Universidad Nacional de Ingenieria

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

" Proyecto de Mantenimiento de una Planta Envasadora de Gas y Servicio de Certificación de Cilindros "

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

AUGUSTO DOMINGO YUPANQUI ARANDA

PROMOCION: 1988 - I

LIMA . PERU . 1991

PROYECTO DE MANTENIMIENTO

DE UNA PLANTA ENVASADORA DE GAS Y

SERVICIO DE CERTIFICADOS DE CILINDROS

INDICE

INTRODUCCION

El propósito de éste estudio, es realizar un diagnóstico técnico en el Departamento de Mantenimiento, en lo que respecta a su organización, administración y desarrollo actual, en una planta envasadora gas, con la finalidad de identificar la problemática existente y proponer como alternativa de solución un sistema de mantenimiento moderno, eficiente y de alta tecnología; así como también plantear una solución integral un problema social latente, cual es, los accidentes ocurridos por explosiones de cilindros de gas licuado de petróleo, con consiguientes pérdidas de vidas humanas, lo que despertó mi interés de dar solución a ésta situación, en vista de que las autoridades no se preocupan por éste problema social, que constantemente es una amenaza a la población.

Para un mejor conocimiento del contenido de ésta tesis, se ha procedido a plantear los siguientes capítulos :

I . SITUACION ACTUAL DE LA PLANTA

Comprende descripción y análisis de los diferentes aspectos relacionados con organización, administración y la producción. Dentro del primer aspecto se analiza, la estructura orgánica, las funciones y responsabilidades, y las políticas, que en la actualidad se desarrollan dentro de la empresa.

En el segundo aspecto, se aprecia cualitativamente su capacidad de producción, se describe el proceso y las condiciones operativas de las máquinas y equipos, así como también la distribución de planta y su fuerza laboral.

II . DIAGNOSTICO DEL MANTENIMIENTO

Se describe su organización y las funciones y responsabilidades, que existen dentro del departamento de mantenimiento.

Luego se analiza como están codificadas las máquinas y equipos, para poder establecer una clasificación, según importancia dentro del proceso productivo. Dentro de éste diagnóstico se determina las características del mantenimiento, ya que esto nos permitirá ver con claridad el nivel técnico del mantenimiento que se aplica actualmente. De la misma manera se procede con los parámetros e índices de mantenimiento, y finalmente se define la problemática del mantenimiento.

III.- SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROPUESTO.

Este capítulo surge como respuesta problemática del mantenimiento, y en el se analiza su organización y administración, como puntos fundamentales para luego proponer la urgente necesidad de adquirir instrumentos detectores de fallas y así frenar las deficiencias del sistema

actual de mantenimiento: lo que derivará fundamentalmente en una disminución importante del tiempo de paralización de planta.

propone también, calcular los parámetros e índices de mantenimiento como indicadores del grado de desarrollo del sistema que propone.

Hoy en día el avance tecnológico, se impone en todas las disciplinas del saber, lo que nos obliga a proponer un sistema de mantenimiento moderno, ágil y eficiente; para ello proponemos que se realice una evaluación estadística, con modelos matemáticos funcionales y prácticos, logrando de ésta manera planificar un adecuado programa de mantenimiento, que se ajuste a la realidad técnico-económica de la planta en estudio.

IV . CERTIFICACION DE CILINDROS.

Esta actividad del proceso de certificación de cilindros complementario a las actividades que desarrolla la planta, dentro de su producción, de ahí que se considera conveniente en este estudio.

Además considerando la existencia de un problema social, en nuestro medio, cual es, el uso de cilindros de gas (G.L.P.) en condiciones totalmente riesgosas, ya que en muchas oportunidades se han producido explosiones causando accidentes personales, incendios y hasta pérdidas humanas, e

inexplicablemente las autoridades respectivas no hacen nada para dar solución a éste problema.

En vista de esto, se propone una vez por todas, en esta tesis, una alternativa de solución a éste grave problema social, para ello planteamos que se realice todo un proceso de certificación, comenzando por conocer todos los detalles técnicos del recipiente, y proponiendo se ejecuten una serie de pruebas técnicas para descartar cuales fallan en el cilindro y enmendar a tiempo.

Cabe mencionar, que lo que se propone está dentro de las Normas Técnicas del ITINTEC, lo que garantiza el proceso en sí.

Además se propone un reglamento, que permita controlar, desde el punto de vista legal, la gestión a desarrollarse.

V . ANALISIS DE COSTOS.

En éste capítulo se analizan los costos de mantenimiento y los costos de certificación; determinando para mantenimiento la hipótesis planteada más económica, es decir, que proporcione mayor economía; y en la certificación se analiza todos los componentes del costo del servicio, hasta determinar el precio de venta y su rentabilidad.

CAPITULO II

"SITUACION ACTUAL DE LA PLANTA

2.1 ASPECTOS GENERALES

La empresa "SOL GAS" fue fundada en 1942. Es una sociedad de economía mixta, conformada por el 85% de capital del estado a través de Petro Perú y 15% de capital privado.

Esta compañía tiene instalaciones para envasado en Trujillo, Arequipa, Talara y Piura. En la provincia de Lima, en los distritos de San Martín de Porras, Canto Grande, San Juan de Lurigancho y Callao.

Para efectos del estudio, las instalaciones que se considerarán son las correspondientes a la división "Planta Callao", que opera entre las avenidas Contralmirante Mora e Ignacio Mariátegui (Ver Plano de Ubicación); cerca a Petro Perú, lo que permite el abastecimiento del gas licuado de petróleo en forma

directa, reduciendo el costo de transporte y los tiempos de entrega.

Dispone de una área total de 4,000 m^2 y una área construida de 800 m^2, correspondiente oficinas y talleres.

Las instalaciones actuales han experimentado varias modificaciones y ampliaciones, buscándose a través de ellas una mayor funcionabilidad en sus operaciones.

La actividad fundamental es el proceso de envasado de gas licuado de petróleo (G.L.P.), con una capacidad máxima instalada de 2,112 cilindros de 4 lb. por hora y 50 cilindros de 100 lb. por hora; lo que cubre el 45% de la producción nacional aproximadamente.

La fuerza laboral en la división "Planta Callao" es de 72 trabajadores, los mismos que están distribuidos en dos turnos de trabajo.

En términos generales los servicios que ofrece esta empresa, son bastante aceptables, considerando que sus instalaciones ya han superado su vida media. Además se observa cierto grado de deficiencia en las diferentes políticas que aplican su gestión.

Las instalaciones tienen más de 20 años, habiendo superado largamente su vida media, sin haber tenido reparaciones adecuadas ni haberse modernizado, notándose que hay zonas que han sufrido daños serios, obligando a la Unidad de Ingeniería a modificar el diseño, pasando de sistema automático uno

manual, lo que repercute en la velocidad producción.

2.2 ORGANIZACION Y ADMINISTRACION

2.2.1 Estructura Orgánica

La organización actual de la planta se muestra en el Organigrama Nº 1, en donde se observa, existencia de las siguientes unidades:

- De operaciones.
- De distribución.
- De Ingeniería.
- De Servicios Auxiliares.

2.2.2 Funciones y Responsabilidades

2.2.2.1 La Unidad de Operaciones

Es la encargada del proceso de llenado propiamente dicho., lleva el control de los obreros, programación de la producción, los turnos, el ritmo producción, el aprovisionamiento del gas, inspección de los tanques de almacenamiento.

2.2.2.2 La Unidad de Distribución

Es la encargada de supervisar y controlar la flota camiones que distribuyen los cilindros en el mercado metropolitano, así también de las relaciones con las distribuidoras

autorizadas, al mismo tiempo del suministro a granel a sectores alejados del radio urbano.

2.2.2.3 La Unidad de Ingeniería

Es la encargada del mantenimiento de las máquinas, equipos e instalaciones, también tiene como función verificar la calidad los repuestos, insumos y demás elementos auxiliares para llevar cabo el proceso de llenado; así mismo establecer las normas de procedimiento más eficientes. Como función adicional lleva el control de válvulas de cilindros malogrados.

2.2.2.4 La Unidad de Servicios Auxiliares

Es la encargada de brindar el apoyo necesario en las actividades administrativas, seguridad industrial y defensa civil.

2.2.3 Políticas

2.2.3.1 Materia Prima

El material que utiliza la planta es el gas licuado de petróleo (G.L.P.). Su aprovisionamiento es directo mediante tuberías subterráneas y el suministro diario promedio es de 50,000 galones.

Petro Perú está obligada a suministrar el 50% de la producción la Refinería de la Pampilla, en caso de que la Refinería Talara no funcione normalmente, y no pudiendo así suministrar a Petro Perú cantidad establecida, por causas mantenimiento de sus instalaciones, huelgas, accidentes, etc. Esta política de abastecimiento se debe a que Petro Perú, como se indicó anteriormente dueño del 85% de las acciones de Sol Gas; destacando así mismo que la alta dirección de esta empresa es dirigida por Petro Perú.

La materia prima, la constituye pues, el gas licuado de petróleo, tipo gas propano ($C_3 H_8$) dimetilpropano, que es un hidrocarburo parafínico halogenado de cadena lineal derivado del petróleo. Es un gas incoloro e inodoro, poco soluble en el agua y muy soluble en alcohol y éter. Se usa como disolvente, líquido de refrigeración y mezclado con butano se usa como combustible.

Las propiedades del gas propano más importantes, son las siguientes:

Solubilidad en 100 partes:

En alcohol : es soluble

En éter : muy soluble

Temperatura crítica : 96.8 ºC

Presión crítica : 42 atm.

- Temperatura de vaporización: 25 ºC

Calor de vaporización, Hv: 81.76 cal/gr

Capacidad calorífica: 0.576 cal/gr

Densidad específica: 0.535 -(45'4)

Punto de fusión : -187.2 ºC

Calor de fusión 19.1 cal/gr

- Punto de ebullición : -42.2 ºC

Por las características de su composición química también se define gas propano como un hidrocarburo saturado con composición química. Petro-Perú.

2.2.3.2 Aprovisionamiento

La empresa cuenta con 21.500 cilindros todo país, los cuales encuentran en tránsito un promedio de 13,000 cilindros. Estos se renuevan anualmente, considerando una vida media entre 10 a 15 años.

Se adquiere anualmente 10% del parque de cilindros existente.

renovándose así los cilindros que se dan baja, por considerarlos fuera de las normas técnicas establecidas.

Los cilindros que se adquieren por compra directa y los que llegan a la planta para su respectivo llenado, se pintan de color plomo, por lo que vale recalcar que se consumen diariamente un cilindro de 5 galones de pintura, tanto para los cilindros de 24 y 100 lbs. También como distintivo se usa una flama de color rojo, con la inscripción "SOL GAS".

Las válvulas de carga y descarga son de bronce, con rosca de 3/4 pulg. NNT, las que se adquieren de proveedores nacionales y extranjeros; recalcando que últimamente se están usando con relativo éxito válvulas chilenas de aleación de cobre. La demanda de válvulas oscila entre 30 a 35 unidades diarias.

Unidad de Ingeniería tiene su cargo el control de calidad de los materiales e insumos que se utilizan.

Además adquieren también aros de jebe (orings) que son colocados dentro

de las válvulas para evitar el escape del gas; estos se importan de Estados Unidos se utilizan 100 unidades diarias aproximadamente.

El suministro eléctrico, no es propio; se compra Electrolima, mediante un contrato especial que garantiza la continuidad del buen servicio, por lo cual tiene instalada una sub-estación.

2.2.3.3 Comercialización

El producto que comercializa la empresa es el gas licuado de petróleo, que está compuesto de 60% de butano y 40% de propano, en condiciones ideales, resultando en práctica 50% de cada componente respectivamente. Para distribuir el gas licuado de petróleo utiliza cilindros de 24 y 100 lbs., así mismo camiones cisternas de 3,000 a 6,000 galones de capacidad; razón por la cual dispone de una infraestructura e instalaciones adecuadas que minimizan el costo tendido de tuberías, transmisiones, acarreos e implementos, tareas de mantenimiento y al mismo tiempo proporcionar la máxima seguridad.

El 70% de la actividad productiva está orientada al envasado de cilindros de 24 lbs. y la diferencia al envasado de cilindros de 100 lbs., tanques cisterna que utiliza la Cía. la distribución a granel.

Actualmente la producción de cilindros pequeños (24 lbs.) fluctúa entre 12,000 15,000 unidades diarias y la de cilindros grandes (100 lbs.) entre 700 a 800 unidades diarias. Cabe resaltar que con el transcurrir del tiempo los cilindros grandes están desapareciendo poco poco y que los cilindros pequeños son más rentables.

La naturaleza del producto implica que los cilindros, reciban un proceso de inspecciones que garanticen un mínimo de condiciones de seguridad. Observándose que existen deficiencias en ofrecer mayores garantías de seguridad para los consumidores.

Otro aspecto que observa, es lo concerniente a las ventas en la época de verano, según estadísticas durante esta estación existe mayor consumo, y la causa principal es la temperatura

del gas disminuye de 10 ºC a 5 ºC, mientras la temperatura del medio ambiente aumenta, lo que motiva que el gas se licue en mayor proporción, obligando a disminuir la cantidad de llenado para evitar riesgos de fugas y explosiones.

2.2.3.4 Personal

La fuerza laboral de la empresa está distribuida de la siguiente manera: 13 empleados administrativos; 48 trabajadores de planta, de los cuales 25 corresponden al primer turno en el horario de 7.30 a.m. á 15.30 p.m. y 23 corresponden al segundo turno en el horario de 15.30 p.m. á 23.00 p.m. incluyendo en ambos casos al capataz de turno. El mayor número de trabajadores en ambos turnos se dedican al envasado de cilindros de 24 lbs. y 11 trabajadores de mantenimiento, sólo trabajan en el turno de mañana y encargan controlar el buen funcionamiento de las máquinas, equipos e instalaciones de la planta, así mismo se dedican también a detectar cilindros defectuosos, que son retirados para

investigar causa de la falla y luego proceder a su reparación o separación definitiva. Como actividad complementaria reportan en forma diaria el numero de cilindros fallados (por fondo, por válvula, por asa, por falla en la soldadura, por deformaciones en el cuerpo, y otras más).

Para el servicio de limpieza de oficinas, baños y demás ambientes que no tienen que ver directamente con el proceso, no dispone de personal propio, sino obtiene por contratos establecidos con empresas limpieza.

Los trabajadores de planta trabajan en turnos rotativos, con la finalidad de establecer un sistema equilibrado de trabajo; pero esta rotación no sólo se observa en los turnos, sino también en los puestos de trabajo, excepción del capataz; que quiere decir que ninguno de los puestos de trabajo requiere un alto grado de especialización.

Observándose que un obrero nuevo, puede estar debidamente preparado en el lapso

de dos meses para desempeñar cualquier puesto de trabajo.

2.2.3.5 Seguridad Industrial

Considerando que el material que envasa es altamente inflamable, tomán en la planta las precauciones necesarias para evitar riesgos por explosiones y accidentes para el personal que l bora en ella.

Existe un sistema de pitos y silbatos que ponen en alerta a las personas que trabajan en la planta, en casos que se originen emergencias, este sistema permite también poner en aviso a las plantas vecinas, especialmente a Petro Perú que suministra para la planta gas y agua.

El personal recibe charlas de seguridad industrial continuamente, por lo que está preparado para afrontar cualquier caso emergencia.

Los equipos contra incendio encuentran debidamente distribuidos y estado operativo. Actualmente disponen los siguientes equipos:

Esprinlers, utilizado en los tanques estacionarios, permitiendo mante-

nerlos refrigerados, mediante una ducha de agua fría que baña todo el tanque.

5 unidades de tipo rodante, con extintores de 1000 galones cada uno.

Extintores manuales de polvo seco.

Uniformes tejido de asbesto.

Equipo fijo con instalaciones subterráneas.

Los trabajadores de planta disponen de los siguientes equipos de protección y seguridad:

Zapatos especiales, tipo botin con punta de fierro, para evitar accidentes en los pies, por caídas imprevistas de los cilindros.

Guantes de jebe y cascos.

Máscaras, para uso de pintores.

Mamelucos y casacas.

Debido a que la empresa es una planta estratégica, cuenta con una dotación permanente de policías, lo que previene planta posibles robos de cilindros atentados terroristas. Además existe personal de vigilancia de la propia planta, que controla desde tres casetas, una en la entrada, otra

en la salida y tercera en la zona de prueba hidrostática.

Cabe indicar que todo el proceso de llenado se realiza al aire libre, que el gas licuado de petróleo no permite utilizar instalaciones cerradas.

Como se sabe la inhalación de gas puede producir asfixia en un ambiente muy cerrado; por esta razón es conveniente mantener un cierto grado de circulación de aire y sólo colocar toldos en los lugares donde están emplazados los puestos de trabajo y las máquinas, para protegerlos del sol de la lluvia; esto se observa en las secciones de pintado y carrusel.

2.3. PRODUCCION

2.3.1 Capacidad de Producción

2.3.1.1 Capacidad Instalada

Para establecer la capacidad instalada de la planta, consideramos la máxima capacidad de producción de la linea. Según datos técnicos de sus máquinas se tiene:

Primer surtidor : 1248 cilindros de 24 lb por hr.

Segundo surtidor : 864 cilindros de 24 lb por hr.

Tercer surtidor : 50 cilindros de 100 lb. por hr.

Lo que dan un total de 2,112 cilindros lb. por hora y 50 cilindros de 100 lb. por hora.

Considerando que planta trabaja dos turnos por día y habiendo observado que los tiempos inactivos son del orden del 25% aproximadamente por turno en línea de cilindros de 24 lb. y de 10% aproximadamente en la línea de cilindros de 100 lb., resulta que la capacidad instalada por línea es:

Línea de cilindros de 24 lbs.:

Capacidad instalada: 25,344 cil/día.

Línea de cilindros de 100 lbs.:

Capacidad instalada : 700 cil/día

2.3.1.2 Capacidad Real

Para calcular esta capacidad real planta, considerado sus ventas diarias de los últimos 12 meses; para ello se construido la Tabla Nº 1, en

que indica ventas diarias por muestreo al azar.

VENTAS DIARIAS POR MUESTREO		
FECHA	NUMERO DE CILINDROS	
AL AZAR	24 lbs.	100 lbs.
06 Nov. 1989	13,526	695
12 Dic. "	12,981	702
22 Ene. 1990	11,995	717
06 Feb. "	13,241	654
13 Marz. "	13,001	772
10 Abr. "	12,636	700
04 May. "	12,477	796
11 Jun. "	15,029	789
23 Jul. "	16,090	870
13 Ago "	15,352	859
18 Set. "	14,505	815
03 Oct. "	14,042	791

Fuente Sol Gas

TABLA Nº 1

Observando la tabla anterior concluye que los promedios de ventas por cada linea, determinan la producción real, resultando ser:

Línea de cilindros de 24 bs.:

Capacidad real: 13,740 cil/día

Línea de cilindros de 100 lbs.:

Capacidad real: 763 cil/día

Además, cabe recalcar que estas capacidades corresponden al promedio de producción que tiene registrada la planta, decir:

Cilindros de 24 lbs./día:

Producción: entre 12,000 15,000.

Cilindros de 100 lbs./día:

Producción: entre 700 a 800

2.3.1.3 Capacidad Ociosa

establece por consecuencia comparando la capacidad real con la capacidad instalada de planta, en cada una de las líneas, es decir:

Línea cilindros de 24 lbs.:

Capacidad ociosa 46%.

Línea de cilindros de 100 lbs.:

Capacidad ociosa: 0%

Observando los resultados, podemos afirmar que la capacidad ociosa se dá la línea de cilindros pequeños; además teniendo presente que esta línea ocupa 95% de toda la producción, concluimos que existe personal planta excedente (17 personas aproximadamente); lo que nos ha llevado

proponer una línea Servicio de Certificación de Cilindros, para utilizar esta mano de obra ociosa y sobre todo crear un sistema que beneficie al usuario, protegiéndolo contra explosiones u otros accidentes contra la vida humana.

2.3.2 Descripción del Proceso

2.3.2.1 Envasado a Granel

En este proceso no interviene la transmisión por banda de cadenas, ni los carruseles, sino que se efectúa directamente los tanques almacenamiento cuya capacidad de 30,000 galones aproximadamente, mediante una bomba de 25 HP y 60 gal./min., lo que constituye prácticamente un sub-sistema aislado.

2.3.2.2 Envasado en Cilindros

Los cilindros vacíos llegan en camiones y son descargados en la plataforma vacíos (Ver Plano Nº 2), actividad que se realiza manualmente. Luego estos cilindros que están apilados son seleccionados con los siguientes criterios:

a) Cilindros con características de la empresa.

b) Cilindros de otras empresas.

c) Cilindros con fallas.

El proceso continua con el lavado de los cilindros, colocándose éstos en un transportador que conduce a una zona de lavado. En el lavado emplean dos sistemas de duchas uno que es hermético y el otro que es abierto, cada uno de estos sistemas constan de varias duchas que realizan tarea rápidamente. agua que se utiliza es agua dulce y sigue un circuito cerrado, ya que el agua que sale de las duchas cae a un deposito que posteriormente bombeado nuevamente.

Luego la operación de lavado los cilindros avanzan en línea recta hasta la zona de pre-pintado, donde en forma manual y usando sopletes se le aplica la pintura respectiva, de ahí continúan hasta la zona de doble vía, una que conduce a la zona de pintado del cuerpo y distintivo.

pintado realiza con una máquina semiautomática la que introduce un

cilindro una cámara, que presenta tres lados cerrados y uno abierto, luego de quedar el cilindro el centro de la cámara, cae un dispositivo especial que sujeta el cilindro por la parte superior, el mismo que hace girar una vuelta alrededor su eje y durante esa rotación un operario pinta todo el cuerpo del cilindro, luego el dispositivo deja libre cilindro, permitiendo así el ingreso sucesivo de los cilindros; el cilindro pintado pasa a la zona de flama, donde se pinta el distintivo de la empresa, empleándose para ello plantillas metálicas y sopleteo de menor tamaño, usando pintura de color rojo intenso.

La otra via que bifurca de zona pre-pintado, permite el avance directo los cilindros que no requieren de cuerpo y distintivo.

Después de cierto recorrido, ambas vias se vuelven a juntar y llegan a la zona inspección de orings (aros de jebe para evitar escapes gas); de ahí dirigen a los carruseles de llenado, el primero de ellos se encuentra a una

distancia ocho metros la zona flama, es automático y gira razón una revolución por cada 1'10", tiempo suficiente para llenar un cilindro de 24 lbs. con un surtidor. Como tiene surtidores, hacen un total de 1248 cilindros por hora; esta activi ad la desarro llan dos operarios calificados.

A ocho metros del carrusel anterior encuentra el carrusel numero dos que es manual, tiene 24 surtidores y gira con menor velocidad que anterior, haciendo un total de 864 cilindros 24 lbs. por hora.

