueda lograr el costo total mínimo del proyecto.

En muchos casos, en los proyectos que no se pueden decir la fecha exacta de la terminación de un trabajo o actividad, pero si se nos puede decir el tiempo más probable en que la actividad se puede terminar en experiencias anteriores y además existe el llamado juicio de experto para estimar de recursos disponibles;

sin embargo, siempre hay imprevistos que pueden adelantar o retrasar la fecha de terminación. El sistema PERT ha tenido gran éxito por su forma de calcular la duración de una actividad, este sistema consiste en preguntar al responsable del trabajo por tres fechas de duración de la actividad: la fecha más probable, la fecha más pesimista y la fecha más optimista.

La fecha más probable (m), es el tiempo normal en que la actividad puede llevarse a cabo, y cuyo resultado se obtiene frecuentemente, repitiendo la actividad muchas veces bajo las mismas condiciones.

La fecha más pesimista (b), es el tiempo máximo en que la actividad puede tener lugar y cuyo resultado ocurre solamente en el caso de: averías de maquinas, falta de fluido eléctrico, enfermedades del personal, retraso en la entrega de suministros, etc.; sin embargo no se debe estimar en el tiempo pesimista incluyendo todos los contratiempos extremistas, pues en la vida normal no suelen suceder tales caso en forma simultánea.

La fecha más optimista (a) es el tiempo mínimo que se requiere para la terminación de la actividad si todos los factores del trabajo marchan sin contratiempo; la probabilidad de que se cumpla la fecha optimista es del orden del 1%.

Una vez obtenidas las tres estimaciones de tiempo, se calcula la estimación media del tiempo de duración mediante:

$$De = (a + 4 m + b) / 6$$

Si la estimación del tiempo de duración es única (caso determinístico) quiere decir que se terminará la actividad en la fecha fijada con certeza; esto sucede cuando se considera que la probabilidad de éxito es el 100%.

Para alcanzar un trabajo de Planeamiento y Programación exitoso de cualquier proyecto a llevar a cabo se requiere conocer la siguiente información relevante:

- Recomendaciones de inspección.
- Misceláneos o actividades complementarias.
- Proyectos diseñados y emitidos por el área de ingeniería.
- Estándares de Planeamiento.

Para los casos que se presente una Parada de Emergencia, la elaboración del Planeamiento y Programación se limitará a la confección de un cronograma de actividades o diagrama de barras del evento, que permitirá conocer los lineamientos generales de los trabajos a desarrollar y el tiempo que se requerirá para su ejecución, esto es dado por la coyuntura de disponer los equipos lo antes posible.

3.1. PLANEAMIENTO PROGRAMADO DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO.

3.1.1. Definición de las Etapas del Planeamiento y Evaluación de Equipos.

Para la definición de las etapas del Planeamiento y Evaluación de Equipos, se requiere disponer de la siguiente información:

- Recomendaciones de inspección, que nos permita programar las actividades de acuerdo al estado real, limitaciones y necesidades del equipo o equipos.

- Misceláneos o actividades complementarias, aquellas actividades que no han sido contempladas en las recomendaciones, generalmente son requerimientos del personal operador.
- Proyectos diseñados y emitidos por el área de ingeniería que requiere su ejecución aprovechando la coyuntura del evento.
- Estándares de Planeamiento, conformado por archivos y documentación física o en medio electrónico, información de los Data Sheet de los equipos, Planos de construcción, Información técnica del fabricante, catálogos; documentación que permite la elaboración de los programas de actividades y establecer los recursos de materiales, equipos y herramientas requeridas.

En la diversidad de actividades de un evento como es el caso de una Prada de Planta, es muy importante la determinación del tipo de actividad a desarrollar, dependiendo de su prioridad e importancia estas se clasifican en:

- Actividades Preliminares o Previas.
- Actividades Centrales y/o Principales.

Las Actividades Preliminares o previas, por su naturaleza y magnitud, algunos de ellos requieren ser programados y ejecutados con suficiente anticipación a la intervención del equipo, pudiendo ser desarrollado con la participación del personal propio, y/o servicios comprado o de terceros, como mano de obra o trabajos especializado, dentro o fuera de las instalaciones, con el objeto de tener listos los prefabricados e instalaciones antes de la fecha de iniciación de los trabajos o evento.

Las Actividades Centrales y/o Principales, generalmente están comprendidas en la ruta crítica o actividad paralela del programa; estos se inician cuando el equipo o unidad operativamente deja de funcionar y es entregado por la dependencia del área operativa a el área de mantenimiento, para su respectiva limpieza, inspección mantenimiento o reparación, dependiendo del estado mecánico que se encuentre los equipos.

Las Actividades Centrales y/o Principales, merecen una atención y dedicación especial pues en el desarrollo de estos se reflejará la naturaleza, magnitud y duración del evento.

3.1.2. Programación de los Trabajos de Inspección y Mantenimiento.

La Programación de trabajos de Inspección y Mantenimiento se encuentra, desarrollados por el Listado de Actividades por equipos, estas actividades se han desarrollado tomando en cuenta la información disponible; en el Apéndice N° 1, se presentan el Listado de Actividades para los siguientes equipos:

- Horno de Crudo H-601.
- Columna de Destilación C-601.
- Stripper de Diesel C-602.
- Acumulador de Nafta V-601.
- Acumulador de Gases V-602.
- Aeroenfriador de Nafta AC-601.
- Aeroenfriador de Diesel AC-602.
- Intercambiador de Calor E-601 A/B.
- Intercambiador de Calor E-602.
- Intercambiador de Calor E-603 A/B.

- Intercambiador de Calor E-604 A/B.
- Intercambiador de Calor E-605.
- Válvulas de Seguridad PSV-4 A/B, PSV-1 A/B.
- Línea de Tope de 10"Φ.

3.1.3. Determinación de los Requerimientos y Provisiones.

La determinación de los Requerimientos y Provisiones para los trabajos de Inspección y Mantenimiento se encuentra desarrollado por los Procedimientos de Mantenimiento por equipos, estos requerimientos tiene como partida de inicio las actividades a desarrollar y contemplan las necesidades de materiales, equipos/facilidades y herramientas, los mismos que se desarrollan tomando en cuenta la información disponible por equipos; las recomendaciones de trabajos para implementar en Parada de Planta y necesidades operativas a solicitud del área de operaciones; se han tomado en cuenta los siguientes equipos: Horno de Crudo H-601, Columna de Destilación C-601, Stripper de Diesel C-602, Acumulador de Nafta V-601, Acumulador de Gases V-602, Aeroenfriador de Nafta AC-601, Aeroenfriador de Diesel AC-602, Intercambiador de Calor E-601 A/B, Intercambiador de Calor E-602, Intercambiador de Calor E-603 A/B, Intercambiador de Calor E-604 A/B, Intercambiador de Calor E-605, Válvulas de Seguridad PSV-4 A/B, PSV-1 A/B y Línea de Tope de 10"Φ.

La información desarrollada en estos Procedimientos de Mantenimiento, sirve como base para la determinación de los costos de los materiales y suministros, que se verá más adelante en el Capítulo IV, Presupuesto de Parada.

3.2. INSPECCION Y CORRECCION DE LOS EQUIPOS MECANICOS.

La corrosión siempre ha sido un problema de consideración en la industria de la refinación del petróleo. Los problemas de corrosión se han hecho más numerosos y complejos debido a que la industria ha crecido y se han adoptado procesos modernos, algunos de los cuales emplean productos químicos corrosivos.

Una buena inspección a las unidades por parte de los involucrados puede hacer mucho a controlar el costo de la corrosión, detectando el deterioro antes de que resulte en pérdida de producción o en daño apreciable al equipo. Es de primordial importancia que la inspección sea completa y que comprenda los mecanismos del problema; aquí discutiremos brevemente los elementos corrosivos encontrados en los procesos de refinación y su contribución al deterioro de los equipos.

Los problemas de corrosión en las operaciones de refinación se pueden dividir en tres grandes grupos principales, como son:

- Corrosión debida a los componentes en el crudo.
- Corrosión debida a los productos químicos usados en los procesos de refinación.
- Corrosión atmosférica.

3.2.1. Componentes Corrosivos del Crudo

Los problemas de corrosión atribuidos a los constituyentes del crudo generalmente son causados por uno o más de los siguientes compuestos:

- Acido Clorhídrico y Cloruros orgánicos e inorgánicos.

- Sulfuro de Hidrógeno, mercaptanos y compuestos orgánicos sulfurados.
- Dióxido de Carbono.
- Agua y Oxígeno disuelto.
- Ácidos orgánicos.
- Compuestos nitrogenados.

Durante el proceso, mientras el crudo fluye de sus tanques a través de la unidad de destilación, uno o más de estos componentes químicos causan varios tipos de corrosión en cada sección de la unidad de destilación. Debido a los cambios de temperatura, se separan los componentes o se forman nuevos, cambiando así las características del medio corrosivo.

Los equipos que se afectan y los agentes corrosivos que atacan son:

- Tanques: Sulfuro de Hidrógeno, Oxígeno disuelto y Agua.
- Tren de Intercambiadores y precalentamiento: Acido Clorhídrico y Acido Sulfhídrico.
- Horno de Precalentamiento de Crudo: Acido Sulfhídrico y compuestos sulfurados.
- Torre de Destilación de Crudo: en Zona Flash, Acido Sulfhídrico, compuestos sulfurados y Ácidos orgánicos; en zona intermedia; Acido Sulfhídrico, Ácidos Nafténicos, en Zona de Tope, Cloruros de Hidrógeno y Agua; en sistema de Tope de la Torre, Acido Clorhídrico, Acido Sulfhídrico y Agua.

Además, las sales neutralizadas, tales como cloruros de amonio y sulfuros pueden causar problemas a través de las diferentes partes del equipo.

Al salir los productos de la unidad de destilación, muchos de los componentes corrosivos contenidos en los productos pasan a otros procesos en otras unidades, tales como Craqueo Catalítico, Visbreaking, Desulfurización y Reformación. El control de la corrosión por los componentes del petróleo crudo y sus productos se efectúa mediante tratamiento químico, inhibidores, aleaciones de metales o materiales no metálicos o empleando otros métodos de control de corrosión.

3.2.1.1. Acido Clorhídrico y Cloruros Orgánicos e Inorgánicos

Todos los crudos contienen sal debido a que junto con el petróleo crudo se produce agua salada y su separación del crudo no es perfecta. Aunque es práctica generalizada determinar el contenido de cloruros en el petróleo crudo y reportar el total de cloruros como cloruro de sodio, en libras por mil barriles de crudo (PTB), se sabe que el agua salada del crudo tiene una composición similar a la del agua de mar. Un análisis típico de agua de mar se indica en la tabla 3.2.1.1.

Al ser disueltos en el agua y calentarlos, los cloruros de magnesio y calcio forman Acido Clorhídrico que es muy corrosivo. Esta reacción llamada hidrólisis, toma lugar a temperaturas entre 300° y 400° F; los Cloruros de Sodio y Potasio no se hidrolizan y consecuentemente no causan seria corrosión en las unidades de destilación primaria.

El Cloruro de Hidrogeno que en realidad es Acido Clorhídrico seco, normalmente no es corrosivo en las refinerías; la corrosión por Cloruro de

Hidrógeno llega a ser seria cuando existe presencia de agua que forma el Acido Clorhídrico.

Tabla 3.2.1.1. Análisis típico de agua de mar

Sal	% en peso
Cloruro de Sodio	68.1
Cloruro de magnesio	14.4
Sulfato de Sodio	11.4
Cloruro de calcio	3.2
Cloruro de potasio	1.9
Bicarbonato de sodio	0.6
Bromuro de potasio	0.3
Otras sales	0.1
Total	100%

Rara vez a ocurrido corrosión por Cloruro de Hidrógeno en los intercambiadores de calor de las unidades de destilación de crudo. La corrosión de los aceros al carbono en los intercambiadores de precalentamiento es insignificante pudiendo llegar hasta 60 milésimas de pulgada por año (mpy).

La velocidad de corrosión depende del petróleo crudo y de la presencia de otros agentes corrosivos; esta velocidad aumenta cuando se incrementa la temperatura o el contenido de sal y agua líquida. La mayoría de las veces, la corrosión en el intercambiador de precalentamiento es causada por la acción del Acido Sulfhídrico a alta temperatura.

En la evolución del Cloruro de Hidrógeno ocurre principalmente en los hornos. En estos equipos no ocurre corrosión por Acido Clorhídrico porque no existe agua líquida. En el Cloruro de Hidrógeno formado es llevado a través del equipo de procesamiento y poco o ningún tipo de corrosión ocurre hasta que la temperatura se acerca al punto de rocío.

En la mayoría de los principales procesos de destilación, se utiliza un despojador de vapor para ayudar a la destilación. Este vapor al condensarse en presencia de Cloruro de Hidrógeno gaseoso, produce Acido Clorhídrico.

En muchos de estos procesos la temperatura del tope de la torre de destilación está por encima del punto de rocío de agua, pero la temperatura del casco metálico, tubería o termocuplas, pueden estar por debajo del punto de rocío. En los intercambiadores del sistema de tope de la unidad de destilación ocurre condensación de agua y se presenta ataque corrosivo por Acido Clorhídrico en estos equipos, en las tuberías y en los tanques acumulador de gasolina y/o nafta donde se separa el agua.

Los promedios de corrosión en los equipos de tope varían considerablemente, dependiendo del tipo de crudo procesado, contenido de sal, contenido de azufre, evolución de Acido Sulfhídrico y pH de la corriente de tope. Se han detectado velocidades de corrosión de hasta 1 pulgadas por año, en cupones de acero insertado en la tubería del sistema de tope, no habiéndose inyectado inhibidores de corrosión a la corriente.

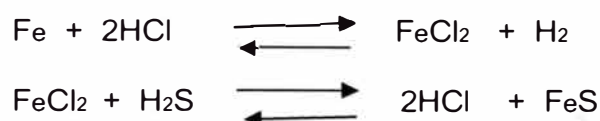
Si la cantidad de Cloruro de Hidrógeno en el tope es alto, se requiere controlar el pH por adición de amoníaco para neutralizar el Acido Clorhídrico (HCl) antes que se alcance el punto de rocío del agua. Si ese control resulta

insuficiente, se debe adicionar inhibidores de corrosión. Se debe mantener un control de pH en un promedio de 5 a 8. Generalmente el pH máximo debe ser 6.5 para minimizar la formación de Cloruro de Amonio (NH_4Cl) que se deposita en las tuberías causando corrosión debajo de los depósitos. Con un control apropiado del pH la velocidad de corrosión debe ser muy baja.

En el acumulador de gasolina y/o nafta se elimina la mayoría del Acido Clorhídrico y las sales neutralizadas en la purga de agua. Como la separación de agua no es 100% eficiente, algo del agua acida regresa a la torre de destilación con el reflujo de gasolina y/o nafta causando corrosión en la bombas de reflujo y tuberías. Esta velocidad de corrosión es baja comparada con la que ocurre en el sistema de tope, ya que el agua corrosiva solamente está presente como humedad, en la medida que permita su solubilidad en la gasolina y/o nafta y el fenómeno de arrastre.

Sin embargo, como el reflujo no alcanza inmediatamente la temperatura de tope de la torre, algo del agua que lleva permanece en estado líquido en varios de los platos del tope de la torre, absorbiendo cloruros de hidrógeno gaseoso y formando acido clorhídrico corrosivo. Por esta razón los platos del tope y las bombas de la torre que están en contacto con agua líquida sufren corrosión; los lugares más susceptibles son las bajantes de los platos, las válvulas y las zonas que están en contacto con el casco de la torre. Las partes de la torre que están en las zonas de vapor de agua casi no sufren corrosión a no ser que la temperatura baje hasta el punto de rocío del agua, como por ejemplo donde están las válvulas de seguridad.

La corrosividad del ácido clorhídrico en el proceso de destilación es mucho más severa si el crudo tiene ácido sulfhídrico (cloruros ácidos). En presencia de ácido sulfhídrico la corrosión del hierro por ácido clorhídrico se convierte en un proceso cíclico que se repite indefinidamente resultando en un ataque muy intenso.



El ácido clorhídrico ataca el hierro formando cloruro ferroso; el cual al reaccionar con el ácido sulfhídrico regenera el ácido clorhídrico. El método más usual para reducir la corrosión por ácido clorhídrico es la eliminación del agua salada que viene con el crudo; normalmente en las refinerías se usan desaladoras electrostáticas con este fin. Aunque las desaladoras pueden reducir el contenido de sal hasta el rango de 1 a 10 libras de sal por mil barriles de crudo (PTB), aun la corrosión por ácido clorhídrico puede ser apreciable. Aunque la reacción del ácido clorhídrico con el hierro no se completa al 100%, la corrosión se reduce por el proceso de desalado de crudo mas no totalmente eliminada.

También se controla la corrosión por ácido clorhídrico usando agentes químicos alcalinos, tales como hidróxido de sodio, carbonato de sodio, hidróxido de calcio y amoníaco seco o en solución acuosa. Los métodos más usados es la inyección de amoníaco o aminas neutralizantes en el tope de la columna en un punto en el que haya ocurrido condensación del agua. En menor escala se usa la inyección de óxido de sodio o carbonato de sodio al crudo antes de las bombas de carga. En algunos casos se ha utilizado los

2 métodos simultáneamente. Debe tenerse especial cuidado al agregar soluciones alcalinas al crudo, ya que puede producirse corrosión por esfuerzo en los puntos de más alta temperatura.

El amoníaco neutraliza el ácido clorhídrico, en el tope de la columna; acercando su pH a 7. La corrosión del hierro o acero al carbono por ácido clorhídrico es insignificante para pH mayores de 5. La utilización del amoníaco para neutralizar el ácido clorhídrico, ocasiona depósitos de cloruro de amonio si no hay suficiente agua líquida presente para liberarlos; por esta razón se agrega una cierta cantidad de agua fresca en la línea de tope después de la inyección de amoníaco.

3.2.1.2. Acido Sulfhídrico, Mercaptanos y Compuestos Orgánicos Sulfurados

Algunas veces existe ácido sulfhídrico en el crudo; además se forma por descomposición térmica de los compuestos orgánicos sulfurados durante el proceso de refinación. En general la corrosión aumenta proporcionalmente con el contenido total de azufre en el crudo.

3.2.1.2.1. Corrosión por azufre a temperaturas bajas e intermedias

En la torre de destilación el ácido sulfhídrico corroe el acero formando una película de sulfuro de hierro. Si hay ácido clorhídrico presente, este disuelve la película formando más ácido sulfhídrico y exponiendo la superficie del acero a un mayor ataque. En General, la corrosión por ácido sulfhídrico en el tope de la columna de destilación es mucho menos seria que la corrosión por ácido clorhídrico.

El ácido sulfhídrico también produce ampollamiento por hidrógeno y fragilización por hidrógeno. Este tipo de ataque se ha presentado seriamente en columnas fraccionadoras y compresores de gas en unidades de craqueo catalítico.

3.2.1.2.2. Corrosión por Azufre a alta temperatura

Si no hoy agua presente, el ácido sulfhídrico no corroe a los metales en forma significativa a temperaturas menores de 450° F. A temperaturas mayores se descomponen los compuestos sulfurosos produciendo ácido sulfhídrico y se han observado velocidades de corrosión de hasta 250 mpy en tubos de acero al carbono en hornos que procesan crudo con alto contenido de azufre, empleando acero de 5% de cromo en estos tubos, se logra tiempos de servicio de 3 a 10 veces mayores que los tubos de acero al carbono; en hornos de unidades de destilación al vacío se requieren tubos de 9% cromo, ya que la corrosión es más severa.

El ataque corrosivo por azufre es severo cuando la temperatura de la plancha metálica está en el rango de 450° F a 900° F, arriba de este rango se reduce la velocidad de corrosión, probablemente porque se forma una capa de coque que protege al metal.

3.2.1.3. Dióxido de Carbono CO₂

Al igual que otros gases, el CO₂ es corrosivo solo si está disuelto en agua, el CO₂ puede provenir de dos fuentes: la primera por descomposición de los carbonatos agregados o contenidos en el crudo; la segunda por el vapor

inyectado en el proceso de destilación en unidades que cuentan con caldero de Vapor y dependiendo del tratamiento que se le dé al agua para calderos.

La corrosión por CO₂ depende de su presión parcial y de su temperatura; uno de los sistemas más afectivos es la red de condensados de vapor, aunque la corrosión puede prevenirse usando inhibidores.

3.2.1.4. Agua y Oxígeno disuelto

Estos dos compuestos propician números procesos de corrosión, especialmente en los tanques de almacenamiento, a los tanques puede llegar humedad y oxígeno con el crudo mismo o puede entrar por respiración de los tanques durante los cambios de temperatura y volumen, la humedad se condensa en el techo y paredes ocurriendo la corrosión en el espacio libre del tanque.

En tanques de almacenamiento de crudo y aceites pesados, estos productos forman una película permanente, por lo que la corrosión siempre ocurre sobre el nivel del trabajo del tanque.

Productos ligeros como gasolinas, naftas forman una película protectora, siendo la corrosión más severa en la zona cercana al nivel de trabajo de los tanques, debido a que estas a reas constantemente se están humedeciendo y secando por la variación del nivel del tanque.

Debe tenerse en cuenta que la escoria de fundición adherida a las planchas acelera el ataque corrosivo especialmente en el fondo de los tanques; rajaduras en la escoria de fundición dejan al descubierto el metal base el

cual se convierte en ánodo con respecto al resto de la escoria que se convierte en cátodo.

3.2.1.5. Ácidos Orgánicos

Estos ácido no son muy corrosivos a baja temperaturas; sin embargo son muy corrosivos a sus temperaturas de ebullición, especialmente el condensado. Entre estos ácidos esta el ácido nafténicos, ácido acético y ácidos de bajo y alto peso molecular extraídos de los destilados de lubricantes.

3.2.1.6. Compuestos de Nitrógeno

Los compuestos de nitrógeno presentes en el crudo no representan un problema de corrosión; sin embargo después que se descomponen forman amoniacó y cianuros produciendo serios problemas de corrosión como el ampollamiento por hidrógeno en soluciones con alto contenido de pH, en este caso los cianuros disuelven la película protectora de poli sulfuros.

3.2.2. Corrosión Atmosférica

En vista que al acero al carbono es el material más usado en las refinerías, se discutirá el efecto de la corrosión atmosférica sobre esta.

El acero y el hierro se corroen cuando están expuestos a la atmósfera si es que hay presencia de agua y oxígeno. Cuando la humedad relativa es menor de 60% la corrosión de estos metales es mínima; conforme aumenta el porcentaje de oxígeno absorbido en el agua aumenta la velocidad de corrosión.

La corrosión atmosférica es básicamente "galvánica", en el cual el metal base se comporta como ánodo y el óxido del metal se comporta como cátodo. El agua completa el circuito proveyendo el electrolito; si hay impurezas en el agua se convierte en un mejor electrolito y la velocidad de corrosión es mayor; por lo tanto para prevenir la corrosión atmosférica solamente es necesario evitar el contacto agua-metal por medio de una barrera protectora o recubrimiento.

La velocidad de corrosión atmosférica en atmósferas rurales es baja de 0.1 a 7 mpy; como estas atmósferas no contiene contaminantes gaseosos, la humedad que se deposita sobre el acero tendrá solamente oxígeno. Se forma una capa de oxido por acción del oxigeno, esta capa protege al material de ataques posteriores.

En las zonas industriales la corrosión atmosférica es mayor debido a la presencia de gases contaminantes, tales como óxidos de azufre, óxidos nitrosos, CO₂, H₂S, etc. También en las plantas industriales se nota que los equipos adyacentes a calderos de vapor o chimeneas de hornos son mas afectaos por la corrosión atmosférica, especialmente si el viento orienta los gases hacia ellos.

Las rajaduras en el recubrimiento aislante de los equipos y tuberías permiten el ingreso de humedad hacia el acero, produciendo un ataque corrosivo que no es detectado desde el exterior, este ataque ocurre especialmente cuando los equipos o tuberías operan a temperaturas menores de 250° F.

Los aceros inoxidable pueden sufrir corrosión por esfuerzo cuando la humedad contiene cloruros provenientes del aislamiento térmico o de la atmósfera marina.

3.3. INSPECCION Y PREDICCIONES DE REPARACIONES.

3.3.1. Programación de Trabajos.

Una vez conocido el Objetivo del Proyecto de Parada de Planta para el Mantenimiento e Inspección, normalmente se suele hacer una lista de actividades que posiblemente intervendrán en la Parada de Planta. Esta lista de actividades puede hacerse en una reunión o bien consultando el planificador a los responsables del proyecto para determinar cuál será el mejor modo de terminar la actividades.

Se debe tener presente de relacionar las actividades en un orden lógico de realización, es decir que actividades deben preceder a ésta; que actividades deben seguir a ésta; que actividades pueden realizarse paralelamente al suceso inicial de ésta.

Lo avanzado hasta este momento podemos decir que se ha terminado con la fase de planeamiento o planificación, donde se han considerado las actividades a desarrollar en cada equipo, así como orden de lógico de ejecución; ahora entraremos a la etapa o fase de programación.

La magnitud de los trabajos y la imperante necesidad de ejecutar estos en el menor tiempo posible, con el consumo mínimo de recursos, nos obliga a analizar una diversidad de alternativas, teniendo como elementos de juicio, las experiencias capitalizadas a través de los años de operación de la planta,

la introducción de nuevas técnicas y la aplicación de mejoras de métodos y procedimientos de inspección y mantenimiento.

Cada una de estas alternativas debe merecer un análisis minucioso y a la vez estar comprendidas en las normas y procedimientos de seguridad, normas y estándares técnicos, teniendo siempre presente que el capital más importante en toda empresa, son los recursos humanos.

La función principal de la programación de los trabajos de inspección y mantenimiento, consiste en elaborar una adecuada y ordenada distribución de las actividades previamente planificadas; para cuyo efecto se requerirá de un minucioso análisis referente a la secuencia lógica de ejecución de los trabajos, el estimado de tiempo de duración, la previsión de la demanda y distribución del potencial humano y la asignación de recursos materiales como materiales propiamente dichos, consumibles, repuestos, equipos, facilidades y herramientas.

En resumen el objetivo de la programación es estimar la duración del evento, definir las necesidades de recursos humanos y materiales y el costo respectivo, con suficiente anticipación a la iniciación del evento.

Los sistemas usuales para la elaboración de estos programas son el PERT y el CPM, con los métodos de diagramación de precedencias, de barras o de GANT, de carga de potencial humano, actualmente estas técnicas se pueden desarrollar con mayor rapidez empleando software como el Microsoft Project, en sus diferentes versiones.

Para este trabajo de Mantenimiento e Inspección de la Unidad de Destilación Primaria de 5,000 Barriles de carga, se ha efectuado el desarrollo del Cronograma con diagramación GANT en forma individual por equipos y en forma integrada, tal como se muestra en el Apéndice N° 2; del cual se desprende que el tiempo total de la Parada de Planta corresponde a la Ruta Crítica del Mantenimiento de los Intercambiadores de Calor, con 10 días calendarios, siendo además la siguiente Ruta Crítica el Mantenimiento de la Columna de Destilación C-601; sin embargo por la naturaleza de las actividades podrían convertirse en dos Rutas Críticas.

3.4. PROGRAMACION DE RECURSOS HUMANOS

3.4.1. Determinación de las Especialidades Ocupacionales.

Las diferentes necesidades de trabajos de inspección y mantenimiento de los equipos, requieren para su ejecución de recursos humanos cada vez más especializado y técnicamente más calificados, es por tanto para alcanzar el éxito del proyecto se debe disponer de personal con habilidades y competencias requeridas para las labores y actividades a desarrollar; en este ámbito a fin de apoyar con una adecuada selección, se ha establecido una categorización y competencias en cada especialidad, para una mejor referencia véase el Apéndice N° 6, donde se describen los perfiles y habilidades.

3.4.2. Programación de Recursos.

El Planificador y Programador del evento de la Parada de Planta debe de considerar como recurso más importante al humano, debido a que a pesar de

la tecnología tan avanzada y sofisticada en la que hoy nos desarrollamos, la mano de obra aún no ha sido reemplazada en su totalidad.

Para este caso particular de la programación de recursos por la naturaleza de la operación y por medidas de seguridad establecidas, solo se programaran trabajos en jornadas de lunes a domingo de 12 horas diarias en turnos de día de 07:00 am hasta las 07:00 pm; excepcionalmente cuando se requiera adelantar tareas o recuperar labores con retraso, se podrán ejecutar labores extraordinarias de 07:00 pm hasta las 10:00 pm, previa aprobación del Coordinador de la Parada de Planta, quien a su vez establecerá las medidas de control y seguridad en cada caso particular.

En virtud de lo anteriormente explicado, nuestras necesidades de mano de obra para la ejecución de los trabajos de inspección, mantenimiento y/o reparación de equipo o unidad involucrada, generalmente requieren la intervención de dos tipos de labor: La Mano de Obra Propia y la Mano de Obra Contratada, cuya participación está regulada por los cuadros de necesidades y diagrama de carga de potencial humano, distribuidos a lo largo de la duración del evento, primero organizados por grupos de trabajos y segundo por especialidades requeridas y naturaleza del trabajo.

La demanda de la Mano de Obra Propia y Contratada, tendrán cada uno un trato particular, debido a que el primero por ser permanente tenderán a ser constantes mientras dure el evento, sin embargo el personal contratado es de naturaleza temporal y serán proveídos de acuerdo a la necesidad, dicho de otro modo, es susceptible a variaciones en cantidad y tiempo.

Finalmente el potencial humano y el control de este recurso debe estar igualmente regulado por el diagrama de carga de potencial humano, conocido también como el umbral de recurso, en el que se debe considerar dos extremos importantes; el límite superior o máximo que nunca debe ser superado y el límite inferior o mínimo que es el deseable.

Asimismo para mantener un orden de manejo de la jerarquía durante la duración del evento de la Parada de Planta, se ha establecido un organigrama con la asignación de los responsables por los equipos intervenidos, para un mejor detalle véase el Apéndice N° 2.

CAPITULO IV:

4. PRESUPUESTO DE PARADA

Para efectos de la determinación del presupuesto de la Parada de Planta y tomando en consideración que es un evento muy importante, por lo trascendente de su ejecución y repercusión con las otras áreas operativas, hace necesario estructurar el Presupuesto y también realizar su control respectivo.

Como rubros principales dentro de la estructura del presupuesto, podemos indicar que este se compone de un Presupuesto Resumen que es normalmente el que se expone a los niveles Gerenciales de la organización, éste a su vez se subdivide en Presupuesto de Labor y Beneficios, el Presupuesto de Materiales y Suministros, y el Presupuesto de Servicios Comparados.

Estos tres últimos, en suma conforman el Presupuesto de la Parada de Planta

4.1. PRESUPUESTO RESUMEN.

El Presupuesto Resumen, está conformado por las necesidades globales de mantenimiento que requiere el evento, para lo cual se ha resumido las necesidades de acuerdo a la envergadura y complejidad de las actividades en cada etapa del desarrollo del mantenimiento por equipos intervenidos.

Tabla 4.1 Resumen de Presupuesto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO		
Ítem	Descripción	Costo US\$
1.0	LABOR Y BENEFICIOS (Personal Propio)	US\$ 47,826.00
1.1	Labor y Beneficios Personal	US\$ 23,592.00
1.2	Sobre tiempo	US\$ 24,234.00
2.0	MATERIALES Y SUMINISTROS	US\$ 79,909.30
2.1	Materiales y Suministros de Mantenimiento en General	US\$ 7,605.70
2.2	Materiales y Suministros de Reparación en General	US\$ 35,340.60
2.3	Materiales y Suministros de Seguridad Industrial	US\$ 13,442.00
2.4	Pintura y Solventes	US\$ 1,189.50
2.5	Vestuario	US\$ 6,610.00
2.6	Combustibles y Lubricantes	US\$ 13,922.00
2.7	Productos Químicos	US\$ 1,157.50
3.0	SERVICIOS COMPRADOS	US\$ 133,075.80
3.1	Otros Gastos de Mantenimiento y Reparación	US\$ 93,870.80
3.2	Transporte de Equipos y Materiales	US\$ 6,055.00
3.3	Transporte de Personal a Lote 1AB	US\$ 9,250.00
3.4	Gastos de Movilidad Interna	US\$ 5,500.00
3.5	Alimentación y Hospedaje	US\$ 18,400.00
TOTAL		US\$ 260,811.10

4.2. PRESUPUESTO DE LABOR Y BENEFICIOS.

El Potencial Humano necesario para la ejecución de las actividades, recae en la responsabilidad principalmente del personal de la propia operación y estará compuesto por la mano de obra propia y por la mano de obra contratada.