A diez metros del carrusel está ubicado el carrusel Nº que no tiene forma circular, sino lineal, y está equipado con 5 surtidores para llenar cilindros de 100 lbs. de capacidad, cada surtidor demora minutos, resultando la capacidad del surtidor de 50 cilindros por hora.

Estta zona observa que todos los surtidores son sensibles a calibración las balanzas, sobre las que posan los cilindros a su paso por los carruseles responden

automáticamente cerrando el flujo del gas licuado, cuando el contenido del cilindro llega peso antes calibrado.

También en la zona de llenado se podido percibir, que en los surtidores se registran fugas de gas debido a su antiguedad, por esta razón se tiene proyectado instalar un carrusel moderno de mayor velocidad (llenado presión). Cabe indicar que el gas licuado proveniente de los tanques almacenamiento su conducción hacia los surtidores se efectúa mediante un sistema neumático usando compresores de 5 HP y una presión de 0 160 psi para el gas licuado y de 0 a 80 psi para aire.

Lueno de haber llenado los cilindros, estos salen los carruseles y son depositados en la zona de llenos, allí son embarcados en camiones para inmediata distribución.

Todo el proceso se realiza utilizando una cadena transportadora que tiene aproximadamente 130 metros de longitud, ésta empieza en zona donde depositan los cilindros vacíos y pasa

por la zona de lavado, pre-pintado, pintado, flama, carruseles, llegando hasta la zona de llenos.

Esta cadena es lubricada semanalmente, utilizando un jabón especial para tal efecto.

Si durante el recorrido de los cilindros sobre el transportador se detectan fallas en las asas, fondo o cuerpo, son separados inmediatamente y se van acumulando hasta que se tenga un lote adecuado para ser enviados a un taller especializado para su reparación. Si se trata de un cilindro que después de h ber sido llenado presenta fugas, este se lleva a la zona de trasciego donde se extrae el gas del cilindro con ayuda de una bomba de un surtidor, la bomba succiona el gas y lo regresa al tanque de almacenamiento luego si el problema es por falla de válvula, esta es cambiada y el cilindro se reincorpora al proceso; si es falla de otra naturaleza el cilindro será separado y unido al lote de fallados.

En el taller especializado, donde se reparan los cilindros, se les somete a

una prueba hidrostática que se realiza con un equipo especial, que consta de surtidores de agua que se colocan en el orificio de entrada del gas a los cilindros, que inyecta agua a presión; los que no pasan esta prueba se desechan definitivamente y posteriormente son reemplazados por cilindros nuevos que adquieren de fabricantes nacionales (Ceccarelli, Itsa, Etramsa y otros).

La representación gráfica de todo el proceso se puede visualizar en el Diagrama de Proceso de Flujo (Diagrama Nº 1 Anexo).

2.3.3 Características Técnicas de Máquina y Equipos

2.3.3.1 Máquinas

- Transportador por banda de cadena:

  Marca: Denver Equipment Company.

  Capacidad: 2000 Tn/hr.

  Velocidad de la banda: 0.8 m/min. a 0.9 m/min

  Longitud Total: 120 m.

  Ancho: 0.5 m., con baranda y pasarela.

  Accionamiento: 8 motores de 4.8 HP, 1150 rpm, reducción

tornillo sin fin, rueda dentada (30/1 y 40/1).

- Carrusel Nº 1, semiautomático:

Marca: Crisplant System.

Capacidad: 1248 cilindros de 24 lbs./hr.

Surtidores: 24 (52 cilindros/hr.).

Balanzas: 24 .

Tiempo de llenado: 1'10"/cilindro.

Diámetro: 3.5 m.

Compresor: Alternativo de 5 HP.

- Carrusel Nº 2, manual:

Marca: Crisplant System.

Capacidad: 864 cilindros de 24 lbs./hr.

Surtidores: 24 (36 cilindros/hr.)

Balanzas: 24 .

Tiempo de llenado: 1'40"/cilindro.

Diámetro: 3.5 metros.

Compresor: alternativo de 5 HP.

- Carrusel Nº 3, manual:

- Carrusel Nº 1, semiautomático:

Marca: Crisplant System.

Capacidad: 1248 cilindros de 24 lbs./hr.

Surtidores: 24 (52 cilindros/hr.).

Balanzas: 24 .

Tiempo de llenado: 1'10"/cilindro.

Diámetro: 3.5 m.

Compresor: Alternativo de 5 HP.

Carrusel Nº 3. manual:

Marca: Crisplant System.

Tipo: lineal.

Capacidad: 50 cilindros de 100 lbs./hr.

Surtidores: 5 (10 cilindros/hr.)

Balanzas: 5.

Tiempo de llenado: 6'/cilindro.

Compresor: alternativo.

Electrobombas:

Marca: Delcrosa

Capacidad: 60 gal/min.

Motor: 25 HP.

Cantidad: 3 unidades.

Instalación: paralelo secuencial.

2.3.3.2 <u>Equipos</u>

Medidor de Flujo Total:

Marca: Marsh Instrument Company.

Tipo: Integrador electrónico.

Rango: 0 - 95% en volumen.

Cantidad: 5 unidades.

Transmisor neumático de presión de los carruseles:

Marca: Foxboro.

Rango: para gas: 0 160 psi.

para aire: 0 80 psi.

Cantidad: 6 unidades.

Manómetro para válvula de seguridad:

Marca: Taylor Instrument Company.

Rango: 0 - 270 psi.

Cantidad: 5 unidades.

Tanque de almacenamiento de gas licuado:

Capacidad: 30.000 galones.

Tiempo de llenado: 8 hrs./tanque aproximadamente.

Espesor: 1/2 pulg.

Diámetro: 2.5 m.

Longitud: 23 m.

Distancia de base del tanque al piso: 1.8 m.

Cantidad: 5 unidades.

Unidad de pintado:

Compresor: alternativo.

Marca: Garaner Denver.

Potencia: 5 HP.

Soplete:

Manómetros de las bombas.

Marca: Wallance y Tiernan.

Rango: 0 - 350 psi.

Cantidad: 3 unidades.

Válvulas de compuerta:

Marca: Valve Fitting Company.

Tipo: Iron Body, Bronze Mounted.

Diámetro de tubería: 4 plg.

Cantidad: 10 unidades.

Válvula de Globo:

Marca: Valve Fitting Company.

Tipo: Iron Body, Bronze Mounted.

Diámetro de tubería: 4 plg.

Cantidad: 10 unidades.

Termómetros:

Marca: SAMA.

Tipo: de relleno líquido.

Rango: -300 °F a 600 °F.

Cantidad: 5 unidades.

2.3.4 Condiciones de Operación de las Máquinas y Equipos

La mayor parte las instalaciones de la planta encuentra intemperie, con excepción de los carruseles, que tienen techo de eternit, que los protege en parte del sol y de la lluvia.

Por la ubicación de la planta, en las cercanías del mar, las condiciones ambientales caracterizan por tener un alto grado humedad, lo que permite generación

corrosión muchas partes del sistema mecánico, implicando una tarea permanente de mantenimiento, que consiste en pintar y recubrir las máquinas y equipos.

La zona donde las condiciones de operación son menos riesgosas, es la sección de tanques de almacenamiento, que por sus características constructivas, prestan mayor seguridad de operación.

En cambio en la sección de llenado, se observa que la banda de transmisión por cadenas, está sometido a mayor desgaste forma continua, debido deslizamiento de los cilindros.

Los sistemas accionamiento trabajan en condiciones operación aceptables, aunque últimamente se nota una mayor presencia de fallas.

También se observa, que el stock de repuestos ha disminuido notablemente en los últimos años, razón por la cual se ha tenido que construir muchos de ellos en condiciones de diseño no muy aceptables por las restricciones técnicas de sus máquinas herramientas y del nivel técnico de sus trabajadores; en caso de los repuestos reconstruidos también, no se puede recuperar las piezas su integridad, por las mismas razones expuestas anteriormente.

Por las características del material que se manufactura en la planta, su ubicación geográfica y cercanía depósitos de combustible de las compañías petroleras Lobitos y Petro Perú, Constituye un latente peligro para las zonas urbanas que se encuentran en su periferia, así como para los transeúntes que a diario se movilizan por sus cercanías.

2.3.5 Distribución de Planta

distribución actual la planta es en "L" (Plano Nº 2), debido las características que presenta el terreno y la secuencia del proceso.

Para un mejor análisis, se ha dividido la planta en las siguientes secciones:

2.3.5.1 Secciones Administrativas

La ubicación de las oficinas administrativas, permiten desarrollar con eficiencia las actividades relacionadas con la venta del producto. Además favorable, ya que se encuentra lejos sección producción, lo que permite tranquilidad y seguridad en el desarrollo de las actividades.

Por otro lado, la ubicación de las diferentes oficinas, reducen los

desplazamientos innecesarios de los empleados.

Esta sección ocupa un área construida 400 m^2 aproximadamente, con ambientes amplios, con buena iluminación y ventilación.

Dentro de esta sección se encuentran los siguientes oficinas:

Superintendencia.

Ventas a granel.

Ventas de gas envasado.

Información y control interno.

Centro de cómputo.

Apoyo administrativo.

2.3.5.2 Sección de operaciones

Se observa, que la distribución esta sección está racionalizada, es decir que cada ambiente dispone de un área superficial adecuada, lo que permite el desenvolvimiento fluido de las tareas encomendadas.

En estos ambientes existen orden limpieza así como una buena iluminación y ventilación necesaria.

Esta sección ocupa un área de 650 m^2, donde funcionan dependencias que dan apoyo administrativo, técnico y de

servicio, los que se indican continuación:

Administracion de Planta.

Ingeniería.

Mantenimiento.

Almacén.

Repuestos.

Inspección de válvulas.

Comedor.

Auditorium.

2.3.5.3 Sección de Proceso

En esta sección se encuentran distribuidas las máquinas, los equipos las instalaciones, siguen la secuencia del proceso (producción en cadena).

Los pasillos, comedores y zonas de trabajo de los diferente puestos, permite el normal desplazamiento de operarios, materiales y herramientas.

Esta sección ocupa área de 1400 m^2 aproximadamente, donde ubican los siguientes equipos y mecanismos:

Plataforma de recepción.

Transportador de cadenas.

Unidad de pintado y retocado

- Carrusel Nº 1.

- Carrusel Nº 2.
- Carrusel Nº 3.
- Plataforma de cilindros llenos.

2.3.5.4 Sección de suministro

El sistema instalado en esta sección es de tubería de acero de 6 pulg de diámetro, por el cual fluye gas licuado proveniente de los depósitos tanques de las instalaciones de Petro Perú adyacente a la planta, por vía subterránea, hacia los cinco tanques de almacenamiento que se encuentran equidistantes a 2.5 metros entre si, estos distan de la sección administrativa 40 metros, 20 metros del transportador de cadena y a 30 metros de los carruseles.

2.3.6 Fuerza Laboral

La fuerza laboral disponible dentro de la planta, es la siguiente:

- El Superintendente de la División Callao.
- El Administrador de Planta.
- 02 Jefes de Venta.
- 01 Ingeniero de Siste .
- 05 Ingenieros de Mantenimiento.
- 10 Empleados.
- 48 Operarios.

- 04 Vigilantes.

En relación a los requerimientos del proceso, el número de operarios resulta excesivo, debido a que existe un porcentaje acentuado de tiempo ocioso.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO

3.1 ORGANIZACION

Actualmente Departamento de Mantenimiento está organizado, tal como se muestra en el Organigrama Nº donde puede apreciar la existencia las siguientes secciones:

- Sección de Mantenimiento Mecánico.
- Sección de Mantenimiento Eléctrico.

Cabe mencionar que este Departamento depende de Unidad Ingeniería, de allí que no tiene suficiente autoridad para tomar decisiones de mayor trascendencia la vida útil las máquinas, así como planificar reparaciones integrales las máquinas y equipos que así lo requieran; evitándose de esta manera la alteración del funcionamiento normal determinado dentro del diseño de las maquinas

y no permitiendo que varíen las condiciones de operatividad, ya que esto entorpece el desarrollo de las actividades productivas.

3.2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

3.2.1 Del Jefe del Departamento

Es responsable la buena marcha de su departamento, tanto en el aspecto administrativo como en el aspecto técnico, haciendo que se cumplan las directivas tomadas, para evitar las paradas de las máquinas o equipos y consecuencia el retraso en producción.

Coordina y reporta al Jefe de la Unidad Ingeniería, la gestión del mantenimiento dentro de la planta, para que así se pueda agilizar los trámites administrativos en la adquisición de repuestos, materiales instrumentos para desarrollar adecuadamente las tareas de mantenimiento.

Coordina estrechamente con los Jefes de las Secciones, lo que respecta a la distribución de los trabajos mantenimiento, el seguimiento de las reparaciones, el retraso o adelanto de las diferentes actividades que se presentan en

situaciones No previstas (trabajos de emergencia).

Es responsable del personal de mantenimiento, que laboran en los talleres correspondientes tanto de mecánica como de electricidad.

3.2.2 De los Jefes de Sección

Coordinan y reportan al Jefe del Departamento, las diferentes acciones que se toman para el cumplimiento de las actividades de mantenimiento programadas.

Se encargan de distribuir los trabajos programados por ellos, a los operarios de cada sección, considerando su experiencia, y responsabilidad para la ejecución de tareas específicas.

Son responsables de realizar inspecciones a las máquinas y equipos a su cargo, para detectar probables fallas, así como también llevar registros de fallas, tiempos de paradas y repuestos utilizados.

Supervisan la ejecución de las tareas encomendadas a su personal, haciendo un seguimiento de cada una, hasta su finalización.

Autorizan los pedidos a almacén, de repuestos, materiales e insumos necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento.

3.3 CLASIFICACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS

Esta clasificación se ha realizado, teniendo en cuenta la importancia que tiene cada máquina dentro del proceso, para establecer prioridades, cuando se les aplique las tareas de mantenimiento.

Entre ellas tenemos:

3.3.1 Máquinas y Equipos principales.-

- Carrusel Nº 1
- Carrusel Nº 2
- Carrusel Nº 3
- Transmisión por banda de cadenas.
- Tanques de almacenamientos.
- Bombas de 25 HP y 60 gal/min. de capacidad.
- Red de tuberías, con sus respectivos manómetros, termómetros, válvulas, etc.

3.3.2 Máquinas y Equipos secundarios.-

- Surtidores
- Balanzas
- Sistema de lavado de cilindros
- Unidad de pintado

3.4 CODIFICACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS

Actualmente las máquinas y equipos presentan una codificación aceptable, debido a que en ella, no se cumple del todo con las normas indicadas para tal efecto, sin embargo dentro del sistema existente cumple su fin.

No

No

MFT-0513	Medidor de flujo total del Tanque Nº 3
MFT-0514	Medidor de flujo total del Tanque Nº 4
MFT-0515	Medidor de flujo total del Tanque Nº 5
MVS-0516	Manómetro de la válvula de seguridad Nº1
MVS-0517	Manómetro de la válvula de seguridad Nº2
MVS-0518	Manómetro de la válvula de seguridad Nº3
MVS-0519	Manómetro de la válvula de seguridad Nº4
MVS-0520	Manómetro de la válvula de seguridad Nº5
BD-0521	Bomba de 25 HP Nº 1 - Delcrosa
BD-0522	Bomba de 25 HP Nº 2 - Delcrosa
BD-0523	Bomba de 25 HP Nº 3 - Delcrosa
MBD-0524	Manómetro de la Bomba Nº 1
MBD-0525	Manómetro de la Bomba Nº 2
MBD-0526	Manómetro de la Bomba Nº 3
VC-0527 (hasta VC-0537)	Válvula de compuerta (cantidad 10)
VG-0538 (hasta VG-0548)	Válvula de globo (cantidad 10)
TR-0549 (hasta TR-0554)	Termómetros (cantidad 5)
TU-0555	Tubería de acero de 4" ø
TU-0556	Tubería de acero de 6" ø

3.5 CARACTERISTICAS DEL MANTENIMIENTO QUE SE APLICA

Considerando que las instalaciones tienen más de 20 años y teniendo presente que no se ha aplicado un buen sistema de mantenimiento durante este tiempo, esto ha hecho que el mantenimiento sufra un

estancamiento, de tal suerte que hoy día solo aplican el tipo correctivo casi todas las máquinas y equipos, salvo algunas excepciones que por su propia naturaleza permiten la aplicación del mantenimiento planificado, tales como programas de lubricación, cambio de filtros y empaquetaduras, etc. Por otro lado, tampoco tienen programas estandard de inspecciones las máquinas y equipos, solo serán forma espórádica o cuando sea producido una falla, lo que limila la información para la detección previa de las fallas. Tampoco dispone de personal especializado en inspecciones ni manejo de instrumentos.

Otro factor limitante para realizar una buena tarea de mantenimiento planificado ya sea preventivo por otro tipo moderNo, es la falta de instrumentos que permitan detectar las fallas a tiempo y en forma precisa, lo que repercutiría en forma ventajosa, evitando paradas de máquinas y por ende de producción y se lograría también prolongar la vida de las máquinas.

se aplica mantenimiento preventivo, por que las máquinas ya encuentran en su etapa desgaste, según cálculos que hemos podido realizar que los explicaremos en oportunidad, que Nos permiten asegurar dicho desgaste, sobre todo en las máquinas principales críticas. Además, existe un grave problema acerca de los repuestos importantes que

deben existir almacén, debido una deficiente implementación del stock de repuestos, sobre todo en los tres últimos años, todo esto lleva a No poder planificar con eficiencia las tareas de mantenimiento.

El nivel técnico del personal de mantenimiento no es el más adecuado lo que hace que la mayoría sean trabajadores prácticos, pero No tienen preparación técnica calificada. Hacen falta programas de adiestramiento del personal, ya sea dentro de la planta o en Institutos Técnicos especializados.

Otra característica significativa es la falta registros de historial de máquinas y equipos en condiciones adecuadas, que permitan registrar tipo y característica de cada falla, tiempo de duración, repuestos utilizados, materiales empleados, horas hombre empleadas, nivel técnico requerido, responsable de tarea, causas que originaron la falla, tiempo de paralización de linea de producción, etc. lo que existe son cuadernos de control de falla por tipo de máquinas básicamente para las principales, en los que registran solamente la falla producida y el repuesto utilizado; estas anotaciones la hace el encargado de realizar tarea de mantenimiento, con visto del ingeniero responsable casos mayores generalmente.

3.6 ANALISIS TECNICO DEL MANTENIMIENTO

En este acápite veremos los diferentes aspectos de orden técnico que nos permitan cuantificar el estado técnico en la que encuentran las máquinas y equipos principales de la planta y el nivel de gestión del mantenimiento que se aplica, para poder analizar posteriormente las deficiencias que existan y poder corregirlas, mediante el programa mantenimiento que se propondrá.

3.6.1 Tiempo de Operación.-

Consideramos la data histórica de cuatro años anteriores, período comprendido entre el 1 de Nov. 1986 hasta 31 de Oct. de 1990, debido a que es recomendable como mínimo tres años.

Luego analizaremos el tiempo neto de operación, considerando para ello los siguientes factores:

Tiempo total, en meses .....

Tiempo no laborable, en meses 5

(vacaciones, huelgas, escasez de combustibles, etc.)

Nº de días laborables por mes 24

Nº de turnos por día 2

Nº de horas por jornada 8

Luego el tiempo de operación que resulta haber considerado todos los factores anteriores en el cálculo es:

Tiempo de operación 16,512 h

Cabe resaltar que este resultado es durante el período.

3.6.2 Edad de Falla.-

Se define, como el tiempo en horas dentro del cual ocurren un Nº determinado de fallas para una máquina específica. Es decir, el tiempo de operación total del sistema lo dividimos en períodos, cuyo número será función del grado de precisión que se quiera obtener en los resultados.

Para nuestro caso tomaremos 8 períodos resultando en consecuencia 8 rangos correspondientes a las edades de falla, que los mostramos en la Tabla Nº 2.

EDAD DE FALLAS			
PERIODO	EDAD (hr)		
1	0	-	2,064
2	2,064	-	4,128
3	4,128	-	6,192
4	6,192	-	8,256
5	8,256	-	10,320
6	10,320	-	12,384
7	12,384	-	14,448
8	14,448	-	16,512

TABLA Nº 2

3.6.3 Principales Tipos de Fallas

3.6.3.1 Transportador por Banda de Cadenas

De los cuadernos de registro de fallas, se han tomado las que mayor importancia han tenido; teniendo presente la opinión de los Ingenieros del Area y también de los mismos trabajadores.

esta manera se han podido establecer, los siguientes tipos:

3.6.3.1.1 Tipo A: Ocurren en los sistemas de transmisión, de la rueda dentada y tornillo sin-fin, entre los motores NV 132 y la banda de cadenas. Entre las fallas principales, tenemos:

- desgaste superficial
  rayaduras
  estriado
  cedencia plástica
  deformaciones
  soldadura
  picaduras
  escoriaciones
  desgaste corrosivo
  interferencia
  agrietamiento

rotura por sobrecarga

rotura por fatiga

3.6.3.1.2 Tipo B: Ocurren en los motores eléctricos. Entre las principales, observamos las siguientes:

ruido en las escobillas

desgaste en la superficie del colector

chisporroteos

incrustaciones de cobre

desgaste de escobillas

rayaduras el colector

uso de carbones de distinto grado

sobrecalentamiento en la carcaza

vibraciones excesivas

cortocircuito

cojinetes desgastados

variaciones velocidad

deterioro del aislamiento las bobin c

conexiones defectuosas

calentamiento de cojinetes y eje

ruidos anormales de origen mecánico o magnético

calentamiento del colector

cortocircuito y fuego en el colector

3.6.3.1.3 Tipo C: Ocurren en la banda de cadenas. Entre ellas podemos citar, las siguientes:

desgaste de eslabones

roturas de pines

descentrado de la banda

templado excesivo

rieles deformadas

ruidos anormales

desalineamiento de eslabones

presencia de cuerpos extraños en los rieles

eslabones resecos por la presencia de suciedad

lubricación deficiente en determinadas zonas

deformación de eslabones

vibraciones excesivas

3.6.3.1.4 Tipo D: Ocurren en el sistema neumático, que alimenta

la unidad de pintado. Cabe mencionar que esta zona de pintado es indirectamente parte del sistema de transporte por cadenas, porque cuando sufre averías, necesariamente el transportador tiene que parar, de allí la necesidad de considerarlo dentro del sistema.

Entre las fallas principales que presenta, podemos citar las siguientes:

- averías en la válvula
- filtro de aceite sucio
- fugas en el desviador
- rotura de resortes
- chumaceras desgastadas
- falta de presión
- rayaduras en los pistones
- desgaste en los anillos y cilindros
- sobrecalentamiento del cilindro de alta y baja presión
- rotura del cilindro

manómetro defectuosos

excesivo depósito de materias extrañas en los cilindros

chumaceras descentradas

falta de lubricación

- vibraciones excesivas

Estas fallas según se registraron, y en función a la edad de falla establecid se muestran en la siguiente Tabla Nº 3.

EDAD DE FALLA		TIPOS DE FALLAS				Nº DE FALLAS
PER.	EDAD (hr)	A	B	C	D	
1	0 - 2,064			3	3	6
2	2,064 - 4,128	2	1	5	8	16
3	4,128 - 6,192	2		8	10	20
4	6,192 - 8,256		3	15	18	36
5	8,256 - 10,320	3		19	22	44
6	10,320 - 12,384			25	25	50
7	12,384 - 14,448		3	27	30	60
8	14,448 - 16,512	4		31	35	70
TOTAL DE FALLAS		11	7	133	151	302

TABLA Nº 3

Observando la tabla anterior, se que podemos

obtener en cada periodo de edad, un número total de fallas, para la misma máquina

Además, es importante saber número de fallas totales que se van acumulando durante el tiempo la data histórica. En la Tabla Nº 4 mostramos estos resultados:

EDAD DE FALLA				Nº DE FALLAS	Nº FALLAS ACUMULADAS
PER.	EDAD (hr)				
1	0	-	2,064	6	6
2	2,064	-	4,128	16	22
3	4,128	-	6,192	20	42
4	6,192	-	8,256	36	78
5	8,256	-	10,320	44	122
6	10,320	-	12,384	50	172
7	12,384	-	14,448	60	232
8	14,448	-	16,512	70	302

TABLA Nº 4

3.6.3.2 Carruseles Nº 1 y Nº 2.-

Siguiendo un procedimiento similar al transportador por banda de cadenas, podemos establecer los siguientes tipo

de fallas en los carruseles Nº 1 y Nº 2.

3.6.3.2.1 Tipo E, I: Se presentan en los manómetros, válvulas elementos de control, tales como:

fugas de gas

corrosión

incrustaciones

lubricación

empaquetaduras rotas

vástagos desgastados

deformaciones en los sientos

descalibracion

lecturas deficientes

instrumentos de medición defectuosos

3.6.3.2.2 Tipo F, J : Se presentan en la balanzas, tales como:

descalibracion

rotura de b^ccul^

rotura resorte

deformación de plataforma

3.6.3.2.3 Tipo G, : Se presentan en los surtidores, observándose

las más importantes las siguientes:

desgaste de válvula

deterioro de palanca de sujeción

fuga de gas

rotura de mangueras

rotura de anillos de empaque

3.6.3.2.4 Tipo H, L : Se presentan en el sistema de suministro de gas licuado; siendo las más importantes las siguientes:

válvulas con fallas mecánicas

filtros sucios

desgaste en las válvulas

fugas en el sistema

control deficiente de capacidad

presión de entrega muy alta

insuficiente volumen

elevada vibración

Todas estas fallas que presentan, estas dos máquinas, por ser de

características similares las consideramos en un sólo listado resumen, tal como se indica en la Tabla Nº 5.

EDAD DE FALLA		TIPOS DE FALLAS				Nº DE FALLAS
PER.	EDAD (hr)	E,J	F,J	G,K	H,L	
1	0 - 2,064		2	2		4
2	2,064 - 4,128	1		4	1	6
3	4,128 - 6,192	1	8	3		12
4	6,192 - 8,256	2	10	3	1	16
5	8,256 - 10,320		10	15		25
6	10,320 - 12,384	4	12	10	2	28
7	12,384 - 14,448		12	20		32
8	14,448 - 16,512	6	15	29	3	53
TOTAL DE FALLAS		14	69	86	7	176

TABLA Nº 5

Para efectos de cálculos posteriores, mostramos las fallas acumuladas en la siguiente Tabla Nº 6

EDAD DE FALLA		Nº DE FALLAS	Nº FALLAS ACUMULADAS
PER.	EDAD (hr)		
1	0 - 2,064	4	4
2	2,064 - 4,128	6	10
3	4,128 - 6,192	12	22
4	6,192 - 8,256	16	38
5	8,256 - 10,320	25	63
6	10,320 - 12,384	28	91
7	12,384 - 14,448	32	123
8	14,448 - 16,512	53	176

TABLA Nº 6

3.6.3.3 Carrusel Nº 3.-

Como anteriormente habíamos explicado, este carrusel es de forma lineal, lo que hace diferente en condiciones de operación, pero en los tipos fallas que se presentan, comparativamente con los carruseles Nº 1 y Nº 2, de allí que no es necesario indicar las fallas que se dan en esta máquina, ya que son similares las otras máquinas en mención.

Presentamos continuación resumen de estas fallas en las Tabla Nº 7.

EDAD DE FALLA		TIPOS DE FALLAS				Nº DE FALLAS
PER.	EDAD (hr)	M	N	O	P	
1	0 - 2,064		2		1	3
2	2,064 - 4,128	1		2	2	5
3	4,128 - 6,192		2	3	1	6
4	6,192 - 8,256	1	3	2	2	8
5	8,256 - 10,320	2	3	3	2	10
6	10,320 - 12,384		4	3	4	11
7	12,384 - 14,448	2	5	4	4	15
8	14,448 - 16,512	2	5	4	5	16
TOTAL DE FALLAS		8	24	21	21	74

TABLA Nº 7

De manera similar que en los casos anteriores, obtenemos las fallas acumuladas, que las presentamos en la Tabla Nº 8.

EDAD DE FALLA		Nº DE FALLAS	Nº FALLAS ACUMULADAS
PER.	EDAD (hr)		
1	0 - 2,064	3	3
2	2,064 - 4,128	5	8
3	4,128 - 6,192	6	14
4	6,192 - 8,256	8	22
5	8,256 - 10,320	10	32
6	10,320 - 12,384	11	43
7	12,384 - 14,448	15	58
8	14,448 - 16,512	16	74

TABLA Nº 8

3.6.3.4 Tanques de Almacenamiento.-

Usando las mismas fuentes de información, establecemos los siguientes tipos de fallas más importantes:

3.6.3.4.1 Tipo Q : Ocurren en las válvulas de globo y de compuerta; entre ellas tenemos las siguientes:

- fugas
- corrosión
- incrustamiento
- desperfectos mecánicos
- elementos giratorios y deslizantes trabados
- empaquetaduras de vástagos rotas
- discos gastados
- desgaste de asientos
- problemas de lubricación

3.6.3.4.2 Tipo R : Ocurren en la bombas que impulsan el gas licuado hacia los surtidores o a los camiones cisternas. Las fallas más importantes son:

- flujo insuficiente

presencia de cuerpos extraños en el impulsor

velocidad baja en el eje

emulsión de aire en fluido

anillo de desgaste acabados

impulsor desgastado

consumo excesivo de potencia

gasto excesivo de sellos

mal alineamiento en acoples

chumaceras gastadas

desequilibrio en las masas giratorias

calentamiento excesivo

rozamiento metálicos

mala lubricación

vibración y ruidos anormales

fallas en las prensa estopas

fallas en el motor eléctrico

3.6.3.4.3 <u>Tipo S</u> : Ocurren en los manómetros, termómetros y

otros dispositivos de control.

Se registran las siguientes fallas más importantes:

- calibración deficiente
- lecturas incorrectas por deficiencias internas
- presencia de cuerpos extraños internamente
- resortes fatigados
- alto grado de humedad
- corrosión
- inscrustaciones
- vástagos defectuosos
- caja metálica protectora con averías
- sensores con fallas
- medidores de nivel defectuosos
- rociadores de agua interrumpidos
- deficiencias en el circuito de enfriamiento
- sistemas alarma bloqueados

Todos estos tipos de fallas las presentamos en Tabla

Nº 9, cuantificadas en el período indicado de análisis de la data histórica en estudio.

Observando el cuadro anterior, determinamos las fallas acumuladas para las respectivas edades; lo mostramos en la Tabla Nº 10.

EDAD DE FALLA		TIPOS DE FALLAS			Nº DE FALLAS
PER.	EDAD (hr)	O	R	S	
1	0 - 2,064	1	1		2
2	2,064 - 4,128	1		1	2
3	4,128 - 6,192	2	1	1	4
4	6,192 - 8,256	3	1	2	6
5	8,256 - 10,320	2	2	2	6
6	10,320 - 12,384	3	2	2	7
7	12,384 - 14,448	3	1	3	7
8	14,448 - 16,512	2	3	2	7
TOTAL DE FALLAS		17	11	13	41

TABLA Nº 9

EDAD DE FALLA				NO DE FALLAS	NO FALLAS ACUMULADAS
PER.	EDAD (hr)				
1	0	-	2,064	2	2
2	2,064	-	4,128	2	4
3	4,128	-	6,192	4	8
4	6,192	-	8,256	6	14
5	8,256	-	10,320	6	20
6	10,320	-	12,384	7	27
7	12,384	-	14,448	7	34
8	14,448	-	16,512	7	41

TABLA NO 10

3.7 PARAMETROS E INDICES

3.7.1 Factores de costos

Consideramos los factores que están relacionados con los costos directos de mantenimiento. Entre ellos tenemos:

- Cmr_C : costo de materiales y repuestos, utilizados en mantenimiento correctivo.
- Cmo_C : costo de la mano de obra utilizada al aplicar mantenimiento correctivo.
- Cm_C : costo total de aplicación del mantenimiento correctivo, que es la suma de los costos anteriores:

$$Cm_C = Cmr_C + Cmo_C$$

Haciendo una comparación de estos dos factores de costos, el más importante es el relacionado,

con los repuestos utilizados en las reparaciones que se han realizado a las máquinas en estudio, durante los 4 últimos años. La mano de obra no es tan significativa, ya que en nuestro medio es barata.

A continuación presentamos las siguientes tablas, en las que mostraremos los costos en función al tipo de falla y al no de fallas ocurridas, para cada máquina.

TRANSPORTADOR POR BANDAS DE CADENAS			
TIPO FALLA	Nº DE FALLAS	Cmr_c/falla $	Cmr_c $
A	11	350	3850
B	7	700	4900
C	133	55	7310
D	151	450	67950
TOTAL :	302	TOTAL $:	84010

TABLA Nº 11

CARRUSELES Nº 1 y Nº 2			
TIPO FALLA	Nº DE FALLAS	Cmr_c/falla $	Cmr_c $
E, I	14	350	5320
F, J	69	700	14835
G, K	86	55	19350
H, L	7	450	3640
TOTAL :	176	TOTAL $:	43145

TABLA Nº 12

CARRUSEL Nº 3			
TIPO FALLA	Nº DE FALLAS	Cmr_c/falla $	Cmr_c $
M	8	380	3040
N	24	215	5160
O	21	225	4725
P	21	520	10920
TOTAL :	74	TOTAL $:	23845

TABLA Nº 13

TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
TIPO FALLA	Nº DE FALLAS	Cmr_c/falla $	Cmr_c $
Q	17	850	14450
R	11	1700	18700
S	13	650	8450
TOTAL	41	TOTAL $	41600

TABLA Nº 14

3.7.2 Costo Total del Mantenimiento Correctivo

Analizaremos, el último año de operación, dentro de data histórica, es decir, periodo comprendido entre el de Nov. de 1989 al 31 de Oct. de 1990.

Cabe mencionar que estamos considerando el jornal promedio entre los trabajadores más antiguos y de más categoría dentro del departamento.

Seguidamente mostramos una tabla resumen de estos cálculos.

TIPO FALLA	Nº DE FALLAS	Cmr_c/f $	Cmr_c $	Cmr_o $	Cm_c $
A	4	350	1400	295	1695
B	3	700	2100	222	2322
C	58	55	3190	4283	7473
D	65	450	29250	4800	34050
E,I	6	380	2280	443	2723
F,J	27	215	5805	1994	7799
G,K	49	225	11025	3619	14644
H,L	3	520	1560	222	1782
M	4	380	1520	295	1815
N	10	215	2150	739	2889
O	8	225	1800	591	2391
P	9	520	4680	665	5345
Q	5	850	4250	369	4619
R	4	1700	6800	295	7095
S	5	650	3250	369	3619
TOTAL :	260	TOTAL $	81060	19210	100261

TABLA Nº 15

3.7.3 Clases de Parámetros é Indices

Debido a que no llevan registros adecuados, con datos precisos sobre control de fallas, tiempos de duración, costos indirectos, presupuestos de reparaciones y otros factores

técnicos que permitan calcular todos los parámetros e índice que dentro del mantenimiento moderno son aplicables. Procedemos calcular los que son factibles.

3.7.3.1 Costo de una Hora Hombre en Mantenimiento Correctivo.

Haciendo referencia al último año de operación dentro del estudio; considerando costo de mano de obra y el número de horas de trabajo efectivo. Obtenemos:

$$(Costo/H\text{-}h)_{mc} = \$\ 4.65$$

3.7.3.2 Tiempo de parada

Para este cálculo aproximado, hemos tomado información recabada los ingenieros encargados del mantenimiento y de la producción resultando ser para el último año:

Tiempo de parada : 642 hr/año

3.7.3.3 Tiempo de producción

determina considerando las horas trabajadas, menos las horas de parada, es decir:

$H_{producción}$: 3486 hr/año

3.7.3.4 Costo total de una hora de mantenimiento correctivo

Obtenemos este costo teniendo presente el costo total de mantenimiento correctivo en el último periodo y el tiempo de parada para el mismo periodo:

C_{mc}/h = $ 156.17 /hr

3.8 PROBLEMATICA DEL MANTENIMIENTO

observa como consecuencia del diagnóstico, que la planta no se aplica mantenimiento planificado de ningún tipo, decir: preventivo, vibracional, inspectivo, periódico o programado, de allí que las tareas de mantenimiento no son planificadas, lo que deriva en el tiempo de parada, que para el tipo de proceso que se desarrolla, no es el correspondiente, debería ser de menor magnitud.

Otro aspecto que es notorio destacar es que no tiene registros de historial de máquina funcionales, lo que permitan una fuente de información técnica fluida, para facilitar la programación del mantenimiento a corto y mediano plazo.

También los parámetros e índices de mantenimiento no determinan obviamente se desconoce su utilizacion como medio de control del mantenimiento desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo.

Tampoco hace ningún tipo de análisis estadístico sobre el estado operativo de las máquinas, que

permitan determinar la confiabilidad, la frecuencia de fallas, la disponibilidad, la etapa de vida de la máquina y otros aspectos técnicos que permitan tomar desiciones técnicas y programar el mantenimiento en condiciones más económicas rentables para empresa.

Cabe mencionar .que el Departamento no cuenta con instrumentos detección de fallas que son necesarios para hacer un seguimiento de las máquinas forma programada y se puedan determinar tiempo anticiparse a la ocurrencia de una falla, sobre todo en las máquinas principales de la planta, evitando asi paradas innecesarias y pérdidas de producción.

Ádemás ha observado la falta de un sistema informativo adecuado por medio de informes técnicos que permitan mantener informado Jefe del Departamento sobre la marcha integral de dependencia, de tal manera que él pueda sustentar ante sus superiores los problemas importantes que se generan, c por ejemplo, mayor presupuesto, partidas para reparaciones integrales de aquellas máquinas ó equipos que así lo requieran, compra de instrumentos detectores fallas, renovar herramientas y equipos auxi ares, etc.

En cuanto a su organización, también se nota la falta de una oficina de planificación, la misma que encarga de dar el apoyo necesario al Departamento,

para planificar todo el sistema de mantenimiento que se va a desarrollar, en lo que respecta al análisis de fallas, vida útil de las máquinas y equipos, evaluación los índices y parámetros, formatos para registrar los datos técnicos del historial, construcción de ábacos, gráficos y esquemas de trabajo y hacer los programas corto y mediano plazo.

CAPITULO IV

SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

4.1 ORGANIZACION.

La nueva estructura orgánica del departamento, esta contenida en el Organigrama No. 3, propuesta que permitirá corregir las deficiencias organizativas que se ha definido en diagnostico.

Observando el organigrama indicado, se nota presencia de una Oficina de Planificación, justamente para dar apoyo al Jefe del Departamento, facilitando de esta manera labor y sobre todo buscando la mayor eficiencia de su departamento, basando en una concepción moderna de mantenimiento.

Debe mencionar que las secciones de mecánica y de electricidad se mantienen con la misma disposición anterior.

Las funciones y obligaciones de la Jefatura de Planificación son la siguientes:

Coordinación estrecha entre el jefe del departamento y los Jefes las secciones de mecánica electricidad, para establecer programación las actividades de mantenimiento.

Es responsable de mantener día, los registros de historial máquinas equipos, para lo cual tendrá que crear los medios necesarios, tales como formatos de inspección, de fallas, de reparaciones, de tiempos de parada, de presupuestos, etc.

Mantener informado al Jefe del departamento sobre el resultado la evaluación de los parámetros índices' de mantenimiento, como medios de control del desarrollo del sistema propuesto.

Es responsable de formular el presupuesto del departamento, considerando respuestas necesarias imprescindibles, materiales, adquisición de nuevas herramientas que faltan, instrumentos de detección falla, nuevas instalaciones y otras necesidades que tenga el departamento.

Determina estado operativo de la máquinas, realizando para ello un estudio estadístico de la máquinas más importantes de la planta, para conocer así la confiabilidad, la frecuencia de fallas, el tiempo medio entre fallas, vida útil, la etapa de vida de la máquina, su nivel técnico, etc.

Realizará una valorización de las máquinas y equipos de la planta, considerando para ello factores técnicos y económicos, que permiten saber con precisión el costo del activo fijo.

Propondrá la renovación o reparación integral de aquellas máquinas que se encuentren en su periodo de desgaste, haciendo para ello un análisis técnico - económico.

Tendrá bajo su responsabilidad el uso los instrumentos de medición, conducentes a la detección de falla, su interpretación de los resultados de medición, proporcionará información a la Jefatura, para la toma de decisiones.

Será responsable programar las inspecciones, para lo cual tendrá en cuenta, la importancia la máquina, su estado operativo, su historial, etc. Los inspectores serán los encargados de ejecutar esta tarea e informar Jefe de Planificación, mediante un formato establecido.

4.2 INSTRUMENTACION NECESARIA.

Como se mencionó anteriormente, es necesario que adquiera, instrumentos modernos, adecuados para el tipo máquinas con que cuenta la planta; para facilitar de esta manera labor de mantenimiento y poder planificar las actividades forma ordenada y de acuerdo al requerimiento y urgencia de cada caso.

Los instrumentos de medición que se deben comprar, son los siguientes :

- Manómetro de 0 300 psi, Bourdon.
- Termómetro de -200 á +700 ºF Ray Tek.
- Tacómetro de 10,000 rpm, con sistema centrifugo, Herman H. Sticht.
- Multimetro de 800 A, 500 v Weston.
- Amperímetro de 1000 A, tipo gancho, Simpson.
- Potenciómetro de 1500 V, Whetstone
- Torquímetro de 100 KJ, Rotor Tool.
- Termómetro digital SKF, para rodamientos.

Detector de fallas para motores eléctricos, EMC 10 SPM Instruments.

- Medidor de impulsos de choque, con transductor 10777, SPM.
- Monitor de vibraciones, con dos niveles de alarma y salida analógica, SPM.
- Medidor de lubricación para rodamientos, SPM.
- Detector de fugas, con sonda ultrasónica, permite controlar la estanqueidad, las descargas eléctricas y otras fuentes ultrasónicas.

Estos instrumentos van a permitir detectar probables fallas antes que se produzca la falla, es decir, se anticipa á la ocurrencia de la falla; esta información nos dará un plazo de funcionamiento de la máquina antes de que se declare la falla; de tal manera que podamos planificar las tareas de

mantenimiento necesarias para enmendar la falla, sin esperar que esta se produzca y sorprenda condiciones desventajosas para hacer frente a tal situación, y así se ahorrará gastos innecesarios tanto por parada de máquina no programada, como por pérdida de producción.

Además esto permite dar una mejor atención a la máquina.

4.3 PARAMETROS E INDICES DE MANTENIMIENTO.

Es necesario que se determine parámetros e índices, según los requerimientos del sistema de mantenimiento que quiere aplicar planta; constituyendo los indicadores que nos permitan cuantificar la gestión a la cual estamos abocados.

Entre ellos tenemos los siguientes:

4.3.1 Costo de parada.

Para determinar este parámetro necesario conocer el número de horas de parada de la planta, que se deben registrar cuidadosamente en formatos especiales, para luego ser evaluados. Los componentes de este tiempo parada se inician desde que la máquina deja de funcionar hasta que recupere estado normal operación; están implícitos todos los tiempos empleados desmontar, cambiar el

repuesto, montar, ajustes, puesta en marcha, pruebas y otros adicionales segun caso.

Por otro lado, es necesario conocer el costo por hora de producción de la planta, para lo cual considera sus ingresos por ventas y el número de horas netas de producción.

Luego se aplica:

$$C_{(parada)} = H_{(parada)} \times \left[\frac{Valor}{H_r} \right]_{(producc.)}$$

4.3.2 Indice General del Personal

Se determina, conociendo el número de horas de mantenimiento disponibles, las cuales se calculan en funcion a las horas netas de trabajo dentro de la jornada laboral, al número de días efectivos de trabajo. Por otro lado, se considera las horas de presencia, en funcion a la jornada laboral total.

Es decir, se obtiene:

$$IGF = \frac{H_{(mc)}}{H_{(presencia)}} \times 100$$

4.3.3 Indice del Rendimiento de Personal

Para su determinación, se considera el número de horas utilizadas en actividades de mantenimiento correctivo (Hmc) y el número de horas empleadas en tareas de mantenimiento

preventivo (Hmp); todo esto relacionado con las horas de mantenimiento disponibles (Hmd).

Es decir, se obtiene:

$$TRF = \frac{H_{mc} + H_{mp}}{H_{md}} \times 100$$

4.3.4 Indice General del Mantenimiento Preventivo

Para calcular este índice, se necesita conocer con precisión las horas empleadas en tareas de mantenimiento preventivo y su relación con las horas disponibles para todas las actividades de mantenimiento.

Es decir, tenemos:

$$IGMP = \frac{H_{mp}}{H_{md}} \times 100$$

4.3.5 Indice de conservación del Mantenimiento Preventivo

Este índice nos determina el porcentaje de tareas de mantenimiento, desarrolladas por preventivo; para lo cual se debe relacionar las horas utilizadas en preventivo con el total de horas para preventivo y correctivo.

Expresado en términos matemáticos, es:

$$IGMP = \frac{H_{mp}}{H_{mp} + H_{mc}} \times 100$$

4.3.6 Indice del Porcentaje de Reparaciones por Fallas

Este índice nos permite determinar en porcentaje, la cantidad de reparaciones por fallas, que se ejecutan en la planta.