La mano de obra propia estará a su vez compuesta por el personal de operaciones propiamente dicho, es decir personal operador y ayudante de operación, que se encuentra a cargo de la producción y del personal de mantenimiento local en sus diversas especialidades, tal como se detalla en las secciones que corresponde:

- Personal de Mantenimiento de Planta, es decir de equipos estacionarios.
- Personal de Mantenimiento Mecánico, es decir de equipos rotativos.
- Personal de Mantenimiento Eléctrico, es decir de equipos Eléctricos.
- Personal de Mantenimiento de Instrumentos, es decir de equipos e Instrumentos.
- Personal de Área de Servicios y Transporte, es decir de Operadores de equipo, choferes y operadores de maquinaria pesada, despachador de almacenes.

Adicionalmente por la naturaleza de los trabajos y envergadura de los mismos, se requiere la participación de personal para las labores inherentes de Inspección, tal como se detalla en las secciones que corresponde:

- Personal de Inspección de Planta, es decir de equipos estacionarios.

- Personal de Inspección de Equipo Mecánico, es decir de equipos rotativos.

Como complemento de la labores de la Parada de Planta, también se requiere de personal de Control, es decir de personal de Planeamiento y Programación, Área de Logística y Compras, personal de Seguridad y Contra Incendio y no debe de faltar el Coordinador General de la Parada de Planta cuya función principal es liderar el grupo humano, en el desarrollo de las actividades programadas.

El presupuesto de este rubro estará compuesto por el consumo de la Mano de Obra Propia y Contratada, y tendrá como carga base el personal propio, debido a que el primero por ser permanente sus costos, tenderán a ser constantes mientras dure el evento, además de disponerse el recurso dentro de la organización; sin embargo el personal contratado es de naturaleza temporal y serán proveídos de acuerdo a la necesidad por las compañías prestadoras de servicio, es decir, son susceptible a variaciones en cantidad y tiempo, dependiendo del grado de dificultad que se presente.

Finalmente el potencial humano y el control de este recurso deben estar igualmente regulados por el diagrama de carga de potencial humano, conocido también como el umbral de recurso. Para mayores detalles del presupuesto de Labor y Beneficios, véase en el Apéndice N° 3, donde describen los recursos de Labor por especialidades.

4.3. PRESUPUESTO DE MATERIALES Y SUMINISTROS.

Durante las labores de inspección, mantenimiento y/o reparación de los equipos intervenidos, el suministro de los recursos materiales es tan importante como los recursos humanos, porque sin ellos no será posible la ejecución de los trabajos.

Los materiales y repuestos propiamente dichos, son suministrados a través de los almacenes locales del área de Logística, estos a su vez han sido comprados con antelación como consecuencia del Planeamiento desarrollado para las intervenciones planeadas de los equipos; estos también incluyen todos aquellos materiales de suministro para la seguridad industrial y protección personal.

Entre los recursos más frecuentes de uso tenemos: Materiales propiamente dichos, repuestos y partes de maquinaria, equipo e instrumentos, materiales consumibles de uso regular, equipos menores y herramientas de mantenimiento.

Los materiales propiamente dicho se subdividen en: Tuberías en general y accesorios, planchas en general y perfiles, válvulas de bloqueo, globo, check, de seguridad y alivio, empaquetaduras en general, Refractarios y aislamientos. Los repuestos y partes de maquinaria y equipo se componen por repuestos de accesorios de las unidades de fraccionamiento, repuestos de instrumentación, repuestos de válvulas automáticas, repuestos de partes de hornos, etc., repuesto de equipo estático, repuestos de equipo eléctrico, etc.

Los materiales consumibles de uso regular, están constituidos por electrodos para soldadura por arco, pastas y fundentes, discos abrasivos, grasas y lubricantes, combustibles para operar equipos, oxígeno, y gases comburentes,

materiales de limpieza en general. Para mayores detalles véase en el Apéndice N° 4, donde describen los recursos de Materiales y Suministros.

4.4. PRESUPUESTO DE SERVICIOS COMPRADOS

El Presupuesto de Servicios Comprados corresponde a todos aquellos que se desarrollan con Servicios de Terceros, en los cuales se incluyen los trabajos de apoyo en las labores de inspección, mantenimiento y reparaciones de los equipos, trabajos especializados que no se disponen en la localidad por la especialidad y cantidad requerida, así como los trabajos de prefabricados y construcción de partes y repuestos suministrados, para lo cual se deben considerar los costos de la mano de obra, equipos y herramientas.

Entre los rubros principales de los Servicios Comprados de uso más frecuente tenemos: Mantenimiento y Reparación de Equipos, Servicios de Pintura Industrial, Servicios de Aplicaciones de Refractario y Aislamiento Térmico, Alquiler de Equipos y Maquinarias, Fletes Aéreos y Terrestres, Alimentación y Hospedaje, Mantenimiento del Sistema Eléctrico y de Instrumentación, Servicios de Limpieza Industrial, etc. Para mayores detalles véase en el Apéndice N° 5, donde describen los Servicios Comprados.

CONCLUSIONES

- El Cronograma de ejecución establece 10 días de labor para la intervención de la Unidad de Destilación Primaria de Shiviyaçu, que incluye maniobras operativas de Parada y Arranque de la Unidad.
- La Ruta Crítica del evento viene representada por el mantenimiento y limpieza de los Intercambiadores de Calor E601 A/B, E-602, E603 A/B, E604 A/B y el Reboiler E-605.
- Los trenes de Intercambiadores de Calor con una duración de 10 días calendarios, la Torre de Destilación Primaria con una duración de 9.5 días calendarios y el Horno de Calentamiento de Crudo, con una duración de 9.0 días calendarios, muestran los mayores tiempos de ejecución, el cual puede generar Sub-rutas Críticas durante el desarrollo del evento.
- Los Recursos para realizar el Mantenimiento e Inspección de los equipos, requiere de un Presupuesto General estimado que asciende a US\$ 260,811.10, el mismo que excluye el IGV.
- Para realizar el mantenimiento e inspección, se requiere de una demanda máxima de 91 personas el tercer día, distribuidas de la siguiente manera, personal propio 17 personas, personal contratado fijo y eventual de 74 personas.
- El mantenimiento programado de cada uno de los equipos intervenidos, garantizará una corrida operativa de mínimo de 2 años.

RECOMENDACIONES

- Los Servicios Comprados a compañías de Terceros deben programarse con anticipación ya que las instalaciones por su ubicación geográfica se encuentra bastante distante de los centros de abastecimientos de suministros, asimismo el personal de servicios de terceros debe contar con sus homologaciones respectivas a fin de facilitar el desarrollo de las actividades.
- Se debe tomar las previsiones del caso para iniciar las labores previas de revisión de equipos, facilidades para las intervenciones programadas, suministro de los materiales e insumos, repuestos de los equipos a intervenir.
- Se debe tomar un especial cuidado en monitorear permanente durante la duración del evento de la Ruta Crítica y las actividades que se encuentren involucradas, ya que una demora en cualquiera de ellas traerá consigo el incremento del tiempo del evento, ya que estas no cuentan con holguras.
- El mantenimiento y limpieza de la Torre de Destilación Primaria C-601 así como el mantenimiento y limpieza del Horno de Calentamiento de Crudo H-601, ya que cuentan con tiempo muy similar y cercano al tiempo de intervención de los Intercambiadores de Calor, pueden formar parte de una segunda Ruta Crítica, por lo cual debe ponerse atención especial durante su ejecución.

- Como resultado de la intervención del mantenimiento e inspección de los equipos, se tomara información valiosa para la próxima intervención de mantenimiento futuro.

BIBLIOGRAFIA

- Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association TEMA, Sixth Edition 1978.
- 1982 Addenda Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association TEMA, Sixth Edition 1978.
- Engineering Data Book Volume I, Sections 1-16, by the Gas Processors Suppliers Association, Tenth Edition, 1987.
- Engineering Data Book Volume II, Sections 17-24, by the Gas Processors Suppliers Association, Tenth Edition, 1987.
- Trabajo Monográfico Potencial Contaminación por Cromo en el Proceso de Refinación del Petróleo, Autor Higinio Jacinto Soto, Universidad Nacional de San Marcos, Lima, Perú, 2006, Facultad de Química e Ingeniería Química.
- Aplicaciones Prácticas del PERT y CPM, autor Luis Yu Chuen-Tao, 5ta Edición, Ediciones Deusto S.A., 1980.
- Corrosión, Centro de Capacitación Petróleos del Perú, Revisión Octubre 1974.
- Manual de Planeamiento y Programación, Petróleos del Perú S.A., Refinería La Pampilla, División Servicios, Febrero 1984.
- Planeamiento y Programación de Inspección y Mantenimiento de Unidad de Destilación Primaria, Petróleos del Perú S.A., Refinería Iquitos, Octubre 1988.
- Planeamiento y Programación Parada de Planta, Petróleos del Perú S.A., Refinería Iquitos, Noviembre 1994.

- Informe Técnico de Servicio de Inspección de Emergencia a la Topping Plant, Área de Lote 1AB, Shiviyaçu, Pluspetrol S.A., Junio 2006.
- Informe Técnico de Servicio de Inspección de Emergencia a la Topping Plant de Shiviyaçu, Área de Lote 1AB, Pluspetrol S.A., Noviembre 2007.
- Informe Técnico de Inspección de Equipos Estáticos en Topping Plant de Shiviyaçu, Área de Lote 1AB, Pluspetrol S.A., Julio 2008.

PLANOS

- Plano N°1: Diagrama de Tubería e Instrumentación de Horno de Calentamiento de Crudo H-601, INSU-001-09-PL-P-001-A3.
- Plano N°2: Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Columna de Destilación C-601 y Stripper de Diesel C-602, INSU-001-09-PL-P-002-A3.
- Plano N°3: Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Aeroenfriador AC-601 y Acumulador de Nafta V-601, INSU-001-09-PL-P-003-A3.
- Plano N°4: Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Tratador Térmico V-605 y Desaladora de Crudo V-603, INSU-001-09-PL-P-004-A3.
- Plano N°5: Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Agua Tratada de a Intercambiadores de Desaladora de Crudo, INSU-001-09-PL-P-005-A3.
- Plano N°6: Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Intercambiadores de Calor E-601 A/B, E-602, E-603 A/B y E-604 A/B, INSU-001-09-PL-P-006-A3.
- Plano N°7: Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Area de Tanque de Crudo y Diesel 2, INSU-001-09-PL-P-007-A3.
- Plano N°8: Diagrama de Tuberías e Instrumentación de Area de Tanques de Crudo y Residual + Nafta, INSU-001-09-PL-P-008-A3.
- Plano N°9: Diagrama de Flujo del Proceso PDF de Planta Shiviyaçu, INSU-001-09-PL-A-001-A3.
- Plano N° 10: Mapa Detallado de Ubicación de Lote 1 A / B Planta Shiviyaçu, INSU-001-09-PL-A-002-A2.
- Plano N° 11: Mapa de Campos Lote 1 A / B, Sistema de Ramal Norte y Oleoducto Nor Peruano.

APENDICES

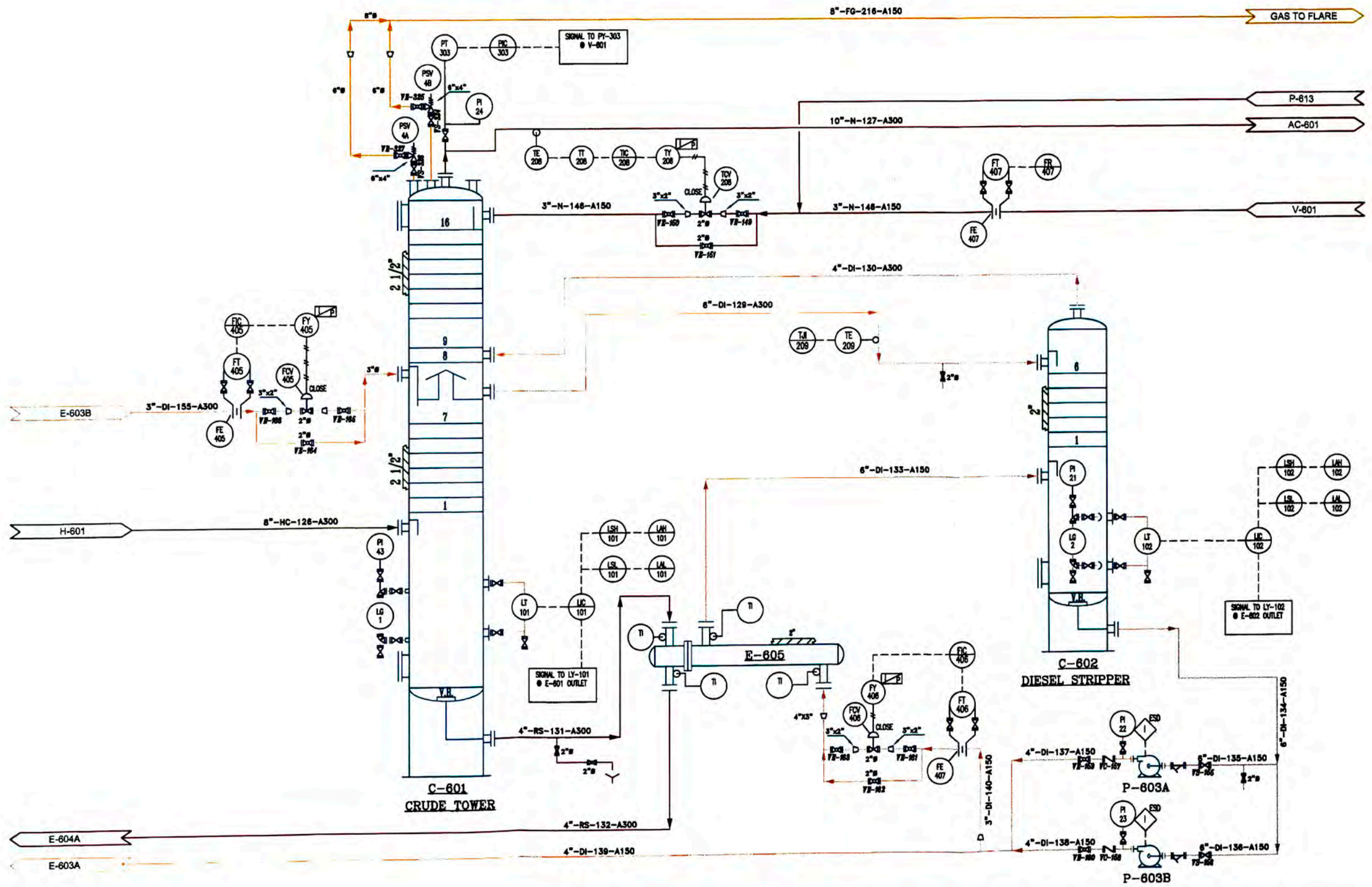
- Apéndice N° 1: Listado de Actividades por Equipos.
- Apéndice N° 2: Organigrama y Cronograma de ejecución por Equipos.
- Apéndice N° 3: Presupuesto de Labor y Beneficios.
- Apéndice N° 4: Presupuesto Detallado de Materiales y Suministros.
- Apéndice N° 5: Presupuesto Detallado de Servicios Comprados.
- Apéndice N° 6: Perfiles y Habilidades de Suficiencia de Personal.
- Apéndice N° 7: Norma de Seguridad.
- Apéndice N° 8: Equipos de Protección Personal.

PLANO N° 1: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE
 HORNO DE CALENTAMIENTO DE CRUDO H-601

INSU-001-09-PL-P-001-A3

PLANO N° 2: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE
 COLUMNA DE DESTILACION C-601 Y STRIPPER DE
 DIESEL C-602

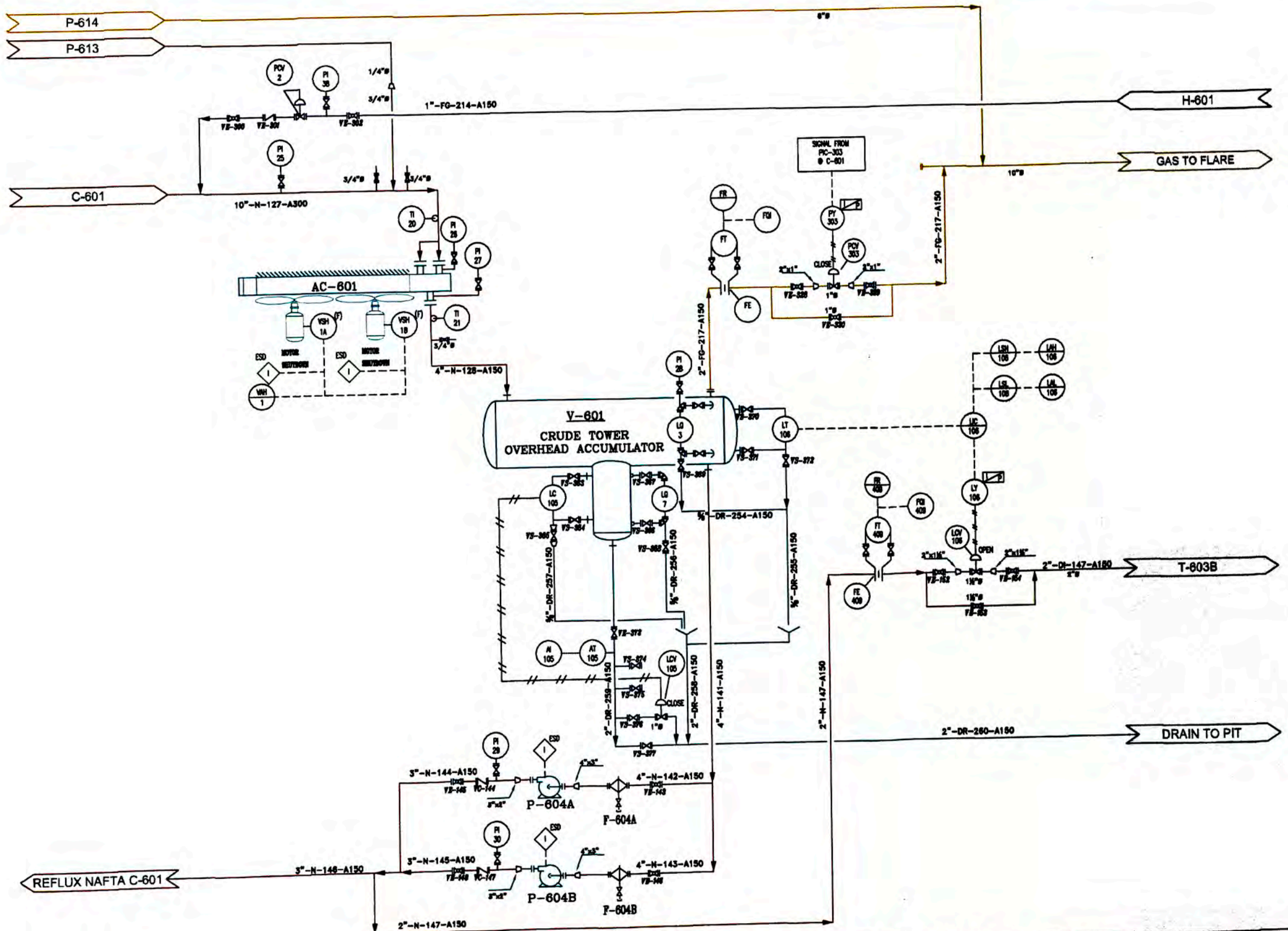
INSU-001-09-PL-P-002-A3



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.1	REV.2	REV.3	APR.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
0	04-05-09	EMITIDO PARA APROBACION	W.M.G.	M.R.S.	M.R.S.	M.R.S.		PROYECTO: INFORME DE SUFICIENCIA: BACHILLER: MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA	
								PLANO: PLANO DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE COLUMNA DE DESTILACION C-601 Y STRIPPER DE DIESEL C-602	
								ESCALA: INDICADA ESCALA FLORES: 1/1 N° DE PROYECTO: INFORME N° DE PLANO: INSU-001-09-PL-P-002-A3	
								HOMBRE ARCHIVO: INSU00109PLP002A3 TODAS LAS MEDIDAS EN MIL. EXCEPTO LAS ESPECIFICADAS	
								REV. 0	

PLANO N° 3: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE
AEROENFRIADOR AC-601 Y ACUMULADOR DE
NAFTA V-601

INSU-001-09-PL-P-003-A3



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.1	REV.2	REV.3	APR.
0	04-05-09	EMITIDO PARA APROBACION	W.M.G.	M.R.S.	M.R.S.	M.R.S.	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA:
BACHILLER: MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA**

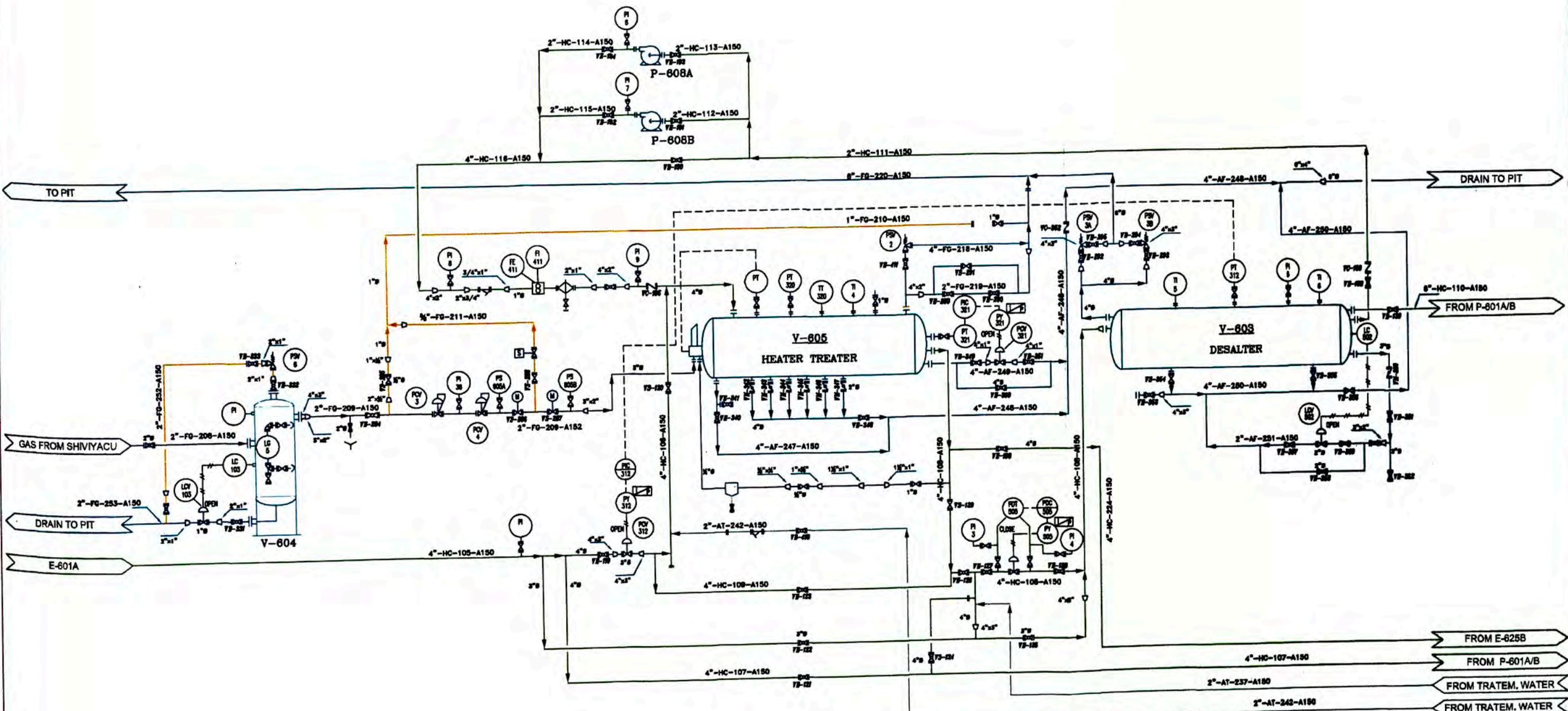
PLANO: **PLANO DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE AEROCENFRIDADOR DE NAFTA AC-6011 Y ACUMULADOR DE NAFTA Y-601**

ESCALA: **INDICADA** | HOJA: **1/1** | INFORME: **INSU-001-09-PL-P-003-A3**

NOMBRE ARCHIVO: INSU00109PLP003A3
TITULO LAS LINEAS DE UN... DIBUJO LAS REVISIONES
REV. 0

PLANO N° 4: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE
TRATADOR TERMICO V-605 Y DESALADORA DE
CRUDO V-602

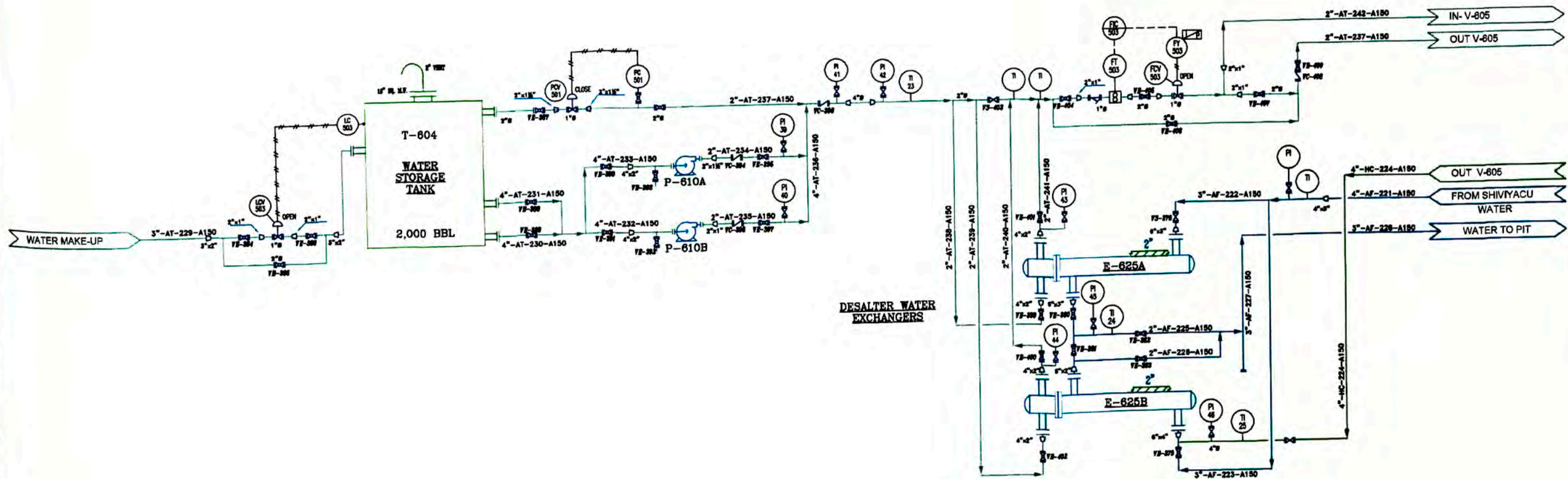
INSU-001-09-PL-P-004-A3



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.1	REV.2	REV.3	APR.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				
0	04-05-09	EMITIDO PARA APROBACION	W.M.C.	M.R.S.	M.R.S.	M.R.S.		PROYECTO: INFORME DE SUFICIENCIA: BACHILLER: MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA			NOMBRE PROYECTO: INSU00108PLP004A3	
								PLANO: PLANO DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE TRATADOR TERMICO V-605 Y DESALADORA DE CRUDO V-603			TITULO DE LA HOJA: TOME LAS MEDIDAS EN mm. EXCEPTO LAS ESPECIFICADAS	
								ESCALA: INDICADA	ESCALA PLANO: 1/1	N° DE PÁGINAS: INFORME	N° DE PLANO: INSU-001-09-PL-P-004-A3	REV. 0

PLANO N° 5: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE
AGUA TRATADA A INTERCAMBIADORES DE
DESALADORA DE CRUDO

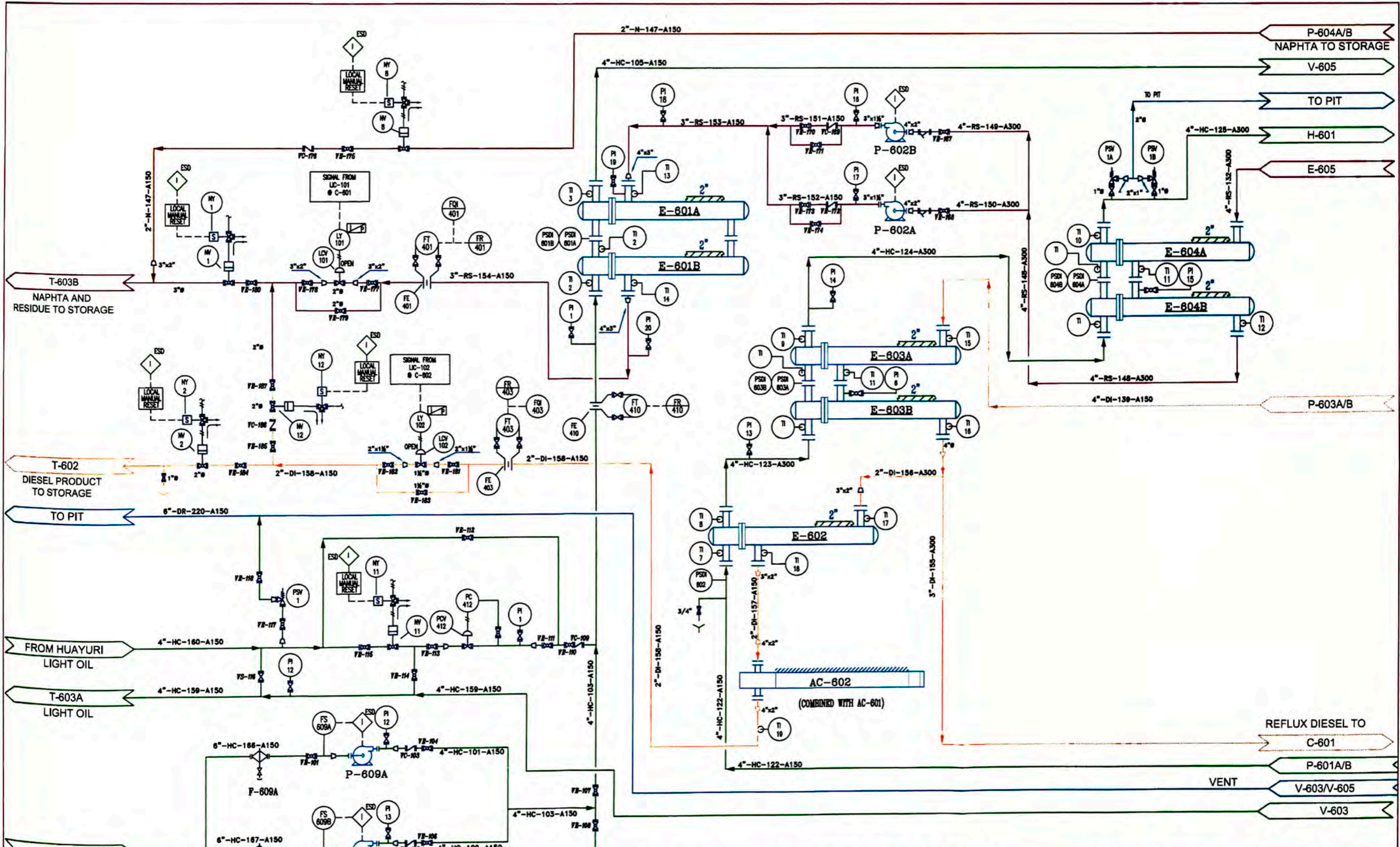
INSU-001-09-PL-P-005-A3



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.1	REV.2	REV.3	APR.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				
0	04-05-09	EMITIDO PARA APROBACION	W.M.G.	M.R.S.	M.R.S.	M.R.S.		PROYECTO: INFORME DE SUFICIENCIA BACHILLER: MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA			NOMBRE ARCHIVO: INSU00109PLP005A3	
								PLANO: PLANO DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE AGUA TRATADA DE INTERCAMBIADORES A DESALADORA DE CRUDO			TODAS LAS MEDIDAS EN MM. EXCEPTO LAS ESPECIFICADAS	
								ESCALA:	ESCALA PLOT:	N° DE PROYECTO:	N° DE PLANO:	REV. 0
								INDICADA	1/1	INFORME	INSU-001-09-PL-P-005-A3	

PLANO N° 6: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE
INTERCAMBIADORES DE CALOR E-601 A/B, E-602,
E-603 A/B y E-604 A/B

INSU-001-09-PL-P-006-A3



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.1	REV.2	REV.3	APR.
0	04-05-09	EMITIDO PARA APROBACION	W.M.G.	M.R.S.	M.R.S.	M.R.S.	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA:
BACHILLER: MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA**

PLANO: **PLANO DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE INTERCAMBIADORES
DE CALOR E-601A/B, E-602, E-603A/B, E-604A/B**

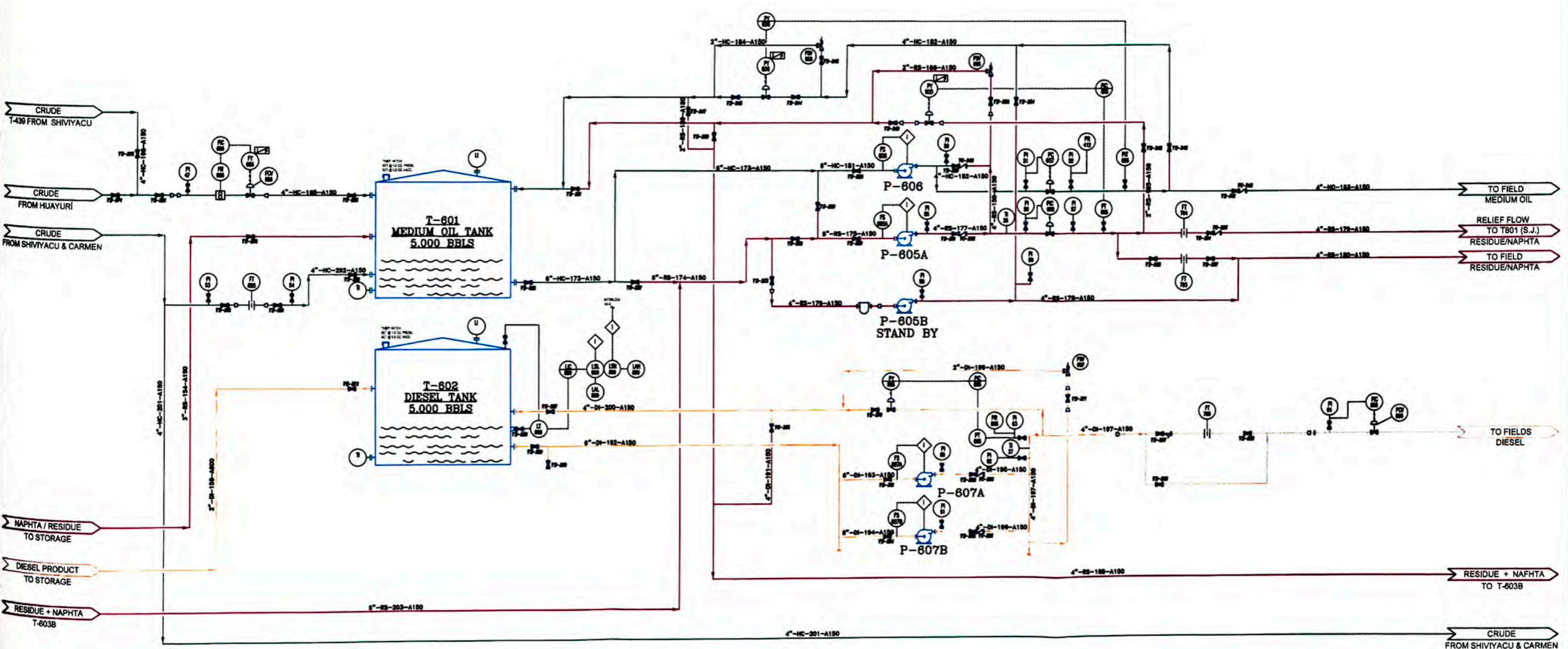
ESCALA: INDICADA ESCALA PLOTED: 1/1 N° DE PROYECTO: INFORME N° DE PLANO: INSU-001-09-PL-P-006-A3

NOMBRE ARCHIVO: **INSU00109PLP006A3**
 TODAS LAS MEDIDAS EN mm.
 EXCEPTO LAS ESPECIFICADAS

REV. 0

PLANO N° 7: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE
TANQUES DE CRUDO Y TANQUE DE DIESEL 2

INSU-001-09-PL-P-007-A3



NOTAS

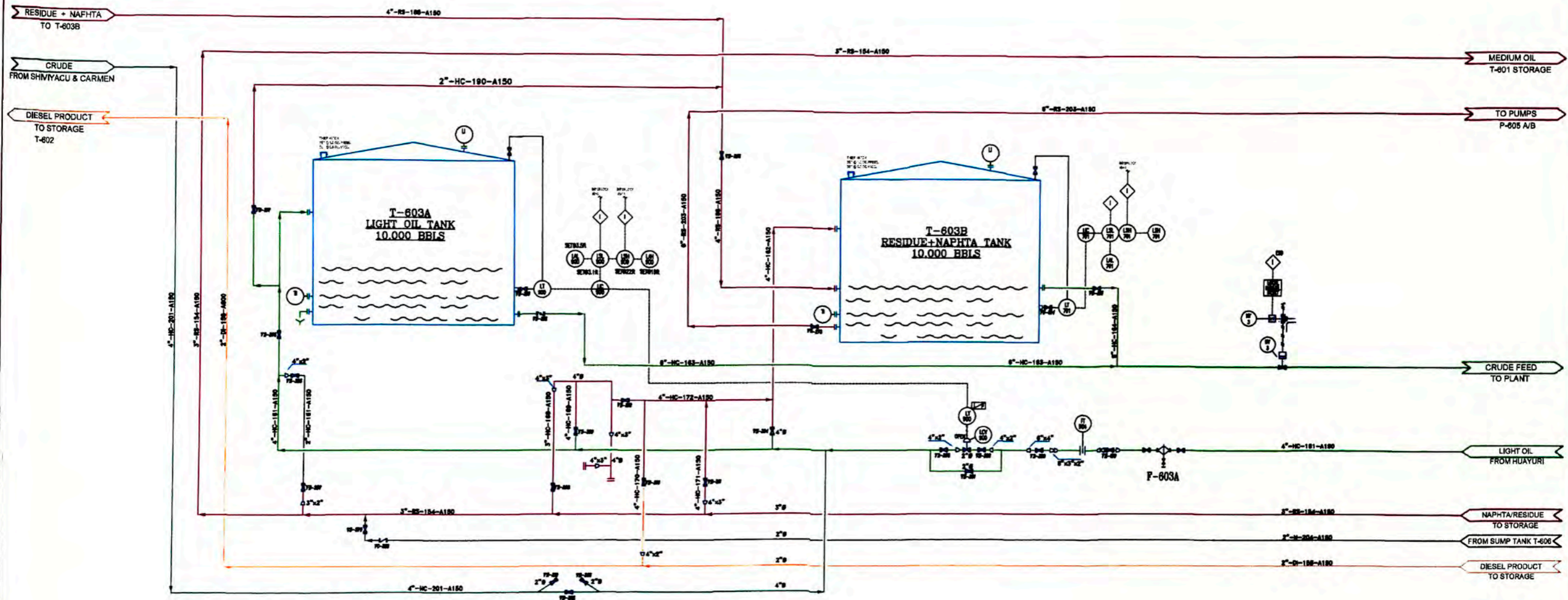
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.1	REV.2	REV.3	APR.
0	04-05-09	EMITIDO PARA APROBACION	I.L.J.	M.R.S.	M.R.S.	M.R.S.	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
PROYECTO:		INFORME DE SUFICIENCIA	
		BACHILLER: MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA	
PLANO:		PLANO DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE AREA DE TANQUES DE CRUDE Y DIESEL 2	
ESCALA:	ESCALA PLOTED:	Nº DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
INDICADA	1/1	INFORME	INSU-001-09-PL-P-007-A3
			REV. 0

PLANO N° 8: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE
 TANQUES DE CRUDO LIGERO Y TANQUES DE
 RESIDUAL + NAFTA

INSU-001-09-PL-P-008-A3



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.1	REV.2	REV.3	APR.
0	04-05-09	EMITIDO PARA APROBACION	I.L.J.	M.R.S.	M.R.S.	M.R.S.	

NOTAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: INFORME DE SUFICIENCIA
BACHILLER: MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA

PLANO: PLANO DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION DE AREA DE TANQUES DE CRUDO LIGERO Y RESIDUAL-NAFTA

ESCALA: INDICADA ESCALA PLOTED: 1/1 N° DE PROYECTO: INFORME N° DE PLANO: INSU-001-09-PL-P-008-A3

INSPECTRA

NOMBRE ARCHIVO: INSU00109PLP008A3

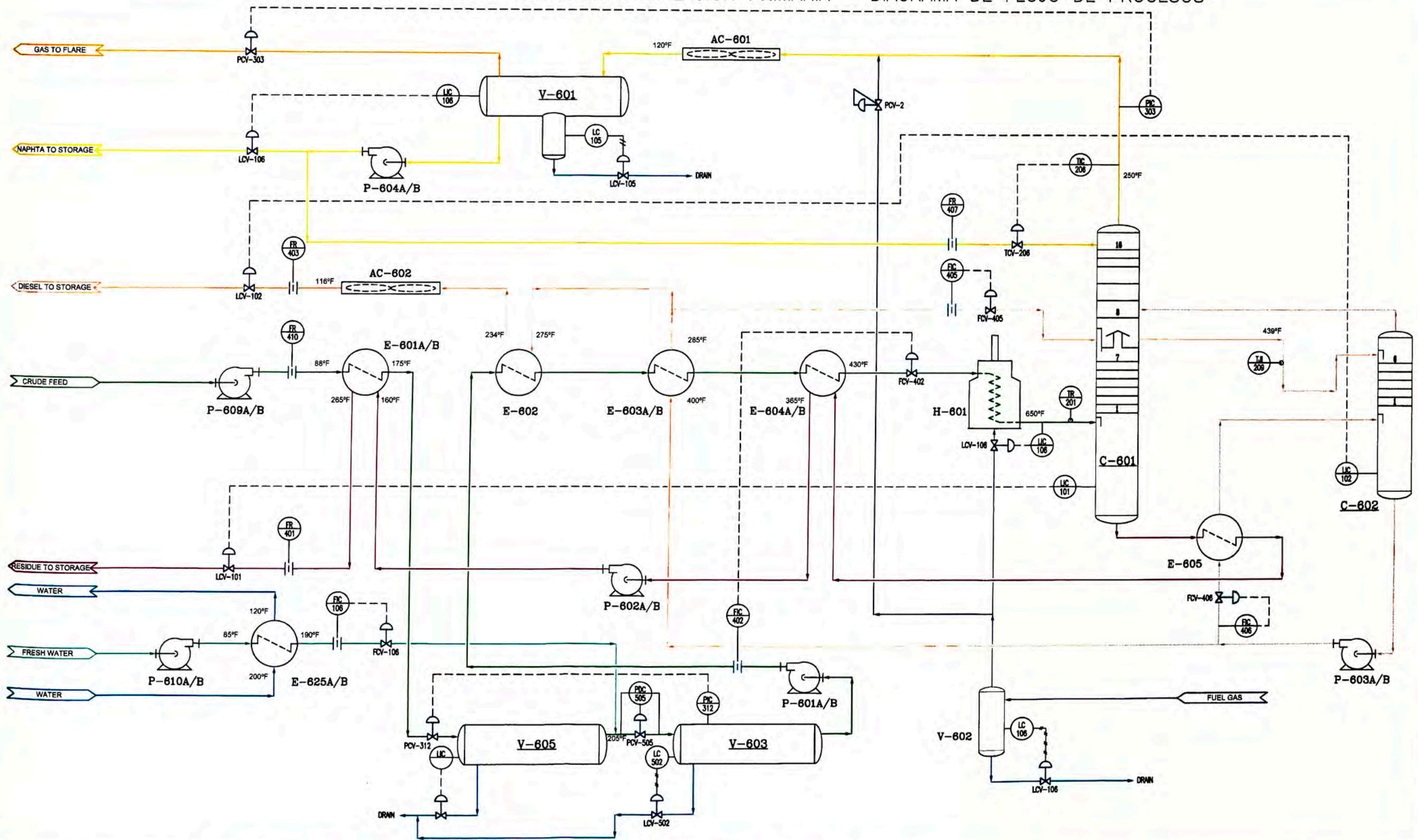
TOODS LAS MEDIDAS EN mm. EXCEPTO LAS ESPECIFICADAS

REV. 0

PLANO N° 9: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PDF DE
 PLANTA SHIVYACU

INSU-001-09-PL-A-001-A3

UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA – DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS



LEGEND	
—	LIGHT OIL
—	DIESEL PRODUCT
—	RESIDUAL
—	NAPHTA
—	GAS
—	WATER

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.1	REV.2	REV.3	APR.
0	04-05-09	EMITIDO PARA APROBACION	W.M.G.	M.R.S.	M.R.S.	M.R.S.	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
PROYECTO:		INFORME DE SUFICIENCIA BACHILLER: MIGUEL ANGEL RODRIGO SILVA	
PLANO:		PLANO DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PLANTA SHIVIYACU	
ESCALA:	ESCALA PLOTED:	N° DE PROYECTO:	N° DE PLANO:
INDICADA	1/1	INFORME	INSU-001-09-PL-A-001-A3
			REV. 0

NOMBRE ARCHIVO:
INSU00109PLA001A3

TODAS LAS MEDIDAS EN mm.
EXCEPTO LAS ESPECIFICADAS

**PLANO N° 10: MAPA DETALLADO DE UBICACION DE LOTE 1 A/B
PLANTA SHIVIYACU
INSU-001-09-PL-A-002-A2**

LEGEND

- PRODUCTION FACILITY/CAMP
- DRILL ISLAND
- ROAD WITH MAINTENANCE (TOTAL 412.12 Km.)
- ROAD WITHOUT MAINTENANCE (TOTAL 154.09 Km.)
- PIPELINE RIGHT OF WAY
- FLOW DIRECTION
- BLOCK 1-AB AREA LIMIT
- INTERNATIONAL LIMIT
- ◇ DRY HOLE
- ◆ ABANDONED WELL WITH OIL SHOWS

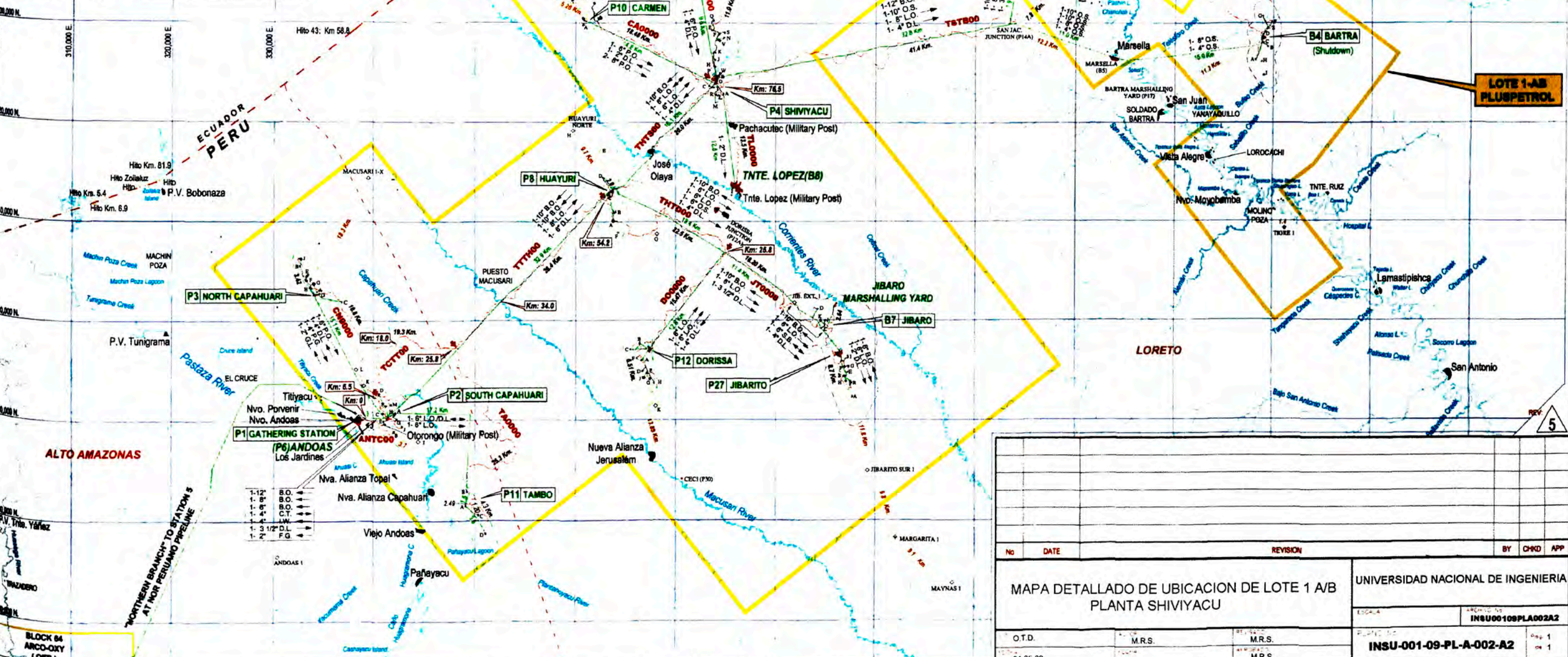
NOTE:
TOTAL ROAD LENGTHS INCLUDE WELL ISLAND ROADS,
NOT NOTED HERE.

RESERVOIR LEGEND

- LIGHT OIL FIELD
- HEAVY OIL FIELD

PIPELINE ABBREVIATIONS

- P.O. = PRODUCED OIL
- L.O. = LIGHT OIL FOR USE AS BLENDSTOCK
- B.O. = BLEND OF LIGHT OIL AND HEAVY PRODUCED OIL.
- O.L. = OIL LINE
- G.L. = GAS LIFT
- P.G. = PRODUCED GAS
- F.G. = FUEL GAS
- D.L. = DIESEL LINE
- I.W. = INDUSTRIAL WATER
- S.B. = STAND-BY
- O.S. = OUT OF SERVICE TEMPORARILY
- C.T. = CONDENSATE LINE



SCALE
1 : 150,000

COORDINATES : U.T.M.
ELLIPSOID : INTERNATIONAL PRADSS
ZONE : 18
HEMISPHERE : SOUTH

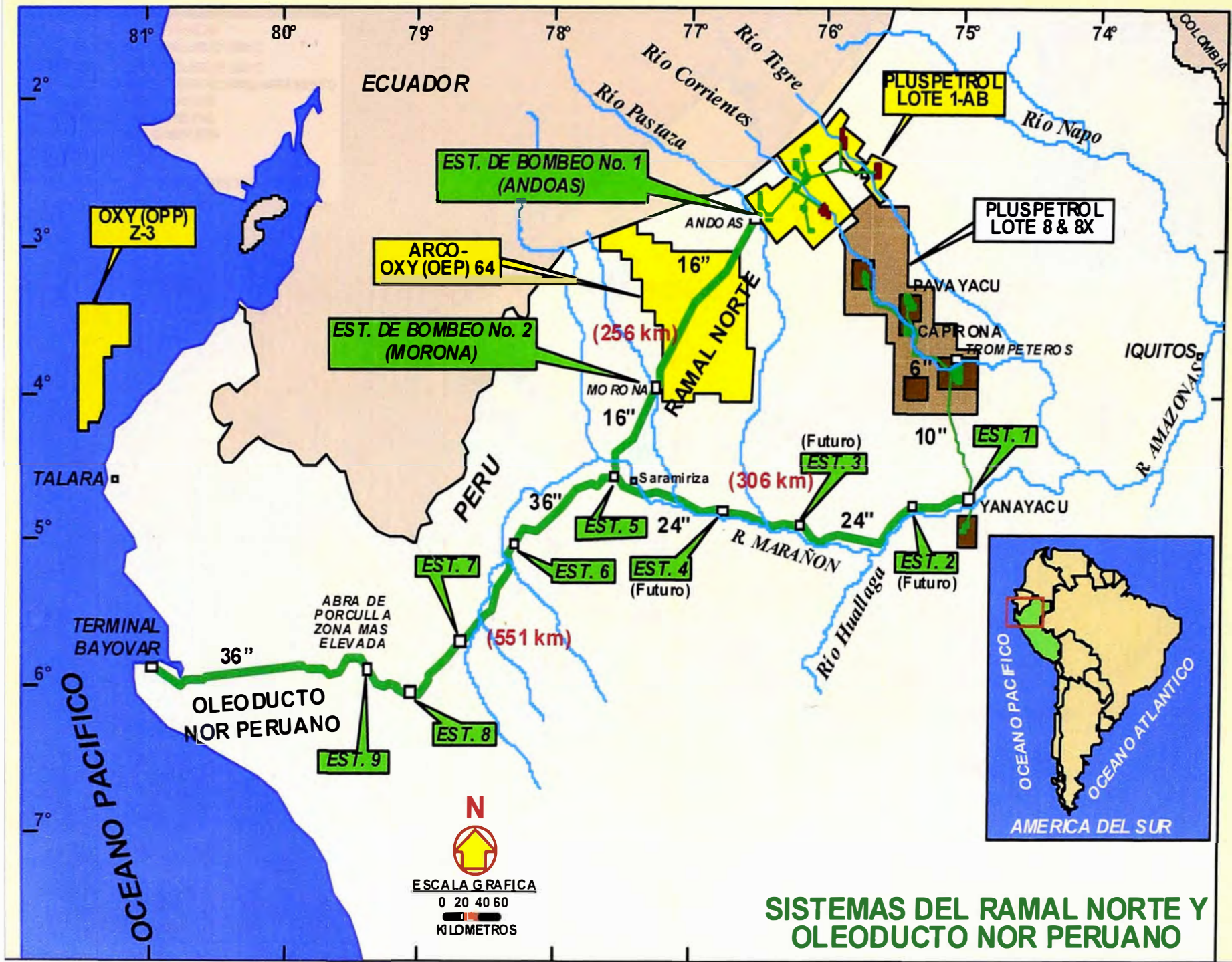
SOURCE :
- I. G. N.'S NATIONAL CHART AT 1:100,000 SCALE.
- OXY'S SATELLITE PICTURE.

LOTE 1-AB PLUSPETROL

NO	DATE	REVISION	BY	CHKD	APP
<p>MAPA DETALLADO DE UBICACION DE LOTE 1 A/B PLANTA SHIVIYACU</p>					
<p>O.T.D.</p>			<p>M.R.S.</p>		
<p>04-05-09</p>			<p>M.R.S.</p>		
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p>					
<p>INSU00109PLA002A2</p>					
<p>INSU-001-09-PL-A-002-A2</p>					










PLANO N° 11: MAPA DE CAMPOS LOTE 1 A/B

SISTEMA DE RAMAL NORTE Y OLEODUCTO NOR
PERUANO



SISTEMAS DEL RAMAL NORTE Y OLEODUCTO NOR PERUANO

LEYENDA

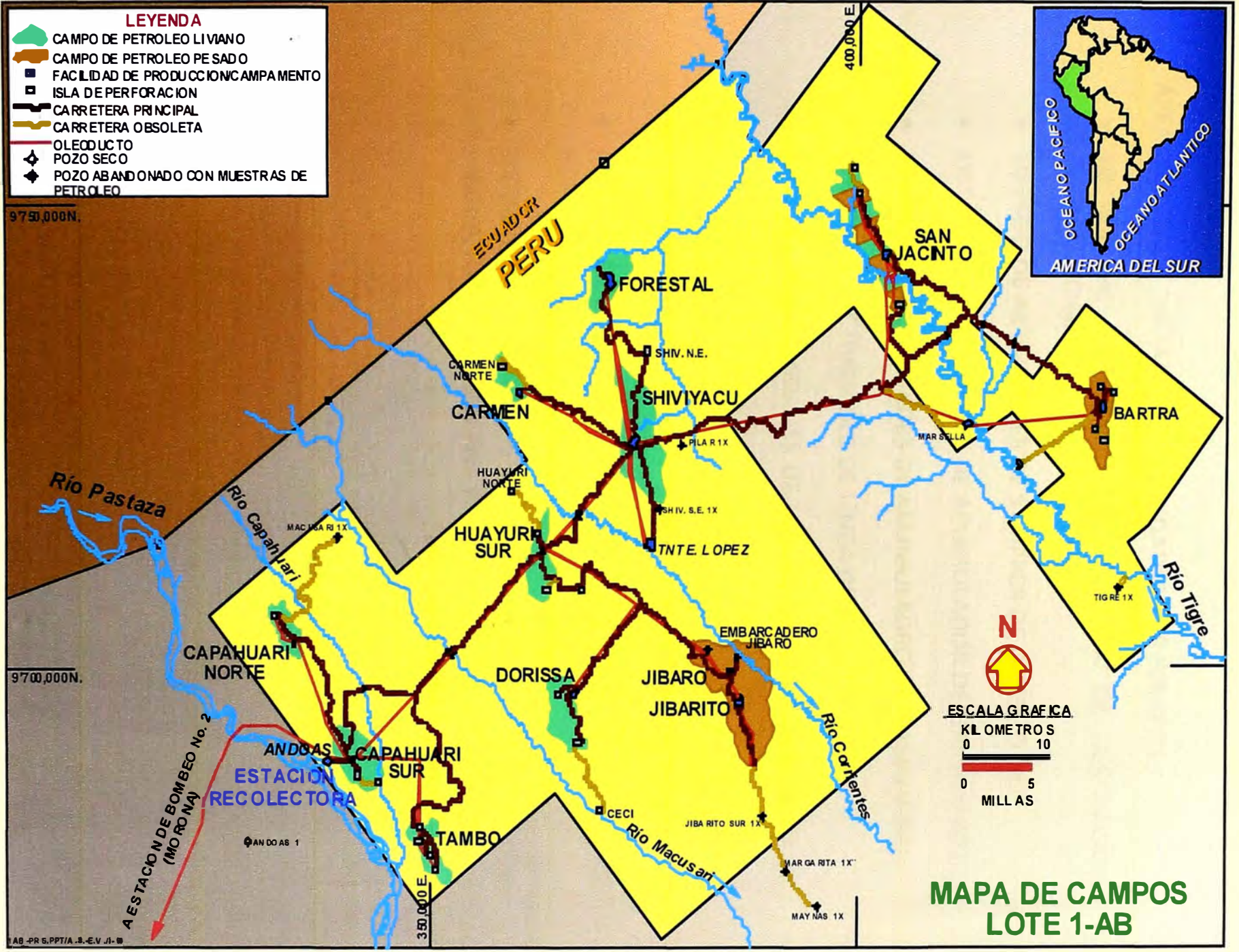
-  CAMPO DE PETROLEO LIVIANO
-  CAMPO DE PETROLEO PESADO
-  FACILIDAD DE PRODUCCION/CAMPAMENTO
-  ISLA DE PERFORACION
-  CARRETERA PRINCIPAL
-  CARRETERA OBSOLETA
-  OLEODUCTO
-  POZO SECO
-  POZO ABANDONADO CON MUESTRAS DE PETROLEO



9750,000N.

9700,000N.