Para poder cuantificarlo tomamos como referencia el costo total del mantenimiento correctivo, para un período definido lo relacionamos con el costo total generado por actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

Su expresión matemática, es:

$$IRF = \frac{CT_{mc}}{CT_{mp} + CT_{mc}} \times 100$$

4.3.7 Indice de Conservación de Costos por Hora

Nos permite determinar el costo total de las tareas de mantenimiento que se han desarrollado en un periodo determinado, relacionado con el tiempo empleado en las mismas actividades y para el mismo período.

expresión matemática, que permite su cuantificación es:

$$ICC = \frac{CT_{mp} + CT_{mc}}{H_{mp} + H_{mc}}$$

4.3.8 Indice del costo de Mantenimiento Referido a la Producción

Nos permite relacionar los costos totales de las actividades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, al cual le sumamos costo por paradas; determinando de esta forma los costos más significativos por fallas; comparando con el costo de producción. Este indice es de gran importancia porque nos revelará el porcentaje del costo total imputado a mantenimiento frente la producción.

Como referencia podemos citar, que en nuestro país este indice en promedio está en una banda 15 a 20%, comparando con países altamente desarrollados que no pasa de 1.5 a 2%.

Lo obtenemos aplicando la siguiente expresión:

$$ICM/P = \frac{CT_{mp} + CT_{mc} + C_{parada}}{C_{produccion}} \times 100$$

4.4 EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO

La eficiencia del mantenimiento, nos revela el nivel técnico-económico del desarrollo del sistema de mantenimiento empleado en la planta; de tal manera que se puede cuantificar en porcentaje esta eficiencia para un periodo determinado y compararlo con el siguiente periodo, evaluando así si este porcentaje ha variado positiva o negativamente,

indicándonos si hemos mejorado o empeorado la eficiencia de nuestro sistema aplicado.

Para determinar esta eficiencia recomendamos usar el Método de Corder, cuyos resultados son confiables; tiene gran aplicación a nivel industrial.

Consiste en determinar, el costo total del mantenimiento para el periodo elegido como base, tanto preventivo como correctivo; luego se debe evaluar el costo total del tiempo perdido, considerando para ello el tiempo de parada de la planta para el mismo periodo de análisis; también determinar el costo total del desperdicio, esto se refiere a la pérdida de materia prima, que en nuestro caso lo constituye las pérdidas que se producen del gas licuado de petróleo ya sea por fugas, rotura de tuberías, accidentes ó pérdidas en el mismo proceso de producción; además el método considera el costo de reposición, que se determina en función a la inversión de los activos fijos y la vida media de las máquinas, equipos e instalaciones.

Todo lo anteriormente explicado se resume en la siguiente expresión:

$$K = x\,C + y\,T + z\,D$$

donde : K : constante que se evalúa para el período de base.

x : costo total del mantenimiento

y : costo total del tiempo perdido

z : costo total del desperdicio.

C : relación entre el costo de mantenimiento y el costo de reposición.

T : relación entre el tiempo muerto y el tiempo de producción.

D : relación entre el desperdicio y la producción buena.

El método considera un período base, que generalmente es un año, para el cual le asigna 100% de eficiencia; luego determina la nueva constante K, para el siguiente período y por proporcionalidad indirecta evalúa si se ha mejorado la eficiencia o ha disminuido.

Con los datos obtenidos anteriormente, realizamos los cálculos respectivos para ver la variación de la eficiencia del mantenimiento actual en los dos últimos periodos anuales considerados.

Los periodos analizados están comprendidos entre el 01 de Nov. de 1988 al 31 de Oct.. de 1990.

Seguidamente se presenta una tabla de datos:

VARIABLES	PERIODO BASE	PERIODO SIGUIENTE
x ($)	85,010	100,261
y ($)	2'952,000	3'158,640
z ($)	203,098	203,098
C	0.028	0.033
T	0.145	0.156
D	0.010	0.010

TABLA Nº 16

Usando los resultados de la Tabla No. 16, calculamos las constantes para cada período establecido, resultando ser:

K base : $ 432,450.98

K siguiente : $ 498,086.58

Aplicando una regla de tres simple inversa obtenemos 86.82%, cuya evaluación nos indica que en el último período, el mantenimiento ha disminuido su eficiencia en un 13.18%.

4.5 ANALISIS ESTADISTICO

Actualmente, el mantenimiento moderno aplica el análisis estadístico para calcular la confiabilidad de las máquinas y equipos, así como también permite determinar la frecuencia de fallas, la probabilidad

de falla, la velocidad de falla, el tiempo medio entre fallas y otros indicadores probabilísticos que nos van a permitir hacer un seguimiento matemático de gran precisión sobre la vida útil de las máquinas y equipos. Entre ellos tenemos los siguientes:

4.5.1 Probabilidad de falla

Se define como la probabilidad que una máquina o equipo falle, después de un tiempo t cualquiera y dentro de su periodo operativo. Vale la pena decir que esta probabilidad de ocurrencia de falla está latente en toda máquina.

Se determina numéricamente, relacionando el numero de piezas o repuestos fallados, con número de piezas o repuestos que se disponían en stock al inicio del análisis.

Es decir, analíticamente es:

$$F(t) = \frac{N_{(t)}}{S_{(o)}} \times 100$$

4.5.2 Frecuencia de Falla

Es probabilidad que resulta de relacionar la velocidad de falla con el número de piezas o repuestos operativos, para un tiempo cualquiera t y dentro de su período operativo.

Su expresión analítica es:

$$Z_{(t)} = \frac{V_{(t)}}{S_{(t)}}$$

donde la velocidad es la relación del número de repuestos fallados, en cada edad de falla con respecto al tiempo.

$$v(t) = \frac{N}{t}$$

Cuando esta probabilidad crece, comparativamente para dos tiempos de máquina, nos indica que el número e fallas de la máquina aumenta, lo que se refleja en un mayor número horas de parada, con la consiguiente pérdida de producción.

4.5.3 Confiabilidad

Es la probabilidad de que la máquina o equipo, trabaje en condiciones de operatividad, para un tiempo previsto y para determinadas condiciones de funçionamiento.

Se cuantifica, aplicando la siguiente relación:

$$R_{(t)} = 1 - F_{(t)}$$

4.5.4 Función de Distribución de Probabilidades

Se define como el producto de frecuencia de fallas por la confiabilidad de la máquina o

equipo, en condiciones previamente establecida de buen funcionamiento.

Es decir:

$$f_{(t)} = Z_{(t)} \cdot R_{(t)}$$

Se propone, aplicar estos cálculo para determinar la confiabilidad y los otros parámetros probabilísticos, los mismo que facilitarán la programación de las actividades de mantenimiento a corto y mediano plazo, con la finalidad de disminuir el número de horas de parada de la planta, durante un período de análisis.

Como metodología de trabajo, se muestra los resultados de estos parámetros estadísticos para las máquinas principales de la planta en estudio. Los resultados se muestran en las Tablas No. 17, 18, 19 y 20.

TRANSPORTADOR POR BANDA DE CADENAS							
EDAD DE FALLA (hr)	S(t)	N(t)	N(t)	R(t) %	F(t) %	Z(t)	f(t)
0	400	-	-	-	-	-	-
0 - 2,064	394	6	6	98.5	1.5	0.015	0.015
2,064 - 4,128	378	16	22	94.5	5.5	0.042	0.040
4,128 - 6,192	358	20	42	89.5	10.5	0.056	0.050
6,192 - 8,256	322	36	78	80.5	19.5	0.111	0.090
8,256 - 10,320	278	44	122	69.5	30.5	0.158	0.110
10,320 - 12,384	228	50	172	57.0	43.0	0.220	0.125
12,384 - 14,448	168	60	232	42.0	58.0	0.357	0.150
14,448 - 16,512	98	70	302	24.5	75.5	0.714	0.175

TABLA Nº 17

Observando la Tabla No. 17 podemos concluir, que la confiabilidad del transportador está disminuyendo conforme pasan las horas funcionamiento, de tal manera que para el último período es de 24.5%, lo que demuestra que la máquina está en su etapa de desgaste, lo que implica pensar en una reparación integral para lo cual se tiene que programar con tiempo todo lo necesario. De la misma manera se ve que frecuencia de fallas Z(t) está en una tendencia de crecimiento constante, lo que implica mayor número de reparaciones por

fallas, parando más horas la máquina y haciendo que los costos de producción aumenten; y por ende también tiende a estabilizarse en su valor máximo la probabilidad de fallas, lo que se traduce en un máquina crónica de fallas.

Luego, se analiza los carruseles Nº 1 y Nº 2, resultando:

CARRUSELES No 1 Y No 2							
EDAD DE FALLA (hr)	S(t)	N(t)	N(t)	R(t) %	F(t) %	Z(t)	f(t)
0	250	-	-	-	-	-	-
0 - 2,064	246	4	4	98.4	1.6	0.016	0.0157
2,064 - 4,128	240	6	10	97.6	2.4	0.025	0.0244
4,128 - 6,192	228	12	22	91.2	8.8	0.052	0.0480
6,192 - 8,256	212	16	38	84.8	15.2	0.075	0.0640
8,256 - 10,320	187	25	63	74.8	25.2	0.133	0.1000
10,320 - 12,384	159	28	91	63.6	36.4	0.176	0.1120
12,384 - 14,448	127	32	123	50.8	49.2	0.252	0.1260
14,448 - 16,512	74	53	176	29.6	70.4	0.716	0.2120

TABLA Nº 17

CARRUSEL No 3							
EDAD DE FALLA (hr)	S(t)	N(t)	N(t)	R(t) %	F(t) %	Z(t)	f(t)
0	150	-	-	-	-	-	-
0 - 2,064	147	3	3	98.0	2.0	0.020	0.0195
2,064 - 4,128	142	5	8	94.6	5.3	0.035	0.0330
4,128 - 6,192	136	6	14	90.7	9.3	0.044	0.0400
6,192 - 8,256	128	8	22	85.3	14.7	0.062	0.0530
8,256 - 10,320	118	10	32	78.7	21.3	0.085	0.0670
10,320 - 12,384	107	11	43	71.3	28.7	0.103	0.0730
12,384 - 14,448	92	19	58	61.3	38.7	0.163	0.1000
14,448 - 16,512	72	16	74	48.0	52.0	0.222	0.1070

TABLA Nº 19

Observando las Tablas Nº. 18 y 19 , se ve claramente estado operativo en que se encuentran los carruseles, llegando a concluir que los dos circulares Nº 1 y Nº 2 tienen mayor probabilidad de falla que el carrusel No 3, esto nos indica que los dos circulares tienen mayor desgaste que el de tipo lineal; lo que es compatible con frecuencia de fallas y la confiabilidad cada una ellas; también

podemos afirmar que las tres máquinas se encuentran en su etapas de desgaste.

Por otro lado, también haremos el análisis para los tanques de almacenamiento, cuyo resumen se muestra seguidamente:

TANQUES DE ALMACENAMIENTO						
EDAD DE FALLA (hr)	S(t)	N(t)	N(t)	R(t)	F(t)	Z(t)	f(t)
0	50	-	-	-	-	-	-
- 2,064	48	2	2	96	4	0.042	0.04
2,064 - 4,128	46	2	4	92	8	0.043	0.04
4,128 - 6,192	42	4	8	84	16	0.095	0.08
6,192 - 8,256	36	6	14	72	18	0.167	0.12
8,256 - 10,320	30	6	20	60	40	0.200	0.12
10,320 - 12,384	23	7	27	46	54	0.304	0.14
12,384 - 14,448	16	7	34	32	68	0.437	0.14
14,448 - 16,512	9	7	41	18	72	0.778	0.14

TABLA Nº 20

La interpretación que se hace a los resultados de la Tabla Nº. 20, son similares que los casos anteriores y la conclusión es: que los tanques de almacenamiento también se encuentran en su etapa de desgaste; lo que es explicable le ya que todas las instalaciones han superado su

vida media y datan de más de 20 años, sin haber tenido reparaciones integrales, que permitan recuperar su ciclo de vida.

Estos resultados obtenidos en las Tablas Nº. 17, 18, 19 y 20, los llevamos a los gráficos Nº 1, 2, 3 y 4 que se adjuntan en el anexo, donde se puede apreciar con mayor claridad las interpretaciones de los resultados obtenidos en las tablas antes mencionadas.

4.6 USO DE MODELOS MATEMATICOS

El análisis cuantitativo del mantenimiento moderno, permite usar modelos matemáticos, tomados del análisis estadístico-probabilistico, para determinar la confiabilidad, la frecuencia de fallas, la probabilidad de falla para máquinas y equipos industriales.

Existen muchos modelos matemáticos, los que se usan de acuerdo al estado operativo de la máquina, es decir teniendo presente el ciclo de vida dentro del cual está la máquina o equipo.

Para el análisis de la planta en estudio escogemos dos modelos, los que se ajustan con mayor precisión dadas las condiciones de funcionamiento de sus máquinas, equipos é instalaciones.

4.6.1 Modelo Matemático de Weibull

Este modelo tienen gran aplicación en el mantenimiento, debido a que es muy versátil ya que permite analizar la operatividad de la máquina sea cual fuere su estado.

Nos permite obtener los siguiente indicadores probabilísticos:

4.6.1.1 Confiabilidad

La expresión analítica dentro del modelo, que nos permite su evaluación es:

$$R(t) = e^{-\left[\frac{t-\tau}{\eta}\right]^{\beta}}$$

donde cada término tiene el siguiente significado:

t : tiempo de operación de la máquina (hr/año)

β : parámetro de forma, que indica el estado del ciclo de vida de la máquina.

τ : parámetro de garantía, es decir el No de horas no computables al mantenimiento.

η : parámetro del tiempo de falla (hr)

4.6.1.2 Frecuencia de Fallas

Esta probabilidad, se determina con la siguiente expresión:

$$Z(t) = \frac{\beta\,(t - \tau)^{\beta-1}}{\eta^{\beta}}$$

donde también se aprecia la aparición de los parámetros τ, β y η que se llaman también parámetros de Weibull, dichos parámetros tienen que ser evaluados para cada máquina o equipo, para ello utilizamos información contenida en las tarjetas de máquina.

4.6.1.3 Probabilidad de falla.

Este valor probabilístico que permite evaluar el estado de falla de la máquina, lo obtenemos conociendo previamente la confiabilidad, es decirse puede expresar como :

$$F(t) = 1 - R(t)$$

Como hemos explicado anteriormente se requiere conocer con anticipación los parámetros τ, β y para obtener así estos indicadores probabilísticos.

Una manera práctica, sencilla y con presión es utilizar el ábaco de Kao, que viene a ser la interpretación

gráfica del modelo de Weibull, para ello utiliza un papel doblemente logarítmico con escalas establecidas en sus cuatro ejes, y utilizando información registrada en el historial de cada máquina se puede utilizar este ábaco en forma simple y con buenos resultados.

Posteriormente cuando se aplique este modelo a la planta en estudio explicaremos con mayor detalle sobre la metodología que se sigue.

4.6.2 Modelo Matemático de la Normal.

Este modelo también tiene gran aplicación al mantenimiento, pero con la restricción de su utilidad para máquinas que han superado su vida media y se encuentran en la etapa de desgaste.

Al igual que el modelo anterior se basa en el análisis estadístico y probabilístico, de allí que sus expresiones matemáticas para el cálculo de sus indicadores son más complejos que el caso anterior.

Entre ellos tenemos :

4.6.2.1 Probabilidad de Falla.

Nos permite cuantificar el estado operativo de la máquina o equipo, desde el punto de vista de su probabilidad de

falla y mostrándonos su nivel técnico de funcionamiento.

La expresión analítica que permite este cálculo es :

$$F(t) = \int_{o}^{t} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-M)^2}{2\sigma^2}} dt$$

donde cada término tiene el siguiente significado :

t : tiempo de operación, que lo calculamos en hr/año.

σ : desviación estándar, cuyo cálculo se determina mediante la expresión que indicamos.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{1}^{n} \frac{(t_i - M)^2}{n}}$$

M : es la media, o duración esperada, que para nuestro caso está asociada a las fallas que se dan.

Su expresión matemática que la cuantifica es :

$$M = \frac{\sum_{1}^{n} t_i}{n}$$

4.6.2.2 Confiabilidad.

Su concepción es similar lo explicado anteriormente, mostrándonos la probabilidad de un buen funcionamiento la máquina o equipo, tácitamente conóciendo las condiciones de funcionamiento y los períodos de análisis.

La forma de cuantificar este índice es:

$$R(t) = 1 - \int_{0}^{t} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-M)^2}{2\sigma^2}} dt$$

Es natural pensar que los términos que aparecen en esta expresión se deben calcular previamente.

4.6.2.3 Frecuencia de Fallas.

Si recordamos lo indicado en párrafos anteriores, tenemos ya el concepto de este indicador, que nos revela también el estado operativo de la máquina o equipo, permitiéndonos definir la ocurrencia de las fallas en la máquina en función al tiempo, lo que nos dará a conocer la criticidad de la máquina desde el punto de vista técnico.

La forma como se determina este

indicador es :

$$Z(t) = \frac{\dfrac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{(t-M)}{2\sigma^2}}}{1 - \displaystyle\int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{(t-M)^2}{2\sigma^2}}\, dt}$$

Como se observa en este modelo matemático, se requiere mayor habilidad matemática para resolver las expresiones propuestas, lo que se traduce en un método no muy práctico, de resultados inmediatos; pero considerando que en la planta se dispone de una sección de micro-computación, es factible utilizar algún paquete que nos permita soluciones rápidas é inclusive graficar resultados, para una interpretación más precisa, y así tomar decisiones en cuanto a la programación del mantenimiento y a la mantenibilidad de las máquinas críticas de la planta.

Seguidamente, mostraremos la manera como se aplica a casos concretos de la planta; la intención es explicar más

detalladamente estos métodos buscando para ello simplicidad, eficiencia y utilidad. De las tarjetas o registros de máquina obtenemos información de las fallas que han ocurrido para determinados períodos o edad de falla; con estos dos valores entramos al ábaco de Kao y ploteamos puntos permitiéndonos trazar curvas, que posteriormente deben ser linealizadas por cualquier método conocido : métodos numéricos, logaritmos, aproximaciones, métodos prácticos por tanteos haciendo variar el valor de, que lo que aplicamos en nuestro caso, y asi poder obtener estos parámetros.

Cabe mencionar también que el ábaco de kao podemos obtener valores para la desviación estándar y la media, utilizando para ello las escalas correspondientes.

Luego presentamos los resultados obtenidos en las tablas siguientes para cada máquina principal planta.

TRANSPORTADOR POR BANDA DE CADENAS					
EDAD DE FALLA (hr)	N(t)	%F	VARIACION DE τ (hr)		
			1000	2000	-2000
0 - 2064	6	1.9	1064	64	4064
2064 - 4128	22	7.3	3128	2128	6128
4128 - 6192	42	13.9	5192	4192	8192
6192 - 8256	78	25.8	7256	6256	10256
8256 - 10320	122	40.4	9320	8320	12320
10320 - 12384	172	56.9	11384	10384	14384
12384 - 14448	232	76.8	13448	12448	16448
14448 - 16512	302	100.0	15512	14512	18512

TABLA Nº 21

Con los resultados indicados en tabla Nº 21 entramos al ábaco de Kao, Gráfico Nº 5 y trazamos las curvas correspondientes a cada valor de ... indicado. De este gráfico se obtiene los siguientes parámetros :

τ = - 2000 hr

β = 2.9

η = 1500 hr

M = 1338 hr

σ = 502 hr

Luego en las expresiones matemáticas dadas, se sustituyen estos valores.

considerando el tiempo de operación correspondiente a las dos primeras edades de fallas, es decir de 0 a 4128 hrs., para tener el tiempo de operación por año, obteniendo una confiabilidad por Weibull de 98.10% y usando el modelo de la Normal resulta 96.70%, y comparando con los resultados obtenidos en la Tabla Nº 17 que resultó ser 94.50%, se observa que la diferencia es del orden de 3.6% con el resultado de Weibull y de 2.2% con el resultado de la Norma, ambas son aceptables ya que son mínimas. Estos resultados nos confirman que el transportador, estuvo en una etapa de su vida correspondiente a la etapa de vida útil, en la que probablemente se encontraba un mejor estado técnico y se aplicaba una mantenibilidad más riqurosa, lo que repercutía en su estado operativo.

De manera similar procedemos a determinar la confiabilidad de los carruseles Nº 1, Nº 2; es bueno aclarar que sólo calculamos la confiabilidad debido a que es el indicador que por si solo explicas con mayor énfasis el

estado operativo de la máquina equipo.

Mostramos l siguiente tabla de resultados:

CARRUSELES Nº 1 y Nº 2					
EDAD DE FALLA (hr)	N(t)	%F	VARIACION DE τ (hr)		
			1000	-2000	-3000
0 - 2064	4	2.3	1064	4064	5064
2064 - 4128	10	5.7	3128	6128	7128
4128 - 6192	22	12.5	5192	8192	9192
6192 - 8256	38	21.6	7256	10256	11256
8256 - 10320	63	35.8	9320	12320	13320
10320 - 12384	91	51.7	11384	14384	15384
12384 - 14448	123	69.8	13448	16448	17448
14448 - 16512	176	100.0	15512	18512	19512

TABLA Nº 22

Con los resultados de la Tabla Nº 22, ploteamos las curvas que se muestran en el gráfico Nº 6, donde se aprecian las curvas correspondientes a los diferentes valores de hasta lograr linealizarla, para luego leer los valores de los parámetros de Weissbull y de la Normal, resultando ser:

γ = - 3000 hr

β = 3.1

η = 1700 hr

M = 1517 hr

σ = 544 hr

Luego, se obtiene la confiabilidad para t=4128 hr, encontrando para el modelo de Weissbull una confiabilidad de 93.4% y para la Normal una confiabilidad de 97.7%.