1A9-PR 5.PPT/A.-S.-E.V. JI-0



N



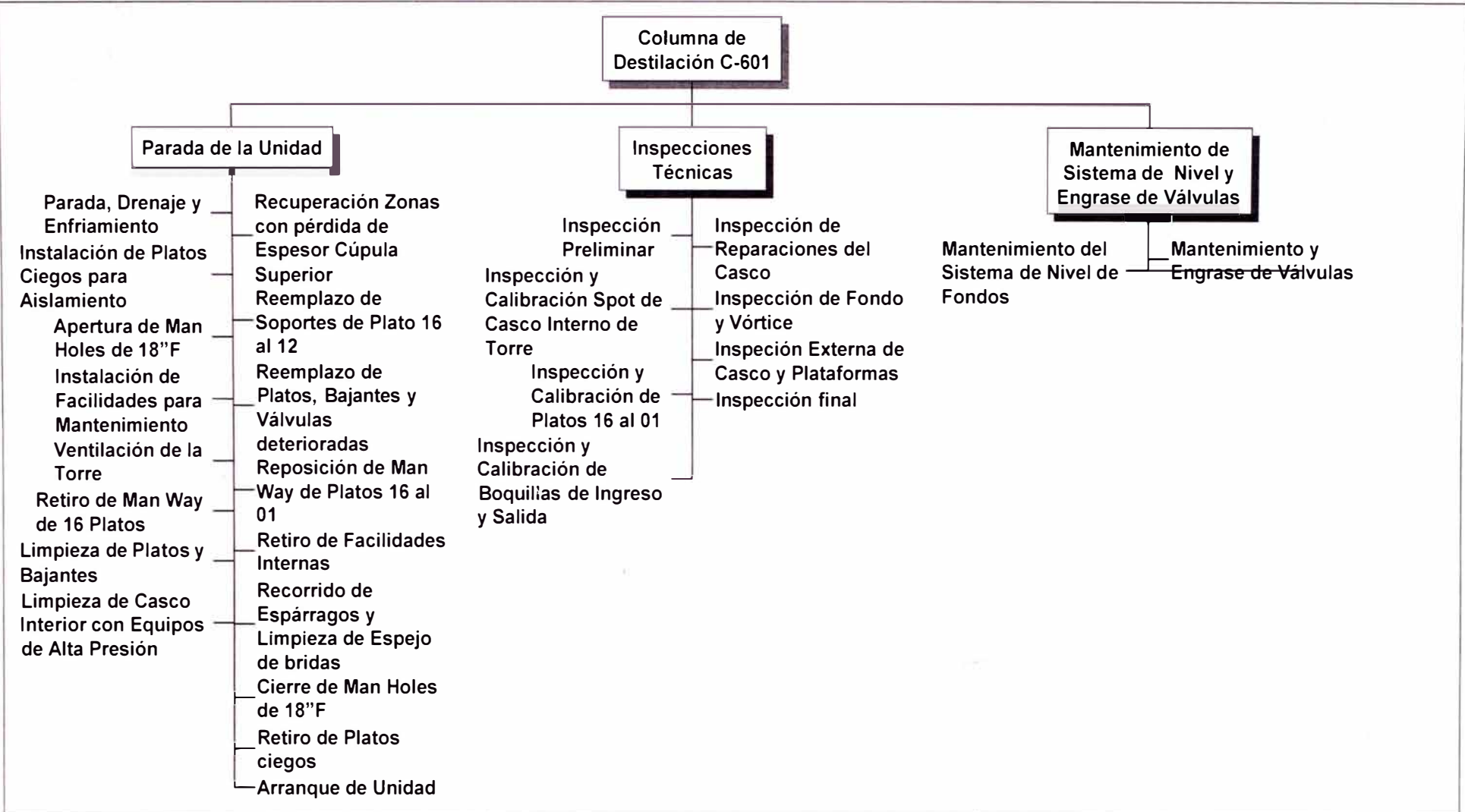
ESCALA GRAFICA
KILOMETROS
0 10
MILLAS
0 5

**MAPA DE CAMPOS
LOTE 1-AB**

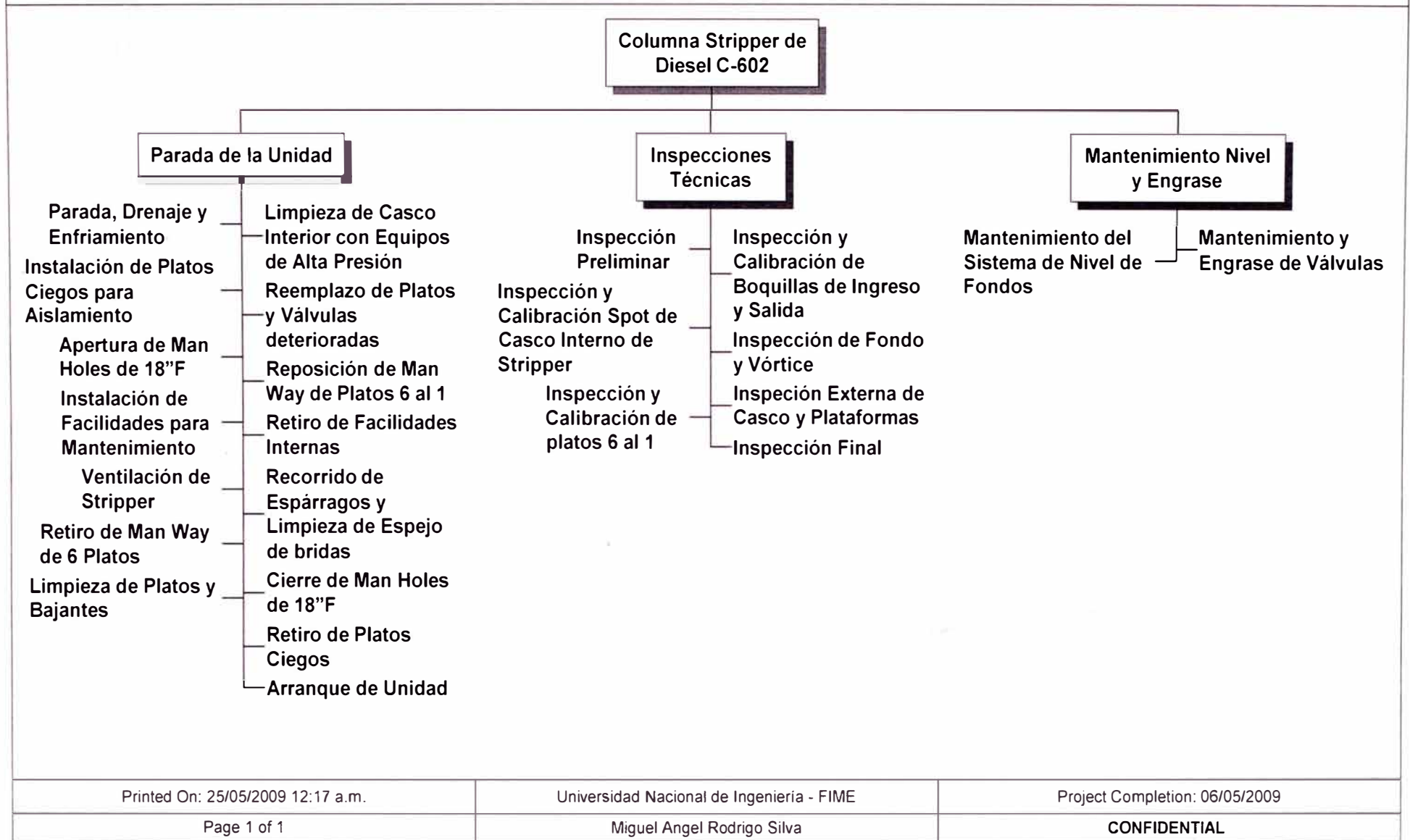
APENDICE N° 1: LISTADO DE ACTIVIDADES POR EQUIPOS

- LISTADO DE ACTIVIDADES DE COLUMNA DE DESTILACION PRIMARIA C-601.
- LISTADO DE ACTIVIDADES DE STRIPPER DE DIESEL C-602.
- LISTADO DE ACTIVIDADES DE ACUMULADOR DE NAFTA V-601.
- LISTADO DE ACTIVIDADES DE ACUMULADRO DE GASES V-602.
- LISTADO DE ACTIVIDADES DE LINEA DE TOPE DE 10"Φ.
- LISTADO DE ACTIVIDADES DE HORNO DE CALENTAMIENTO DE CRUDO H-601.
- LISTADO DE ACTIVIDADES DE VALVULAS DE SEGURIDAD PSV-4 A/B Y PSV-1 A/B.
- LISTADO DE ACTIVIDADES DE AEROENFRIADOR DE NAFTA AC-601 Y AEROENFRIADOR DE DIESEL AC-602.
- LISTADO DE ACTIVIDADES DE INTERCAMBIADORES DE CALOR E-601 A/B, E-602, E-603 A/B, E-604 A/B y E-605.

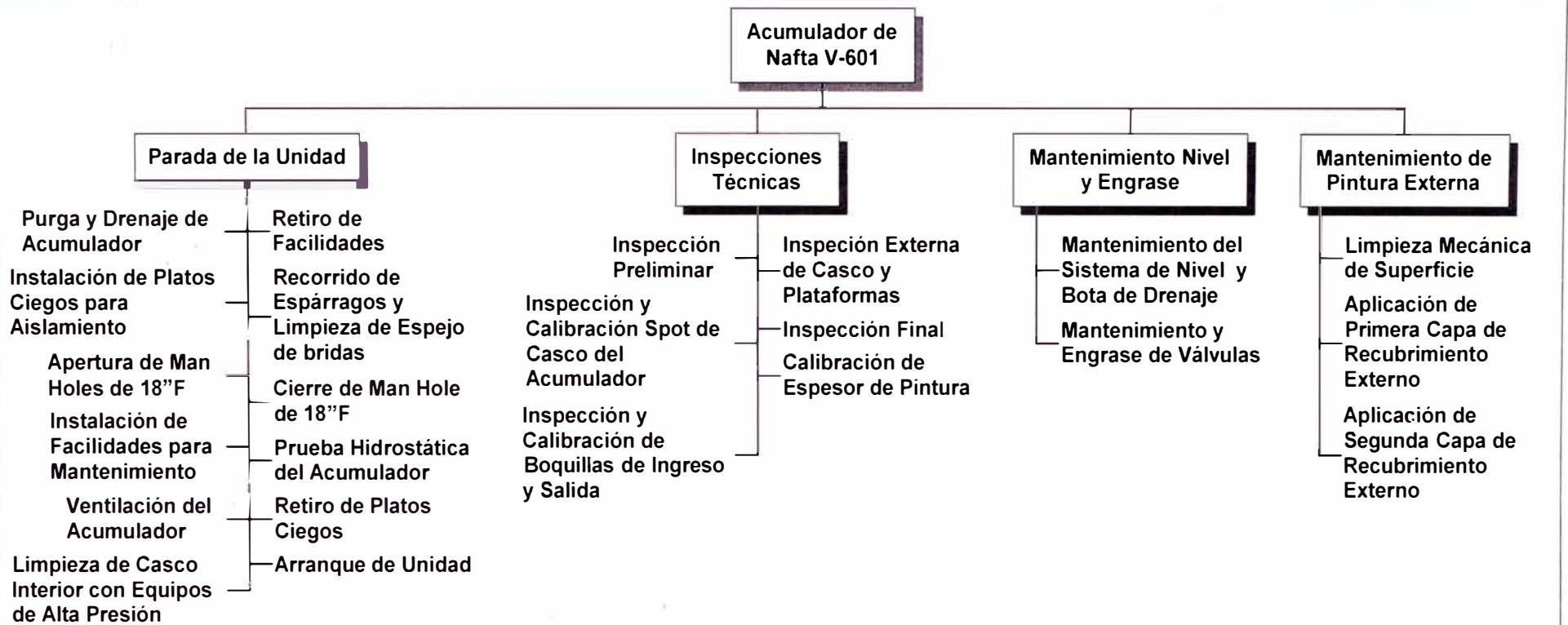
Actividades de Mantenimiento e Inspección de Columna de Destilación Primaria C-601



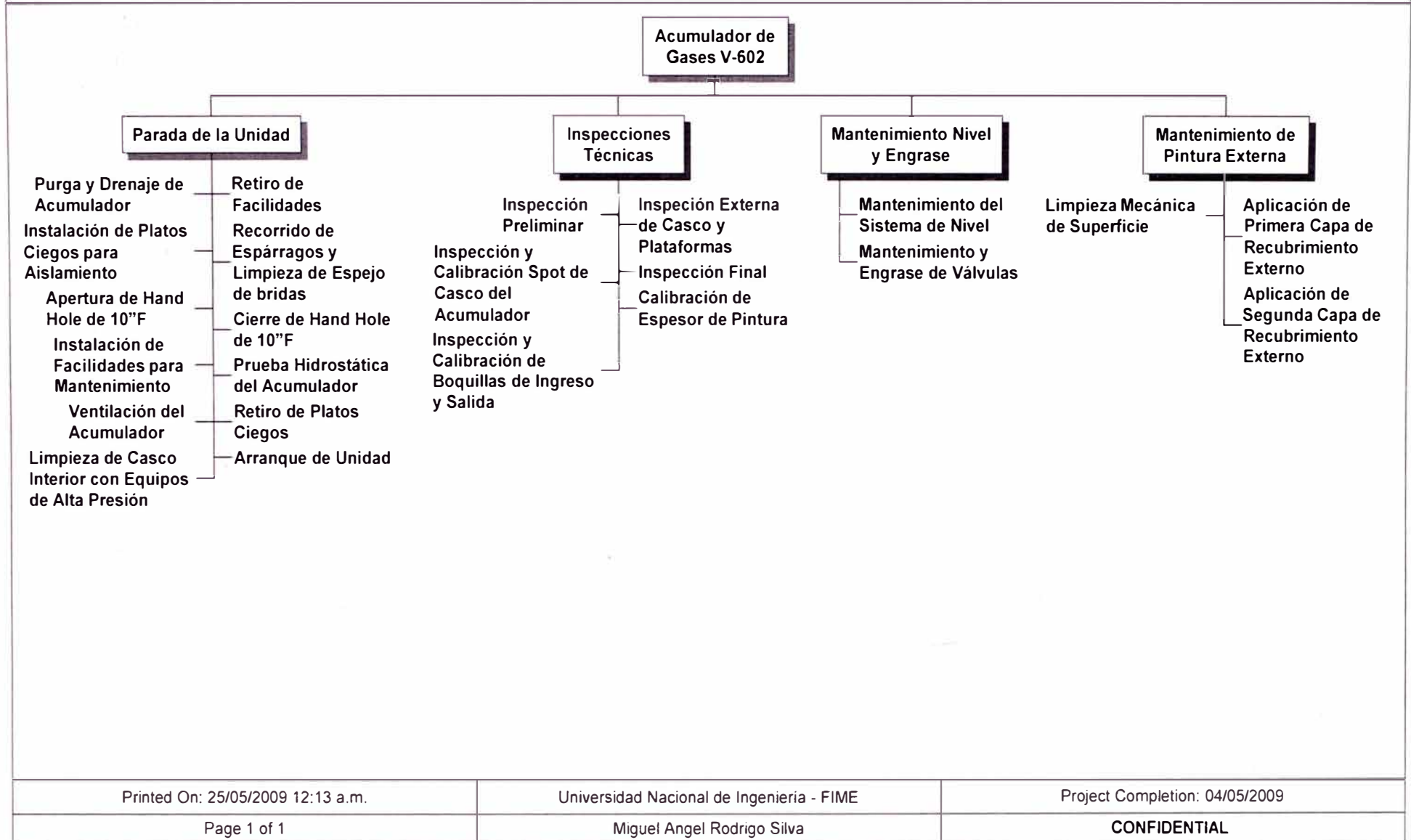
Actividades de Mantenimiento e Inspección de Columna Stripper de Diesel C-602



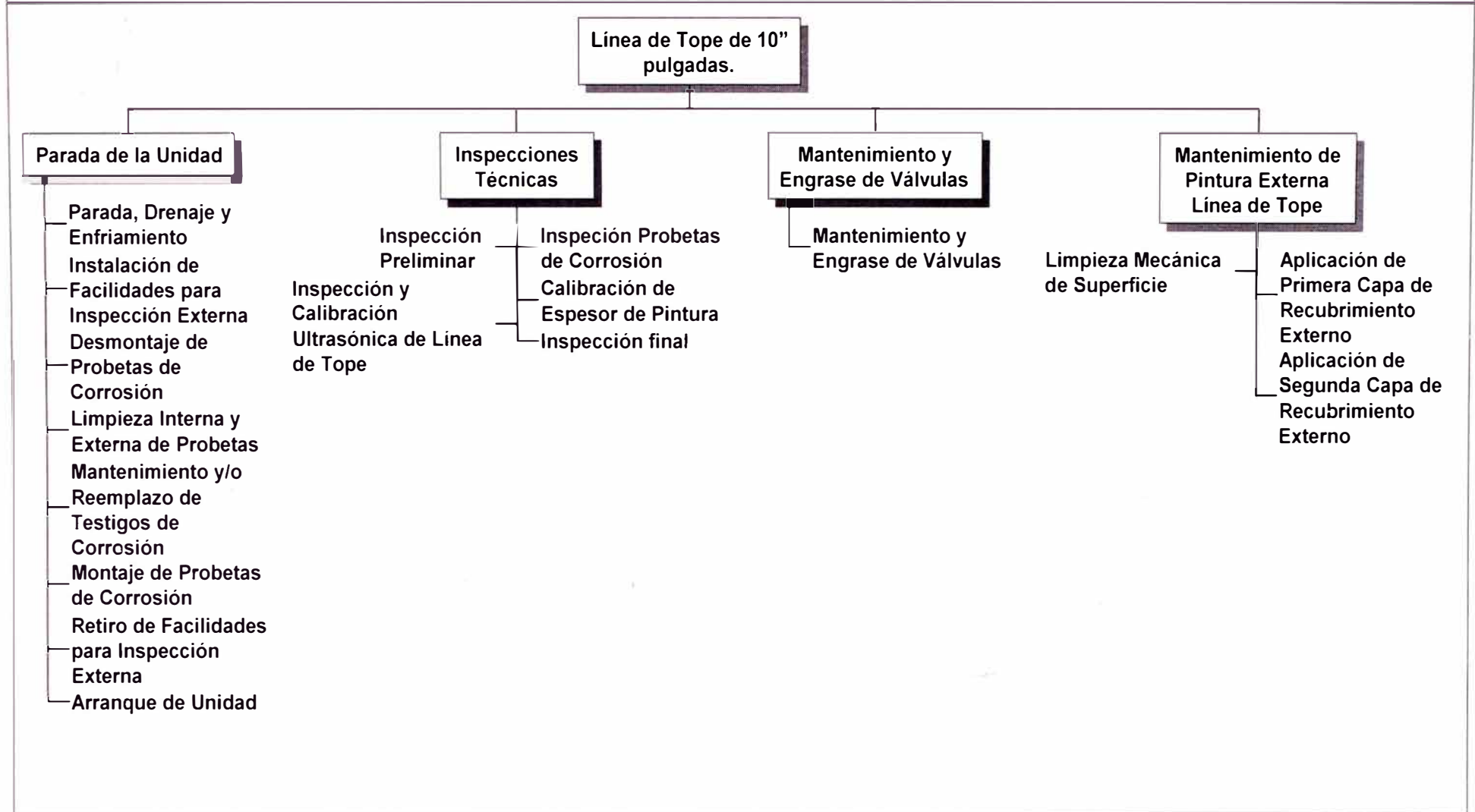
Actividades de Mantenimiento e Inspección de Acumulador de Nafta V-601



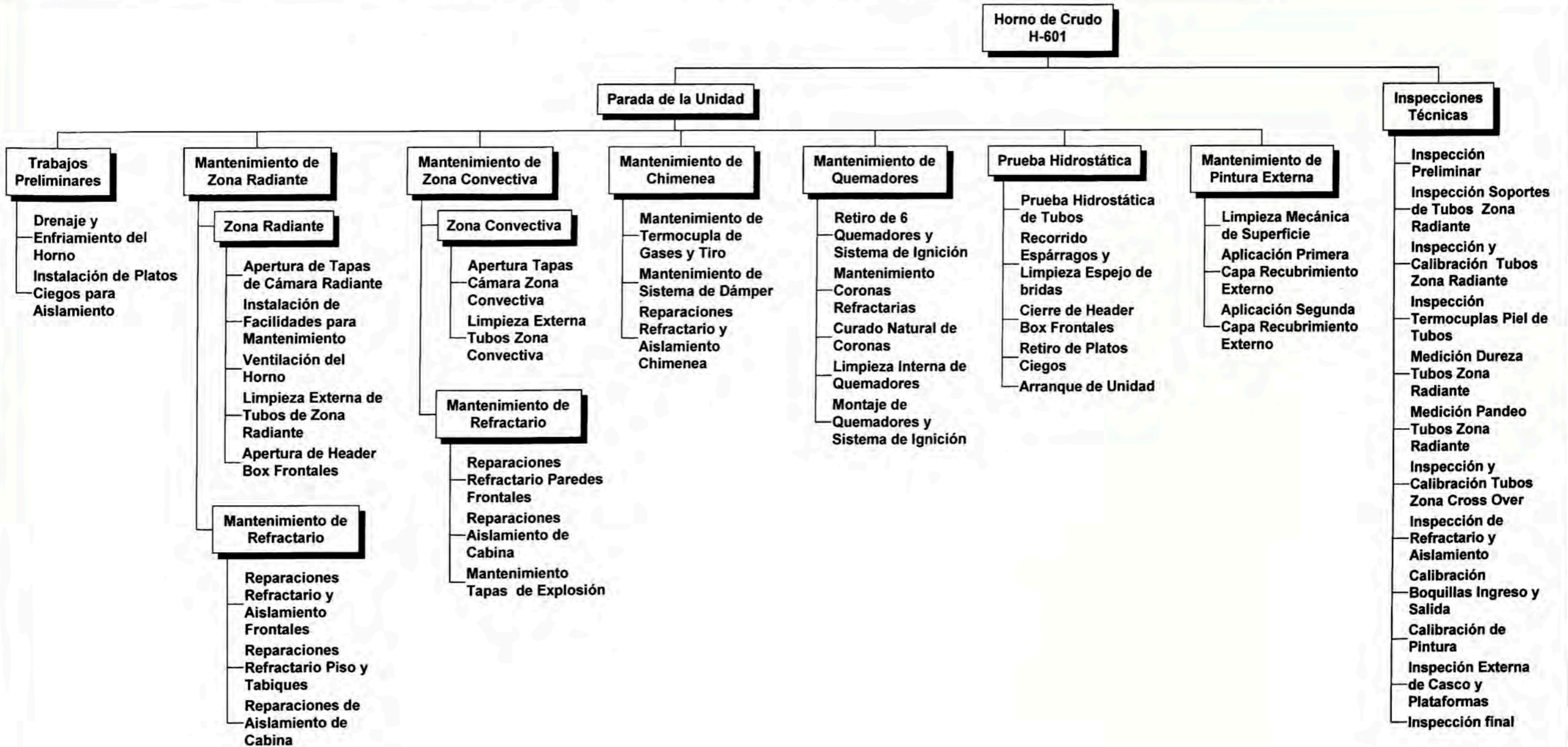
Actividades de Mantenimiento e Inspección de Acumulador de Gases V-602



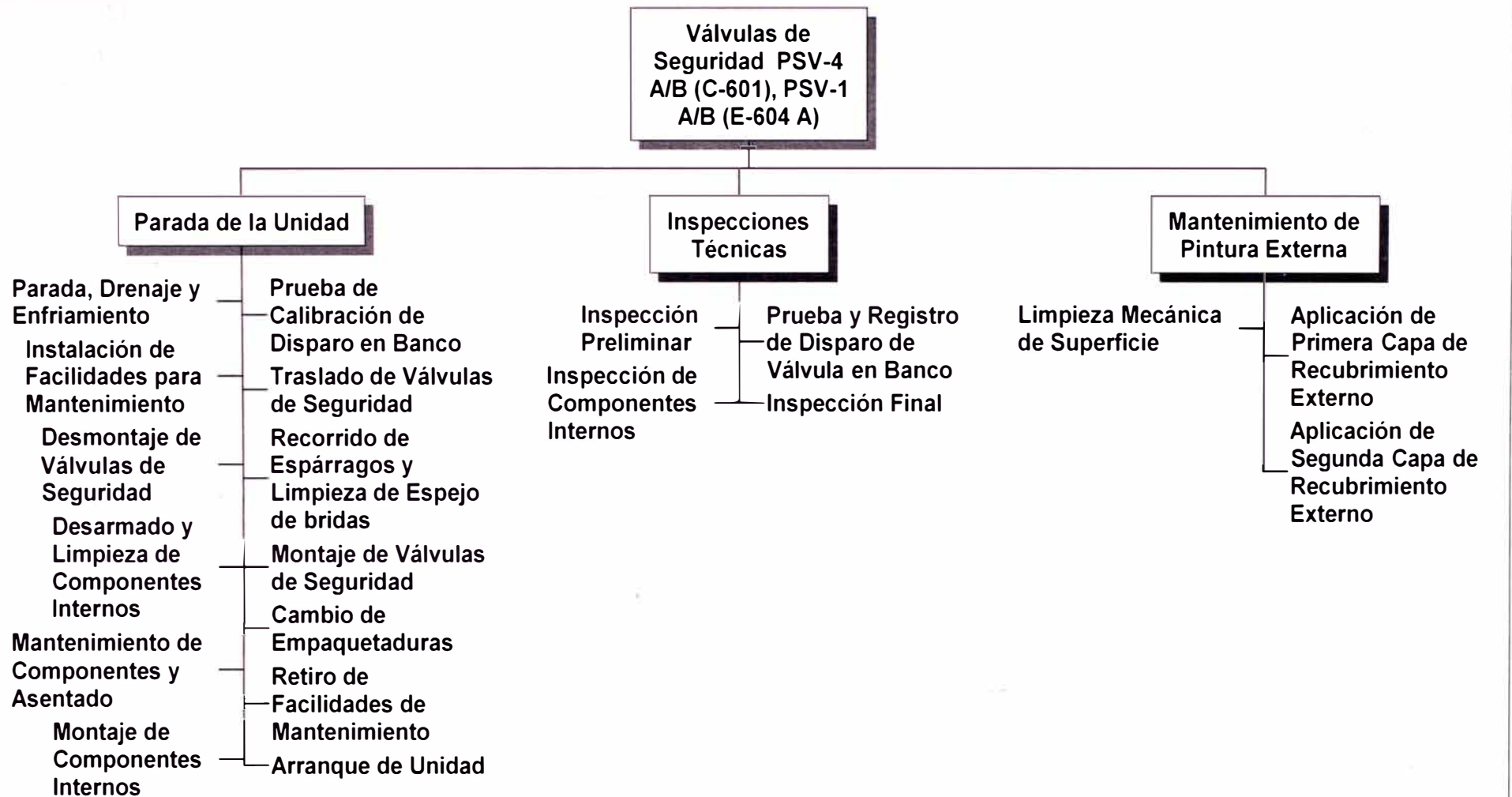
Actividades de Mantenimiento e Inspección de Línea de Tope 10 pulgadas



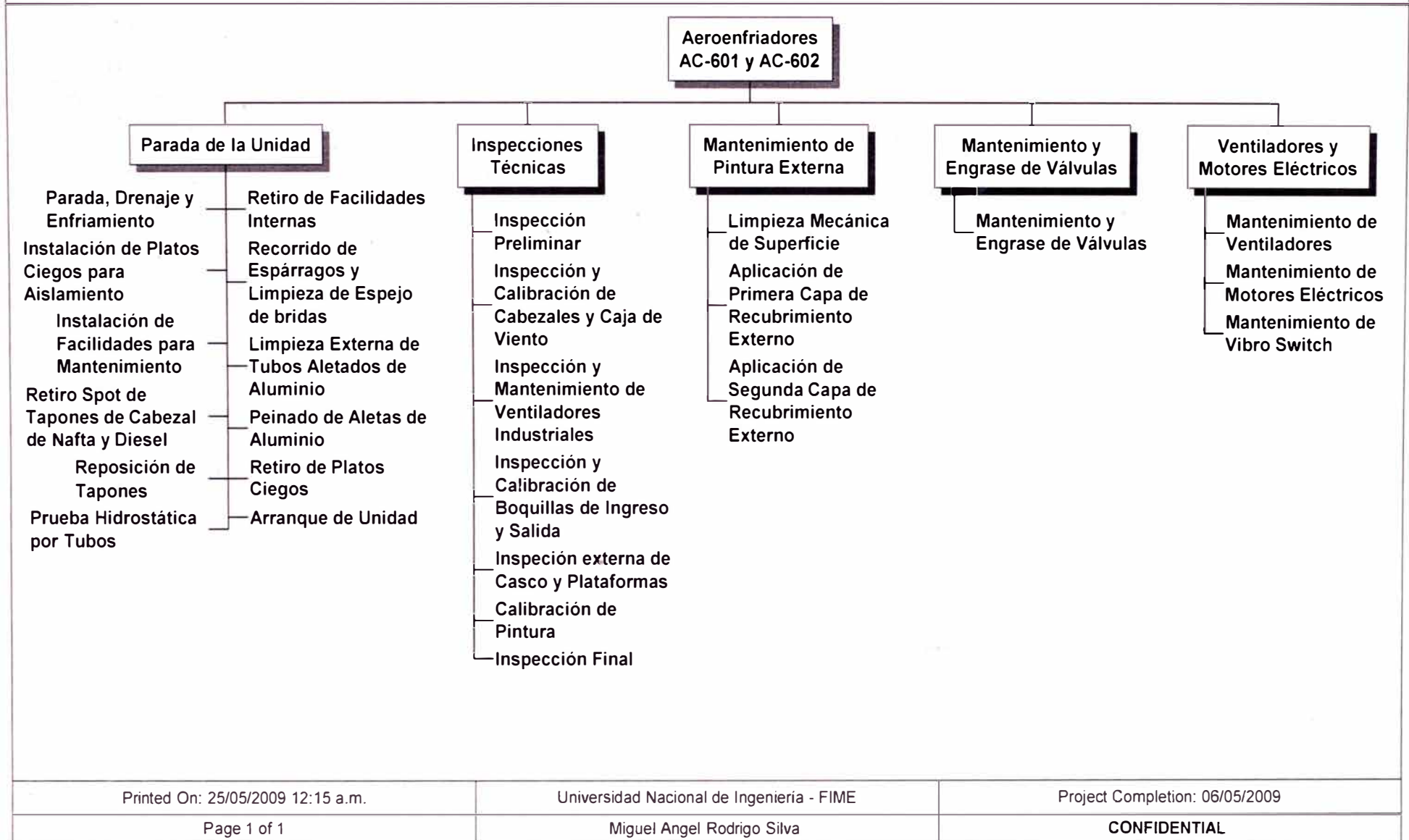
Actividades de Mantenimiento e Inspección de Horno de Crudo H-601



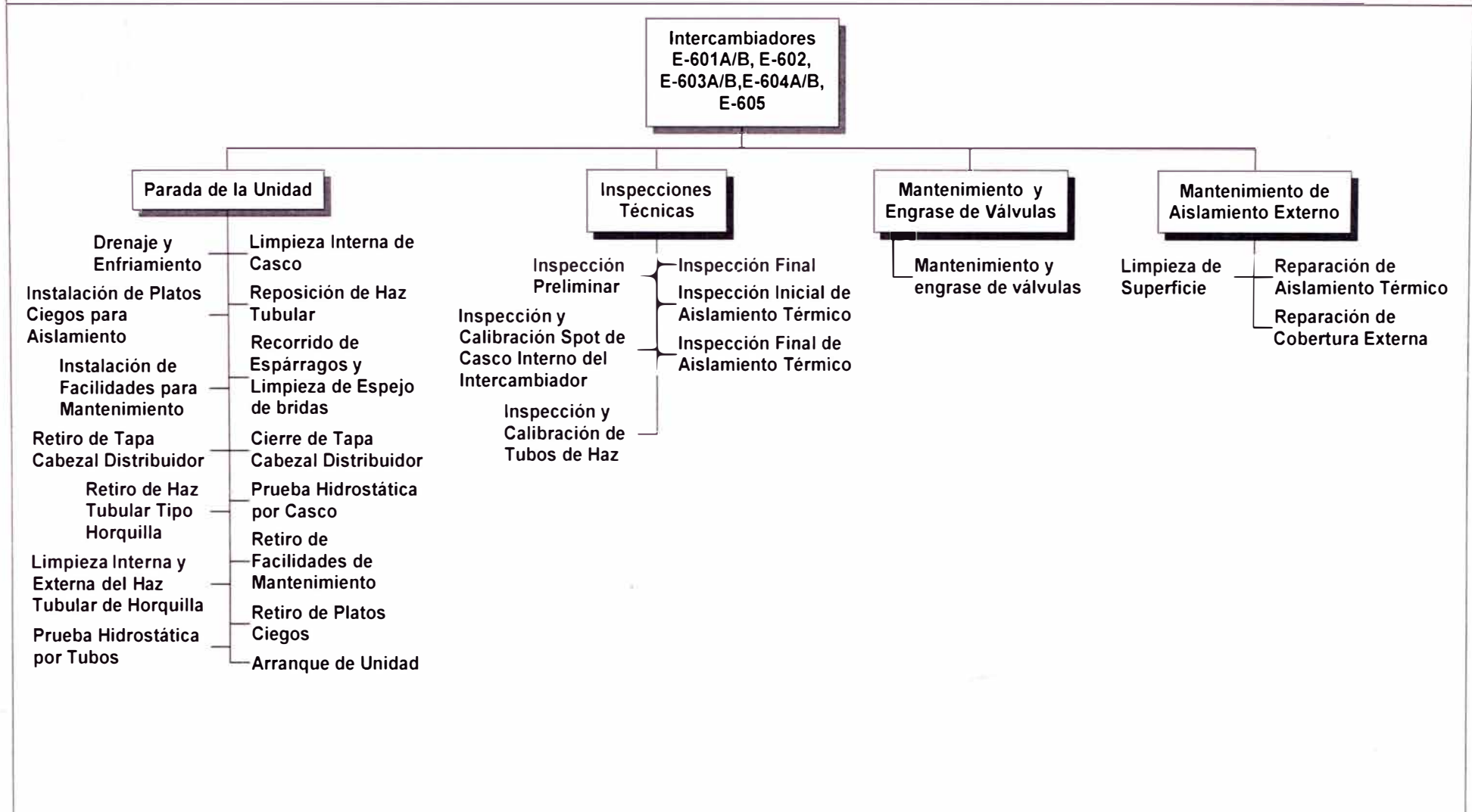
Actividades de Mantenimiento e Inspección de Válvulas de Seguridad PSV-4A-B y PSV-1A-B



Actividades de Mantenimiento e Inspección de Aeroenfriadores AC-601 y AC-602



Actividades de Mantenimiento e Inspección de Intercambiadores E-601A/B, E-602, E-603A/B, E-604A/B y E-605