Utilizando la misma metodología, procedemos a calcular la confiabilidad para el carrusel Nº 3, obteniendo los siguientes resultados indicados en la tabla siguiente:

CARRUSEL Nº 3					
EDAD DE FALLA (hr)	N(t)	%F	VARIACION DE γ (hr)		
			1000	2000	-2000
0 - 2064	3	4.1	1064	64	4064
2064 - 4128	8	10.8	3128	2128	6128
4128 - 6192	14	18.9	5192	4192	8192
6192 - 8256	22	29.7	7256	6256	10256
8256 - 10320	32	43.2	9320	8320	12320
10320 - 12384	43	58.1	11384	10384	14384
12384 - 14448	58	74.4	13448	12448	16448
14448 - 16512	74	100.0	15512	14512	18512

TABLA Nº 23

Luego con la edad de falla para cada intervalo y los porcentajes de falla correspondientes, ademas considerando las variaciones de τ, obtenemos sobre el ábaco de Kao las curvas que se muestran el gráfico Nº 7, de donde se puede leer los valores para los respectivos parámetros, siendo estos los siguientes:

τ = - 2000 hr

β = 2.3

η = 1500 hr

M = 1329 hr

σ = 600 hr

En consecuencia, sustituyendo adecuadamente estos valores a las expresiones analíticas se obtiene: para Weibull, su confiabilidad es 88.5% y para la Normal es: 93.5%.

igual forma determinamos la confiabilidad para los tanques de almacenamiento, obteniendo la siguiente tabla de resultados:

TANQUES DE ALMACENAMIENTO					
EDAD DE FALLA (hr)	N(t)	%F	VARIACION DE τ (hr)		
			1000	-2000	-2500
0 - 2064	2	4.9	1064	4064	4564
2064 - 4128	4	9.8	3128	6128	6628
4128 - 6192	8	19.5	5192	8192	8692
6192 - 8256	14	34.2	7256	10256	10756
8256 - 10320	20	48.8	9320	12320	12820
10320 - 12384	27	65.8	11384	14384	14884
12384 - 14448	34	82.9	13448	16448	16948
14448 - 16512	41	100.0	15512	18512	19012

TABLA Nº 24

Con los valores obtenidos en la Tabla Nº 24, se entra al ábaco de Kao y graficámos las curvas para los distintos valores de τ , porcentajes de falla en cada edad de falla respectivamente, tal como se indica en el gráfico Nº 8, del cual leemos los siguientes parámetros:

$\tau = -2500$ hr

$\beta = 3$

$\eta = 1500$ hr

$M = 1339$ hr

$\sigma = 517$ hr

Luego con estos valores obtenemos, para Weibull la confiabilidad de 91.7% y para la Normal 96.3%, para los dos primeros períodos de tiempo, o sea para 4128 hrs de operación.

4.7 CONFIABILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION

En la planta que se está analizando básicamente existe una sola línea de producción, a la cual le llamaremos sistema; esta línea a su vez está constituida por varias máquinas y equipos, es decir desde que se obtiene la materia prima de los tanques de almacenamiento hasta que los cilindros son envasados y probados, acumulándolos así en la plataforma de almacenaje; de todas las máquinas y equipos que conforman la línea de producción, se consideran las principales y obviamente las críticas, a las cuales las vamos a designar como los sub-sistemas.

Con la finalidad de identificar estos sub-sistemas, que los determinamos mediante un número (identificación) construimos una tabla final de resultados, que la presentamos a continuación:

PARAMETROS DE LOS SUB - SISTEMAS						
SUB-SIST.	DESCRIPCION	τ	β		M	σ
1	Transportador por banda de cadenas	-2000	2.9	1500	1338	502
2	Carrusel Nº 1	-3000	3.1	1700	1519	544
3	Carrusel Nº 2	-3000	3.1	1700	1519	544
4	Carrusel Nº 3	-2000	2.3	1500	1329	600
5	Tanques de almacenamiento	-2500	3.0	1500	1339	517

TABLA Nº 25

En base a los datos obtenidos en la Tabla Nº 25, obtenemos las diferentes confiabilidades de todos los subsistemas considerando para ello los tiempos de operación en forma anual, es decir cada dos rangos de las edades de falla establecidos anteriormente. Además utilizaremos simultáneamente los dos modelos matemáticos recomendados.

Los resultados los mostramos seguidamente.

CONFIABILIDAD DE LOS SUB-SISTEMAS								
SUB	TIEMPOS DE OPERACION (hr)							
SISTE	4128		8256		12384		16512	
MAS	WEIS.	NORM.	WEIS.	NORM.	WEIS.	NORM.	WEIS.	NORM.
R_1	88	96	78	84	51	58	23	26
R_2	88	97	79	87	65	69	33	40
R_3	88	97	79	87	65	69	33	40
R_4	88	93	72	80	50	69	25	29
R_5	82	96	77	84	53	56	23	27

TABLA Nº 26

Por otro lado, es necesario determinar como estan dispuestas las instalaciones de las máquinas y equipos dentro de la línea de producción, para asi establecer la relación de cada sub-sistema con el sistema en sí; para ello se debe construir un diagrama de bloques, que no es otra cosa que la representación gráfica de las maquinas y equipos en la línea según lo indique el proceso de fabricación. Para nuestro caso tomamos como punto de partida informativo el diagrama de proceso de flujo que se muestra en el Diagrama Nº 2 (ver anexo) y en base a esta información se construye el diagrama de bloques, que lo mostramos en el Diagrama Nº 1 (ver anexo).

Luego aplicando teoría de sistemas de mantenimiento, calculamos la confiabilidad del sistema o línea de producción. La expresión matemática resultante es:

$$R_S = R_1 \times R_5 \times (1 - (1 - (1 - R_2)\ (1 - R_3)\ (1 - R_4)))$$

Luego, esta expresión la cuantificamos numéricamente, para lo cual tenemos en cuenta: las confiabilidades de cada sub-sistema antes encontrado, los tiempos de operación y los modelos matemáticos recomendados para nuestra planta en estudio. Los resultados obtenidos los indicamos en la siguiente tabla resumen:

CONFIABILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION								
SUB	TIEMPOS DE OPERACION (hr)							
SISTE	4128		8256		12384		16512	
MAS	WEIS.	NORM.	WEIS.	NORM.	WEIS.	NORM.	WEIS.	NORM.
R_S	90	92	67	70	30	32	17	18

TABLA. Nº 27

Observando los resultados de la tabla anterior, vemos que la confiabilidad de la línea de producción también ha sufrido una caída significativa de 90% a 17% en el modelo matemático de Weibull y de 92% a 18% en el modelo matemático de la Normal, en ambos caso se nota un decremento importante de la confiabilidad,

lo que nos explica que línea en general ha ido perdiendo atención técnica durante el desarrollo de sus operaciones en los últimos años, agravándose situación el último año, de tal manera que requiere mucho cuidado en la aplicación de tareas de mantenimiento ya que la presencia de una falla genera otra y el número de horas de parada seguirá creciendo insosteniblemente.

Para corregir esta situación se debe hacer reparaciones integrale en todos los sub-sistemas, recuperando de esta manera el nivel técnico que deben de tener todas la máquinas y equipos de la planta, haciendo un control técnico económico constante en todos los aspectos recomendados en este "sistema de mantenimiento propuesto".

4.8 TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS DE LA LINEA DE PRODUCCION

Se define como la probabilidad de la ocurrencia de las fallas en promedio, para una máquina o equipo, bajo determinadas condiciones de operación. Nos indica, el tiempo después del cual es imprescindible aplicar tareas de mantenimiento a una máquina, aunque ésta aparentemente no requiera atención; en otras palabras nos obliga a parar la máquina para darle mantenibilidad.

Para su cuantificación, se aplica la siguiente expresión:

$$MTBF = \gamma + \quad \times \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

el significado de cada término, es:

MTBF : tiempo medio entre fallas (hr)

γ : parámetro de garantía (h)

: parámetro del tiempo de falla (h)

: parámetro de la función Gamma

β : parámetro de vida

Cabe mencionar que el parámetro de la función Gamma (γ) se obtiene de tablas de la función.

Aplicamos, esta expresión a cada uno de los sub-sistemas de la planta ya definidos, con la finalidad de mostrar la aplicación del método a casos concretos, como es la planta en estudio. Los resultados los indicamos en la siguiente tabla:

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS DE LOS SUB-SISTEMAS				
SUB SISTEMAS	TIEMPOS DE OPERACION			
	4128	8256	12384	16512
1	3421	2019	1095	514
2	3782	2246	1058	668
3	3782	2246	1058	668
4	3303	1975	902	495
5	3451	2050	989	402

TABLA Nº 28

Con estos resultados parciales indicados en la Tabla Nº y teniendo en cuenta el tipo de instalación mostrado en el diagrama Nº 2 y considerando sólo el modelo matemático de Weibull, usamos la siguiente expresión, para obtener el tiempo medio entre fallas del sistema.

$$MTBF_s = \int_0^t Rs(t)\, dt$$

Luego de haber aplicado esta integral, a nuestro caso estudio, encontramos los siguientes resultados:

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS DE LA LINEA DE PRODUCCION				
SISTEMA	TIEMPOS DE OPERACION (hr)			
	4128	8256	12384	16512
$MTBF_s$	3573	2099	1053	586

TABLA Nº 29

Observando la tabla anterior, notamos que el tiempo medio entre fallas ha ido decayendo, como consecuencia de una falta de mantenimiento adecuado que hubiera permitido ir evitando que se generen mayores problemas; de tal suerte que para el último periodo analizado este promedio entre fallas es de

586 hr/año, lo que implica que cada 37 días se debe pasar línea, para aplicar tareas de mantenimiento, lo cual es antieconómico y nada recomendable desde el punto de vista de mantenimiento.

4.9 DISPONIBILIDAD OPERACIONAL

Se define como el porcentaje útil y efectivo de las horas programadas para la producción, desde el punto de vista del mantenimiento.

Para este cálculo consideramos la siguiente expresión analítica:

Para este calculo consideramos la siguiente expresión analítica:

$$A_O = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$$

el significado de cada término, es:

A_O : disponibilidad operacional

MTBM: tiempo medio entre operaciones de mantenimiento

MDT : tiempo fuera de servicio de la planta por año

Como se puede apreciar esta disponibilidad podrá variar si reducimos el tiempo de parada de la planta, que buena cuenta es responsabilidad del departamento de mantenimiento.

Para un mejor entendimiento, aplicamos a la planta, motivo de este estudio, este análisis cuantitativo. Para ello usamos el tiempo medio entre fallas del sistema, que prácticamente es similar al tiempo medio entre operaciones de mantenimiento y el tiempo de parada de la planta, obteniendo como resultado: A_o=0.477; este valor es compatible con la capacidad ociosa de la planta que es de 46%, lo que confirma que la producción no llega a cubrir su capacidad instalada, por que existen muchas horas de parada.

4.10 MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Se recomienda aplicar a la planta en estudio un tipo de mantenimiento planificado, cualquiera sea la forma. A través de este mantenimiento planificado, es posible utilizar mejor los recursos materiales con que se cuenta, en forma racionalizada, así como también una mejor utilización de los recursos humanos, distribuyendo mejor los puestos de trabajo, según su nivel de instrucción, conocimientos técnicos, experiencia; y así lograr una fuerza laboral mejor distribuida.

Es tipo mantenimiento exige analizar los siguientes aspectos:

4.10.1 Inspecciones

Se debe disponer de dos inspectores, uno especialista en mecánica otro en electricidad; deben ser entrenados en manejo de instrumentos que puedan utilizar en la planta por medio los cuales detectar fallas de orden mecánico y eléctrico; luego esta información deberá ser reportada a la oficina de planificación para su análisis respectivo.

Usarán un formato especial de inspección y diagnóstico, que lo mostramos en el formato Nº 1 (anexo), cual deberá ser llenado por el inspector cada vez que informe de su labor.

4.10.2 Programa de Actividades

Para realizar una buena programación será necesario primero clasificar las actividades considerando su prioridad, su importancia y su urgencia de ejecución. Esta programación deberá ser semanal, mensual y anual.

Para este estudio es recomendable utilizar diagrama de Gantt, que nos permite plasmar tareas pendiente de ejecución en función al tiempo.

Como ejemplo de aplicación, mostramos un diagrama de Gantt, para una serie de

actividades que se realizan en la planta en forma más ordenada y considerando su duración por semanas a lo largo de un período de análisis, tal como aparece en el diagrama No 3 (anexo).

Cabe mencionar también, que en el taller automotriz, existe acumulación de trabajo con la flota de camiones cisterna con que cuenta la empresa, por esta razón también debe ser planificada la labor de mantenimiento desarrollada. Presentamos un formato programación exclusivamente para el taller de automotriz, que es el que se indica en el Formato Nº 2 (Anexo).

4.10.3 Stock de Repuestos

Constituye un rubro muy importante dentro del sistema de mantenimiento, porque de ello dependerá en gran parte el cumplimiento de las tareas programadas.

Cabe resaltar que este stock de repuestos debe ser previamente analizado seleccionado, para que lo constituyan repuestos que realmente sean importantes.

Se debe categorizar los repuestos bajo tres designaciones, considerando su índice de rotación, es decir:

primera categoría : BIR (bajo índice de rotación)

segunda categoría : NIR (índice de rotación normal)

tercera categoría : AIR (alto índice de rotación)

Por otro lado, el método que se recomienda aplicar es el de Paretto, por ser de fácil aplicación y resultados confiables.

Con la intención de dar una mejor explicación y obtener resultados numéricos, aplicamos el análisis a grupo repuestos usados dentro del período contemplado. Mostramos a continuación una Tabla resumen.

LISTADO DE REPUESTOS					
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CONS.	UNIT	ANUAL
1	C-0212	Filtro de aire compresor	3	25	75
2	C-0214	Lubricante para compresor	5	20	100
3	C-0215	Válvulas de admisión y escape del compresor	4	32	128
4	C-0213	Anillos de los pistones	18	15	810
5	C-0216	Chumaceras	18	15	810
6	C-0217	Cojinetes del cigueñal	18	15	810
7	C-0218	Prensaestopas	18	15	810
8	C-0219	Filtro de aceite	18	15	810
9	C-0220	Manómetro del compresor	18	15	810
10	R-0211	Diales de las balanzas	18	15	810
11	CA-0211	Rodamientos del carrusel	18	15	810
12	CA-0212	Surtidores	18	15	810
13	CA-0213	Manómetro para gas	18	15	810
14	CA-0214	Válvulas globo	18	15	810
15	CA-0215	Termómetro	18	15	810
16	CA-0216	Empaquetaduras de las bri	18	15	810
17	CA-0217	Medidor del caudal	18	15	810

TABLA Nº 30

En la tabla anterior, se observa que los repuestos han sido codificados teniendo en cuenta su ubicación en máquina y su importancia, luego se indica consumo anual promedio en los cuatro períodos analizados; también se indica su precio unitario y el costo total resultante, todo en dólares para no variar su costos.

Luego con la información de la Tabla Nº 30, ordenamos los diferentes items según su costo, ordenándoles de mayor a menor. Según el método de Paretto, se recomienda que los repuestos de bajo índice de rotación ocupen el 75% de la inversión, luego un 20% adicional los repuestos índice normal de rotación y la diferencia del los de alto índice de rotación.

Aplicando estos criterios, construimos siguiente tabla:

STOCK DE REPUESTOS				
CODIGO ORDENADO	COSTO ANUAL	COSTO ANUAL ACUMULADO	% DE COSTOS	INDICES ROTACION
CA-0211	2400	2400	35.37	
CA-0212	1890	4290	63.23	RIR
C-0213	810	5100	75.16	
B-0211	629	5729	84.43	
C-0217	150	5879	86.65	NIR
C-0215	123	6007	88.53	
C-0216	105	6112	90.08	
C-0214	100	6212	91.55	
CA-0214	86	6298	92.82	
C-0219	81	6379	94.01	
C-0212	75	6454	95.12	
C-0218	72	6526	96.18	AIR
CA-0213	68	6594	97.18	
CA-0216	60	6654	98.07	
CA-0215	56	6710	98.89	
CA-0217	40	6750	99.48	
CA-0220	35	6785	100.00	

TABLA Nº 31

Los datos obtenidos en Tabla Nº 31, lo graficamos la curva de Paretto, que muestra en el gráfico Nº 9 donde observamos distribución los repuestos según costo y su cantidad, y concluimos diciendo que los repuestos RIR son los más caros y los de menor cantidad, los repuestos NIR son los costo intermedio y cantidad relativa, los repuestos AIR son los más baratos y los de mayor cantidad.

4.10.4 Registros de Máquinas

La planta debe contar con registros que permitan, llevar un control adecuado del historial técnico de sus máquinas, para que sea al mismo tiempo una fuente de datos técnicos de donde se tome la información necesaria para realizar programas de inspecciones, de tiempos de parada programados, de reparaciones y de aplicación de técnicas de mantenimiento.

Los registros que se recomienda son:

4.10.4.1 Solicitud de Trabajo

Es una solicitud de trabajo, emitida por otro departamento o sección de la planta, y en otros casos por el mismo departamento de mantenimiento, mediante la cual se indica que tipo de servicio se está solicitando, y que máquina ó equipo lo requiere; para que el departamento de mantenimiento tome las medidas del caso y resuelva lo más conveniente para cada caso. Los detalles se muestran en el formato Nº 3 (anexo).

4.10.4.2 Costo de Reparación

Es el medio mediante el cual, permite determinar el costo total de

los repuestos materiales utilizados en una reparación o renovación de alguna máquina o equipo, constituyendo así un valioso registro para mantenimiento. Lo mostramos en el formato Nº 4 (anexo).

4.10.4.3 Maquinaria y Equipo

En este registro se debe anotar las características técnicas de la maquinaria o equipo, destacando sus características más importantes, así como datos del motor y del equipo auxiliar; permitiendo de esta manera un mayor control de los activos fijos, cuya protección es responsabilidad del departamento de mantenimiento. Los detalles los indicamos en el formato Nº 5 (anexo)

4.10.4.4 Reporte por Máquina

En este formato se indicarán las fallas ocurridas en las máquinas, considerando los daños ocasionados, las causas, los componentes mecánicos o eléctricos afectados, el número de horas hombre utilizadas y los costos que generaron esta

reparación. Las características de este registro lo indicamos en el formato Nº 6 (anexo).

4.10.4.5 Reporte - Resumen

En esta hoja de registro, proponemos obtener información, sobre frecuencia de servicio, inspección y reparaciones, así como los servicios prestados, el tiempo requerido y costos de mano de obra y materiales. Las características de este registro se muestran el formato Nº 7 (anexo).

4.10.4.6 Paralización de Máquinas y Equipos

A través de este registro, se pretende cuantificar el tiempo de parada de máquinas y equipos de la planta, con la finalidad de llevar un récord de tiempos de paralización de la producción, e ir controlando este tiempo en forma diaria.

El formato donde se harán estos registros, lo mostramos en el formato Nº 8 (anexo).

4.11 SISTEMA INFORMATIVO

Lo constituye, todos los medios escritos, mediante los cuales el departamento de mantenimiento se comunica con otros departamentos de la planta, y

también envía informes a instancias superiores, para dar conocimiento de la gestión que está desarrollando, con el propósito de sentar las bases referenciales para solicitar posteriormente mejoras para su departamento, en referente a ampliaciones de partidas presupuestarias, para atender reparaciones importante, compra de herramientas, equipos, instrumentos de medición, ejecutar programas de adiestramiento tener los recursos materiales y humanos que permitan lograre mayor eficiencia de la gestión del mantenimiento.

Entre los informes más importantes, se recomiendan los siguientes:

4.11.1 De Prioridad

Deberá estar dirigido ala Superintendencia de Planta; en él se hará un resumen de todos los trabajos de mantenimiento realizados, indicando clasificación segun prioridad; es decir trabajos de emergencia, cuya atención debe ser inmediata, para prevenir pérdidas de producción, y evitar así la generación de peligro; trabajos urgentes, que deben ser atendidos dentro de las 24 horas de su solicitud, generalmente son de duración corta, previenen pérdidas de producción; o trabajos de tipo normal, que

buena cuenta son la mayoría de las tareas que realizan.

Este informe debe ser presentado en forma mensual.

4.11.2 De Retrazo o Adelanto de Programa

Deberá estar dirigido a la Superintendencia de Planta, en él se indicará el porcentaje de las órdenes de trabajos o solicitudes de trabajo que se han podido cumplir, también se mencionará el porcentaje de trabajos so tareas de mantenimiento que se han adelantado a su programación y se han efectivizado; deberá indicarse así mismo las requisitos de tiempo para cada trabajo, y comparar con los tiempos realmente utilizados, estableciendo así la relación que existe entre las horas hombre programadas con las horas hombre realmente trabajadas. Es bueno finalizar el informe, determinando las conclusiones a las cuales se llegan, aclarando de esta manera el porcentaje de adelanto o atraso; cabe aclarar que se considera como aceptable un porcentaje del 10 al 15% de adelanto o retraso.

4.11.3 De Pronóstico de Mano de Obra

Deberá ser dirigido a la Superintendencia de Planta, en él se indicará las horas hombre

programadas, según los tipos de trabajo o tareas de mantenimiento, mediante uso de diagramas de barras para que tenga mayor objetividad. También se debe indicar los futuros trabajos que se están planificando ejecutar, compatibilizando para tal fin mano de obra disponible y la mano obra requerida, si no se dispone de lo necesario tendrá que contratarse más personal por un período de tiempo definido. En resumen lo que se busca es cuantificar su fuerza laboral y dar a conocer a la autoridad superior sus necesidades de mano de obra.

Se debe presentar también mensualmente.

4.11.4 De Acatamiento

Al igual que los anteriores, deberá dirigirse al Superintendente de Planta, para darle a conocer el porcentaje de acatamiento de las solicitudes de trabajo planteadas al departamento, así como la atención de acatamiento a las órdenes de trabajo del propio departamento; indicando así mismo las causas que motivaron este porcentaje de acatamiento, dando las respectivas explicaciones cada caso importante reportado. Como aclaración debo mencionar que los Manuales de Mantenimiento opinan que

el porcentaje normal aceptable es del orden del 80%.

Debe ser presentado cada 2 meses.

CAPITULO V

CERTIFICACION DE CILINDROS

5.1 INTRODUCCION

El problema de seguridad de la comercialización del gas licuado de petróleo (GLP), ha sido preocupación de los diferentes sectores del gobierno, habiendose nombrado en varias oportunidades comisiones multisectoriales, encargadas de plantear alternativas de solución, pero se han venido postergando estas posibles soluciones, por presentar el problema múltiples dificultades, desde el punto de vista técnico y económico.

Se ha determinado que una de las causas más significativas, en los problemas presentados ha sido el escaso control existente de parte de los organismos oficiales, tanto en la fabricación de cilindros, válvulas y reguladores, así como también

en las plantas envasadoras, que no cuentan con una infraestructura adecuada para el mantenimiento de los cilindros y accesorios, y en otros casos utilizan compañías de servicios que no brindan la seguridad de usar técnicas de mantenimiento adecuadas; y en otros casos se efectúan importaciones sin ningún control de recepción ni certificados de calidad, por lo que las válvulas utilizadas en los recipientes en poco tiempo presentan averías y/o defectos en su funcionamiento.

Actualmente, circulan en el mercado nacional, recipientes que no reúnen normas técnicas y de calidad porque la tecnologia de su fabricación no ha sido lo más conveniente, recipientes que han cumplido su vida útil de trabajo y otros que no tienen un buen control de revisión, ni mantenimiento adecuado, presentándose por estas causas accidentes lamentables; y se hace necesario por tanto, el cambio inmediato de cilindros malogrados o deteriorados.

Para resolver este problema latente en la actualidad, se plantea una solución técnica económica viable, que permitirá realizar un control de calidad exhaustivo a todos los cilindros de 24 y 50 lbs. de capacidad, provenientes de los diferentes fabricantes legales y clandestinos.

Para que éste servicio de certificación sea efectivo desde el punto de vista legal, la empresa Sol Gas, deberá firmar un convenio con el Ministerio de

Energía y Minas, mediante el cual se obligue a todas las plantas envasadoras de Lima Metropolitana y del Callao a pasar esta certificación de los cilindros como requisito para comercialización del respectivo gas.

Se prevé que su financiamiento, debe ser absorbido por los usuarios, para lo cual pagarán una mínima cantidad cada vez que se adquiera un cilindro con gas, el cual estará incluido en el precio oficial del gas. La recaudación funcionará como si fuera un impuesto y luego será reembolsado a la empresa que presta el servicio de certificación.

5.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL RECIPIENTE

En la comercialización del gas licuado de petróleo, hay diversos tipos de recipientes y los tamaños varían según necesidades y usos. Consideramos para la certificación sólo los cilindros estándar 25 lbs. de capacidad, establecidos por Normas Técnicas Nacionales vigentes, Itintec-350.011, que son los cilindros de mayor uso, ya que ocupan más del 90% de la demanda nacional. Está formado por las siguientes partes principales.

5.2.1 Cilindro

Este recipiente está determinado por:

5.2.1.1 Cuerpo

Es de forma cilíndrica en parte central y semiesférica o elipsoidal en sus extremos.

Se les fabrica generalmente por dos piezas embutidas o en otros casos por tres piezas, dos de las cuales embutidas que son las extremas y una central que es cilíndrica, como se muestra en las figuras Nº Nº 2 (anexo).

5.2.1.2 Brida

Es de forma redonda, perforada y fileteada interiormente, para enroscado de la válvula, con un espesor adecuado que por lo menos garantice la mínima penetración recomendada.

5.2.1.3 Quello

Debe ser fijo al cuerpo del cilindro en uno de sus extremos, denominado cabeza del cilindro, constituido de modo que permita una adecuada protección válvula, además debe estar provisto en su parte inferior de orificios que

permitan el drenaje de agua o cualquier otro liquido.

5.2.1.4 Base

De forma cilíndrica, va unida en el extremo inferior del cuerpo del cilindro, provista por lo menos de dos orificios de ventilación.

El diámetro exterior de base no será inferior al 80% del diámetro exterior del cilindro o recipiente. La altura de la base debe ser tal que permita separar fondo del cilindro con respecto piso plano.

5.2.1.5 Asas

De forma semicircular, con los filos redondeados o curvados prensa.

Son dos asas y van fijas en parte superior del cuerpo del cilindro y ubicadas forma diametralmente opuestas.

5.2.2 Válvulas y Accesorios

Todos los elementos de la válvula deberán resistir la máxima presión de trabajo la cual estará sometido el cilindro cargado gas.

La válvula deberá ser una estructura compacta que asegure eficiencia seguridad en la operación, además será de fácil enganche.

La válvula será capaz soportar sin filtraciones en ninguna de sus partes una presión neumática 35 kg/cm^2, durante 1 minuto.

La válvula deberá cumplir con ciertas condiciones, tales como: mínima temperatura de -15°C y máxima de 70°C, el orificio de descarga estará localizado en la parte central del asiento de la válvula de seguridad tendrá una área mínima de 3.9mm^2.

La válvula de seguridad deberá ser ajustada, para que comience a abrirse una presión en el cilindro 26 kg/cm^2, su apertura total deberá alcanzar la presión máxima de 34 kg/cm^2 y capacidad de descarga a esa presión no deberá ser menor de 10 m^3/minuto.

Mientras la válvula de seguridad no llegue a la apertura total ésta deberá cerrarse herméticamente a una presión no menor de 21 kg/cm^2.

Los elementos constitutivos de la válvula de carga y descarga, no deberán atascarse, pegarse, deformarse o doblegarse después de haber sido sometida la válvula a un trabajo de 10,000 ciclos de apertura y cierre. Ver figura Nº 3 y figura Nº 4 (anexo).

Está formada por los siguientes elementos:

5.2.2.1 Cuerpo

La superficie externa del cuerpo de la válvula, presentará por lo menos dos caras planas paralelas, diametralmente opuestas que servirán de apoyo las herramientas utilizadas para ensamblarlas la unión roscada de la brida del recipiente.

El cuerpo de la válvula deberá ser capaz de resistir una presión hidrostática de kg/cm^2.

Sus dimensiones mínimas serán:

distancia entre caras paralelas:

28.5 mm.

altura: 12.0 mm.

ancho : 16.0 mm.

La conformación estructural del cuerpo de la válvula en la zona que presenta dichas caras, será tal que no sufra deformaciones o roturas al aplicarle un par torsor de 10.5 kg-m, para su conexión al cilindro.

5.2.2.2 Entrada de la Válvula

El roscado para la introducción de la válvula en la brida del recipiente será de 3/4 NPT, con un mínimo de longitud

equivalente 11 hilos, rosca ASDA, para tubos de acero.

5.2.2.3 Salida de la válvula

constituye el sistema apertura y cierre. Observándose la presencia de los siguientes componentes:

5.2.2.3.1 Obturador

El obturador deberá ser resistente los hidro-carburos, tener elasticidad suficiente para producir un cierre hermético y poseer escasa adherencia.

5.2.2.3.2 Vástago

El vástago deberá ser de una sola pieza, igual material que el cuerpo de la válvula y presentará un buen acabado superficial.

Deberá tener una conformación que ofrezca un asiento seguro para el resorte y un alojamiento para el obturador y que imposibilite que éste pueda separarse del vástago durante el funcionamiento.

5.2.2.3.3 Resorte de Empuje

El resorte de válvula será fabricado de materiales resistentes la corrosión para operar en ambientes salinos y sulfurosos, sus espiras deberán ser paralelas entre sí y sus extremos deberán ser planos, paralelos, perpendiculares eje longitudinal.

5.2.2.3.4 Guía de Vástago

Deberá ser de igual materia que la del cuerpo de la válvula.

En caso de que la guía de vástago no forme parte del cuerpo, ésta deberá ser de forma cilíndrica y poseer un mínimo de 4 hilos de rosca completa, para su fijación al cuerpo de la válvula.

Tendrá una cavidad o alojamiento que ofrezca un asiento seguro para el resorte de empuje, además

conductos para la guía y pase de gases.

El conducto que sirve de guía deberá tener un buen acabado superficial, una sección concordante con la sección del vástago una longitud suficiente que haga posible un movimiento vertical del vástago sin posibilidad de inclinarse o atracarse.

El conducto para el pase de gas deberá tener una área por lo menos igual o mayor a la del agujero de descarga de la válvula.

La guía instalada al cuerpo de la válvula mediante roscado, asegurará su fijación por medios mecánicos, que impidan desajustes del roscado.

5.2.2.3.5 Arosello y Empaquetadura

Deberán ser fabricados materiales resistentes a los hidrocarburos.

El funcionamiento normal de las partes móviles de la válvula no deberán producir en el arosello o empaquetadura ningún deterioro.

Serán de forma tal que no requieran ningún ajuste ni regulación, una vez que la válvula esté en servicio.

5.2.2.3.6 Válvulas de Seguridad

Los orificios de descarga de la válvula de seguridad estarán dispuestos en forma tal que el fluido liberado a través de ellos tienda a alejarse del recipiente.

Este dispositivo deberá mantenerse en posición de cerrado mientras que no se eleve la presión interna del cilindro por encima de 26 kg/cm^2.

El obturador de la válvula de seguridad deberá fijarse al pistón por medios

adecuados que eviten su desprendimiento.

El pistón será de material resistente a los hidrocarburos, deberá tener alojamiento para ensamblar el obturador, y un asiento seguro para el resorte de calibración.

El área de holgura entre el pistón el cilindro del cuerpo de la válvula en la cual se deslice, deberá ser por lo menos igual al área del orificio de la válvula de seguridad, derivada del pasaje principal.

obturador, pistón y resorte calibración se instalarán de tal manera que su posición y movimiento dentro del cuerpo de la válvula no exista adherencia ya sea con el cilindro o con el asiento.

El retenedor será de igual material que del cuerpo

la válvula, deberá presentar un asiento del resorte de calibración, provisto de uno a varios orificios para la descarga del gas, así como de rosca para la calibración de la válvula de seguridad.

La calibración de la válvula de seguridad se efectuará mediante el roscado practicado con el retenedor, que además de servir para fijar y retener el resorte de calibración permitirá mediante su avance o retroceso, aumentar o disminuir la compresión del mismo.

Una vez colocado el retenedor con el avance de roscado teniendo en cuenta la presión de apertura y cierre, se fijará mediante una operación de sellado mecánico o soldadura para garantizar la calibración de la válvula de seguridad;

algunos detalles se muestran en la figura Nº 3

5.2.2.3.7 Caperuza de Protección

Cada válvula será provista de una caperuza protección con la finalidad de conectarse la salida de la válvula cuando el cilindro de gas no esté en uso con el regulador desconectado, así como durante su almacenamiento y transporte.

La caperuza será fabricada de resina acetálica, y será diseñada para ajustarse la salida de la válvula, mediante presión, sin que origine deterioro al cuerpo de la misma.

5.3 DEMANDA NACIONAL DE CILINDROS

Entendemos como demanda a la solicitud de cilindros y sus componentes, para almacenar y transportar gas licuado de petróleo de uso doméstico.

Para establecer esta demanda consideramos los 10 últimos años, es decir un período comprendido entre 1980 y 1989, cuyo resumen mostramos a continuación:

DEMANDA NACIONAL DE CILINDROS	
AÑOS	CANTIDAD (24 lb)
1980	36.901
1981	37.815
1982	40.250
1983	46.110
1984	53.258
1985	62.878
1986	77.908
1987	83.903
1988	88.098
1989	92.503

Fuente : Ministerio de Energía y Minas

TABLA Nº 32

Observando la tabla anterior, sólo se considera cilindros de 24 lbs, ya que su volumen de producción y comercialización ocupa el 90% del parque cilindros existente.

5.4 PRUEBAS DE CERTIFICACION

Teniendo en cuenta las normas Itintec vigentes, se ha determinado la necesidad de realizar las siguientes pruebas:

5.4.1 Prueba de Elasticidad

Conocida también con el nombre de la prueba de "camisa de agua", la que permite determinar la elasticidad del recipiente.

Para ello se recomienda aplicar al recipiente una presión hidrostática de 24 kg/cm^2.

Seguidamente el recipiente debe ser colocado dentro de una camisa agua o dispositivo similar para poder detectar pequeñas variaciones de volumen del orden de 0.1 cm^3, con aproximación del 1%, controlando que la presión apl cada sea de 30 seg. como mínimo.

El proceso indica que una vez decrecida la presión cero, debe procederse medir la expansión volumétrica residual permanente, la misma que deberá ser mayor que el 10% de la expansión volumétrica alcanzada a presión máxima que se aplicó.

La prueba será considerada satisfactoriamente expansión volumétrica obtenida en cilindro, no supera los límites anteriormente indicados.

Si el cilindro muestra signos de fugas desarrollo de deformaciones visibles o incremento permanente en el volumen de más del 10% en relacion a su volumen original. durante la aplicacion de l prueba, se recomienda eliminar el cilindro.

5.4.2 Prueba Hidrostática

consiste en inyectar los cilindros aguas presion. hasta lograr una presión máxima de kg/cm^2 durante 60 seg. como mínimo.

El ensayo se considera satisfactorio cuando no existe una disminución de presión y el recipiente ensayo no presenta escapes ni deformaciones visibles.

También este ensayo es aplicable a las válvulas de carga y descarga, para ello, a través de la conexión roscada entrada de la válvula, aplica una presión hidrostática de 18 kg/cm^2, observándose si existen porosidades, filtraciones o deformaciones en su cuerpo; es recomendable que válvula esté en posición cerrada.

5.4.3 Prueba de Hermeticidad

Esta prueba debe realizarse después de haber concluido con las dos pruebas anteriores. Para esta prueba será necesario ensamblar la válvula de carga descarga cilindro, para luego someterlo a una presión neumática de ~ kg/cm^2, procediendo luego a inmersión en un tanque con agua; verificando luego los puntos de posibles fugas tanto en cuerpo como en los cordones de soldadura y válvula.

Los cilindros que presenten signos de fugas o el desarrollo de deformaciones visibles durante la prueba deben ser separados de circulación, recomendado su posterior destrucción.

También esta prueba debe aplicarse a las válvulas, para ello debe retirarse los componentes de la válvula seguridad, cerrar el orificio de descarga, ubicar la válvula en un banco prueba, luego aplicar una presión neumática 35 kg/cm^2, procediéndose luego sumergir la válvula dentro de un depósito con agua, las probables fugas hacen visibles en zona anterior al asiento o el orificio de descarga.

5.4.4 Prueba de Apertura y Cierre

Consiste en ubicar válvula un soporte roscado ejercer sobre ella 10.000 ciclos apertura y cierre, verificando los posibles atascamientos.

Permite además determinar las deformaciones y deterioros de sus partes componentes.

Los cilindros que presenten signos fugas o el desarrollo de deformaciones visibles durante la prueba deben ser separados de circulación, recomendando su posterior destrucción.

También esta prueba debe aplicarse a las válvulas, para ello debe retirarse los componentes de la válvula de seguridad, cerrar el orificio de descarga, ubicar la válvula en un banco de prueba, luego aplicar una presión neumática de 35 kg/cm^2, procediéndose luego a sumergir la válvula dentro un depósito con agua, las probables fugas hacen visibles en la zona anterior al asiento o el orificio de descarga.

5.4.5 Prueba de Descarga Inicial

Consiste en ensamblar la válvula aparato probador, cual posee un depósito de agua donde se debe sumergir para luego aplicar una presión de aire o gas inerte a 15 kg/cm^2, luego

en forma paulatina incrementa la presión hasta observar salida del gas en forma de pequeñas burbujas; después se disminuye poco a poco la presión hasta conseguir la salida completa del gas.

5.4.6 Prueba de Capacidad

Consiste ensamblar válvula aparato probador, conecta un gasómetro aplicando una presión de kg/cm^2, luego se mide el volumen por unidad de tiempo, está dada m^3/min.

5.4.7 Prueba de Descarga Total

Sólo se aplica después de haber practicado las pruebas anteriores, siendo necesario aplicar sobre las válvulas conectadas al probador una presión de 34 kg/cm^2, observando los puntos de probables fugas, bajo el aspecto de pequeñas burbujas, procediendo luego a d sminuir a ritmo lento presión hasta que se observe ausencia de fuga de gas (presión carga total).

5.5 EQUIPOS PARA REALIZAR LAS PRUEBAS

Actualmente existen equipos diseñados especialmente, para realizar pruebas a cilindros que trabajan con gas a presión, para detectar sus probables fallas según las normas 360.009 Itintec.

Entre los equipos que se propone disponer para este fin, tenemos los siguientes:

5.5.1 Equipos para Prueba Hidrostática

Consiste en un banco de prueba, equipado con los siguientes elementos:

Bomba hidráulica:

Capacidad máxima : 600 psi

Capacidad de prueba : 500 psi

Velocidad de prueba : 2 5 min/cil.

Tiempo de prueba : 60 seg. maximo

Manómetros:

Rango presiones : 0 100 kg/cm^2

Escala graduada : Cada kg/cm^2

Juego de válvulas y conexiones, que permitan controlar el flujo y regular la presión según se requiera.

Soporte mecánico, para fijar válvula sobre el banco de prueba, para facilitar y dar seguridad ensayo.

Accesorios: mangueras, tuberías de alta presión, depósito de agua. Ver figura 6 (anexo).

5.5.2 Equipo para Prueba de Elasticidad

Bomba hidráulica:

Capacidad máxima : 40 kg/cm^2

Capacidad de prueba : 26 kg/cm^2

Tiempo de prueba : 30 seg. mínimo

Medidor volumétrico, con graduaciones cada cm^3 agua; variación de expansión volumétrica máxima aceptable 10%.

Medidores de forma, llamados también gueich de forma, para detectar variaciones en la forma del cilindro, tales como ampolladuras.

Velocidad de operación: 3 - 6 min/cil.

5.5.3 Equipo para Prueba de Hermeticidad

Compresor neumático:

Presión de salida máxima : 50 kg/cm^2

Presión de prueba máxima : 25 kg/cm^2

- Presión en la válvula : 35 kg/cm^2

Tanque de inmersión variable, con instalaciones especiales de adaptación.

Tiempo de prueba : seg.

- Velocidad de operación: 2 - 4 min/cil.

Ver figura Nº 7 (anexo).

5.5.4 Equipo para Prueba de Apertura y Cierre

Consiste en un banco de prueba, que presenta un dispositivo especial para apertura y cierre.

Capacidad : 10,000 ciclos

- Velocidad : 7 10 min/cil.

5.5.5 Equipo para prueba de Carga Inicial

Es un banco de prueba, formado por los siguientes elementos:

Compresor neumático:

- Presión de salida : 25 kg/cm^2
- Presión de operación: kg/cm^2

Depósito de agua, variable, con instalaciones especiales.

Velocidad de operación: 5 7 min/cil.

5.5.6 Equipos para Prueba de Capacidad

Lo constituye un banco de prueba, formado por los siguientes componentes:

Gasómetro:

- Presión de salida: 45 kg/cm^2
- Presión de prueba: 25 kg/cm^2

Reguladores de presión, con variaciones cada 5 kg/cm^2.

Velocidad de operación : 4 - 6 min/cil.

5.5.7 Equipos para Prueba de Descarga Total

Está formado por un banco de prueba, con los siguientes componentes:

Gasómetro:

- Presión de salida : 50 kg/cm^2
- Presión de prueba : 35 kg/cm^2

Accesorios para montaje válvula con reguladores y mangueras.

Velocidad de operación: 4 6 min/val.

5.6 PROCESO DE CERTIFICACION

Antes de describir el proceso técnico que se sigue; el objetivo principal es brindar seguridad integral desde el punto de vista técnico, al público usuario, los transportistas y a los distribuidores, así como también este beneficio es extensivo a las plantas envasadoras, de tal manera que se asegure que los cilindros defectuosos no lleguen a los consumidores en condiciones de riesgo, de producir siniestros u otros peligros para la salud de las personas implicadas su uso. El costo del servicio en relación a cobertura y la seguridad del mismo, es realmente insignificante ya que impide los riesgos latentes que general el actual sistema de distribución. Este sistema facilitará también reposición de los cilindros en actual servicio, cuyas condiciones operativas no permitan su continuidad de uso, por otros cilindros nuevos, permitiendo de ésta renovar el parque de cilindros de Lima Metropolitana y el Callao, en una primera etapa a corto plazo; luego en una segunda etapa a mediano plazo se cubrirá la demanda nacional restante.

Este servicio será aplicado todos los cilindros y sus elementos de seguridad, que presenten fallas de orden técnico, así como también a todos aquellos que estén dentro de su vida útil 10 años. La

frecuencia certificación por cada cilindro, debe ser una vez cada año.

El proceso si abarca las siguientes etapas de control:

5.6.1 Inspección Visual

Como su nombre lo indica, se aplicará a todos los cilindros sin excepción, para lo cual se seguirá la siguiente metodología:

De primera intención, verificar cuidadosamente las áreas sujetas mayor riesgo de corrosión, preferencia en base de sujeción y en la parte interior del cuerpo del cilindro.

Se recomienda retirar todo exceso de pintura, tales como costras, escamas, polvo acumulado, de tal manera que se pueda apreciar toda el área sujeta a corrosión, determinado de esta manera la falla en toda su magnitud.

las áreas corroídas están profundamente dañadas o si las condiciones indican posibles fugas múltiples, es recomendable eliminar el cilindro físicamente, vale la pena decir evaluarlo como chatarra.

Si en el cuerpo del cilindro se observa presencia abolladuras muy grandes, o muy profundas, o en otros casos abolladuras formando ángulos agudos, se recomienda también la eliminación definitiva de la unidad.

Por otro lado, si se determina deformaciones causadas por objetos puntiagudos, decir deformaciones tipo punzonado, que pongan riesgo el espesor mínimo de la pared del cilindro, también se recomienda la eliminación definitiva del cilindro.

Si sobre la superficie exterior de la unidad, tanto el cuerpo, extremos superior e inferior, base o asas, en las cuales se determinen existencia de pequeñas deformaciones, rayaduras u otras averías de la misma naturaleza, se puede aceptar que el cilindro continúe en circulación.

Si cilindro ha sufrido daños de fuego, y como consecuencia se observa deformaciones forma, pintura quemada, es preferible retirar el cilindro de circulación y eliminarlo completamente del conjunto; que el material ha sufrido variaciones en sus propiedades, haciéndolo más endeble y poco resistente a la presión, es decir se produce un recorrido.

Se recomienda identificar la fecha de fabricación, que llevan impreso y la marca de fábrica, no tuviera ninguno ellos, probablemente es de fabricación clandestina y no presenta ninguna garantía, por más que aparentemente esté buenas condiciones.

este caso es recomendable dar de baja cilindro; se aplica igual acción con aquellos cilindros que hayan superado vida útil de años.

Observar detalladamente si los hilos la rosca en la entrada de la válvula se mantienen intactos, es decir sin haber sufrido roturas o rayaduras profundas.

Verificar si la válvula en su conjunto, no sufrido deformaciones ya sea por golpes, o por impacto de algún instrumento extraño, haberse producido estos hechos se recomienda cambiar la válvula por otra nueva.

Así mismo comprobar si válvula no presenta abolladuras, fisuras, porosidades o super-posición de material conformado externo.

Verificar que las caras planas externas la válvula, utilizadas para el ensamble herramientas, estén intactas, es decir que no presenten deformaciones ni roturas sus aristas. Si observa estas deficiencias, recomienda cambiar la válvula.

Además, debe chequear la fecha de fabricación la marca que generalmente vienen impresas bajo relieve en las caras planas externas la válvula, de no existir ningún código o registro, supone que son de

procedencia dudosa y sin la mínima garantía, se debe proceder a cambiar la válvula.

5.6.2 Aplicación de la Prueba Hidrostática

Los cilindros que hayan pasado la inspección visual satisfactoria, serán sometidos a la prueba hidrostática, mediante cual el cilindro recibirá una presión hidrostática de kg/cm^2 y durante un tiempo mínimo de 60 seg. El ensayo se considera positivo, cuando no existe una disminución de presión y el recipiente su vez no presenta fugas ni deformaciones visibles.

Aquellos cilindros que no pasen prueba hidrostática satisfactoriamente, deben ser llevados sección de reparaciones, para recibir un mantenimiento correctivo, ya sea en deterioro de los cordones de soldadura o zonas dañadas por corrosión.