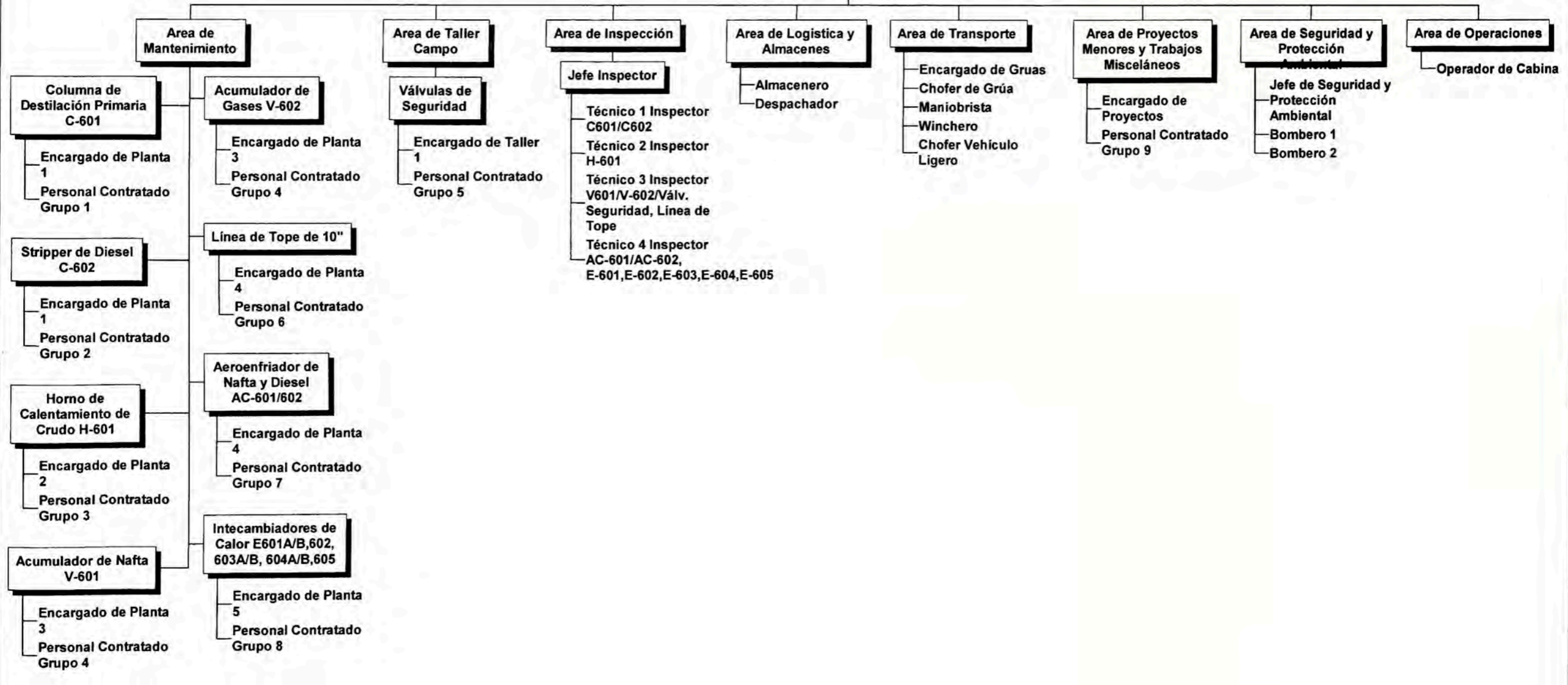


**APENDICE N° 2: ORGANIGRAMA Y CRONOGRAMA DE EJECUCION
DE TRABAJOS POR EQUIPOS**

Organigrama General de Parada de Planta Shiviayacu

**ORGANIGRAMA
GENERAL DE
PARADA DE PLANTA**

**Coordinador General
de Parada**

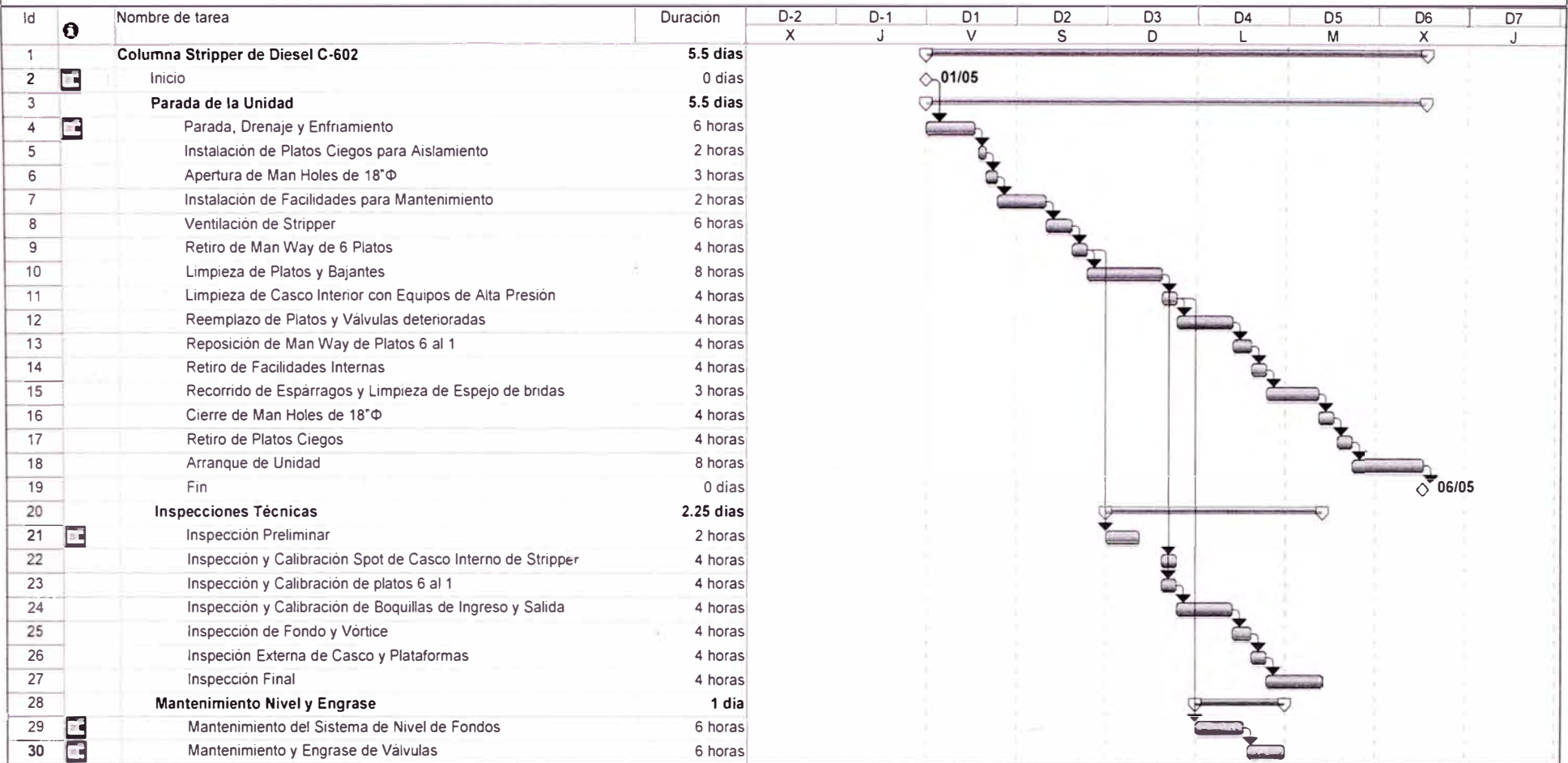


Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Columna de Destilación Primaria C-601

Id	Nombre de tarea	Duración	D-2	D-1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
			X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
1	Columna de Destilación C-601	9.5 días			◇										
2	Inicio	0 días			◇										
3	Parada de la Unidad	9.5 días			◇										
4	Parada, Drenaje y Enfriamiento	6 horas													
5	Instalación de Platos Ciegos para Aislamiento	4 horas													
6	Apertura de Man Holes de 18"Φ	4 horas													
7	Instalación de Facilidades para Mantenimiento	2 horas													
8	Ventilación de la Torre	8 horas													
9	Retiro de Man Way de 16 Platos	8 horas													
10	Limpieza de Platos y Bajantes	12 horas													
11	Limpieza de Casco Interior con Equipos de Alta Presión	8 horas													
12	Recuperación Zonas con pérdida de Espesor Cúpula Superior	16 horas													
13	Reemplazo de Soportes de Plato 16 al 12	8 horas													
14	Reemplazo de Platos, Bajantes y Válvulas deterioradas	8 horas													
15	Reposición de Man Way de Platos 16 al 01	6 horas													
16	Retiro de Facilidades Internas	2 horas													
17	Recorrido de Espárragos y Limpieza de Espejo de bridas	2 horas													
18	Cierre de Man Holes de 18"Φ	4 horas													
19	Retiro de Platos ciegos	8 horas													
20	Arranque de Unidad	8 horas													
21	Fin	0 días													◇
22	Inspecciones Técnicas	5.17 días													
23	Inspección Preliminar	6 horas													
24	Inspección y Calibración Spot de Casco Interno de Torre	8 horas													
25	Inspección y Calibración de Platos 16 al 01	8 horas													
26	Inspección y Calibración de Boquillas de Ingreso y Salida	6 horas													
27	Inspección de Reparaciones del Casco	16 horas													
28	Inspección de Fondo y Vórtice	4 horas													
29	Inspección Externa de Casco y Plataformas	8 horas													
30	Inspección final	4 horas													
31	Mantenimiento de Sistema de Nivel y Engrase de Válvulas	2 días													
32	Mantenimiento del Sistema de Nivel de Fondos	12 horas													
33	Mantenimiento y Engrase de Válvulas	12 horas													

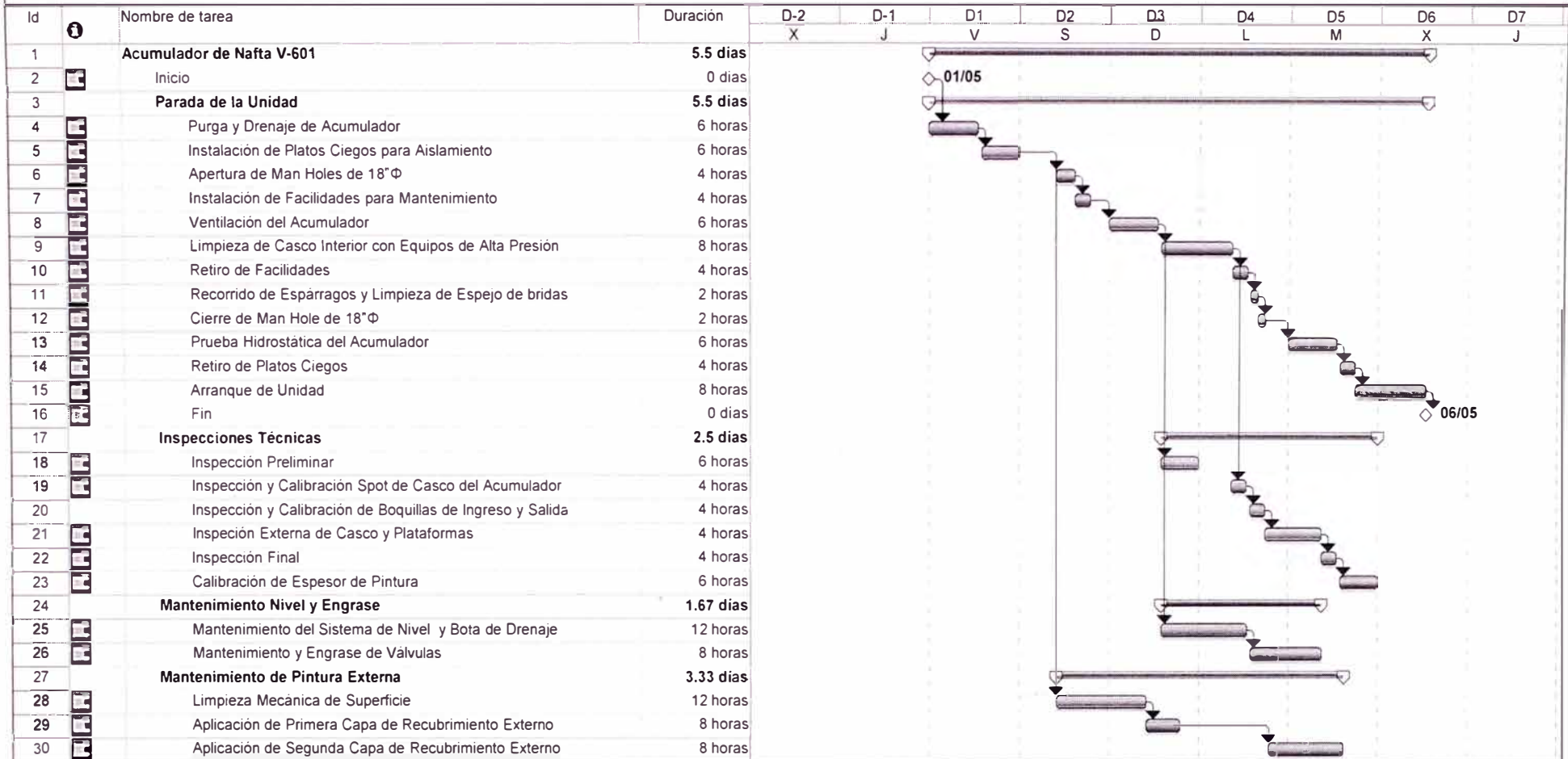
Proyecto: C-601 Fecha: lun 25/05/09	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Columna Stripper de Diesel C-602



Proyecto: C-602 Fecha: lun 25/05/09	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

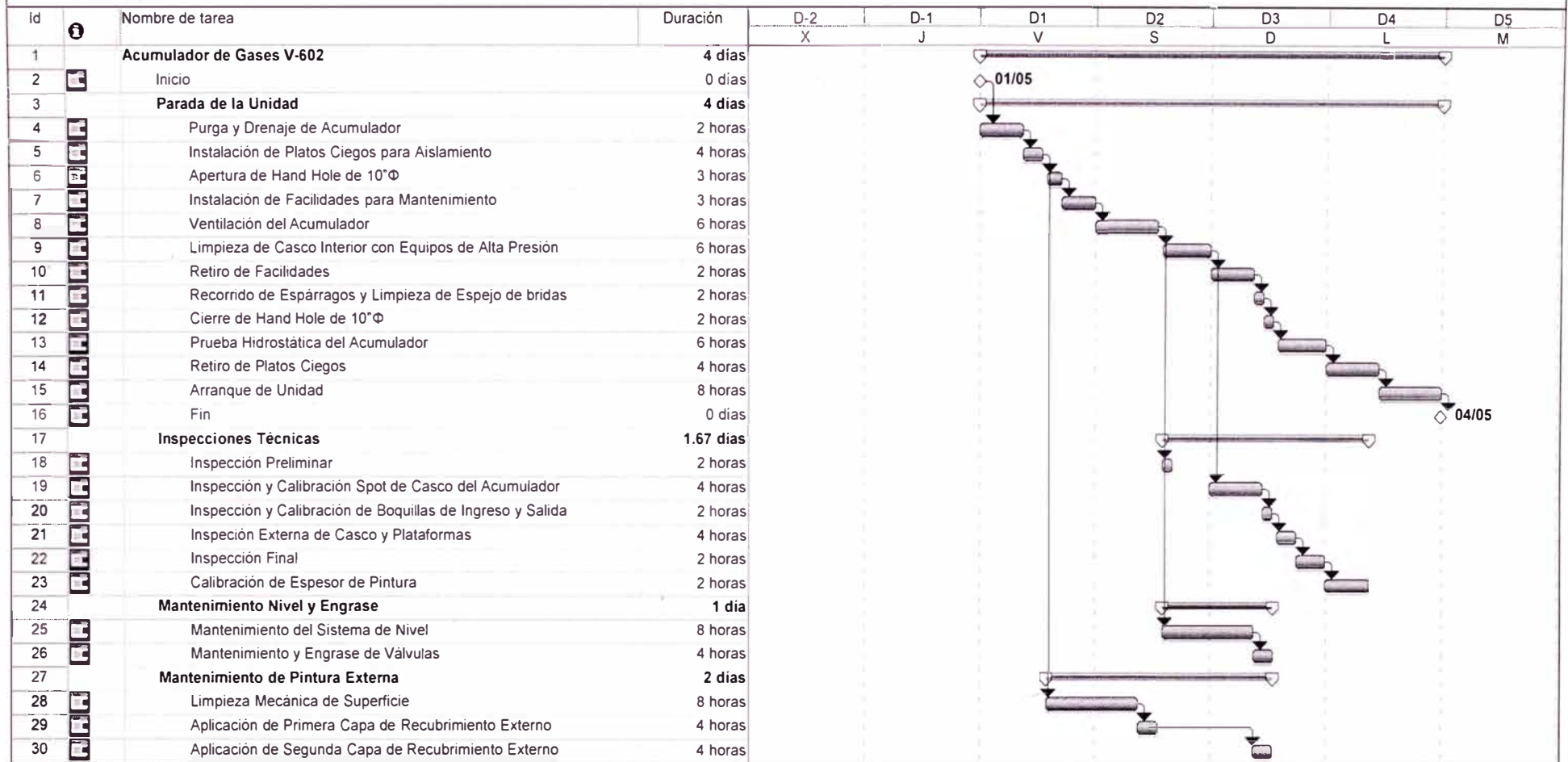
Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Acumulador de Nafta V-601



Proyecto: V-601
 Fecha: lun 25/05/09

Tarea		Hito		Tareas externas	
División		Resumen		Hito externo	
Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Acumulador de Gases V-602



Proyecto: V-602
Fecha: lun 25/05/09

Tarea		Hito		Tareas externas	
División		Resumen		Hito externo	
Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

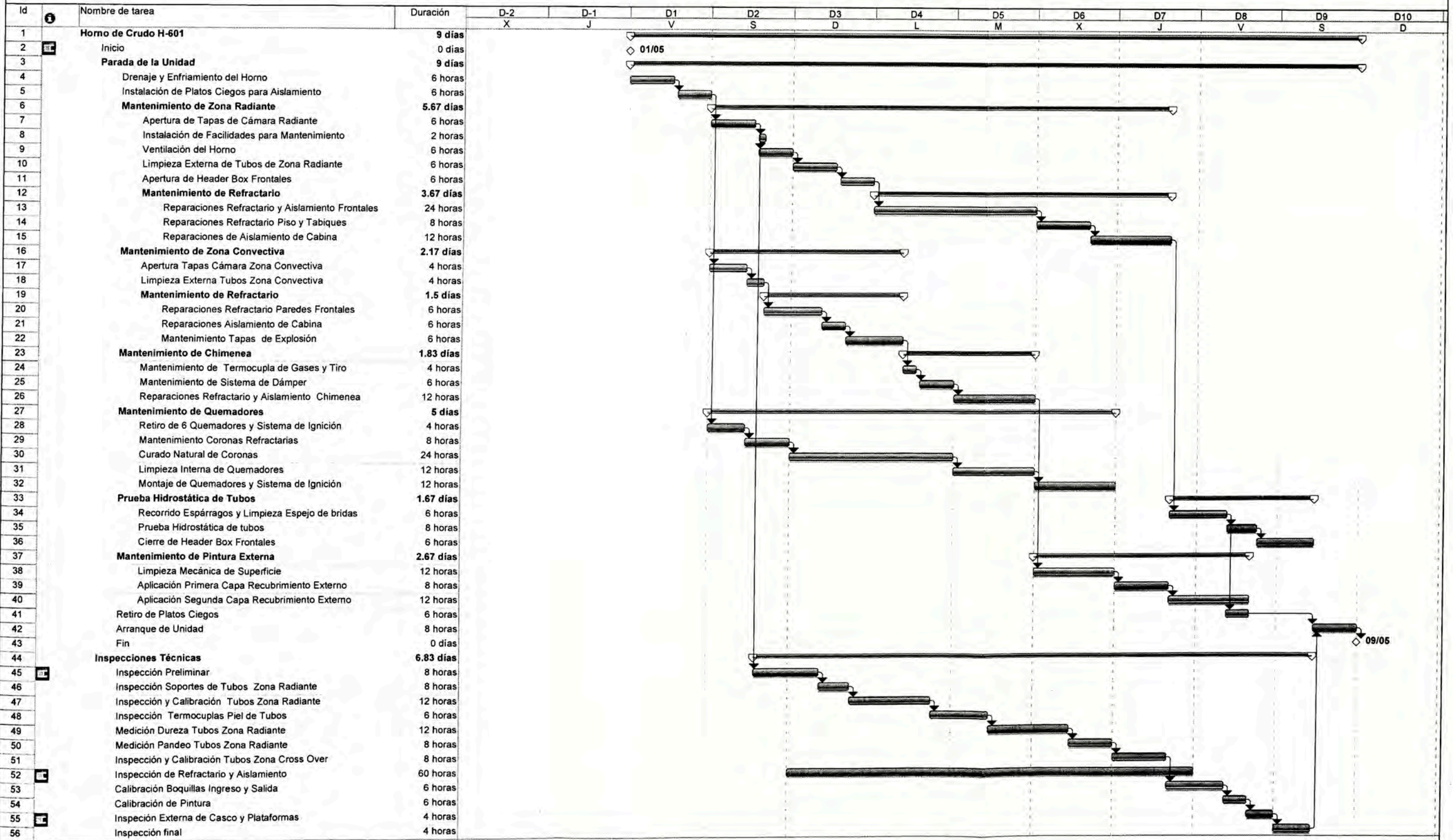
Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Línea de Tope de 10"Φ

Id	Nombre de tarea	Duración	D-1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
			J	V	S	D	L	M	X	J	V
1	Línea de Tope de 10"Φ.	6.5 días									
2	Inicio	0 días									
3	Parada de la Unidad	6.5 días									
4	Parada, Drenaje y Enfriamiento	8 horas									
5	Instalación de Facilidades para Inspección Externa	6 horas									
6	Desmontaje de Probetas de Corrosión	6 horas									
7	Limpieza Interna y Externa de Probetas	6 horas									
8	Mantenimiento y/o Reemplazo de Testigos de Corrosión	8 horas									
9	Montaje de Probetas de Corrosión	8 horas									
10	Retiro de Facilidades para Inspección Externa	12 horas									
11	Arranque de Unidad	8 horas									
12	Fin	0 días									
13	Inspecciones Técnicas	4.33 días									
14	Inspección Preliminar	6 horas									
15	Inspección y Calibración Ultrasonica de Línea de Tope	20 horas									
16	Inspección Probetas de Corrosión	8 horas									
17	Calibración de Espesor de Pintura	12 horas									
18	Inspección final	2 horas									
19	Mantenimiento y Engrase de Válvulas	1 día									
20	Mantenimiento y Engrase de Válvulas	12 horas									
21	Mantenimiento de Pintura Externa Línea de Tope	3.33 días									
22	Limpieza Mecánica de Superficie	24 horas									
23	Aplicación de Primera Capa de Recubrimiento Externo	18 horas									
24	Aplicación de Segunda Capa de Recubrimiento Externo	18 horas									

Proyecto: Línea de Tope 10 pulgadas
 Fecha: lun 25/05/09

Tarea		Hito		Tareas externas	
División		Resumen		Hito externo	
Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	

Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Horno de Crudo H-601



Proyecto: H-601
Fecha: lun 25/05/09

Tarea Progreso Resumen Tareas externas Fecha limite
 División Hitos Resumen del proyecto Hitos externos

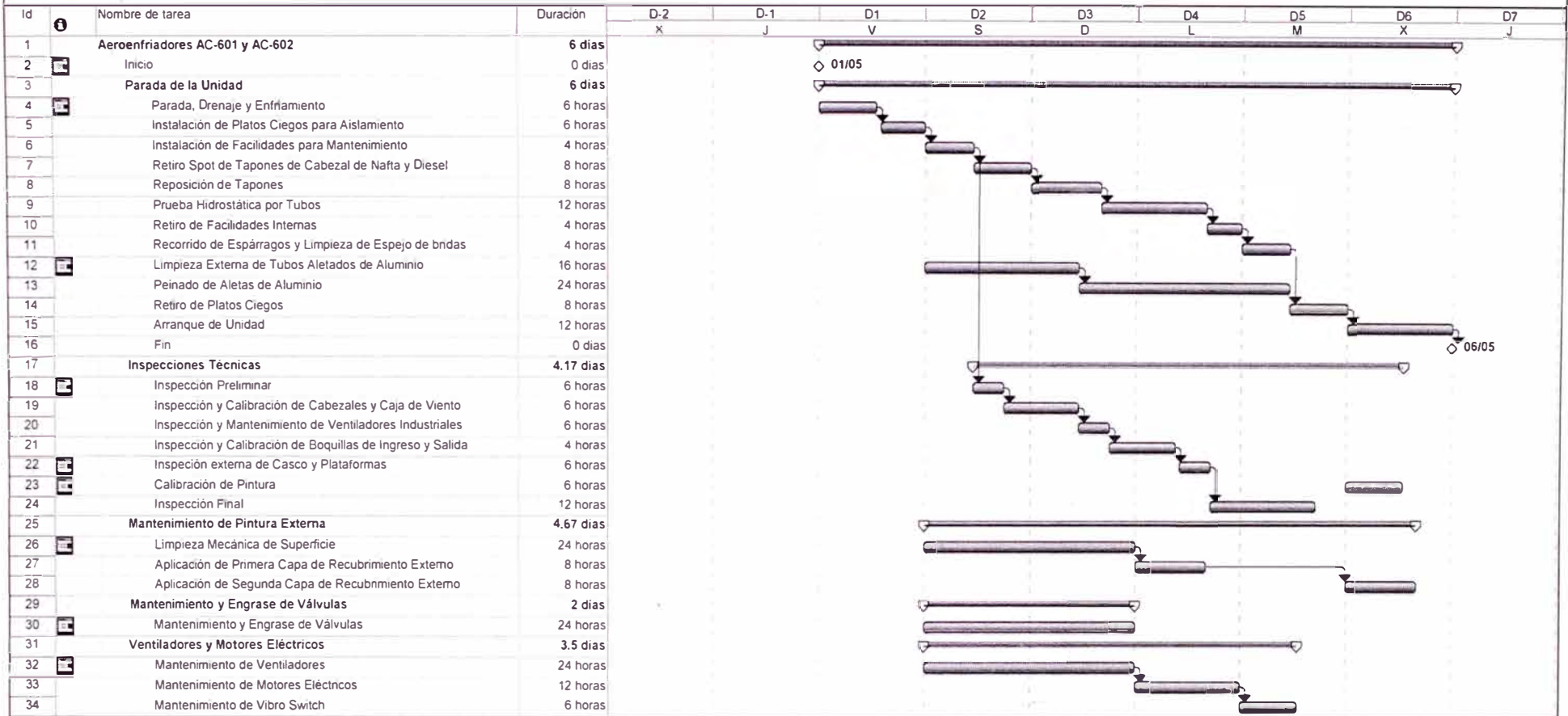
Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Válvula de Seguridad PSV-4 A/B, PSV-1 A/B

Id	Nombre de tarea	Duración	D-2	D-1	D1	D2	D3	D4	D5	D6
			X	J	V	S	D	L	M	X
1	Válvulas de Seguridad PSV-4 A/B (C-601), PSV-1 A/B (E-604 A)	5 días								
2	Inicio	0 días								
3	Parada de la Unidad	5 días								
4	Parada, Drenaje y Enfriamiento	8 horas								
5	Instalación de Facilidades para Mantenimiento	4 horas								
6	Desmontaje de Válvulas de Seguridad	6 horas								
7	Desarmado y Limpieza de Componentes Internos	4 horas								
8	Mantenimiento de Componentes y Asentado	8 horas								
9	Montaje de Componentes Internos	4 horas								
10	Prueba de Calibración de Disparo en Banco	4 horas								
11	Traslado de Válvulas de Seguridad	4 horas								
12	Recorrido de Espárragos y Limpieza de Espejo de bridas	2 horas								
13	Montaje de Válvulas de Seguridad	2 horas								
14	Cambio de Empaquetaduras	2 horas								
15	Retiro de Facilidades de Mantenimiento	4 horas								
16	Arranque de Unidad	6 horas								
17	Fin	0 días								
18	Inspecciones Técnicas	2.5 días								
19	Inspección Preliminar	4 horas								
20	Inspección de Componentes Internos	6 horas								
21	Prueba y Registro de Disparo de Válvula en Banco	4 horas								
22	Inspección Final	4 horas								
23	Mantenimiento de Pintura Externa	1 día								
24	Limpieza Mecánica de Superficie	4 horas								
25	Aplicación de Primera Capa de Recubrimiento Externo	4 horas								
26	Aplicación de Segunda Capa de Recubrimiento Externo	4 horas								



Proyecto: PSV-4A-B Y PSV-1A-B Fecha: lun 25/05/09	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

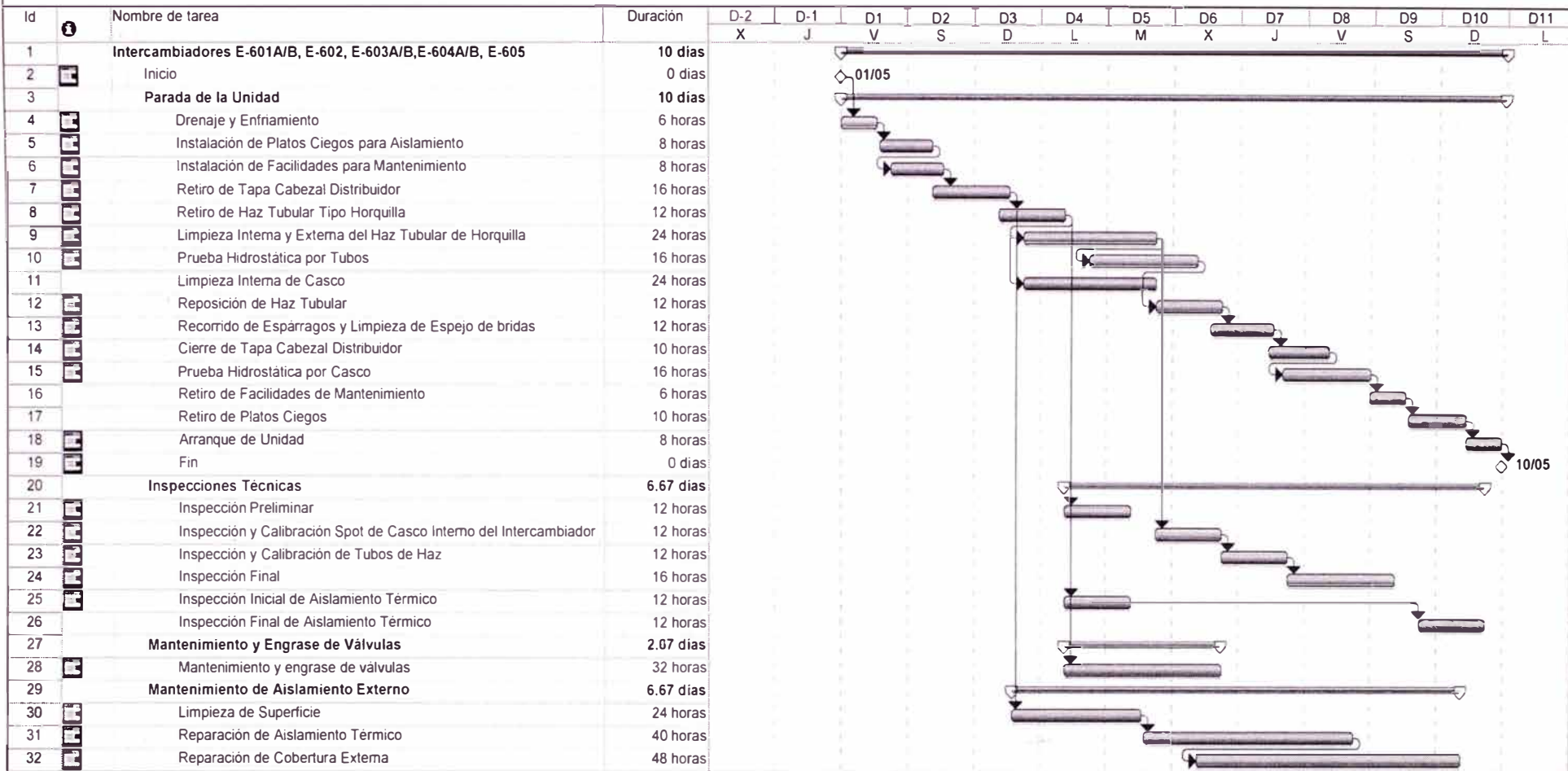
Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Aeroenfriadores AC-601 y AC-602



Proyecto: AC-601 y AC-602
 Fecha: lun 25/05/09

Tarea Progreso Resumen Tareas externas Fecha limite
 Division Hito Resumen del proyecto Hito externo

Cronograma de Mantenimiento e Inspección de Intercambiadores de Calor E601A/B, E602, E603A/B, E604A/B, E605



Proyecto: Intercambiadores Fecha: lun 25/05/09	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

APENDICE N° 3: PRESUPUESTO DE LABOR Y BENEFICIOS

Apéndice N° 3 Presupuesto de Labor y Beneficios

Fecha: 04/05/09
Revisión: "0"

DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA PROPIA Y CONTRATADA PARA PARADA DE PLANTA UNIDAD DE
DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE SHIVIYACU

Equipo: COLUMNA DE DESTILACION

TAG: C-601

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Planta 1	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
		R											
AG	Ayudante General	P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
		R											0
EL	Electricista Industrial	P	1									1	2
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P						1	1				2
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P						1	1				2
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
TC	Tubero Calderero	P											0
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Propio	P	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	14
		R											0
	Contratado	P	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7	72
		R											0

Programado R Real

Equipo: STRIPPER DE DIESEL

TAG: C-602

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Planta 1	P											0
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	2	2	2	2	2	2					12
		R											0
AG	Ayudante General	P	2	2	2	2	2	2					12
		R											0
EL	Electricista Industrial	P											0
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P											0
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P				1							1
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P				1							1
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P											0
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P											0
		R											0
TC	Tubero Calderero	P											0
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P											0
		R											0
	Propio	P	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		R											0
	Contratado	P	4	4	4	5	4	4	0	0	0	0	25
		R											0

Programado R Real

Apéndice N° 3 Presupuesto de Labor y Beneficios

Fecha: 04/05/09
Revisión: "0"

DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA PROPIA Y CONTRATADA PARA PARADA DE PLANTA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE SHIVIYACU

Equipo: HORNO DE CRUDO

TAG: H-601

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Planta 2	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1		9
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	3	3	3	3	3	3	3	2	2		25
		R											0
AG	Ayudante General	P	3	3	3	3	3	3	3	2	2		25
		R											0
EL	Electricista Industrial	P		1						1			2
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1		9
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P	1	1	1	1	1	1					6
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P											0
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P											0
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P											0
		R											0
TC	Tubero Calderero	P											0
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P											0
		R											0
Propio		P	2	3	2	2	2	2	1	2	1	0	17
		R											0
Contratado		P	7	7	7	7	7	7	7	5	5	0	59
		R											0

Programado R Real

Equipo: ACUMULADOR DE NAFTA

TAG: V-601

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Planta 3	P	1	1	1	1	1	1					6
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	2	2	2	2	2	2					12
		R											0
AG	Ayudante General	P	2	2	2	2	2	2					12
		R											0
EL	Electricista Industrial	P											0
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P	1	1	1	1	1	1					6
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P			1	1							2
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P			1	1							2
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P											0
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P			1	1							2
		R											0
TC	Tubero Calderero	P			1	1							2
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P											0
		R											0
Propio		P	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	8
		R											0
Contratado		P	5	5	8	8	5	5	0	0	0	0	36
		R											0

P Programado R Real

Apéndice N° 3 Presupuesto de Labor y Beneficios

Fecha: 04/05/09
Revisión: "0"

DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA PROPIA Y CONTRATADA PARA PARADA DE PLANTA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE SHIVYACU

Equipo: ACUMULADOR DE GASES

TAG: V-602

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
EP			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Planta 3	P	1	1	1	1	1	1					6
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	2	2	2	1	1	1					9
		R											0
AG	Ayudante General	P	1	1	1	1	1	1					6
		R											0
EL	Electricista Industrial	P											0
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P	1										1
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P					1	1					2
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P					1	1					2
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P											0
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P											0
		R											0
TC	Tubero Calderero	P											0
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P											0
		R											0
	Propio	P	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	8
		R											0
	Contratado	P	4	3	3	2	3	3	0	0	0	0	18
		R											0

P Programado R Real

Equipo: LINEA DE TOPE DE COLUMNA

TAG: LINEA DE TOPE DE 10" Φ

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
EP			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Planta 4	P	1	1	1	1	1						5
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	2		2		2						6
		R											0
AG	Ayudante General	P	2		2		2						6
		R											0
EL	Electricista Industrial	P											0
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P											0
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P		1		1							2
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P		1		1							2
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P											0
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P											0
		R											0
TC	Tubero Calderero	P											0
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P											0
		R											0
	Propio	P	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	7
		R											0
	Contratado	P	4	1	4	1	4	0	0	0	0	0	14
		R											0

P Programado R Real

Apéndice N° 3 Presupuesto de Labor y Beneficios

Fecha: 04/05/09
Revisión: "0"

DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA PROPIA Y CONTRATADA PARA PARADA DE PLANTA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE SHIVYACU

Equipo: AEROENFRIADORES ATMOSFERICOS

TAG: AC-601 y AC-602

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Planta 4	P											0
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	3	3	3	3	3	3					18
		R											0
AG	Ayudante General	P	3	3	3	3	3	3					18
		R											0
EL	Electricista Industrial	P	1	1	1	1	1	1					6
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P	1	1	1	1	1						5
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P						1					1
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P						1					1
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P											0
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P											0
		R											0
TC	Tubero Calderero	P											0
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P											0
		R											0
	Propio	P	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	7
		R											0
	Contratado	P	7	7	7	7	7	7	0	0	0	0	42
		R											0

P Programado R Real

Equipo: INTERCAMBIADORES

TAG: E-601, E602, E-603, E604 y E-605

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Planta 5	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	78
		R											0
AG	Ayudante General	P	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	48
		R											0
EL	Electricista Industrial	P	1		1		1		1		1		5
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P											0
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P											0
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P											0
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P											0
		R											0
TC	Tubero Calderero	P											0
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P											0
		R											0
	Propio	P	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	15
		R											0
	Contratado	P	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	136
		R											0

P Programado R Real

Apéndice N° 3 Presupuesto de Labor y Beneficios

Fecha: 04/05/09
Revisión: "0"

DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA PROPIA Y CONTRATADA PARA PARADA DE PLANTA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE SHIVIYACU

Equipo: VALVULAS DE SEGURIDAD

TAG: PSV-4A-B / PSV-1A-B

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Taller 1	P	1	1	1	1	1						5
		R											
AA	Ayudante Ajustador	P	1				1						2
		R											0
AG	Ayudante General	P	1				1						2
		R											0
EL	Electricista Industrial	P											0
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P											0
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P		1	1	1	1						4
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P		1	1	1	1						4
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P											0
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P											0
		R											0
TC	Tubero Calderero	P											0
		R											0
OX	Oxigenista Esmerilador	P											0
		R											0
	Propio	P	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	9
		R											0
	Contratado	P	2	1	1	1	3	0	0	0	0	0	8
		R											0

P Programado R Real

Equipo: AREA DE INSPECCION

TAG: INSPECCION

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Inspector	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
AA	Técnico Inspector 1	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
AG	Técnico Inspector 2	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
IN	Técnico Inspector 3	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
TI	Técnico Inspector 4	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Propio	P											0
		R											0
	Contratado	P	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
		R											0

P Programado R Real

Equipo: AREA LOGISTICA Y ALMACENES

TAG: LOGISTICA

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
AL	Almacenero	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
DE	Despachador	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Propio	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Contratado	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0

P Programado R Real

Apéndice N° 3 Presupuesto de Labor y Beneficios

Fecha: 04/05/09
Revisión: "0"

DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA PROPIA Y CONTRATADA PARA PARADA DE PLANTA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE SHIVIYACU

Equipo: AREA DE TRANSPORTES

TAG: TRANSPORTES

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EG	Encargado de Gruas	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
CG	Chofer de Gruas	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
MA	Maniobrista	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
WI	Winchero	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
CV	Chofer Vehiculo Ligero	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Propio	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Contratado	P	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
		R											0

P Programado R Real

Equipo: AREA DE PROYECTOS MENORES Y MISCELANEOS

TAG: PROYECTOS

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
EP	Encargado de Proyectos	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
AA	Ayudante Ajustador	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
AG	Ayudante General	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
EL	Electricista Industrial	P											0
		R											0
AE	Ayudante Electricista	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
II	Instrumentista Industrial	P											0
		R											0
AI	Ayudante Instrumentista	P											0
		R											0
S1	Soldador 1 Homologado	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
S2	Soldador 2 Homologado	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
TC	Tubero Calderero	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Propio	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Contratado	P	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60
		R											0

P Programado R Real

Equipo: AREA DE SEGURIDAD Y PROTECCION AMBIENTAL

TAG: SEGURIDAD

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
JS	Jefe de Seguridad	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
B1	Bombero 1	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
B2	Bombero 2	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Propio	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R											0
	Contratado	P	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
		R											0

P Programado R Real

Apéndice N° 3 Presupuesto de Labor y Beneficios

Fecha: 04/05/09
Revisión: "0"

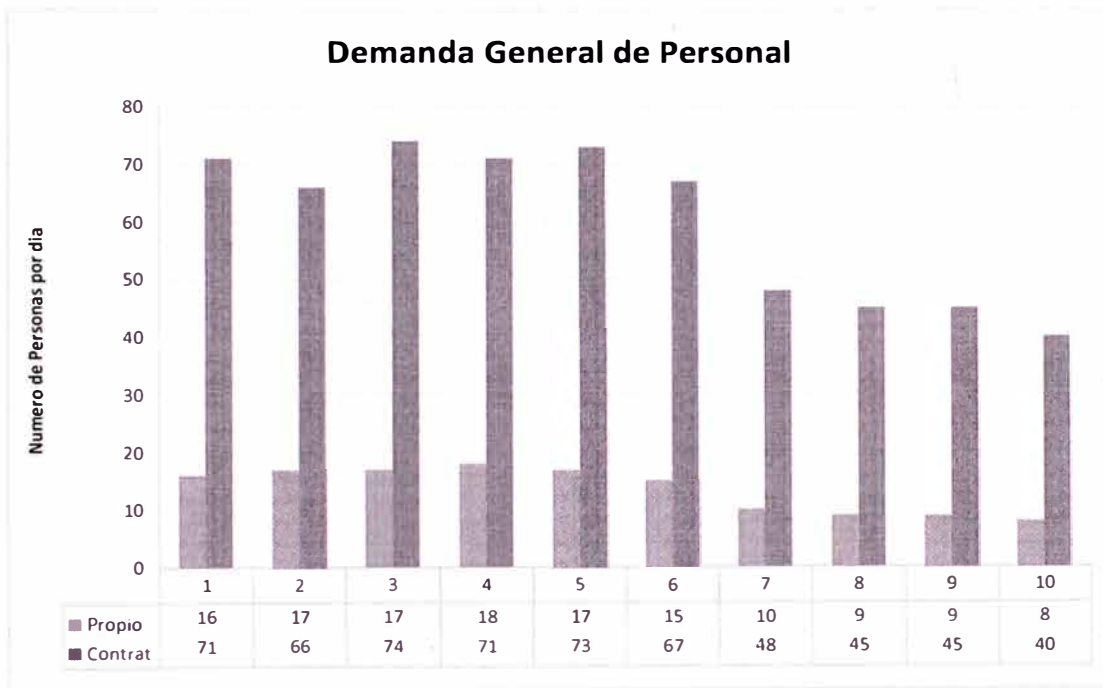
DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA PROPIA Y CONTRATADA PARA PARADA DE PLANTA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE SHIVYACU

Equipo: AREA DE OPERACIONES

TAG: OPERACIONES

Actividades			DIAS DE PARADA DE PLANTA										TOTAL	
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10		
OP	Operador de Planta	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R												0
AP	Asistente Planta	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R												0
	Propio	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R												0
	Contratado	P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
		R												0

P Programado R Real



Apéndice N° 3 Presupuesto de Labor y Beneficios

Fecha: 04/05/09
Revisión: "0"

DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA PROPIA Y CONTRATADA PARA PARADA DE PLANTA UNIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE 5,000 BARRILES DE SHIVIYACU

Personal Propio		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
EQUIPOS	Estat.	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
C-601	Prop.	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2
C-602	Prop.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
H-601	Prop.	2	3	2	2	2	2	1	2	1	0
V-601	Prop.	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0
V-602	Prop.	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0
LINEA DE TOPE 10"Φ	Prop.	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0
AC-601 y AC-602	Prop.	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0
E-601/602/603/604/605	Prop.	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
PSV-4A-B / PSV-1A-B	Prop.	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0
INSPECCION	Prop.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOGISTICA	Prop.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRANSPORTES	Prop.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PROYECTOS	Prop.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SEGURIDAD	Prop.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OPERACIONES	Prop.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total de Personas/día		16	17	17	18	17	15	10	9	9	8
Horas Normales		128	136	136	144	136	120		72	72	64
Horas S/Tiempo		64	68	68	72	68	60		36	36	32
Horas S/Dobles							120				
Total de Horas Simples			2004		\$11.50		\$23,046.00				
Total de Horas Normales			1008		\$11.50		\$11,592.00				
Total Horas Simple S/T			996		\$11.50		\$11,454.00				

Personal ContratO Fijo Permanente		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
EQUIPOS	Estat.	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
TAG: H-601	Fijo	7	7	7	7	7	7	7	5	5	0
TAG: TOPE 10"Φ	Fijo	4	1	4	1	4	0	0	0	0	0
TAG: PSV-4A-B / PSV-1A-B	Fijo	2	1	1	1	3	0	0	0	0	0
TAG: LOGISTICA	Fijo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TAG: TRANSPORTES	Fijo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TAG: PROYECTOS	Fijo	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
TAG: SEGURIDAD	Fijo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TAG: OPERACIONES	Fijo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total de Personas/día		27	23	26	23	28	21	21	19	19	14
Horas Normales		216	184	208	184	224	168		152	152	112
Horas S/Tiempo		108	92	104	92	112	84		76	76	56
Horas S/Dobles							252				
Total de Horas Simples			3304		\$7.50		\$24,780.00				
Total de Horas Normales			1600		\$7.50		\$12,000.00				
Total Horas Simple S/T			1704		\$7.50		\$12,780.00				

Pers. Cont. Eventual Espec.		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
EQUIPOS	Estat.	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
TAG: C-601	Event.	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7
TAG: C-602	Event.	4	4	4	5	4	4	0	0	0	0
TAG: V-601	Event.	5	5	8	8	5	5	0	0	0	0
TAG: V-602	Event.	4	3	3	2	3	3	0	0	0	0
TAG: AC-601 y AC-602	Event.	7	7	7	7	7	7	0	0	0	0
TAG: E-601/602/603/604/605	Event.	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14
TAG: INSPECCION	Event.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Total de Personas/día		44	43	48	48	45	46	27	26	26	26
Total Horas Normales		352	344	384	384	360	368		208	208	208
Total Horas S/Tiempo		176	172	192	192	180	184		104	104	104
Total Horas S/Dobles							324				
Total de Horas Simples			5576								
Total de Horas Normales			2816								
Total Horas Simple S/T			2760								

APENDICE N° 4: PRESUPUESTO DETALLADO DE MATERIALES Y SUMINISTROS

Apéndice N° 4 Presupuesto Detallado de Materiales y Suministros

Fecha: 04-05-2009
Revisión: "0"

Equipos: Torre de Destilación Primaria C-601

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 2'Φ	2	Pieza	\$4.00	\$8.00	\$16,916.70
2	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 3'Φ	2	Pieza	\$5.00	\$10.00	
3	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 4'Φ	2	Pieza	\$7.00	\$14.00	
4	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 6'Φ	3	Pieza	\$12.00	\$36.00	
5	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 8'Φ	1	Pieza	\$20.00	\$20.00	
6	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 10'Φ	1	Pieza	\$30.00	\$30.00	
7	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 18'Φ	2	Pieza	\$65.00	\$130.00	
8	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 5/8"Φ x 3 1/2"	8	Pieza	\$1.60	\$12.80	
9	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 5/8"Φ x 4"	16	Pieza	\$1.80	\$28.80	
10	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4"Φ x 4 1/4"	24	Pieza	\$2.60	\$62.40	
11	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4"Φ x 4 1/2"	8	Pieza	\$2.90	\$23.20	
12	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 7/8"Φ x 5"	12	Pieza	\$4.00	\$48.00	
13	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 1 1/8"Φ x 6 1/4"	32	Pieza	\$12.00	\$384.00	
14	Segmento de Plato N° 16 completo, AISI 304, espesor 4 mm, 60' Φ	1	Pieza	\$1,600.00	\$1,600.00	
15	Bajante de Plato N° 16 completo, AISI 304, espesor 4 mm	1	Pieza	\$450.00	\$450.00	
16	Segmento de Plato N° 15 completo, AISI 304, espesor 4 mm, 60' Φ	1	Pieza	\$1,600.00	\$1,600.00	
17	Bajante de Plato N° 15 completo, AISI 304, espesor 4 mm	1	Pieza	\$450.00	\$450.00	
18	Segmento de Plato N° 14 completo, AISI 304, espesor 4 mm, 60' Φ	1	Pieza	\$1,600.00	\$1,600.00	
19	Bajante de Plato N° 14 completo, AISI 304, espesor 4 mm	1	Pieza	\$450.00	\$450.00	
20	Segmento de Plato N° 13 completo, AISI 304, espesor 4 mm, 60' Φ	1	Pieza	\$1,600.00	\$1,600.00	
21	Bajante de Plato N° 13 completo, AISI 304, espesor 4 mm	1	Pieza	\$450.00	\$450.00	
22	Grampas de Platos, AISI 316	50	Pieza	\$12.00	\$600.00	
23	Valvulas de Burbujeo, AISI 316	320	Pieza	\$18.00	\$5,760.00	
24	Pernos con Tuerca de 1/4"Φ, AISI 316	50	Pieza	\$2.00	\$100.00	
25	Trapo Industrial de algodón	50	Kg	\$1.50	\$75.00	
26	Tela Abrasiva grano 60	30	Hoja	\$0.50	\$15.00	
27	Tela Abrasiva grano 80	25	Hoja	\$0.50	\$12.50	
28	Tela Abrasiva grano 120	25	Hoja	\$0.50	\$12.50	
29	Tela Abrasiva grano 180	25	Hoja	\$0.50	\$12.50	
30	Tela Abrasiva grano 240	20	Hoja	\$0.50	\$10.00	
31	Compuesto Antiadherente a base de Niquel, 1/4 Kg	2	Envase	\$55.00	\$110.00	
32	Soldadura Supercito de 3/32"Φ	20	Kg	\$5.00	\$100.00	
33	Soldadura Supercito de 1/8"Φ	20	Kg	\$5.00	\$100.00	
34	Soldadura Supercito de 5/32"Φ	40	Kg	\$5.00	\$200.00	
35	Soldadura Cellocord 3/32"Φ	20	Kg	\$5.00	\$100.00	
36	Soldadura Cellocord de 1/8"Φ	20	Kg	\$5.00	\$100.00	
37	Soldadura Cellocord de 5/32"Φ	20	Kg	\$5.00	\$100.00	
38	Disco Abrasivo de 7"Φ x 1/8"	10	Pieza	\$5.50	\$55.00	
39	Disco Abrasivo de 7"Φ x 3/16"	10	Pieza	\$5.50	\$55.00	
40	Disco Abrasivo de 7"Φ x 1/4"	10	Pieza	\$5.50	\$55.00	
41	Disco Abrasivo de 4"Φ x 1/8"	10	Pieza	\$3.00	\$30.00	
42	Disco Abrasivo de 4"Φ x 3/16"	10	Pieza	\$3.00	\$30.00	
43	Disco Abrasivo de 4"Φ x 1/4"	10	Pieza	\$3.00	\$30.00	
44	Oxigeno Industrial, 10 m3	2	Botella	\$20.00	\$40.00	
45	Acetileno Industrial	1	Botella	\$40.00	\$40.00	
46	Grasa Multiple EP-2	3	Kg	\$3.00	\$9.00	
47	Teflón en Cinta de 1/2" de ancho	4	Rollo	\$2.00	\$8.00	
48	Cinta Aislante de Vinilo de 3/4", 33M	3	Rollo	\$8.00	\$24.00	
49	Aceite penetrante	6	Envase	\$6.00	\$36.00	
50	Escobilla de acero con mango	30	Envase	\$3.00	\$90.00	

Equipos: Stripper de Diesel C-602

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 4'Φ	1	Pieza	\$7.00	\$7.00	\$6,288.20
2	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 6'Φ	3	Pieza	\$12.00	\$36.00	
3	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 18'Φ	1	Pieza	\$30.00	\$30.00	
4	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 5/8"Φ x 4"	8	Pieza	\$1.80	\$14.40	
5	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4"Φ x 4 1/4"	24	Pieza	\$2.20	\$52.80	
6	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 1 1/8"Φ x 6 1/4"	16	Pieza	\$4.00	\$64.00	
7	Segmento de Plato completo, AISI 304, espesor 4 mm, 36' Φ	1	Pieza	\$1,600.00	\$1,600.00	
8	Bajante de Plato N° 6 completo, AISI 304, espesor 4 mm	1	Pieza	\$450.00	\$450.00	
9	Grampas de Platos, AISI 316	15	Pieza	\$12.00	\$180.00	
10	Valvulas de Burbujeo, AISI 316	120	Pieza	\$18.00	\$2,160.00	
11	Pernos con Tuerca de 1/4"Φ, AISI 316	20	Pieza	\$2.00	\$40.00	
12	Trapo Industrial de algodón	8	Kg	\$1.50	\$12.00	
13	Tela Abrasiva grano 60	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
14	Tela Abrasiva grano 80	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
15	Tela Abrasiva grano 120	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
16	Tela Abrasiva grano 180	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
17	Tela Abrasiva grano 240	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
18	Compuesto Antiadherente a base de Niquel, 1/4 Kg	0.5	Envase	\$55.00	\$27.50	
19	Silicato de Calcio de 2" de 0.6 x 0.9 mt	10	Pieza	\$65.00	\$650.00	
20	Plancha de Aluminio de 0.8 mm espesor 0.9 x 1.80 mt	10	Pieza	\$45.00	\$450.00	
21	Grasa Multiple EP-2	3	Kg	\$3.00	\$9.00	
22	Lana Mineral de alta densidad de 2" de espesor 0.6 x 2.4 mt	5	Pieza	\$85.00	\$425.00	
23	Teflón en Cinta de 1/2" de ancho	2	Rollo	\$2.00	\$4.00	
24	Cinta Aislante de Vinilo de 3/4", 33M	2	Rollo	\$8.00	\$16.00	
25	Aceite penetrante	2	Envase	\$6.00	\$12.00	
26	Escobilla de acero con mango	12	Envase	\$3.00	\$36.00	

Apéndice N° 4 Presupuesto Detallado de Materiales y Suministros

Fecha: 04-05-2009
Revisión: "0"

Equipos: Acumulador de Nafta V-601

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 2'Φ	4	Pieza	\$4.00	\$16.00	\$1,036.30
2	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 4'Φ	2	Pieza	\$7.00	\$14.00	
3	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 18'Φ	1	Pieza	\$65.00	\$65.00	
4	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 5/8'Φx 3 1/2"	12	Pieza	\$1.80	\$21.60	
5	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4'Φx 4"	16	Pieza	\$2.20	\$35.20	
6	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 1 1/8'Φx 6 1/4"	16	Pieza	\$12.00	\$192.00	
7	Trapo Industrial de algodón	10	Kg	\$1.50	\$15.00	
8	Tela Abrasiva grano 60	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
9	Tela Abrasiva grano 80	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
10	Tela Abrasiva grano 120	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
11	Tela Abrasiva grano 180	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
12	Tela Abrasiva grano 240	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
13	Compuesto Antiadherente a base de Niquel, 1/4 Kg	1	Envase	\$55.00	\$55.00	
14	Soldadura Supercito de 3/32"Φ	5	Kg	\$5.00	\$25.00	
15	Soldadura Supercito de 1/8"Φ	5	Kg	\$5.00	\$25.00	
16	Soldadura Supercito de 5/32"Φ	5	Kg	\$5.00	\$25.00	
17	Soldadura Cellocord 3/32"Φ	5	Kg	\$5.00	\$25.00	
18	Soldadura Cellocord de 1/8"Φ	5	Kg	\$5.00	\$25.00	
19	Soldadura Cellocord de 5/32"Φ	5	Kg	\$5.00	\$25.00	
20	Disco Abrasivo de 7"Φ x 1/8"	2	Pieza	\$5.50	\$11.00	
21	Disco Abrasivo de 7"Φ x 3/16"	3	Pieza	\$5.50	\$16.50	
22	Disco Abrasivo de 7"Φ x 1/4"	3	Pieza	\$5.50	\$16.50	
23	Disco Abrasivo de 4"Φ x 1/8"	2	Pieza	\$3.00	\$6.00	
24	Disco Abrasivo de 4"Φ x 3/16"	3	Pieza	\$3.00	\$9.00	
25	Disco Abrasivo de 4"Φ x 1/4"	3	Pieza	\$3.00	\$9.00	
26	Oxigeno Industrial, 10 m3	1	Botella	\$20.00	\$20.00	
27	Acetileno Industrial	0.5	Botella	\$40.00	\$20.00	
28	Pintura Epoxi amina	2	Galón	\$55.00	\$110.00	
29	Pintura Poliuretano	2	Galón	\$65.00	\$130.00	
30	Diluyente Epoxico	1	Galón	\$12.00	\$12.00	
31	Diluyente Poliuretano	1	Galón	\$16.00	\$16.00	
32	Grasa Multiple EP-2	2	Kg	\$3.00	\$6.00	
33	Teflon en Cinta de 1/2" de ancho	2	Rollo	\$2.00	\$4.00	
34	Cinta Aislante de Vinilo de 3/4", 33M	2	Rollo	\$8.00	\$16.00	
35	Aceite penetrante	2	Envase	\$6.00	\$12.00	
36	Escobilla de acero con mango	12	Envase	\$3.00	\$36.00	

Equipos: Acumulador de Gases V-602

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 2'Φ	3	Pieza	\$4.00	\$12.00	\$519.90
2	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 3'Φ	2	Pieza	\$5.00	\$10.00	
3	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 4'Φ	2	Pieza	\$7.00	\$14.00	
4	Empaquetadura Espirotálica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 10'Φ	1	Pieza	\$65.00	\$65.00	
5	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 5/8'Φx 3 1/2"	12	Pieza	\$1.80	\$21.60	
6	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 5/8'Φx 4"	24	Pieza	\$2.20	\$52.80	
7	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 7/8'Φx 5"	12	Pieza	\$12.00	\$144.00	
8	Trapo Industrial de algodón	10	Kg	\$1.50	\$15.00	
9	Tela Abrasiva grano 60	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
10	Tela Abrasiva grano 80	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
11	Tela Abrasiva grano 120	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
12	Tela Abrasiva grano 180	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
13	Tela Abrasiva grano 240	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
14	Compuesto Antiadherente a base de Niquel, 1/4 Kg	0.5	Envase	\$55.00	\$27.50	
15	Pintura Epoxi Amina	1	Galón	\$55.00	\$55.00	
16	Pintura Poliuretano	0.5	Galón	\$65.00	\$32.50	
17	Diluyente Epoxico	0.5	Galón	\$12.00	\$6.00	
18	Diluyente Poliuretano	0.5	Galón	\$16.00	\$8.00	
19	Grasa Multiple EP-2	1	Kg	\$3.00	\$3.00	
20	Teflon en Cinta de 1/2" de ancho	1	Rollo	\$2.00	\$2.00	
21	Cinta Aislante de Vinilo de 3/4", 33M	1	Rollo	\$8.00	\$8.00	
22	Aceite penetrante	2	Envase	\$6.00	\$12.00	
23	Escobilla de acero con mango	3	Envase	\$3.00	\$9.00	

Apéndice N° 4 Presupuesto Detallado de Materiales y Suministros

Fecha: 04-05-2009
Revisión: "0"

Equipos: Intercambiadores E601 A/B, E602, E603 A/B, E604 A/B y E605

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Empaquetadura Espiroalica de Grafito/AISI 316, Haz de tubos	8	Pieza	\$85.00	\$680.00	\$5,415.80
2	Empaquetadura Espiroalica de Grafito/AISI 316, Tapa cabezal	8	Pieza	\$120.00	\$960.00	
3	Empaquetadura Espiroalica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 4'Ø	26	Pieza	\$7.00	\$182.00	
4	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4'Øx 7"	320	Pieza	\$2.20	\$704.00	
5	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4'Øx 4"	208	Pieza	\$2.60	\$540.80	
6	Trapo Industrial de algodón	40	Kg	\$1.50	\$60.00	
7	Detergente Industrial	25	Kg	\$2.00	\$50.00	
8	Silicato de Calcio de 2" de 0.6 x 0.9 mt	10	Pieza	\$65.00	\$650.00	
9	Plancha de Aluminio de 0.8 mm espesor 0.9 x 1.80 mt	10	Pieza	\$45.00	\$450.00	
10	Grasa Multiple EP-2	3	Kg	\$3.00	\$9.00	
11	Lana Mineral de alta densidad de 2" de espesor 0.6 x 2.4 mt	5	Pieza	\$85.00	\$425.00	
12	Tela Abrasiva grano 60	30	Hoja	\$0.50	\$15.00	
13	Tela Abrasiva grano 80	30	Hoja	\$0.50	\$15.00	
14	Tela Abrasiva grano 120	30	Hoja	\$0.50	\$15.00	
15	Tela Abrasiva grano 180	25	Hoja	\$0.50	\$12.50	
16	Tela Abrasiva grano 240	25	Hoja	\$0.50	\$12.50	
17	Compuesto Antiadherente a base de Niquel, 1/4 Kg	3	Envase	\$55.00	\$165.00	
18	Solvente Industrial	110	Galon	\$3.00	\$330.00	
19	Teflon en Cinta de 1/2" de ancho	8	Rollo	\$2.00	\$16.00	
20	Cinta Aislante de Vinilo de 3/4", 33M	2	Rollo	\$8.00	\$16.00	
21	Aceite penetrante	8	Envase	\$6.00	\$48.00	
22	Escobilla de acero con mango	20	Envase	\$3.00	\$60.00	

Equipos: Línea de Tope de 10"Ø

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Empaquetadura Espiroalica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 10'Ø	1	Pieza	\$65.00	\$65.00	\$2,842.30
2	Empaquetadura Espiroalica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 4'Ø	28	Pieza	\$7.00	\$196.00	
3	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 7/8'Øx 5"	12	Pieza	\$2.20	\$26.40	
4	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 5/8'Øx 4"	224	Pieza	\$2.60	\$582.40	
5	Trapo Industrial de algodón	15	Kg	\$1.50	\$22.50	
6	Detergente Industrial	5	Kg	\$2.00	\$10.00	
7	Grasa Multiple EP-2	2	Kg	\$3.00	\$6.00	
8	Pintura Epoxi Amina	4	Galon	\$55.00	\$220.00	
9	Pintura Poliuretano	2	Galon	\$65.00	\$130.00	
10	Diluyente Epoxico	2	Galon	\$12.00	\$24.00	
11	Diluyente Poliuretano	2	Galon	\$16.00	\$32.00	
12	Tela Abrasiva grano 60	60	Hoja	\$0.50	\$30.00	
13	Tela Abrasiva grano 80	60	Hoja	\$0.50	\$30.00	
14	Tela Abrasiva grano 120	50	Hoja	\$0.50	\$25.00	
15	Tela Abrasiva grano 180	25	Hoja	\$0.50	\$12.50	
16	Tela Abrasiva grano 240	25	Hoja	\$0.50	\$12.50	
17	Teflon en Cinta de 1/2" de ancho	3	Rollo	\$2.00	\$6.00	
18	Probetas de Corrosión	2	Pieza	\$700.00	\$1,400.00	
19	Aceite penetrante	2	Envase	\$6.00	\$12.00	

Equipos: Válvulas de Seguridad PSV-4 A/B Y PSV-1 A/B

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Empaquetadura Espiroalica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 6'Ø	2	Pieza	\$12.00	\$24.00	\$521.30
2	Empaquetadura Espiroalica de Grafito/AISI 316, Clase 150#, 8'Ø	2	Pieza	\$20.00	\$40.00	
3	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4'Øx 4 1/4"	16	Pieza	\$2.20	\$35.20	
4	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4'Øx 4 1/2"	16	Pieza	\$2.60	\$41.60	
5	Trapo Industrial de algodón	5	Kg	\$1.50	\$7.50	
6	Detergente Industrial	2	Kg	\$2.00	\$4.00	
7	Grasa Multiple EP-2	1	Kg	\$3.00	\$3.00	
8	Pintura Epoxi Amina	1	Galon	\$55.00	\$55.00	
9	Pintura Poliuretano	1	Galon	\$65.00	\$65.00	
10	Diluyente Epoxico	0.5	Galon	\$12.00	\$6.00	
11	Diluyente Poliuretano	0.5	Galon	\$16.00	\$8.00	
12	Tela Abrasiva grano 60	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
13	Tela Abrasiva grano 80	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
14	Tela Abrasiva grano 120	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
15	Tela Abrasiva grano 180	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
16	Tela Abrasiva grano 240	5	Hoja	\$0.50	\$2.50	
17	Teflon en Cinta de 1/2" de ancho	1	Rollo	\$2.00	\$2.00	
18	Pasta Abrasiva Carburundum	1	Caja	\$4.00	\$4.00	
19	Azul de Prusia	1	Tubo	\$3.00	\$3.00	
20	Solvente Industrial	3	Galon	\$4.00	\$12.00	
21	Nitrogeno Industrial, 10 m3	3	Botella	\$45.00	\$135.00	
22	Compuesto Antiadherente a base de Niquel, 1/4 Kg	0.5	Envase	\$55.00	\$27.50	
23	Aceite penetrante	3	Envase	\$6.00	\$18.00	
24	Escobilla de acero con mango	6	Envase	\$3.00	\$18.00	