De manera similar, se procede con la válvula de carga descarga, decir, a través la conexión roscada de la entrada de la válvula, aplica una presión hidrostática de 18 kg/cm^2, observándose si se producen fugas por presencia porosidades o filtraciones agua, o otros casos se producen deformaciones en la válvula. Para esta prueba se recomienda que la válvula se encuentre en

posición cerrada, para esta prueba recomienda que la válvula se encuentre posición cerrada, para esta prueba debe retirarse los componentes de la válvula seguridad cierra herméticamente el orificio de descarga usando un tapón roscado, seguidamente se monta la válvula banco de prueba sujetándola mediante el soporte mecánico, luego se conecta la manguera de alta presión a la unión roscada de la entrada de la válvula, abriendo luego la válvula de desvio del sistema hidráulico, protegiendo así a la válvula evitando que la presión suba bruscamente.

Seguidamente se debe ir aumentando la presión hidrostática progresivamente hasta alcanzar un valor promedio de 35 kg/cm^2, usando para ello válvula de paso; una vez alcanzada presión indicada se cierra esta válvula, reteniendo la presión dentro del sistema por un tiempo mínimo de segundos, observando al mismo tiempo ocurren caídas de presión, si así sucediera es obviamente porque existen fugas en la válvula de carga y descarga, y para mayor seguridad identificar estos puntos de fuga, así como también debe detectar deformaciones en el cuerpo de la válvula.

Las válvulas de carga y descarga que no hayan cumplido satisfactoriamente esta prueba, deben ser cambiadas por otras nuevas. es recomendable su reparación.

5.6.3 Aplicación de la Prueba de Elasticidad

Los cilindros que hayan pasado positivamente la prueba hidráulica, se les aplicará la prueba de elasticidad, que en su proceso de utilización es similar prueba hidrostática, es decir también se aplica una presión hidrostática de kg/cm^2, luego el recipiente es colocado una tina con agua, por un tiempo aproximado de 30 segundos prueba en si consiste en determinar variaciones de volumen; sobre todo medir la expansión volumétrica residual permanente, que no debe superar el 10% de la expansión volumétrica alcanzada a presión máxima que se le aplicó, debido a que valores superiores al 10% determinarían definitivamente la realización de una deformación plástica y obviamente el material recuperaría sus propiedades originales, y esto es lo que justifica su separación de la circulación su uso, de hecho su destrucción inminente. Si cilindro pasa satisfactoriamente esta prueba, continuará su ruta dentro del proceso

de certificación establecido, pasando así la prueba siguiente.

5.6.4 Aplicación de la Prueba de Hermeticidad

Esta prueba debe ser aplicada al cilindro que haya pasado satisfactoriamente la prueba de elasticidad y también a las válvulas de carga y descarga por separado, cuando estas hayan pasado positivamente la prueba hidráulica.

Para aplicar esta prueba se debe ensamblar al cilindro válvula carga y descarga necesariamente, para luego someterlo una presión neumática de 7 kg/cm^2; y luego será sumergido totalmente en una tina con agua, para detectar fugas, cuerpo y válvulas, se tiene especial cuidado con la costura soldadura, además debe controlar desarrollo de deformaciones visibles.

Los cilindros que pasen satisfactoriamente esta prueba podrán continuar el proceso de certificación, los que no logren superar esta prueba necesariamente tendrán que ser separados definitivamente de la circulación y de su uso.

De manera similar se procede con la válvula de carga y descarga, es decir se le aplica una presión neumática de 35 kg/cm^2, luego se le sumerge totalmente en un tanque con agua, para detectar fugas básicamente. Las válvulas que no

pasen satisfactoriamente esta prueba tendrán que ser sustituidas por otras nuevas necesariamente.

5.6.5 Aplicación de la Prueba de Apertura y Cierre

Esta prueba sólo se aplica a la válvula de carga y descarga, que antes hayan pasado la prueba de hermeticidad, consiste básicamente en montar la válvula en un soporte roscado, sobre un banco de prueba y someterla a ejercer 10,000 ciclos de apertura y cierre simultáneos, para luego verificar si en el proceso se atasca o sufre deformaciones de ajuste, se sucede este tipo de problemas la válvula debe ser sustituida por otra nueva, de lo contrario podrá continuar en uso.

Cabe mencionar, que si antes en cualquier otra prueba, fue necesario cambiar la válvula por una nueva, está demás decir que esta prueba no es necesaria realizarla.

5.6.6 Aplicación de la Prueba de Descarga Inicial

Esta prueba sólo se aplica a la válvula de carga y descarga, que anteriormente hayan pasado la prueba de apertura y cierre satisfactoriamente, para ello utilizamos el probador, al cual se le puede ensamblar una o varias válvulas simultáneamente, luego se les

hace ingresar agua, para ello se sumergen en un depósito, seguidamente se les aplica una presión de aire hasta alcanzar 15 kg/cm^2, observándose la salida del gas en forma de pequeñas burbujas.

En aquellas válvulas que no sucede este hecho, significa que no pasan satisfactoriamente la prueba y esto implica retiro, y por consiguiente cambio por otra nueva.

5.6.7 Aplicación de la Prueba de Capacidad

Esta prueba se aplica exclusivamente la válvula carga y descarga, una vez que ésta ha superado prueba de descarga inicial; consiste en montar válvula probador y luego es conectada un gasómetro, aplicándole una presión de 34 kg/cm^2, lo que permite medir su capacidad en m^3/min, y luego mediante una tabla de valores referenciales se verifica su capacidad, considerando como otro factor el tamaño del cilindro, ya que válvula diferente para cada caso. Si la válvula no está acuerdo rango estándar, necesariamente tendrá que ser sustituida por otra nueva.

5.6.8 Aplicación de la Prueba de Descarga Total

Esta prueba es prácticamente simultánea con la prueba anterior, de tal manera que las válvulas

que hayan pasado satisfactoriamente la prueba de descarga total; para ello se les aplica una presión máxima descarga 34 kg/cm², observándose salida de gotas en forma de burbujas, las mismas que desaparecen conforme se va disminuyendo la presión hasta llegar a la presión adecuada de descarga total. Las válvulas tienen que cumplir satisfactoriamente esta prueba, acuerdo con las normas Itintec; tal manera que las que no pasen adecuadamente, tendrán que darse de baja serán sustituidas por otras nuevas.

Una vez concluidas las pruebas especificadas según normas Itintec, los cilindros válvulas que hayan cumplido a cabalidad estas pruebas están aptos para seguir circulando y prestando servicio sin ningún riesgo y más bien ofreciendo amplia garantía al usuario.

5.7 PROCESO DE REPARACION

Se indica con aquellos cilindros que no han pasado satisfactoriamente las pruebas anteriormente especificadas, los que van llegando taller en lotes definidos, según el avance y cumplimiento de la orden de trabajo.

procede a verificar las zonas afectadas, removiendo el material fallado, antes de proceder a la separación propiamente dicha. Para cumplir este

fin se usan herramientas adecuadas que permitan eliminar todo el material afectado hasta descubrir por completo toda la avería.

Los cordones de soldadura de la unión del cuerpo o de los extremos superior e inferior con la base del cuerpo, debe realizarse mediante la aplicación de soldadura por arco eléctrico. Se recomienda que el cordón de soldadura por arco eléctrico. recomienda que el cordón de soldadura en la reparación, no exceda de los 40 mm. según lo determina la Norma Llantec 300.011.

En la soldadura la brida con el cuerpo del cilindro, se debe hacer la reparación del cordón de soldadura correspondiente, mediante el uso de soldadura de arco eléctrico, siempre y cuando no exceda de una longitud no mayor 10 mm..

Cabe mencionar también que el número de reparaciones anteriormente descritas no deben ser mayor de tres en total.

debe tener presente, que el cordón de soldadura de una reparación, no deba presentar continuidad con respecto a otro cordón de soldadura de misma naturaleza, es decir también reparado.

Por otro lado, todos aquellos cilindros en los que sus componentes superen el 20% de corrosión, es decir la corrosión haya afectado el espesor de plancha en más de 0.5mm., ya no deben ser reparados, debido a

que existen riesgos en la resistencia mecánica y por lo tanto deben ser separados circulación y su uso.

El cuello protector y la base de sustentación los cilindros podrán cambiarse, siempre que no hayan sido cambiados más de dos veces.

Podrá ser realizada reposición del cuello protector o de la base de sustentación del cilindro, pudiéndose recortar cualquiera ellos, teniendo presente que al hacerlo no debe dañar los casquetes; recomienda realizar esta operación utilizándose medios mecánicos.

Las partes recortadas deberán ser sustituidas por piezas que cumplan las especificaciones recomendadas para cada caso.

Tanto cuerpo, las bridas y los extremos del cilindro no deben ser reparados sin antes haberlos sustituido en condiciones técnicas adecuadas.

No se procederá reparar aquellos recipientes que presenten códigos, marcas registradas, por constituir cilindros de fabricación dudosa no confiable.

Concluida la reparación del cilindro, es necesario eliminar los esfuerzos de tensión generados por la soldadura u otras reparaciones mecánicas, para lo cual será necesario someterlos un tratamiento térmico de recocido, el cual debe ser realizado en un

horno, debidamente implementado de tal manera que los cilindros y sus componentes sean sometidos en forma uniforme dicho tratamiento, para que de esta manera se logre eliminar los esfuerzos internos producidos mayormente por los cordones de soldadura en uniones y otros esfuerzos mecánicos adicionales. Este proceso consiste en elevar la temperatura del horno y por ende del cilindro en forma gradual, hasta conseguir un rango temperatura mínima de 650ºC en los cilindros.

Se deberá observar que durante el tratamiento térmico no se produzcan cambios negativos en sus propiedades mecánicas, lo cual alteraría su estructura y resistencia mecánicas.

Según normas de Itintec 350.011, se recomienda que el tiempo de duración en el tratamiento térmico, debe ser de 150 segundos por cada mm. de espesor de la plancha usada para el cilindro.

Durante el tiempo indicado se recomienda también que la temperatura debe mantenerse constante dentro de rango especificado.

Cabe resaltar que el tratamiento térmico no aplicable las valvulas carga y descarga debido a que no están sometidas a esfuerzos internos en proceso de fabricación.

Concluida la etapa de tratamiento térmico, cilindro será sometido a un proceso de limpieza

superficial, para lo cual se debe aplicar un proceso de arenado.

Se recomienda aplicar un tipo de arenado comercial, la misma que se caracteriza por dejar la superficie de color gris, para lo cual se usa boquillas de 10mm. de diámetro. Se debe tener cuidado que durante este proceso de arenado sea uniforme en todas las partes del cilindro. También se debe observar que el impacto del chorro no debe dañar la válvula de carga y descarga, para lo cual se debe implementar un sistema de protección.

El proceso de acabado final, se realiza aplicando una capa de pintura anticorrosiva, mediante el proceso de pulverizado y luego una capa de pintura de acabado, del color característico de la planta en estudio.

Se debe hacer presente que el cilindro antes de entrar en circulación debe ser chequeado aplicándole la prueba hidrostática, para garantizar su pleno servicio.

5.8 CODIFICACION DE LA CERTIFICACION.

Será practicada en todos aquellos cilindros que hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas de certificación o hayan sido reparados y probados nuevamente.

Esta codificación deberá tener las siguientes características:

Será de tipo alfa numérico.

Se indicará la fecha de expiración de la certificación.

debe mencionar las letras iniciales de la razón social de la empresa que preste el servicio.

El tamaño de las letras y de los números será de 4mm. como máximo.

Su impresión será bajo relieve, por impacto.

Se usará una zona visible, y que no dañe las partes principales del cilindro ni las válvulas.

La zona que se presta para colocar la codificación es la parte externa de las asas.

5.9 PRONOSTICO DE LA DEMANDA.

servicio certificación de cilindros, que pretende ser exclusivo de la empresa en estudio, por las razones expuestas en acápites anteriores, atenderá a un parque de cilindros que estará en razón directa a los requerimientos del consumo nacional de cilindros. Cabe aclarar que el la primera etapa, motivo del estudio sólo atenderá los requerimientos del parque de cilindros de Lima y Callao.

Para establecer la demanda pronosticada, tomaremos como referencia la Tabla Nº 32, calculando la tasa de crecimiento que resulta ser del orden del en promedio.

Por oto lado según información registrada, del Ministerio de Energía y Minas, se tiene que la

demanda calculada para Lima y Callao es del 60% promedio de la demanda nacional.

Seguidamente mostraremos una tabla de resultados:

DEMANDA DE CILINDROS PARA CERTIFICACION		
AÑOS	DEMANDA NACIONAL	DEMANDA PARA LIMA Y CALLAO
	(unidades)	(unidades)
1990	97,128	58,277
1991	101,984	61,190
1992	107,084	64,250
1993	112,438	67,463
1994	118,060	70,836

TABLA Nº 33

Por otro lado, debemos considerar también cantidad de cilindros anteriores al año 1990, es decir todos aquellos comprendidos entre 1981 y 1989, sólo para Lima y Callao, resultando ser 385, 573 unidades, los mismos que serán atendidos en su certificación durante un período de 5 años, resultando en promedio 77,115 cilindros anuales.

Además, también considerará unidades de reposición, que se estima un 10% de la demanda anual indicada en la Tabla Nº 33.

Cabe mencionar que se ha establecido como tiempo de duración de la certificación 1 año, decir frecuencia para todos los cilindros será de 1 año.

concluido este tiempo el mismo cilindro tendrá que ser certificado nuevamente.

Presentamos a continuación un cuadro resumen:

DEMANDA PRONOSTICADA PARA LIMA Y CALLAO						
AÑOS	CILIND. CON 10 AÑOS (Unid)	DEMANDA NETA (Unid)	CILIND DE REPOS. (Unid)	CILIND. DE BAJA (Unid)	POR CERTF. ANUAL (Unid)	DEMANDA PRONOST (Unid)
1990	77,115	58,277	5,828	------	-----	141,220
1991	77,115	61,190	6,119	(36,901)	58,277	165,800
1992	77,115	64,250	6,425	(37,815)	61,190	171,165
1993	77,115	67,463	6,746	(40,250)	64,250	175,324
1994	77,115	70,836	7,084	(46,110)	67,463	176,388

TABLA Nº 34

De Tabla Nº 34, observamos que el primer año de certificación se tendría que atender un total de 141,220 cilindros.

5.10 CAPACIDAD DE PRODUCCION

El cálculo para determinar el ritmo de producción de cada uno de los equipos, se determina considerando su rendimiento por hora de trabajo, para lo cual tomamos como referencia lo especificado en acápite 5.5.

Además se debe mencionar, que estamos considerando 24 días laborables por mes en promedio, descontando los días domingos, feriados y otros no laborables.

También se considera como la eficiencia de operación un 80%, lo que da como resultado un tiempo real de operacion de 6.4 horas por turno de trabajo, esto es debido a que la jornada laboral real no es de 8 horas, por la presencia de horas inactivas o no laborables, ya sea por cansancio físico del personal, por uso de tiempos en necesidades personales, y otros tiempos muertos adicionales.

Cabe mencionar, como dijo anteriormente, que la planta trabaja dos turnos; que también aplicaremos para el servicio de certificación que se propone.

Luego se calcula el número de equipos necesarios, para poder atender la demanda especificada en la Tabla Nº 34; que lo indicamos a continuación:

CANTIDAD NECESARIA DE EQUIPOS		
PRUEBAS	CANT. EQUIP.	PRECIO
Prueba Hidrostática	2	3,086
Prueba de Elasticidad	3	4,065
Prueba de Hermeticidad	2	2,404
Prueba de Apertura y cierre	5	4,300
Prueba de Descarga inicial	4	3,640
Prueba de Capacidad	3	1,545
Prueba de Descarga total	3	1,440

TABLA NO 35

Por otro lado, calcularemos capacidad del servicio de certificación, considerando para ello el pronóstico de la demanda de cilindros, lo cual lo mostramos en siguiente tabla:

CAPACIDAD DE SERVICIO DE CERTIFICACION	
PRODUCCION	UNIDADES
Anual	141,220
Mensual	11,768
Diario	490
Por hora	38

TABLA Nº 36

Cabe mencionar que para demandas futuras no será necesario adquirir más equipos, debido a que cantidad mostrada en la Tabla Nº 35 es suficiente, sólo habría que ampliar un turno más, es decir la planta trabajaría a tres turnos diarios; con cual resolvería la mayor demanda de servicio.

Igual solución se podría adoptar, si se quiere dar mayor cobertura al servicio, ya sea por requerimientos de otros cilindros que hayan superado su vida media o simplemente porque se quiere atender otros pedidos.

5.11 REGLAMENTACION DEL SERVICIO

Como explicó anteriormente, este servicio certificación, tendrá el respaldo por parte del gobierno central, mediante la firma de un convenio entre la empresa que presentará el servicio y una entidad multisectorial, que se sugiere que podría ser llamado: "Comité Administrador del Fondo para la Implementación Programas de Reposición y Rehabilitación de Cilindros de G.L.P.".

El comité al cual nos referimos estará formado por representantes los ministerios de Energía y Minas, Industria, Comercio Turismo, Economía y Finanzas, representantes del Itintec y de otras instituciones que se considere conveniente.

Este comité reglamentará la creación de un fondo, a través de un impuesto del 3% sobre el precio de venta por galón de gas licuado de petróleo, el mismo que será retenido a la compra del gas por las Compañías Envasadoras que funcionan en las provincias de Lima y Callao.

La empresa Petróleos del Perú, será el organismo recaudador de los dineros del fondo, colocando estos recursos en una cuenta corriente especial en el Banco de la Nación a nombre del citado comité.

El comité renovará anualmente los convenios firmados con la empresa prestataria del servicio, o también

con otras empresas especializadas en estos servicios de mantenimiento y certificación de cilindros.

Mediante sendos dispositivos emanados del comité, se obligará las plantas envasadoras de gas licuado de petróleo, a realizar diariamente una pre-selección de todos aquellos cilindros que lleguen a la planta sin la debida certificación, y acumularán por lotes 500 cilindros é inmediatamente se comunicará al comité, para que éste a su vez les firme una guia de recepción, traslade por cuenta y riesgo del comité y en sus unidades los cilindros que requieran certificación hasta la planta de la empresa que de el servicio, y después de un tiempo prudencial comité retornará los cilindros debidamente certificados a la planta envasadora en cuestión. Firmando ésta una guia de devolución, para el control que llevara el comité.

De manera similar, cuando el comité entregue un lote de cilindros para que sean certificados a la planta que presta el servicio, lo hará mediante una orden de trabajo, y a su vez cuando la planta entregue al comité un lote cilindros ya certificados extenderá una factura por servicio, la cual deberá ser cancelada en un plazo no mayor de 30 dias por el comité, la misma que será cancelada el Banco de la Nación, mediante un cheque que girará el mencionado comité.

Cabe mencionar que los precios de venta del servicio serán reglamentados regulados, según las variaciones que determinen los indicadores económicos vigentes fecha de la firma del convenio y por acuerdo mutuo entre el comité y la empresa prestataria del servicio de certificación en fechas intermedias, si es que así lo requiere situación de ese momento.

La empresa que dá el servicio de certificación se compromete cumplir con sus obligaciones realizar as pruebas técnicas respectivas y en otros a reparar adecuadamente la unidad, en las plazas previamente establecidas. Los cilindros que necesariamente sean separados de circulación determine su destrucción serán marcados con pintura negra y almacenados en una zona adecuada la planta, para que el 'comité en forma mensual se responsabilice de su destrucción, para ello se requiere la presencia de un notario público, representante del comité, así como también la empresa que dá el servicio, concluida la destrucción levantará un acta, indicándose la cantidad de cilindros destruidos y el peso de la chatarra obtenida.

El comité venderá la chatarra al mejor postor de acuerdo las disposiciones vigentes y el dinero

recaudado será depositado en Banco de Nación, la cuenta corriente del comité.

Así mismo, comité tendrá que reponer los cilindros destruídos, para lo cual tendrá que comprar cilindros nuevos de gas licuado de petróleo, siguiendo para ello las disposiciones legales vigentes, aplicables para el sectorr público. Los cilindros que adquieran deberán ser debidamente certificados, siguiendo el mismo proceso establecido para los cilindros en uso.

El comité controlará que no se efectúe ningun cobro a los usuarios por parte de representante del comité o de compañías distribuidoras venta del gas, ya que este servicio será completamente gratuito a los usuarios.

Será responsabilidad del comité velar para que todas las disposiciones se cumplan cabalidad, así como también dictar las medidas del caso, sancionando drasticamente mediante aplicación de multas o penas de prisión para aquellas personas que incumplan con lo dictado por el comité. Solicitará el apoyo a la Dirección General de la Policía Nacional, para efectuar la detección del uso de cilindros no certificados, en las camionetas dedicadas al reparto a domicilio de este producto.

El comité elaborará y ejecutará programas publicitarios por medios escritos, radiales y

televisivos, dando conocer las ventajas del uso de cilindros certificados la exigencia del usuario los repartidores de gas, el momento de comprar un nuevo cilindro de gas, que éste sea debidamente certificado, garantizando así circulación permanente de unidades técnicamente garantizados de su uso.

Será responsabilidad del comité, establecer programas de rehabilitación y reposición de todo el parque de cilindros de 24 lbs. de capacidad de Lima y Callao, así como planificar sus actividades futuras, ampliando su frontera administrativa a nivel nacional.

CAPITULO VI

ANALISIS DE COSTOS

6.1 INTRODUCCION

este capitulo analizaremos los costos, tanto del mantenimiento de la planta, como los del servicio de certificacion que empresa prestará como representante del gobierno central, como explicado anteriormente.

En la primera parte analizaremos los costos imputables mantenimiento, sin llegar a realizar un análisis económico, porque no una línea de producción; en cambio en el servicio de certificacion si tomará en cuenta todos los costos de producción, que genere este nuevo rubro en la empresa en estudio.

6.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Este análisis nos permitirá cuantificar rentabilidad de la aplicación del sistema de mantenimiento propuesto, en términos costos, permitiéndonos asimismo determinar variación del costo de mantenimiento en el tiempo a fin de tomar las medidas necesarias para su corrección si así requiere dentro de los límites permisibles de la planta.

6.2.1 Costo por Pérdida

Este costo por pérdida imputable al mantenimiento, debido a que se consideran los tiempos de parada de las líneas de producción, por causa de fallas de las máquinas y otros tiempos usados por mantenimiento ya sea durante las inspecciones, o pruebas y ajustes que necesitan las máquinas y equipos para recuperar su normal funcionamiento.

Para este análisis consideramos la producción real la planta, tanto de cilindros de 24 lbs. como los de 100 lbs., siendo en el primer caso 13,740 cilindros por día y en el segundo caso 763 cilindros por día, en este último caso puede considerar los cilindros de 100 lbs. equivalentes a 4 cilindros 24 lbs., considerando factores técnicos en el proceso de

llenado, lo que nos daría un total producción real diaria en los dos turnos de trabajo de:

Producción real total: 16,792 cil/día

lo que equivale a una producción real horaria de:

Producción real total: 700 cilindros/hr.