Apéndice N° 4 Presupuesto Detallado de Materiales y Suministros

Fecha: 04-05-2009
Revisión: "0"

Equipos: Horno de Calentamiento de Crudo H-601

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Termocuplas de Piel de tubos, 1/4"Φ x 1.0 mt, flexible, AISI 442, Tipo K	4	Pieza	\$180.00	\$720.00	\$7,452.30
2	Mangueras de Inoxidable para quemadores de 3/4"Φ x 0.5 mt	12	Pieza	\$60.00	\$720.00	
3	Coronas Refractarias de Alta Alumina	6	Pieza	\$150.00	\$900.00	
4	Ladrillo Refractario de 4" x 3" x 10"	70	Pieza	\$6.00	\$420.00	
5	Cemento Refractario para fragua de Ladrillo Refractario, de 30 Kg	3	Bolsa	\$35.00	\$105.00	
6	Manta de Fibra Ceramica Kawoll de alta densidad 1" x 0.6 x 2.4 mt	10	Caja	\$125.00	\$1,250.00	
7	Anclajes de Acero Inoxidable de 5" longitud, para Manta Ceramica	70	Pieza	\$8.00	\$560.00	
8	Pieza de Arandela de Acero inoxidable para Manta Ceramica	70	Pieza	\$3.00	\$210.00	
9	Refractario Kaolite 2500, de 30 Kg	15	Bolsa	\$45.00	\$675.00	
10	Grasa Multiple EP-2	2	Kg	\$3.00	\$6.00	
11	Tela Abrasiva grano 60	100	Hoja	\$0.50	\$50.00	
12	Tela Abrasiva grano 80	80	Hoja	\$0.50	\$40.00	
13	Tela Abrasiva grano 120	80	Hoja	\$0.50	\$40.00	
14	Tela Abrasiva grano 180	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
15	Tela Abrasiva grano 240	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
16	Teflon en Cinta de 1/2" de ancho	6	Rollo	\$2.00	\$12.00	
17	Compuesto Antiadherente a base de Niquel, 1/4 Kg	2	Envase	\$55.00	\$110.00	
18	Trapo Industrial de algodón	15	Kg	\$1.50	\$22.50	
19	Alambre Microm	1	Kg	\$55.00	\$55.00	
20	Empaquetadura Cuadrada de 1/4"	5	Lbs	\$12.00	\$60.00	
21	Trapo Industrial de algodón	5	Kg	\$1.00	\$5.00	
22	Empaquetadura Espritocalica de Grafito/AISI 316, Clase 300#, 4'Φ	6	Pieza	\$7.00	\$42.00	
23	Espárragos ASTM A193-B7, con tuercas ASTM A194-2H, de 3/4"Φ x 5"	48	Pieza	\$2.60	\$124.80	
24	Pintura Gris de Chimenea con Silicona	6	Galon	\$55.00	\$330.00	
25	Diluyente	2	Galon	\$12.00	\$24.00	
26	Pernos de Tapa de Accesos de 3/8"Φ x 3" con tuercas	72	Pieza	\$2.00	\$144.00	
27	Electrodo Revestido Soldadura Inoxidable AISI 310, de 3/32'Φ	5	Kg	\$25.00	\$125.00	
28	Empaquetadura en Plancha con inserto de alambre de 1/8" de 1.2 x 2.4 mt	1	Pieza	\$650.00	\$650.00	
29	Aceite penetrante	3	Envase	\$6.00	\$18.00	
30	Escobilla de acero con mango	8	Envase	\$3.00	\$24.00	

Equipos: Aeroenfriadores AC-601 y AC-602

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Grasa Multiple EP-2	2	Kg	\$3.00	\$6.00	\$4,999.50
2	Tela Abrasiva grano 60	100	Hoja	\$0.50	\$50.00	
3	Tela Abrasiva grano 80	80	Hoja	\$0.50	\$40.00	
4	Tela Abrasiva grano 120	80	Hoja	\$0.50	\$40.00	
5	Tela Abrasiva grano 180	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
6	Tela Abrasiva grano 240	10	Hoja	\$0.50	\$5.00	
7	Pintura Epoxi Amina	4	Galon	\$55.00	\$220.00	
8	Pintura Poliuretano	4	Galon	\$65.00	\$260.00	
9	Diluyente Epoxico	2	Galon	\$12.00	\$24.00	
10	Diluyente Poliuretano	2	Galon	\$16.00	\$32.00	
11	Compuesto Antiadherente a base de Niquel, 1/4 Kg	1	Envase	\$55.00	\$55.00	
12	Solvente Industrial	5	Galon	\$3.00	\$15.00	
13	Teflon en Cinta de 1/2" de ancho	3	Rollo	\$2.00	\$6.00	
14	Cinta Aislante de Vinilo de 3/4", 33M	4	Rollo	\$8.00	\$32.00	
15	Fajas Trapezoidales	2	Juego	\$180.00	\$360.00	
16	Detergente Desengrasante de baja alcalinidad	10	Galon	\$65.00	\$650.00	
17	Trapo Industrial de algodón	15	Kg	\$1.50	\$22.50	
18	Bolsa Plastica en bobina	1	Rollo	\$35.00	\$35.00	
19	Empaquetadura de tapon de 1 1/8'Φ	100	Pieza	\$5.00	\$500.00	
20	Tapon de acero al carbono de 1 1/8'Φ	100	Pieza	\$9.00	\$900.00	
21	Vibro Swith, Moorphy	2	Pieza	\$850.00	\$1,700.00	
22	Aceite penetrante	3	Envase	\$6.00	\$18.00	
23	Escobilla de acero con mango	8	Envase	\$3.00	\$24.00	

Total Materiales	\$45,992.30
-------------------------	--------------------

Apéndice N° 4 Presupuesto Detallado de Materiales y Suministros

Fecha: 04-05-2009
Revisión: "0"

Equipos: Materiales y Suministros de Seguridad Industrial

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Casco de Seguridad de PVC, tipo Jockey	70	Pieza	\$3.50	\$245.00	\$20,052.00
2	Lentes de Seguridad de Policarbonato	70	Pieza	\$2.00	\$140.00	
3	Guantes de Cuero al Cromo, tipo corto	70	par	\$2.50	\$175.00	
4	Guantes de Cuero al Cromo, tipo largos de soldador	8	Par	\$5.00	\$40.00	
5	Escarpinos de Cuero al Cromo	8	Par	\$5.00	\$40.00	
6	Mandil de Cuero al Cromo	8	Pieza	\$12.00	\$96.00	
7	Mangas de Cuero al Cromo	8	Par	\$8.00	\$64.00	
8	Piernas de cuero al Cromo	8	Par	\$9.00	\$72.00	
9	Tapones auriculares	70	Pieza	\$1.00	\$70.00	
10	Calzado de Seguridad con puntera de acero	65	Par	\$35.00	\$2,275.00	
11	Calzado de Seguridad sin puntera de acero	5	Par	\$35.00	\$175.00	
12	Camisa de Drill	70	Pieza	\$12.00	\$840.00	
13	Pantalón de Drill	70	Pieza	\$12.00	\$840.00	
14	Overol de Microfibra	50	Pieza	\$18.00	\$900.00	
15	Careta de soldar	8	Pieza	\$18.00	\$144.00	
16	Careta de Esmerilador	12	Pieza	\$7.00	\$84.00	
17	Mascarilla de Polvo 3M	25	Pieza	\$2.00	\$50.00	
18	Respirador de cartucho	30	Pieza	\$12.00	\$360.00	
19	Cartucho de vapores orgánicos	90	Pieza	\$5.80	\$522.00	
20	Linternas a prueba de explosión	12	Pieza	\$35.00	\$420.00	
21	Pilas alcalinas tamaño D	50	Pieza	\$2.00	\$100.00	
22	Arnes de Seguridad	25	Pieza	\$280.00	\$7,000.00	
23	Lineas de Vida	15	Pieza	\$140.00	\$2,100.00	
24	Absorvedor de Linea de Vida	10	Pieza	\$330.00	\$3,300.00	

Total Mat. Seguridad \$20,052.00

Equipos: Combustibles y Lubricantes

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Diesel de Camionetas de Transporte de personal	90	Gal	\$3.35	\$301.50	\$13,865.00
2	Diesel de Vehiculos de transporte de personal	280	Gal	\$3.35	\$938.00	
3	Diesel de Unidades de Gruas y plumas	240	Gal	\$3.35	\$804.00	
4	Diesel para Generación electrica campamento	2500	Gal	\$3.35	\$8,375.00	
5	Lubricantes de unidades motrices	35	Gal	\$13.45	\$470.75	
6	Lubricantes de Grupos Generadores de energia	135	Gal	\$13.45	\$1,815.75	
7	Aceite Hidráulico de Unidades Motrices	55	Gal	\$16.00	\$880.00	
8	Grasas Lubricantes	35	Kg	\$8.00	\$280.00	

Total Combustibles \$13,865.00

APENDICE N° 5: PRESUPUESTO DETALLADO DE SERVICIOS
COMPRADOS

Equipos: Torre de Destilación Primaria C-601

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	1088	HH	\$9.70	\$10,553.60	\$21,053.60
2	Maquina de Soldar 350 amperios	240	HM	\$12.00	\$2,880.00	
3	Equipo de Oxicorte completo	120	HM	\$7.00	\$840.00	
4	Hidrolavadora Industrial de Alta Presión (5,000 PSI) completa	108	HM	\$45.00	\$4,860.00	
5	Equipo de Extractor de aire	200	HM	\$4.00	\$800.00	
6	Herramientas de Tubero	10	Dia	\$20.00	\$200.00	
7	Herramientas de Mecánico	10	Dia	\$75.00	\$750.00	
8	Herramientas de Instrumentista	2	Dia	\$25.00	\$50.00	
9	Herramientas de Electricista	10	Dia	\$12.00	\$120.00	

Equipos: Stripper de Diesel C-602

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	350	HH	\$9.70	\$3,395.00	\$4,950.00
2	Hidrolavadora Industrial de Alta Presión (5,000 PSI) completa	24	HM	\$45.00	\$1,080.00	
3	Equipo de Extractor de aire	60	HM	\$4.00	\$240.00	
4	Herramientas de Mecánico	6	Dia	\$25.00	\$150.00	
5	Herramientas de Instrumentista	1	Dia	\$85.00	\$85.00	

Equipos: Acumulador de Nafta V-601

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	504	HH	\$9.70	\$4,888.80	\$7,078.80
2	Maquina de Soldar 350 amperios	24	HM	\$12.00	\$288.00	
3	Equipo de Oxicorte completo	24	HM	\$7.00	\$168.00	
4	Hidrolavadora Industrial de Alta Presión (5,000 PSI) completa	24	HM	\$45.00	\$1,080.00	
5	Equipo de Extractor de aire	36	HM	\$4.00	\$144.00	
6	Herramientas de Tubero	5	Dia	\$20.00	\$100.00	
7	Herramientas de Mecánico	5	Dia	\$65.00	\$325.00	
8	Herramientas de Instrumentista	1	Dia	\$25.00	\$25.00	
9	Herramientas de Electricista	5	Dia	\$12.00	\$60.00	

Equipos: Acumulador de Gases V-602

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	252	HH	\$9.70	\$2,444.40	\$3,306.40
2	Hidrolavadora Industrial de Alta Presión (5,000 PSI) completa	12	HM	\$45.00	\$540.00	
3	Herramientas de Mecánico	4	Dia	\$65.00	\$260.00	
4	Herramientas de Instrumentista	2	Dia	\$25.00	\$50.00	
5	Herramientas de Electricista	1	Dia	\$12.00	\$12.00	

Equipos: Intercambiadores E601 A/B, E602, E603 A/B, E604 A/B y E605

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	2044	HH	\$11.00	\$22,484.00	\$32,974.00
2	Hidrolavadora Industrial de Alta Presión (5,000 PSI) completa	216	HM	\$45.00	\$9,720.00	
3	Herramientas de Mecánico	10	Dia	\$65.00	\$650.00	
4	Herramientas de Electricista	10	Dia	\$12.00	\$120.00	

Equipos: Línea de Tope de 10" Ø

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	196	HH	\$7.50	\$1,470.00	\$1,715.00
2	Herramientas de Mecánico	3	Dia	\$65.00	\$195.00	
3	Herramientas de Instrumentista	2	Dia	\$25.00	\$50.00	

Equipos: Válvulas de Seguridad PSV-4 A/B Y PSV-1 A/B

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	112	HH	\$7.50	\$840.00	\$1,070.00
2	Herramientas de Mecánico	2	Dia	\$65.00	\$130.00	
3	Herramientas de Instrumentista	4	Dia	\$25.00	\$100.00	

Equipos: Horno de Calentamiento de Crudo H-601

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	1088	HH	\$7.50	\$8,160.00	\$13,700.00
2	Maquina de Soldar 350 amperios	240	HM	\$12.00	\$2,880.00	
3	Equipo de Oxicorte completo	120	HM	\$7.00	\$840.00	
5	Equipo de Extractor de aire	200	HM	\$4.00	\$800.00	
6	Herramientas de Tubero	10	Dia	\$20.00	\$200.00	
7	Herramientas de Mecánico	10	Dia	\$65.00	\$650.00	
8	Herramientas de Instrumentista	2	Dia	\$25.00	\$50.00	
9	Herramientas de Electricista	10	Dia	\$12.00	\$120.00	

Equipos: Aeroenfriadores AC-601 y AC-602

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Mano de Obra Especializada	588	HH	\$11.00	\$6,468.00	\$8,023.00
2	Hidrolavadora Industrial de Alta Presión (5,000 PSI) completa	24	HM	\$45.00	\$1,080.00	
3	Herramientas de Mecánico	6	Dia	\$65.00	\$390.00	
4	Herramientas de Instrumentista	1	Dia	\$25.00	\$25.00	
5	Herramientas de Electricista	5	Dia	\$12.00	\$60.00	

Transporte de Equipos y Materiales

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Transporte de Materiales	7	Ton	\$455.00	\$3,185.00	\$6,055.00
2	Transporte de Equipos y Maquinas	5	Ton	\$455.00	\$2,275.00	
3	Transporte interno de Almacenes a Obra	7	Ton	\$85.00	\$595.00	

Transporte de Personal a Lote 1 AB

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Transporte de Personal	74	Pers.	\$125.00	\$9,250.00	\$9,250.00

Gastos de Movilidad Interna

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Camionetas Pick Up (10 días)	5	Unid.	\$650.00	\$3,250.00	\$5,500.00
2	Chofer (10 días)	5	Unid.	\$450.00	\$2,250.00	

Gastos de Alimentación y Hospedaje Campamento

Item	Descripción	Cant.	Unid.	P. Unit.	P. Parcial	Precio Total
1	Alimentación de Personal Propio y Contratado	736	Pers.	\$16.00	\$11,776.00	\$18,400.00
2	Hospedaje en Campamento	736	Pers.	\$9.00	\$6,624.00	

APENDICE N° 6: PERFIL Y HABILIDADES DE SUFICIENCIA DE PERSONAL

Apéndice N° 6: Perfiles y Habilidades de Suficiencia de Personal.

Soldador de Primera Homologado

1. Preparar y operar equipos de corte (oxiacetilénico), maquinas de soldar de arco eléctrico, estático y rotativo, maquinas de soldar con proceso TIG (Tungsten Inert Gas).
2. Conocer y definir tipo y tamaño de los electrodos a emplear.
3. Aplicar soldadura por arco eléctrico SMAW en posiciones horizontal, vertical, sobre cabeza, plana y en ángulo, en juntas a tope y de filete en tubería de todo diámetro, estructuras y planchas, en materiales de acero al carbono y acero de aleación, acero inoxidable en sus diversas calidades.
4. Soldar con electrodos de alto y bajo contenido de hidrógeno.
5. Efectuar soldadura y relleno con electrodos de acero al carbono y aleaciones de Cromo-Níquel.
6. Efectuar cortes, eliminar soldaduras con electrodos de corte.
7. Realizar trabajos de la especialidad en altura, dentro de recipientes y espacios confinados.
8. Operar esmeriles portátiles eléctricos y neumáticos en la preparación de biseles y acabados.
9. Dirigir ayudantes en tareas propias de soldadura y corte.
10. Otros trabajos relacionados.
11. Contar con Certificado de Homologación vigente para las diversas posiciones.

Soldador de Segunda Homologado

1. Preparar y operar equipos de corte (oxiacetilénico), maquinas de soldar de arco eléctrico, estático y rotativo.
2. Conocer y definir tipo y tamaño de los electrodos a emplear.

3. Aplicar soldadura por arco eléctrico SMAW en posiciones horizontal, vertical, sobre cabeza, plana y en ángulo, en juntas a tope y de filete en tubería de todos diámetro, estructuras y planchas, en materiales de acero al carbono.
4. Soldar con electrodos de alto y bajo contenido de hidrógeno.
5. Efectuar soldadura y relleno con electrodos de acero ala carbono.
6. Efectuar cortes, eliminar soldaduras con electrodos de corte.
7. Realizar trabajos de la especialidad en altura, dentro de recipientes y espacios confinados.
8. Operar esmeriles portátiles eléctricos y neumáticos en la preparación de biseles y acabados.
9. Dirigir ayudantes en tareas propias de soldadura y corte.
10. Otros trabajos relacionados.
11. Contar con Certificado de Homologación vigente para las diversas posiciones.

Tubero Calderero

1. Preparar y operar equipos de corte (oxiacetilénico), maquinas de soldar de arco eléctrico, estático y rotativo.
2. Conocer y definir tipo y tamaño de los electrodos a emplear.
3. Aplicar soldadura de apuntalamiento por arco eléctrico SMAW en posiciones horizontal, vertical, sobre cabeza, plana y en ángulo, en juntas a tope y de filete en tubería de todos diámetro, estructuras y planchas, en materiales de acero al carbono.
4. Armado de prefabricados de isométricos de tubería, estructuras y planchas.
5. Conocimientos y práctica de lectura de planos, trazo y desarrollo geométrico de figuras y formas, intersecciones de elementos mecánicos.
6. Efectuar cortes, eliminar soldaduras con electrodos de corte.

7. Realizar trabajos de la especialidad en altura, dentro de recipientes y espacios confinados.
8. Operar esmeriles portátiles eléctricos y neumáticos en la preparación de biseles y acabados.
9. Dirigir ayudantes en tareas propias de soldadura y corte.
10. Otros trabajos relacionados.

Oxygenista

1. Preparar y operar equipos de corte (oxiacetilénico), y soldadura autógena.
2. Efectuar cortes, eliminar soldaduras.
3. Operar esmeriles portátiles eléctricos y neumáticos en la preparación de biseles y acabados.
4. Conocimientos y práctica de biselado en tubería, estructuras y planchas.
5. Efectuar cortes y apuntalamientos en altura, dentro de recipientes y espacios confinados.
6. Otros trabajos afines de la especialidad.

Maniobrista y Winchero

1. Experiencia en trabajos de maniobra con equipos de peso considerable y en altura.
2. Conocimientos de estrobo y guiado de cargas de diversas formas y pesos.
3. Conocimientos básicos de resistencia de materiales, cabos, estrobos.
4. Operar equipos de izaje, tales como winches, tecles, patescas, aparejos, margaritas, equipos Tirford, etc.
5. Trepar alturas y bajas profundidades por escaleras de gato, para efectuar maniobras de retiro e izaje.
6. Conocimientos de las técnicas de señales de maniobras.

7. Buena facilidad de comunicación y relaciones interpersonales.
8. Armar y desarmar andamios tubulares, rectangulares y de otros tipos.
9. Dirigir ayudantes en tareas propias de la especialidad.
10. Otros trabajos afines.

Ayudantes Ajustadores

1. Experiencia en manejo de herramientas manuales, llaves mixtas, martillo, llaves de golpe, llaves, taladros, esmeriles, etc.
2. Experiencia en manejo de herramientas neumáticas y herramientas hidráulicas.
3. Desmontar y montar válvulas, desacoplar y acoplar tuberías de todo diámetro.
4. Instalar y retirar platos ciegos, bridas ciegas, volteo de bridas expectables, con cambio de empaquetaduras.
5. Trabajos de desmontaje y montaje de elementos en altura, dentro de recipientes y en espacio confinados.
6. Efectuar tareas de limpieza y reparación de herramientas y otras facilidades.
7. Acarrear materiales, piezas de equipos y facilidades de trabajo.
8. Efectuar trabajos de limpieza manual con o sin equipos de alta presión en columnas, recipientes, tuberías, platos de burbujeo, intercambiadores de calor, enfriadores de aire, etc.
9. Ayudar en tareas de soldadura y maniobras.
10. Otros trabajos de apoyo.

Ayudantes Generales

1. Experiencia en manejo de herramientas manuales, llaves mixtas, martillo, llaves de golpe, llaves, etc.

2. Experiencia en manejo de herramientas neumáticas.
3. Desmontar y montar válvulas, desacoplar y acoplar tuberías de todo diámetro.
4. Instalar y retirar platos ciegos, bridas ciegas, con cambio de empaquetaduras.
5. Trabajos de desmontaje y montaje de elementos en altura, dentro de recipientes y en espacio confinados.
6. Efectuar tareas de limpieza y otras facilidades.
7. Acarrear materiales, piezas de equipos y facilidades de trabajo.
8. Efectuar trabajos de limpieza manual con o sin equipos de alta presión en columnas, recipientes, tuberías, platos de burbujeo, intercambiadores de calor, enfriadores de aire, etc.
9. Ayudar en tareas de soldadura y maniobras.
10. Otros trabajos de apoyo.

Electricista Industrial

1. Experiencia en desconexión y conexión de equipos eléctricos, tales como Transformadores de Media Tensión y Baja Tensión, Seccionadores, Disyuntores, motores eléctricos, maquinas de soldar, Generadores eléctricos, equipos eléctrico menor y de taller, maquinas de limpieza de alta presión, equipos de iluminación, tableros eléctricos auxiliares.
2. Limpieza y mantenimiento de Tableros de Centro de Control de Motores, Interruptores, Relays térmicos, Arrancadores de Motores, Aisladores.
3. Mantenimiento de tableros de Iluminación, Tablero de Transferencia, sistema de Puesta a Tierra.
4. Mantenimiento de motores eléctricos y equipos de taller, ventiladores, sopladores de aire, extractores, etc.
5. Lectura e interpretación de planos y esquemas eléctricos, diagramas unifilares, diagramas de carga eléctrica.

6. Experiencia en mantenimiento de sistemas de Conduit, y conduit y fitting relacionados con instalaciones eléctricas, sello eléctrico, botoneras y pulsadores, material de uso de cintas aislantes.
7. Experiencia en instalación de tomacorrientes y facilidades eléctricas diversas para operación de equipos en planta.
8. Efectuar trabajos eléctricos en columnas, recipientes, intercambiadores de calor, enfriadores de aire, etc.
9. Realizar trabajos de la especialidad en altura, dentro de recipientes y espacios confinados.

Ayudante Electricista

1. Experiencia en desconexión y conexión de equipos eléctricos, tales como motores eléctricos, maquinas de soldar, esmeriles fijos y portátiles, maquinas de limpieza de alta presión, equipos de iluminación, tableros eléctricos auxiliares.
2. Limpieza, lubricación y pintura de equipos eléctricos, conduit y conduit
3. Cambio de lámparas y pantallas de sistema de iluminación.
4. Mantenimiento de motores eléctricos y equipos de taller, ventiladores, sopladores de aire, extractores, etc.
5. Lectura de planos y esquemas eléctricos, diagramas unifilares, diagramas de carga eléctrica.
6. Experiencia en mantenimiento de sistemas de Conduit, y conduit y fitting relacionados con instalaciones eléctricas, sello eléctrico, botoneras y pulsadores, material de uso de cintas aislantes.
7. Experiencia en instalación de tomacorrientes y facilidades eléctricas diversas para operación de equipos en planta.
8. Efectuar trabajos eléctricos en columnas, recipientes, intercambiadores de calor, enfriadores de aire, etc.
9. Realizar trabajos de la especialidad en altura, dentro de recipientes y espacios confinados.

Instrumentista Industrial

1. Experiencia en desconexión y conexión de instrumentos, tales como válvulas de control, válvulas reguladoras pilotadas, Transmisores de presión diferencial análogos y digitales, transmisores de temperatura, medidores de flujo, Controladores y Lazos de control LIC, PIC, convertidores I/P y convertidores P/I.
2. Mantenimiento de tableros de Instrumentación, Junction Box, Conexión de equipos de instrumentos.
3. Programación de equipos PLC.
4. Conocimientos de herramientas manuales y de medición milimétrica y otras.
5. Trabajos de calibración de instrumentos análogos y digitales.
6. Mantenimiento y calibración de válvulas de control, válvulas reguladoras pilotadas, Transmisores, válvulas de seguridad y de alivio de presión.
7. Efectuar trabajos de instrumentación en columnas, Hornos, recipientes, intercambiadores de calor, enfriadores de aire, etc.
8. Realizar mantenimiento de visores de Nivel de Equipos estáticos
9. Realizar trabajos de la especialidad en altura, dentro de recipientes y espacios confinados.
10. Realizar trabajos de tendidos de señales de instrumentación en tuberías conduit, conduit, fitting, etc.
11. Lectura e interpretación de planos y esquemas de instrumentación, diagramas lógicos, etc.

Ayudante Instrumentista

1. Experiencia en desconexión y conexión de instrumentos, tales como válvulas de control, válvulas reguladoras, Transmisores de presión análogos y digitales, transmisores de temperatura, medidores de flujo, convertidores I/P y convertidores P/I.

2. Mantenimiento de tableros de Instrumentación, Conexión de equipos de instrumentos.
3. Conocimientos de herramientas manuales y de medición milimétrica y otras.
4. Trabajos de apoyo en calibración de instrumentos análogos y digitales.
5. Trabajos de apoyo en mantenimiento y calibración de válvulas de control, válvulas reguladoras pilotadas, Transmisores, válvulas de seguridad y de alivio de presión.
6. Efectuar trabajos de apoyo en instrumentación en columnas, Hornos, recipientes, intercambiadores de calor, enfriadores de aire, etc.
7. Realizar mantenimiento de visores de Nivel de Equipos estáticos
8. Realizar trabajos de la especialidad en altura, dentro de recipientes y espacios confinados.
9. Realizar trabajos de tendidos de señales de instrumentación en tuberías conduit, condulet, fitting, etc.

APENDICE N° 7: NORMAS DE SEGURIDAD

Apéndice N° 7 Normas de Seguridad

A continuación se tratará de exponer algunas de las recomendaciones más importantes de carácter general sobre seguridad, relacionadas a las actividades de mantenimiento programado.

El objeto de estas normas, es proporcionar una guía para los trabajadores y personal de terceros que interviene en el mantenimiento de la unidad de destilación atmosférica, en lo que se refiere a la forma de prevenir accidentes y de proporcionar orientación en aquellos aspectos, en que por ser tan extensos no se describen con la amplitud deseada.

Antes de dar comienzo a las actividades de mantenimiento, es necesario conocer los procedimientos que norman la ejecución de trabajos que representan un riesgo. El "Permiso de Trabajo" tiene por objeto lograr que se tomen las precauciones necesarias según el caso se trate. El formato de "Permiso de Trabajo" contiene las instrucciones para su uso y los trámites que deben seguirse antes de proceder a la realización del trabajo.

Parada de Horno de Crudo

- Verificar que cuando se apaguen los quemadores, se bloquee de inmediato el ingreso de combustible evitando su ingreso que podría generar una explosión interna.
- Depresionar y drenar los sistemas de aceite, gas combustible de los hornos antes de la instalación de los platos ciegos para su aislamiento.
- Dejar el área limpia y libre de hidrocarburos; sellar con costales de arena todos los buzones que puedan ser afectados por alguna actividad de mantenimiento.
- Verificar frecuentemente el cumplimiento de todas y cada una de las instrucciones del "Permiso de Trabajo".

Trabajos en Líneas que han tenido Hidrocarburo

- Verificar el buen estado de las herramientas a utilizar.
- Verificar que estén bloqueadas las válvulas que aíslan el sistema.

- Verificar que la línea este depresionada, lavada y fría.
- Comprobar que la línea este limpia y ventilada hasta que la prueba de gases sea negativa o indique "cero".
- Obtener el permiso de trabajo correspondiente a la actividad a realizar.

Manejo de materiales durante las maniobras con equipo pesado

Dado que durante las maniobras, entre otras clase de accidentes suelen ocurrir las caídas de piezas pesadas que pueden causar lesiones a los trabajadores, desde leves hasta mortales y tomando en cuenta que los factores principales como causa directa de estos accidentes son, por un parte la falta de coordinación durante las maniobras y por otra parte el posible mal uso del equipo con que son manejados los materiales, una primera recomendación consiste en conseguir que estas labores se realicen dentro de la mejor organización posible y con todos los medios que sean requeridos.

Los montacargas, las grúas móviles, son las máquinas más comúnmente usadas para el movimiento de las piezas voluminosas y pesadas, siendo necesario respetar las normas y especificaciones de empleo que les son propias. Además del mantenimiento periódico que se les proporciona a estos equipos, antes de ponerlos en servicio, el operador comprobará el buen estado mecánico en general de la unidad.

El operador y sus ayudantes prestarán especial atención a no rebasar la capacidad de carga permisible de la maquinaria, así como de la combinación de radio, ángulo y capacidad de carga del aguilón en el caso de las grúas. Para evitar accidentes durante la ejecución de sus maniobras, el operador debe auxiliarse por lo menos de un trabajador en tierra. Los ganchos serán adecuados para levantar la carga, además el ayudante de piso verificará que la carga quede firmemente amarrada y se asegure correctamente, antes de darle al operador la señal de izaje de la carga.

Uno de los principales peligros de las grúas móviles durante su desplazamiento, lo constituyen el contacto del aguilón o mástil con las líneas de tensión eléctrica. Se recomienda que entre el aguilón y una línea de tensión eléctrica al menos haya una

distancia de 1.80 metros. El operador nunca abandonará la cabina mientras se tenga una carga suspendida.

También ha sido motivo de un gran número de accidentes, el empleo de cabos de manila, cables de acero y otros materiales para amarrar las piezas que van a transportarse de un lugar a otro, ya sea por los amarres que no se hagan de forma debida, porque el cabo esta envejecido y en malas condiciones o bien porque se haga una apreciación falsa del peso de las piezas y como consecuencia se desprenda en forma peligrosa por rotura de los cabos.

Actividades que se realizan en altura

Un riesgo muy característico en el mantenimiento, lo constituyen los trabajos en altura. Las caídas a diferente nivel son peligrosas y su gravedad aumenta mientras mayor sea la altura de trabajo. Es por ello que se emplean andamios o escaleras; debe tenerse especial cuidado en la constante conservación del buen estado de estos dispositivos. Antes de emplear escaleras y andamios y otros apoyos, el encargado del trabajo debe cerciorarse personalmente de que estos se encuentren en buen estado y reúnan las características de seguridad requeridas.

Las principales causas de accidentes en uso de escaleras son:

- Ascender o descender de ellas inapropiadamente.
- No asegurar adecuadamente la escalera en la parte superior o inferior.
- Falla estructural de la escalera.
- Llevar objetos en las manos mientras se asciende o desciende.

Solamente se ejecutaran trabajos ligeros y temporales desde las escaleras y los trabajadores deben entender el riesgo que implica el tratar de alcanzar o cubrir espacios grandes desde una sola posición, por lo que resulta más seguro cambiar la ubicación de la escalera para cubrir toda el área de trabajo. Los dos apoyos, el superior e inferior, deben asegurarse para evitar deslizamiento de la escalera, mientras se ejecutan trabajos sobre ellas, se recomienda el uso de topes, zapatos antiderrapantes, ganchos, etc. Todas las escaleras metálicas son conductoras de la electricidad, por lo que no son buena práctica usarlas en las inmediaciones o en trabajos con circuitos eléctricos.

Las tablas o tablonos o cualquiera otra pieza usada para formar el piso de un andamio, deberán sujetarse de modo que no puedan moverse al pisar sobre ellas; la anchura del piso del andamio deberá ser suficiente para facilitar la estancia y permitir la libertad de movimiento y la colocación de los materiales que se vayan a emplear. Es recomendable que los tablonos usados no contengan nudos ni fallas de ninguna especie y preferentemente no deben pintarse para facilitar localización de fallas que puedan presentarse. Es conveniente que los andamios cuenten con barandal de protección suficientemente resistentes para impedir la caída de alguien que se recargue en él; por otra parte, deben evitarse la acumulación de materiales sobre los andamios.

Deben evitarse también que alguien se estacione debajo del andamio o estructura en que se está trabajando, para evitar que pueda ser alcanzado por algún objeto que caída accidentalmente, si esto no es posible, por lo menos debemos dar aviso a los trabajadores que laboran en la parte superior a fin de que extremen sus precauciones.

Para trabajar en altura elevadas en el exterior de torres, estructuras, chimeneas, tanques, etc. Usar siempre arnés de seguridad.

Trabajos de soldadura

Debido a que durante el mantenimiento son frecuentes los trabajos de soldadura, existirán en todas partes del área, fuentes de ignición, creándose por lo tanto dos riesgos principales; uno de ellos, son las quemaduras y el otro los posibles incendios. En estas condiciones es muy conveniente llevar un buen control de los sitios donde se verifican trabajos de soldadura, con el fin de coordinar estos trabajos con aquellos en que necesariamente se requiere el empleo de sustancias combustibles como pueden ser la carga del propio combustible a la máquina para soldar, el almacenaje y la utilización de solventes para pintura y en general materiales combustibles o inflamables.

En consecuencia, será indispensable llevar un control detallado de las actividades de soldadura y una supervisión eficaz del resto de los trabajos.

En cuanto a las precauciones que debe observar el soldador, se pueden hacer una clasificación de acuerdo con los métodos de soldadura, o sea el eléctrico y el procedimiento con tanques de oxígeno y acetileno. Con respecto al primero, la precaución primordial será la de que, antes de poner en marcha su máquina verificará que esté debidamente conectada a tierra, ya que algunos accidentes por electrocución se han registrado por la falta de previsión.

Las irritaciones causadas a los ojos a consecuencia de observar el arco eléctrico, pueden traer serios trastornos tanto a los propios soldadores, como a los trabajadores que laboran en los alrededores, por lo tanto, es necesario que se tomen las siguientes precauciones: los soldadores deberán usar equipo de protección como son caretas especiales y para los ayudantes una careta de mano, además, para evitar que los demás trabajadores se perjudiquen la vista, deberán usarse biombos fijos o portátiles. Por otra parte, para protegerse los soldadores deberán usar guantes de cuero especial y pechera de materiales propios para resistir la acción de las chispas desprendidas. Dado el peligro que representa la inhalación de los vapores que se desprenden al soldar o metalizar cobre, bronce, plomo, etc., sobre todo en lugares donde no haya circulación de aire, el operario debe estar protegido con una mascarilla antigás adecuada.

Con respecto a los trabajos de soldadura autógena, los soldadores deben usar su equipo de protección personal como son los anteojos y guantes de cuero adecuados. Muy importante es el manejo y la buena conservación del equipo de oxiacetilénico, ya que de acuerdo con las estadísticas de accidentes, se han registrado incendios y explosiones debido a que no se han llevado a cabo las siguientes recomendaciones: por ningún motivo deberán engrasarse los equipos de oxiacetilénicos, ya que el oxígeno en presencia del aceite lo inflama en forma violenta; por este motivo, debe tenerse la precaución de que las válvulas, conexiones o conductos no tengan grasa o aceite y en caso de observar que algún cilindro tenga huellas de estos materiales, deben limpiarse antes de usarse: los guantes también deberán estar exentos de estas sustancias.

Es muy importante verificar que las mangueras estén en buenas condiciones y no permitir que el tránsito de carretillas, camiones y otros objetos pesados estén pasando sobre ellas. Con relación al manejo de los cilindros de oxígeno y acetileno, se debe tener siempre la precaución de verificar que cuenten con el capuchón protector de la válvula y no transportarlos rodando no arrastrando ya que el acetileno fácilmente puede producir una explosión.

En algunas ocasiones, se requiere desmantelar equipos o tuberías que ha estado en operación. Para llevar a cabo estos trabajos y si para ello se requiere el uso de fuego, es necesario cerciorarse de que han sido vaciados y lavados perfectamente y en el caso de encontrarse conectados a equipos que se encuentren en operación, muy importante es vigilar que se hayan bloqueado debidamente con juntas ciegas o bien desconectado sus líneas.

Posteriormente deberán abrirse para verificar que no contengan gases inflamables por medio del empleo de un exposímetro y en el caso de resultar positiva la prueba, deberá cerrarse nuevamente el equipo para lavarlo e inertizarlo y/o desgasificarlo hasta que desaparezca por completo los gases inflamables.

En otras ocasiones, aún cuando la determinación de la presencia de gases inflamables resulta negativa, los equipos pueden contener, ya sea sedimentos que la removerse desprenden gases, contaminando la atmósfera o lugares donde hayan quedado entrampados los hidrocarburos; por lo tanto, antes de proceder a emplear fuego en su interior, es necesario se realice una inspección minuciosa para comprobar que el equipo se encuentre libre de productos inflamables, o si requieren limpieza todavía.

Trabajos con herramientas y equipos

Además de los riesgos propios del manejo de los materiales presados y los originados por realizar labores en altura, existen aquellos que se originan durante el empleo de herramientas y aparatos mecánicos. Es muy frecuente que sucedan accidentes, principalmente en las manos, al hacer uso de herramientas que no son las apropiadas o bien que estén deterioradas por el uso normal.

Es también motivo de accidentes de consecuencia, en no revisar que los martillos y combas tengan colocado correctamente el mango, pues esto es causa de que durante las maniobras se desprenda peligrosamente la cabeza de la comba o martillo, sobre todo si los trabajos se están haciendo en altura. Cuando se emplean cinceles o punzones, debe tenerse la precaución de que estos no tengan la cabeza demasiado floreada, a fin de evitar que se desprenda rebabas cuando se golpea con la comba. Es recomendable también que en este tipo de labores, se haga uso de gafas de seguridad.

Con el empleo de aparatos mecánicos accionados por aire, vapor o motor eléctrico, se presentan un número muy variado de accidentes cuyas causas son debidas a la falta de atención del operador o por no usar el equipo de protección personal que se requiere o bien porque los aparatos mecánicos no están en condiciones de operar con seguridad. El uso de esmeriles ha causado lesiones de consideración cuando se esmerila presionando con las piezas alguna de sus caras laterales, llegando a romper las piedras proyectándose los fragmentos en muchas direcciones con el consiguiente peligro tanto para el trabajador que opera el esmeril como para el personal que labora en los alrededores, deberá verificarse que tenga su

guarda protectora e invariablemente los operarios hagan uso del equipo de protección para los ojos.

El empleo de bombas reciprocantes, también ha sido motivo de algunos accidentes, entre otros, los causados al accionarlas sin dispositivos de seguridad como es la reglamentaria válvula de alivio. Esta situación ha provocado que durante las pruebas hidrostáticas efectuadas en los equipos, alcancen presiones sumamente altas y en consecuencia esfuerzos que pueden llegar a debilitarlo o por otra parte hacer fallar las tuberías y sus conexiones usadas para re-presionar, las cuales por lo general están instaladas en forma provisional.

El empleo de instalaciones eléctricas, maquinas de combustión interna y herramientas eléctricas, pueden ser causa de incendios o explosiones, siendo recomendable que en las áreas donde existen gases inflamable, se haga uso de herramientas e instalaciones apropiadas y en el caso de no ser posible, se deben tomen las medidas necesarias para evitar el peligro.

Trabajos de Electricidad

En ciertas áreas en mantenimiento, donde por su localización es posible disponer de energía eléctrica para los diversos servicios que se requieren, se presenta un riesgo más, dado que los trabajos de electricidad representan un peligro cuando no se ejecutan con las precauciones debidas. Aún corrientes de voltaje tan bajas como 110 voltios, pueden ocasionar accidentes fatales en ciertas condiciones. La gravedad de los daños causados por un choque eléctrico depende no solo de la resistencia y del voltaje, que determinan la intensidad de la corriente, sino también en la región del cuerpo que atraviesa y del tiempo que la víctima dure expuesta al paso de la corriente. Los efectos que la electricidad puede ejercer sobre el cuerpo humano son los siguientes:

- Puede causar parálisis temporal del centro nervioso que controla la respiración. En ocasiones, este estado continúa aún después de que la víctima se separa del circuito.
- Puede dislocar el ritmo normal del corazón, produciendo fibrilación ventricular, en cuyo caso las fibras del corazón se contraen por separado y a diferentes intervalos, en lugar de hacerlos coordinadamente. Como el corazón no puede recobrar su ritmo espontáneamente, la circulación se interrumpe y ocurre la muerte. Se ha determinado que para producir fibrilación basta un decimo de amperio, pudiendo obtenerse este valor de corriente aún con bajos voltajes.

- Puede contraerse el musculo del corazón cuando se hace contacto con una corriente de valor elevado. En este caso el corazón puede volver a latir normalmente con solo retirar a la víctima del circuito.
- El calor desarrollado por una corriente intensa puede destruir los tejidos nerviosos y músculos, como si se hubieran puesto en contacto con el fuego o con productos corrosivos.

A consecuencia de los cortos circuitos, se pueden producir fuertes quemaduras y dependiendo del sitio donde esto ocurra, los arcos generados pueden provocar un incendio. En este caso debe tenerse muy presente al combatir el incendio, el no usar agua o soluciones conductoras, empleando para ello extinguidores de polvo químico seco, bióxido de carbono o bien cubrir el fuego con mantas. En vista de que durante el mantenimiento, por regla general las instalaciones son provisionales, los cables en general deben revisarse constantemente y no colocarlos en sitios que puedan estar al alcance de los trabajadores. Muchos accidentes han ocurrido porque el trabajador se confía en el aislamiento de los cables energizados. Aún los conductores aislados no deben tocarse, a menos que se observen las precauciones como si se tratara de líneas desnudas.

Cuando se ejecutan trabajos de electricidad en andamios, escaleras, postes, estructuras elevadas, etc., el operario debe utilizar siempre arnés de seguridad, teniéndose en cuenta que gran parte de los accidentes graves se deben a caídas ocasionadas por la contracciones musculares, provocadas por el choque eléctrico.

Muy importante es conectar a tierra las herramientas eléctricas portátiles ya que esta falta de precaución ha causado accidentes mortales.

APENDICE N° 8: EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Apéndice N° 8: Equipos de Protección Personal

Introducción

En toda empresa existen situaciones inquebrantables de peligro, ante esta ineludible situación los empresarios, técnicos, gerentes y demás personal técnico y obrero, han diseñado técnicas con el objetivo de evitar el constante padecimientos del obrero, sin embargo a pesar de que se recomienda buscar el epicentro del problema para atacar y solucionar el mismo de raíz, esto no siempre es posible, es por tal motivo que los dispositivos de protección personal juegan un rol fundamental en el higiene y seguridad del trabajador, ya que los mismos se encargan de evitar el contacto directo con superficies, ambiente, y cualquier otro ente que pueda afectar negativamente su existencia, aparte de crear comodidad en el sitio de trabajo, en este acápite se afianzaran conocimientos acerca del uso, selección y mantenimiento, de estos dispositivos, que cabe destacar pueden ser individuales y colectivos.

Definición y otros aspectos importantes

Aun cuando es fundamental en cualquier esfuerzo en pro de la seguridad, es modificar el ambiente físico, para hacer imposible que hechos no deseados se produzcan, en ocasiones hace falta, ya sea por razones económicas o de conveniencia salvaguardar al personal, equipando a este en forma individual o con dispositivos de protección personal.

Se evidencia que el uso de dispositivos de protección personal es una forma importante y necesaria en el desarrollo de un programa de seguridad.

La mejor manera de prevenir los accidentes es eliminar los riesgos o controlarlos lo más cerca posible de su fuente de origen. Cuando esta acción de reducir los riesgos en su origen no es posible, se ve en la necesidad de implantar en los trabajadores algún tipo de ropa protectora u algún otro dispositivo de protección personal.

El uso de equipos de protección personal, se debe considerar usarlo como último recurso, porque frecuentemente es molesto llevarlo puesto y limita la libertad de movimientos en el trabajador. Como el objetivo fundamental del equipo es evitar que alguna parte del cuerpo del trabajador haga contacto con riesgos externos, al mismo tiempo impide también que el calor y la humedad se escapen del cuerpo, haciendo evidente una fatiga más rápida.

La elección de los dispositivos de protección personal, debe hacerse con ayuda del trabajador, ya que va a ser este quien los use, ya que si se requiere equipo de protección en un área específica, esto significa que debe ser protección cómoda.

Existen muchos dispositivos de protección, porque hay que tener muy claro que el individuo, es decir, el cuerpo humano, es quien debe usar todos los dispositivos de protección personal. Esto trae como consecuencia que la elección debe corresponder de acuerdo al tipo de trabajo para analizar que partes del cuerpo estarán más expuestas a que les suceda algún tipo de lesión.

Es por ello que tenemos dispositivos de protección a nivel individual como:

Dispositivos de protección de piernas y pies

La gran mayoría de daños a los pies se deben a la caída de objetos pesados. Es fácil conseguir zapatos de seguridad que protejan en contra de esa clase de riesgo. Esa clase de zapatos pueden conseguirse en tamaños, formas, y estilos, que a la vez se adaptan bien a diferentes pies, y además tienen buen aspecto.

Existen varias clases de zapatos de seguridad, entre ellos tenemos:

- a) Con puntera protectora: se usan para proteger los dedos de la caída de grandes pesos y evitar algún tipo de lesión en ellos. Las puntas son normalmente elaboradas de acero.
- b) No productores de chispa: se fabrican excluyendo todo material de metal ferroso en su estructura, y en caso de que contenga punta protectora de metal, esta se recubre en chapas de material no ferroso.
- c) No conductores: fabricación de materiales con ausencia de todo tipo de metales, salvo en la punta protectora que sea bien aislada. Se emplea para trabajar en zonas donde existan algún riesgo eléctrico.
- d) Impermeables: son aquellas fabricadas en plástico de tal manera que sea impermeable para evitar el contacto de productos químicos o de aguas negras contaminadas.
- e) Cubre zapatos de plásticos: se usan para evitar la contaminación de un producto ya que forman una barrera física entre el zapato del obrero y el suelo limpio de la zona de trabajo. Se pueden encontrar desechables, fabricados en papel, y plástico las cuales se desinfectan dentro de un periodo de tiempo establecido.

Para la protección de las piernas debemos tomar en cuenta la exposición del cuerpo, en este caso las piernas, y en el caso de las piernas viene de acuerdo a la altura de

las botas, las cuales forman una capa de material especial adherido al cuerpo del trabajador por medio de correas o cintas debidamente fijadas o ajustadas.

Dispositivos de protección de dedos, manos y brazos

Por la aparente vulnerabilidad de los dedos, manos y brazos, con frecuencia se deben usar equipos protectores, tales equipos como el guante y de acuerdo a sus materiales y sus diversas adaptaciones hacen que tengan un amplio uso de acuerdo a las consideraciones correspondientes a su aplicación. Los guantes, mitones, manoplas se impone usarse en operaciones que involucre manejo de material caliente, o con filos, o puntas, raspaduras o magulladuras.

Si el guante a usar es de tamaño largo se aconseja que las mangas cubran la parte de afuera del final del guante. Los materiales que deberán usarse para la fabricación de los guantes, mitones, y manoplas dependerán en gran medida de lo que se vaya a manejar.

Los tipos de materiales de uso en la fabricación de guantes pueden ser:

- a) El uso de cuero o cuero reforzado, para el manejo materiales abrasivos o ásperos, además de evitar que entren el polvo, suciedad metal caliente.
- b) Los guantes de hule protegen contra soluciones liquidas y para choques eléctricos, sin embargo para productos químicos o derivados del petróleo que tiene efecto negativo sobre el hule es necesario para ello elegir guantes fabricados para su uso específico, en material de hule sintético.
- c) Los de telas son elaborados en lana, fieltro y algodón, y algunos reforzados con cuero, hule o parches sujetos con grapas de acero, y se usan para proteger de cortes y rozaduras en trabajos livianos.

Arnés de Seguridad

Para su selección debe considerarse dos usos, el normal y el de emergencia. El normal son arnés usados para soportar tensiones relativamente leves durante el desempeño habitual de una tarea. Estas tensiones raramente excederán el peso total estático del usuario.

El uso en emergencia sirve para retener con seguridad un hombre al caerse, tal uso puede presentarse en ciertas ocasiones donde sobrepasa el peso del uso del operario debido a caídas o situaciones inesperadas.

Los materiales usados para fabricar estos arnés son por medio de correas tejidas de fibra sintética, o de cuero, en ambos casos se usan sistemas de acopla de hebillas metálicas y colocados en tal manera que sean fácil su manipulación y graduación.

Existe arnés de tipo:

- a) Arnés para el cuerpo: se usan en casos en que el trabajador deba traspasarse de un lado a otro en alturas peligrosas, se usan para restringir movimientos del trabajador dentro de un área segura, para evitar caídas de este.
- b) Arnés de Suspensión: se usa en casos donde no sea posible trabajar en una superficie fija y en la cual el trabajador deba quedar totalmente sostenido por un arnés para el cuerpo.

Las consideraciones a tomar en cuenta en la selección de un arnés de seguridad tenemos que:

- a) Hay que tener en cuenta la resistencia suficiente para detener al usuario.
- b) Debe poseer un amortiguador para limitar el impacto de la carga.
- c) La distancia de detención debe ser corta para evitar que el operario se golpee contra los alrededores de la caída antes de parar.
- d) Debe considerarse un margen de seguridad en estos aspectos de selección para evitar cualquier tipo de error de cálculo de condiciones o materiales.

Dentro del uso del arnés debemos tener en cuenta la cuerda salvavidas las cuales deben estar aseguradas más arriba del punto de operación a un anclaje o un componente estructural capaz de resistir peso muerto mínimo o igual al peso del operario. El material de fabricación en la mayoría de las cuerdas es de nylon con un mínimo de 13 mm de espesor.

Vestimenta

Muchas exposiciones a riesgos en las industrias, exigen la ropa apropiada, en lugar de la ordinaria, o encima de estas. Para la selección de estas indumentarias hace falta tener presente precauciones como: la prenda debe brindar la protección debida contra el riesgo involucrado, y la otra que no entorpezca los movimientos del trabajador.

La vestimenta puede tener incluidas batas, pantalones, delantales, camisas, chaquetas, trajes completos, y cualquier diseño de ropa que proteja al trabajador ante la posibilidad de sufrir algún tipo de lesión causada por su trabajo.

El uso de vestimenta adecuada previene en el usuario riesgos contra quemaduras, raspaduras, dermatosis, o cualquier lesión acarreada por dicha labor.

- a) Cuando se selecciona ropa de trabajo se debieran tomar en consideración los riesgos a los cuales el usuario pueda estar expuesto, seleccionándose los tipos que reduzcan los riesgos al mínimo asequibles a cada caso.

- b) La ropa de trabajo deberían ajustar bien; no deben tener partes flexibles que cuelguen o cordones sueltos ni bolsillos, y si los hay debieran ser pocos y tan pequeños como sea posible.
- c) Las prendas de vestir sueltas, desgarradas o rotas, corbatas y cadenas de llaveros o de relojes no deben ser usadas en las áreas cercanas a maquinas en movimientos.
- d) No se deben llevar en los bolsillos objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.

Entre los diferentes tipos de vestimenta podemos mencionar los siguientes:

- a) Vestimentas de cuero, se usan para la protección del cuerpo contra el calor y las salpicaduras de metal caliente, también protege contra fuerzas de impacto no muy fuertes y radiaciones infrarrojas y ultravioletas de baja intensidad.
- b) Vestimentas Aluminizadas: se usan para proteger al trabajador ante temperaturas extremadamente altas, hasta 1,093° C, también es usada en el combate de incendios junto con el uso de respiradores autónomos.
- c) Vestimenta Ignifugada: es una forma que se tiene de tratar a las telas por medio de un tratamiento químico bastante sencillo que le permite repeler pequeñas cantidades de fuego en forma de chispa o ráfagas ligeras de fuego, evitando que esta se encienda y arda en su totalidad ocasionándole al trabajador algún tipo de lesión.
- d) Vestimentas de telas son las más usadas por su versatilidad y su costo, ya que varían desde telas de algodón muy finas hasta el uso del dril, el cual es muy resistente a la acción de pequeños elementos externos.
- e) Vestimentas impermeables: son usadas para protección contra polvos, vapores, humedad, y líquidos corrosivos. Pudiéndose fabricar de manera individual para cada parte del cuerpo o cubrir totalmente el cuerpo del trabajador, y además contengan equipo autónomos de aire. Entre los materiales usados se encuentra el caucho natural, las olefinas, el caucho sintético, el neopreno, el vinilo, el polipropileno, y las películas de polietileno.
- f) Vestimentas para peligros nocturnos: se usa cuando existe la necesidad de trabajar a oscuras y se fabrican con el uso de materiales reflectivos en forma de aviso, entre ellos podemos citar a policías, bomberos, trabajadores de construcción en horas nocturnas, etc.
- g) Vestimentas desechables: se hace de plástico o papel reforzado, las cuales se usan en industrias de emisión de bajas radiaciones o en droguerías o producción de artículos electrónicos.

Las vestimentas acolchonadas de cuero, tela, fibras duras, plásticos o metales protegen el abdomen contra golpes. Los anillos, pulseras y pendientes son causas frecuentes de accidentes, por lo cual en las empresas se prohíbe el uso de joyas u ornamentos en el cuerpo en relación a cualquier labor con maquina en movimiento.

Protección de cabeza

La protección a la cabeza es una de las partes a ser mejor protegida, ya que es allí donde se encuentra nuestro centro de mando, es decir el cerebro y sus componentes. Los materiales en los cuales se fabrican los diferentes tipos de cascos y gorras, pueden ir desde plásticos de alta resistencia a impactos y chispas que puedan provocar incendios, como el uso de metales. El tipo de material va a depender del uso que se le van a dar de acuerdo a su clasificación:

Entre los tipos de protección de cabeza podemos nombrar: cascos en forma de sombrero o de gorra: son protectores rígidos para la cabeza, además protegen a choques eléctricos o combinación de ambos. También protegen al cuero cabelludo, la cara, y la nuca de derrames aéreos de ácidos o de productos químicos, así como también de líquidos calientes. También evitan que las máquinas puedan atrapar la cabellera del trabajador, como la exposición de esta a polvos o mezclas irritantes, incendios, y con resistencia a altos voltajes. Estos cascos se pueden dividir en cascos de ala completa, o de visera.

Además estas dos clases se subdividen en:

- CLASE A y B: resistentes al agua y a la combustión lenta, y a labores eléctricas.
- CLASE C: resistentes al agua y a la combustión lenta.
- CLASE D: son resistentes al fuego, son de tipo auto extingüibles y no conductores de la electricidad.

La suspensión del casco es la parte que confiere a este las propiedades de distribuir los impactos. Para mantener el casco en su lugar existen los barboquejos, que le permiten al trabajador sostener el casco en su cabeza y evitar que este se le caiga. Existen también cascos con dispositivos de conexión desmontables para protectores faciales, y auditivos.

Dispositivos de protección auditivos

Los sonidos se escuchan en condiciones normales; estos se consideran perjudiciales cuando excedan los niveles de exposición al ruido permitidos (85-90 dB) se deben realizar disminuciones en la fuente de emisión, pero a veces no es suficiente y se

debe acudir a la protección del oído, sea en su parte interna, o directamente en los canales auditivos.

Los protectores para oídos se pueden dividir en dos grupos principales:

- a) Los tapones o dispositivos de inserción: son aquellos que se colocan en el canal auditivo. Existen los tapones aurales, y los supraaurales. Las cantidades de reducción de ruido dependerán del tipo de material con el que se encuentren fabricados, siendo más o menos absorbentes del ruido pudiendo llegar hasta disminuir 15 dB.
- b) Orejeras: es una barrera acústica que se coloca en el oído externo, proporcionan una atenuación varían grandemente de acuerdo a las diferencias de tamaños, formas, material sellador, armazón, y clase de suspensión. La clase de cojín o almohada que se usa entre la copa y la orejera y la cabeza tienen mucho que ver con la eficiencia de la atenuación.

Las variaciones de los modelos brindan distintos grados de disminución de ruido. Pudiéndolos llevar en el caso de las orejeras hasta unos 25 dB o 30 dB menos de lo que existe en el ambiente. Es importante notar, que dentro de las maneras de disminuir la cantidad de ruido, se deben disponer de ambas para permitirle al obrero elegir cual le sea más comfortable y se sienta mejor, siempre y cuando estas cumplan con los debidos niveles de protección buscados con este dispositivo.

Dispositivos de protección facial y visual

El proteger los ojos y la cara de lesiones debido a agentes físicos y químicos, como también de radiaciones, es vital para cualquier tipo de manejo de programas de seguridad industrial.

Existen varios tipos de protección para la cara y los ojos, entre los cuales podemos nombrar:

- a) Cascos de soldadores, ya que presentan una protección especial contra el salpicado de metales fundidos, y a su vez una protección visual contra la radiación producida por las operaciones de soldado.
- b) Pantallas de metal: se usan en operaciones donde exista el riesgo de salpicadura por metales fundidos los cuales son parados por una barrera física en forma de una malla metálica de punto muy pequeño, que le permite ver al operario sin peligro de salpicarse y de exponer su vista a algún tipo de radiación.

Los materiales de fabricación van a depender del uso que se le dé a éste, pero pueden ir de metales, plásticos de alta resistencias, como de lona. Los dispositivos de

protección visual, son básicamente cristales que no permiten el paso de radiaciones en forma de onda por un tiempo prolongado que perjudiquen a los diferentes componentes del aparato visual humano y objetos punzo penetrantes, desde los tamaños más pequeños, exposiciones a vapores irritantes, rociados de líquidos irritantes.

Los materiales que se usan para la fabricación de estos no debe ser corrosivos, fácil de limpiar, y en la mayoría de los casos no inflamable, y la zona transparente debe ser lo más clara posible evitando de esta manera efectos de distorsión y prisma.

Con respecto a las protecciones del resplandor y energías radiantes, es necesario utilizar lentes con filtro adecuados al uso.

Entre los principales tipos de lentes o gafas a usar tenemos:

- a) Gafas con cubiertas laterales: resisten al impacto y a la erosión, adecuados para el trabajo en madera, pulido y operaciones ligeras.
- b) Anti resplandor (energía radiante): son aquellos fabricados para proteger en contra del resplandor, escamas y chispas volantes, usados en soldadura, y trabajo de metales a altas temperaturas. Varían de acuerdo al tono 3-4 hasta 12 para trabajos pesados y la intensidad de la radiación.
- c) Químicos: fabricados en materiales anticorrosivos y resistentes al impacto, en donde se manipulen materiales químicos, etc.

Dispositivos Respiratorios

En los procesos industriales se crean contaminantes atmosféricos que pueden ser peligrosos para la salud de los trabajadores. Existen casos, en donde estas medidas no son suficientes, por lo que habrá que disponer de equipos protectores a nivel respiratorio.

La selección del tipo de dispositivo protector respiratorio debe hacerse de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Tipo de contaminante del que hay que protegerse.
- b) Propiedades químicas, físicas y toxicológicas.
- c) Es un contaminante de tipo emergencia o de situación normal.
- d) Factores limitadores a los obreros para minimizar la posibilidad de que el riesgo se materialice en lesión.
- e) Selección del tipo adecuado de protector respiratorio de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Los tipos de dispositivos respiratorios son:

- 1- Los respiradores de cartuchos químicos; este tipo de respiraderos tapa la nariz y la boca, la cual está unido por medio de goma a un cartucho reemplazable. Su uso se hace evidente cuando existen exposiciones a vapores de solventes, limpieza en seco, fundición de metales sulfurados, y lugares donde exista una baja concentración de gases tóxicos. Su uso es en situaciones normales o de no emergencia.
- 2- Las mascarillas de gas, es una forma de máscara que se acopla a los ojos, nariz y boca, la cual se encuentra conectada a un bote que contiene un absorbente químico que protege al operario contra un determinado vapor o gas. Es de uso en situaciones de emergencia; se encuentra en un amplio espectro de todos los gases o vapores peligrosos conocidos.
- 3- Los respiradores de filtro mecánico, son dispositivos de uso en situaciones de no emergencia, de tal manera que tapa la boca y la nariz. Su medio de filtro es mecánico, ya que todo el aire que el individuo respira pasa por un filtro conectado en la misma máscara.

Existen tres tipos de respiradores:

- i. Los de humo, aquellos evidentemente no más tóxicos que el plomo.
- ii. Los de Neblina, se usan cuando hay ácido crómico o neblinas dañinas que produzcan neumoconiosis.

- iii. Los de polvo, usados para protegerse de elementos como el asbesto, la sílice libre, carbón, madera, aluminio, cal, cemento, entre otros.
- 4- Aparatos respiradores autónomos: son aquellos que permiten al usuario moverse en el lugar de aire contaminado, que por medio del suministro de aire comprimido, o mezclas de gases respiratorios. Este equipo tiene un máximo de uso de 2 horas sin que se acaba la reserva de aire. Su uso se hace en situaciones de emergencia
- 5- Mascara de tubo y soplador: dispositivo formado por una máscara que tapa la cara, cubriendo ojos, nariz, boca, y a su vez está unida a un tubo de alta resistencia el cual se encuentra unido a un soplador, mecánico o manual, el cual suministra una corriente de aire fresco y limpio al operario. Posee gran longitud de extensión este tipo de aparato respiratorio

Los dispositivos respiratorios obligan a mantener una serie de regímenes de mantenimiento muy exigente ya que su mecánica lo exige, por lo que deben ser revisados periódicamente y correctamente mantenidos para que al momento de verse la necesidad de usarlos estos estén en perfecto estado.

Dispositivos de protección Colectiva

Es una forma de proteger a un grupo de trabajadores de la industria, ya que busca de manera visual avisar y mantener al tanto los lugares de peligro. Y la importancia que debe darse al ambiente que rodea al hombre para procurarle mayores comodidades y ayudarlo a lograr una mayor eficiencia en su trabajo.

Tenemos que tener en cuenta a la luz como el elemento más importante para proporcionar un ambiente adecuado. Se debe evitar, el uso de alumbrado de vapor de sodio o de mercurio no corregido. Este alumbrado debe ser adecuado en cualquier lugar de trabajo, pero se le debe prestar más atención en lugares donde el ruido alcance niveles altos y se tenga que depender de la vista más que del oído para darse cuenta de un riesgo cercano.

Los colores según el código de seguridad deben cumplir con ser el más visible posible y alto cromatismo, teniendo el amarillo como resaltador de altos riegos, obstrucciones y objeto en movimiento, (como grúas, montacargas, etc.). El uso de colores con mayor impacto visual como el rojo fluorescente, se usa para dar avisos de riesgos de incendios y de explosión, además de señalar la ubicación de las puertas de escape y equipos contra incendio.

Para colores usados en la identificación de la tubería se deben seleccionar colores resaltantes. Los requisitos que se exigen en cualquier ambiente que se necesite

identificar colores o códigos de seguridad deben ser, lo suficientemente contrastante y diferencias a nivel de matiz y luminosidad para facilitar su identificación ante la presencia de cualquier luz, dándose cierto margen para el oscurecimiento, o a que se desvanezcan los colores debido al envejecimiento de la película de la pintura.

Existen dentro de los dispositivos de protección colectivo, el uso de los símbolos que de acuerdo a su color de seguridad tendrán la atención de alta, mediana, o bajo riesgo que ello conlleve en el lugar donde estas se encuentren ubicados.