Por otro lado, considerando el costo de producción y el precio de venta de la planta hacia los distribuidores, tenemos los siguientes valores:

costo de producción unitario: $ 2.15

costo de venta unitario : $ 3.00

las expresiones anteriores se deduce que percibe una utilidad promedio del 40%, debido a que esta empresa tiene algunos incentivos tributarios por ser para estatal.

Lo que significa, que por unidad tiene una utilidad $ 0.85, tal manera que la utilidad por hora de producción es de $ 595.

Luego de lo anterior se deduce el costo anual por pérdida.

Cabe también mencionar, que a través aplicación del sistema mantenimiento propuesto en un periodo estimado años futuros, es decir entre 1990 à 1994, el número de horas de parada por año se reducirán, y por

ende sus pérdidas, lo que refleja el siguiente cuadro:

AÑOS	TIEMPO DE PARADA (hr)	COSTO POR PERDIDA
1989	642	381,990
1990	514	305,592
1991	353	210,035
1992	160	95,200
1993	65	38,675

CUADRO Nº 37

Del cuadro anterior se observa que los porcentajes estimados en la reducción de los tiempos de parada, son compatibles con disminución de la eficiencia del mantenimiento para el año 1989, lo que permite suponer que se irá recuperando dicha eficiencia en el período señalado anteriormente.

6.2.2 Inversión en Instrumentación

Para determinar la inversión de la instrumentación propuesta, para agilizar y permitir mayor efectividad en las tareas de mantenimiento, buscando disminuir las horas de paralización; se han solicitado cotizaciones diferentes empresas comercializadoras de

instrumentos de medición, habiendo obtenido los resultados indicados en la tabla siguiente, asi mismo teniendo presente lo especificado en el acápite 4.2.

D E S C R I P C I O N	C O S T O
Manómetro de 0-300 psi, Bourdon	355
Termómeto de -200 a +700 °F	310
Tacómetro de 10,000 rpm, con sistema centrifugo	620
Multímetro de 800 A, 500 v	442
Amperímetro de 1000 A	302
Potenciómetro de 1500 v	295
Torquímetro de 100 K Loules	548
Termómetro digital SKF	1,210
Detector de fallas, para motores eléctricos	1,350
Medidor de impulsos de choque con trasductor	2,050
Monitor de vibraciones, con 2 niveles de alarma y salida analógica	5,480
Medidor de lubricación para rodamientos	1,692
Detector de fugas, con sonda ultrasónica	4,715
TOTAL $	19,369

TABLA Nº 38

6.2.3 Formulación del costo del sistema de Mantenimiento Propuesto

Para formular el costo del sistema de mantenimiento propuesto, tiene en cuenta, existencia de dos costos fundamentales en mantenimiento, a saber: los costos directos y los costos inconvenientes.

costo directo, se debe a la presencia de las fallas, es decir, al costo ocasionado por concepto de mano de obra, materiales y repuestos utilizados en la reparación de máquinas y equipos de la planta.

El costo inconveniente es el ocasionado por las horas de paralización de la planta, que genera un costo por pérdidas, debido a que la empresa deja de ganar por causa del mantenimiento.

En consecuencia, para la formulación del costo del sistema mantenimiento propuesto, tendremos en cuenta los siguientes objetivos:

primero, consiste en disminuir los costos inconvenientes, esto implica bajar las horas de paralización anual en los siguientes años (90/94), decir durante la aplicación del sistema de mantenimiento propuesto, para esto se tomará en cuenta lo indicado en la tabla N° 37; y el segundo, en reducir los costos directos, minimizando los gastos por

materiales, dando mayor importancia a los repuestos, decir determinando un stock mínimo de repuestos, que permitan realizar las reparaciones más importantes y mismo tiempo permitan racionalizar la compra de repuestos; tampoco se debe incrementar la mano de obra, sino organizar el departamento de mantenimiento, determinando adecuadamente los puestos de trabajo, de tal manera que se cubran con mismo personal los nuevos puestos creados, básicamente de la oficina planificación.

Cabe mencionar también, que con el sistema de mantenimiento propuesto disminuirán notablemente el tiempo de paralización de la planta, que su nueva organización, y el programa de mantenimiento que se aplique, permitirá detectar las fallas con anticipación a su ocurrencia lo que permitirá planear mejor las actividades de mantenimiento y evitar así el mayor número de fallas por máquina.

6.2.4 Selección y Evaluación de Hipótesis

Observando Tabla 15, donde ha determinado los costos mantenimiento correctivo, teniendo en cuenta para ello los costos de materiales, repuestos y mano de obra

directa, que en otras palabras constituye el costo directo para el año 1989.

Así mismo el costo por pérdida, que se ha calculado anteriormente, es en otras palabras el costo inconveniente, que se muestra claramente en la tabla Nº 37.

partir estos valores se establece los costos de mantenimiento por año, los que nos servirá de comparación con hipótesis plantear; estos costos son:

Costo Directo: 100,261

Costo Inconveniente: $ 381,990

Luego el costo total tenencia de los activos fijos de la planta, que también llama costo de propiedad, resulta ser:

Costo de Propiedad: $ 482,251

Por otro lado, es necesario remarcar el costo que va significar la adquisición de los instrumentos de medición para mantenimiento que es:

Costo de Instrumentación: $ 19,369

Luego, se presentan las hipótesis consideradas:

6.2.4.1 Primera Hipótesis

Estableceremos que las fallas ocurridas durante el primer año de implementación del nuevo sistema propuesto, representa el 90% las ocurridas durante

último año de estudio (1990), y que el costo de instrumentación tendrá un periodo de recuperación de 1 año, con una taza de interés del 8% anual.

Luego el costo total resultante, lo mostramos en la siguiente tabla:

C O S T O S	$
Costo Directo	90,235
Costo Inconveniente	343,791
Costo Instrumentación	20,919
COSTO TOTAL DEL SISTEMA	454,945

TABLA Nº 39

6.2.4.2 Segunda Hipótesis

Se considera para esta segunda alternativa, que la ocurrencia de fallas para el primer año del sistema de mantenimiento propuesto, alcanza solo el 30%.

Por otro lado suponemos que la inversión Hecha en la adquisición de instrumentos de medición, tendrá un periodo de recuperación de 2 años, con una taza de interés del 8% anual.

Además, debemos aclarar que estos instrumentos, requieren un

mantenimiento especial que generalmente lo prestan las mismas empresas distribuidoras o en otros casos hay compañías especializadas que dan servicio, este gasto asciende en promedio al 10% su costo, y se realiza una vez cada año.

Cabe mencionar también, que para calcular el monto a pagar por períodos, es decir por cada año, de inversión instrumentos se ha aplicado, la siguiente expresión:

$$R = P \left[\frac{(1+i)^n \, i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

donde: R = monto a pagar por período

P = monto de la inversión

i = tasa de interés

n = Número de años de recuperación

Después de haber realizado los cálculos, resulta que el monto que se debe devolver el primer año es de: $ 10,862.

Luego los costos que generan la aplicacion del sistema de mantenimiento propuesto, se indican en la tabla siguiente:

C O S T O S	$
Costo Directo	80,209
Costo Inconveniente	305,592
Monto a Pagar por Inversión	10,862
Costo de mantenimiento de los instrumentos	1,937
COSTO TOTAL DEL SISTEMA	454,945

TABLA Nº 40

6.2.4.3 Tercera Hipótesis

Se toma cuenta para esta tercera hipótesis, que el tiempo de paralización se va a reducir en un 10%, debido a que, como consecuencia del nuevo sistema propuesto la ocurrencia de las fallas se darán en un 90% con respecto al año 1989.

Por otro lado, también hacemos una consideración con respecto la inversión en instrumentos, tal manera que periodo recuperación

sea de 2 años, después del cual recién se recuperará todo el monto invertido, a una tasa de interés del 8% anual.

Para realizar este cálculo usamos la siguiente expresión:

$$S = P (1 + i)^n$$

donde: S = monto a devolver después del tiempo previsto

P = monto de la inversión

i = tasa de interés anual

n = número de años de recuperación

Después de haber realizado los cálculos, resulta que el monto que se debe devolver al final del período es decir después de 2 años, es de $22,592.

Cabe recordar que los instrumentos requieren un gasto por mantenimiento equivalente aproximadamente 10% del costo de adquisición.

El resultado de estos cálculos, se muestra la siguiente tabla resumen.

C O S T O S	$
Costo Directo	90,235
Costo Inconveniente	343,791
Costo de Mantenimiento de los instrumentos	1,937
COSTO TOTAL DEL SISTEMA	435,963

TABLA Nº 41

6.2.4.4 Cuarta Hipótesis

La base de cálculo determina considerando, que se va a producir una reducción del tiempo de parada en un 20%, lo que implica que la ocurrencia fallas, durante el primer año puesta en funcionamiento del sistema de mantenimiento propuesto, se reducirá a sólo el 40% con respecto al año 1989, por ende habrá reducción de materiales, repuestos y mano de obra directa.

En esta alternativa, también consideramos que monto de inversión instrumentos, será recuperado en un período de dos años, en forma similar a lo planteado en la tercera hipótesis.

El costo por mantenimiento los instrumentos, debe ser considerado dentro del análisis, en forma similar a la alternativa anterior.

Los resultados obtenidos, los indicamos en la siguiente tabla:

C O S T O S	$
Costo Directo	80,209
Costo Inconveniente	305,592
Costo de Mantenimiento de los instrumentos	1,937
COSTO TOTAL DEL SISTEMA	387,738

TABLA Nº 42

6.2.5 Economia del Sistema Propuesto

Observando las hipótesis planteadas, se deduce en primer lugar que todas tienen sus ventajas respectivas, con respecto costo total del mantenimiento actual.

Sin embargo, las cuatro alternativas propuestas, existe una que desde el punto de vista económico que es la más conveniente, pero mismo tiempo analizando los factores técnicos podemos dilucidar que son aplicables desde el punto de vista de mantenimiento, ya que su consideración tiene sentido, y encaja

con el nuevo sistema de mantenimiento que se propone.

La cuarta alternativa es la más favorable; presentaremos a continuación un cuadro comparativo de costos para resaltar con mayor énfasis lo explicado líneas arriba.

HIPO-TESIS $	COSTO DIRECTO $	COSTO INCONV. $	COSTO RECUP. $	COSTO M. INST. $	ECONOMIA SIST. PROPIO $
1ra.	90,235	343,791	20,919	---	27,306
2da.	80,209	305,592	10,862	1,937	83,651
3ra.	90,235	343,791	----	1,937	46,288
4ta.	80,209	305,592	----	1,937	94,513

TABLA Nº 43

6.3 COSTO DE CERTIFICACION

Para hallar el costo del servicio de certificación, se procede a calcular todos los componentes del costo.

6.3.1 Costos Directos

Conocido también con el nombre de costo primo, el mismo que considera mano de obra directa , materiales directos.

6.3.1.1 Mano de Obra Directa

La mano de obra directa está en función directa a la cantidad de equipos y turnos necesarios, para satisfacer l

exigencia del mercado. La evaluación respectiva si presenta en siguiente cuadro: Referencia Tabla Nº 35.

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA			
CAN-TIDAD	EQUIPOS UTILIZADOS	CANT. TRAB.	SALAR. TOTALES $
2	Hidrostática	6	420
3	Elasticidad	9	630
2	Hermeticidad	6	420
5	Apertura y cierre	10	700
4	De descarga inicial	8	560
3	De capacidad	6	420
3	De descarga total	6	420
	SUB - TOTAL		3,570
	LEYES SOCIALES (50%)		1,785
	TOTAL		5,355
	COSTO UNITARIO		0.46

TABLA Nº 44

6.3.1.2 Materiales Directos

Está formado por los materiales que se utilizan en certificación, tales como: válvula de carga y descarga, pintura, soldadura, codificación bajo relieve y otros.

Cabe mencionar que todos los cilindros emplearán todos los materiales antes indicados, algunos no requerirán el cambio de válvula de carga y descarga ni la reparación por soldadura.

base a este concepto, se ha determinado que costo promedio por cada unidad certificada es de: 0.25.

6.3.2 Costos Indirectos

En la determinación de este costo, se tomará en cuenta mano obra, los materiales indirectos y otros gastos de naturaleza indirecta.

6.3.2.1 Mano de Obra Indirecta

- La información requerida para éste análisis lo mostramos en el cuadro siguiente:

COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA		
P E R S O N A L	CAN-TIDAD	SUELDOS TOTALES $
Ingeniero Jefe	1	300
Capataces	2	170
Inspectores	2	180
Personal Auxiliar	2	100
SUB - TOTAL		750
LEYES SOCIALES (50%)		375
TOTAL		1.125
COSTO UNITARIO		0.10

TABLA NO 45

6.3.2.2 Materiales Indirectos

Dentro de este rubro se requieren los materiales tales como: waipe, agua, arena y otros.

Este costo por unidad de cilindro certificado, se h estimado en: $ 0.05.

6.3.2.3 Otros Gastos Indirectos

Son aquellos gastos, que no forman parte del servicio de certificación en forma directa.

Para el análisis de han considerado los siguientes: alquiler de local, energía

eléctrica, servicios diversos y depreciación de equipos.

Tomando en cuenta, lo especificado en tabla Nº 35, lo referente precio de los equipos para pruebas de certificación, cuya inversión asciende 20,480, se asumirá una depreciación lineal considerando un periodo de vida útil de 3 años.

Haciendo los cálculos y estimaciones necesarias, resulta que los otros gastos indirectos unitarios, son: 0,1'.

Los costos calculados anteriormente, nos van ha permitir, determinar el costo del servicio de certificación, el cual e indica continuación:

TIPOS DE COSTOS	COSTO UNITARIO $
Mano de obra directa	0.46
Materiales directos	0.25
Mano de obra indirecta	0.10
Materiales indirectos	0.05
Otros gastos indirectos	0.15
COSTO PARCIAL DEL SERVICIO	$ 1.01

TABLA Nº 46

6.3.3 Gastos Administrativos

Estos gastos generan en base apoyo administrativo que requiere gestión certificación, además para realización se necesita útiles de escritorio y otros materiales que permitan agilizar administración de este rubro.

Asumimos, en razón de lo indicado un gasto del 5% del costo del servicio, resultando ser de: $ 0.05.

6.3.4 Gastos Financieros y de Amortización

Este tipo gastos, los calculamos considerando la inversión realizada en los equipos necesarios parra las pruebas de certificación, dicha inversión asciende a $26.400.

Además, es necesario adquirir un equipo para arenado comercial mediana capacidad, así como también se tiene que ampliar los equipos pintura, adquiriendo más sopletes, boquillas, etc.

Además, cabe recalcar que tienen que realizar nuevas instalaciones, tales como lozas de concreto tanto como para recepción de cilindros, cuanto para cilindros certificados, e ir de esta manera preparando lotes. cilindros listos para su entrega, también los

equipos tienen que ser montados en una zona adecuada de la planta, la misma que requiere instalaciones de piso, techo, corriente eléctrica, agua, etc.

Todos estos gastos estimados, los mostramos en el siguiente cuadro:

R U B R O S	INVERSION $
Equipos para pruebas	20,480
Equipos para arenados	1,380
Equipos para pintado	725
Instalaciones varias	5,275
Imprevistos	500
TOTAL	$ 1.01

TABLA Nº 47

Para calcular los gastos financieros y de amortización, los determinamos teniendo en cuenta, un tiempo de recuperación de 5 años, con una taza de interés del 8% anual.

Para tal efecto, usamos la siguiente expresión:

$$R = C \left[\frac{(1 + i)^n \; i}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

donde:

R = amortización

C - Capital de inversión

i Tasa de interes

n Período de recuperación

Realizando cálculos numéricos resulta que la amortización y sus gastos financieros asciende a $ 7,101 anualmente; lo que permite determinar el costo unitario por este concepto, el cual resulta ser de: $ 0.05.

6.3.5 Costo de Producción del Servicio

Este costo se determina tomando como base el costo parcial del servicio, que se lo ha indicado en la tabla Nº 46 y los costos administrativos, financieros y de amortización. El resumen de estos costos los mostramos a continuación:

C O S T O S	COSTO UNITARIO $
Costo parcial del servicio	1.01
Gastos administrativos	0.05
Gastos financieros y de amortización	0.05
COSTO DE PRODUCCION $	1.11

TABLA Nº 48

6.3.6 Gastos de Mantenimiento

Para determinar este gasto de mantenimiento, básicamente consideramos el mantenimiento de

los equipos utilizados pruebas certificación, requieren ajustes, calibraciones y técnicas especiales de mantenimiento, que no se pueden hacer dentro de planta y que se necesita personal especializado, y generalmente dan este servicio las mismas empresas que venden dichos equipos.
Se estima que este costo es alrededor del 10% del costo de adquisición, que para nuestro caso resulta de: $2,040 anualmente.
Lo que nos permite definir el costo unitario por este rubro, siendo de: $ 0.02.

6.3.7 Utilidad

Para determinar este concepto, recurrimos a la política la empresa en cuanto a comercialización, la misma que establece una utilidad del 40% sobre el costo final de la producción.

6.3.8 Precio de Venta del Servicio

Se define, considerando costo producción indicado en tabla 48, los gastos de mantenimiento y la utilidad establecida.
El resumen final lo mostramos en el cuadro siguiente:

C O S T O S	COSTO UNITARIO $
Costo de producción	1.11
Costo de mantenimiento	0.02
Utilidad	0.44
PRECIO DE VENTA UNITARIO DEL SERVICIO	1.57

TABLA Nº 49

Analizando los resultados de la tabla Nº 49, observamos que el costo resultante final llamado precio de venta unitario se servicio es de $1.569, que comparándolo con el precio de adquisición de un cilindro nuevo de 24 lbs., el cual está alrededor de $ 25, resulta ser el 6,28% de este costo, lo cual es aceptable técnicamente ya que por regla general el costo de un servicio en óptimas condiciones no debe pasar del 10% del costo de adquisición del bien.

6.3.9 Cálculo de Rentabilidad

En este rubro se va a determinar los rendimientos sobre las ventas y sobre la inversión total.

6.3.9.1 Rentabilidad sobre las Ventas

Para determinar esta rentabilidad, es necesario considerar el promedio anual

le las utilidades comprendido en el período 1990-1994, para ello se utilizará los resultados obtenidos en la tabla Nº 34.

También se menciona, que es necesario tener en cuenta el promedio anual de las ventas para el mismo período antes indicado.

Estos resultados los mostramos en la tabla siguiente:

AÑOS	DEMANDA (cilin-dros)	VENTAS $	UTILIDAD $
1990	141,220	221,715	62,137
1991	165,800	260,306	72,952
1992	171,165	268,729	75,313
1993	175,324	275,259	77,143
1994	176,389	276,929	77,611
P R O M E D I O		260,588	73,031

TABLA Nº 50

Luego, para cuantificar esta rentabilidad aplicamos la siguiente relación matemática:

$$R_{ventas} = \frac{\text{Promedio Utilidad}}{\text{Promedio Ventas}}$$

Realizando operaciones, se obtiene:

R_{ventas} = 28%

6.3.9.2 Rentabilidad Sobre la Inversión

Para determinar esta rentabilidad, se debe considerar el promedio de la utilidad anual, para el periodo de análisis comprendido entre 1990-1994, tomando como referencia los resultados obtenidos en la tabla Nº 50.

La otra consideración necesaria de tomarla en cuenta es la inversión realizada, para ejecutar el proyecto de certificación de cilindros.

En consecuencia, la rentabilidad de la inversión, será calculada aplicando la siguiente expresión:

$$R_{inversión} = \frac{\text{Promedio Utilidad}}{\text{Inversión Total}}$$

Sustituyendo valores de esta expresión, obtenemos:

$R_{inversión}$= 258%

El análisis de rentabilidad, revela un 28% de rendimiento sobre las ventas, lo que determina desde el punto de vista económico, que el servicio de

certificación propuesto para la empresa en estudio, es atractivo.

Así mismo, nos indica que la rentabilidad sobre la inversión es de 258% al finalizar el año 1994; luego, si comparamos con la relación:

$$S = P\ (1 + i\ )^n$$

donde: S = Valor futuro a obtener n períodos más tarde.

P = Valor actual de la inversión

i = Tasa de interés anual

n = Nº de períodos (años)

Luego, sustituyendo en la expresión anterior, será:

$$S = 28{,}360\ (1 + 0{,}08)^5$$

Resulta ser: $ 41,670

Por otro lado, si la inversión la afectamos del 258%, resulta: $ 73,169.

La evaluación anterior permite concluir, que la inversión sobre el proyecto es altamente rentable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- La estructura organizativa propuesta en el departamento de mantenimiento, permitirá llevar las operaciones en forma más dinámica, económica, eficiente y rentable, repercutiendo este en el nivel de producción en las relaciones interdepartamentales de la planta.

El sistema informativo propuesto, dentro del programa de mantenimiento, permitirá tener un mayor contacto con los directivos de la empresa, quienes estarán informando mensualmente la gestión desarrollada dentro del departamento y las espectativas futuras, lo cual permitirá exponer con mayor solidez los argumentos necesarios, para alcanzar los objetivos del departamento.

3.- nuevo sistema de mantenimiento, permitirá reducir durante el primer año de su aplicación 123 horas del

tiempo de parada (28%), por lo que se obtendrá un ahorro para la empresa de: $94,513.

4.- Como consecuencia inmediata del sistema de mantenimiento que propone, reducirá la capacidad ociosa la planta un 5%, quedando pendiente aún alrededor 40%, que se considerar un reto para departamento de producción.

5.- Como resultado del análisis del estado operativo de las máquinas, concluye, que las máquinas más críticas resultan ser los carruseles Nº 1 y Nº 2, por registrar un mayor desgaste (β 3.1), que ocasionan el mayor número de paradas, por lo que se recomienda que empresa de prioridad a una reparacion integral de estas máquinas, planificando a mediano plazo sus cambios por otras nuevas y automáticas, de mayor capacidad y eficiencia.

6.- Se recomienda realizar un seguimiento técnico-económico, al sistema de mantenimiento propuesto, para hacer las correcciones ajustes necesarios, calculando para tal efecto los parámetros e índices de mantenimiento, evaluándolos durante el primer año forma semestral y en los años siguientes en forma anual.

7.- Se recomienda elaborar detalladamente cada uno de los rubros componentes del presupuesto anual del

departamento de mantenimiento (mano de obra, materiales, herramientas, repuestos, capacitación y otros), y llevarlo oportunamente a la superintendencia de la División, par que a su vez sea aprobado en directorio, y de esta manera el departamento pueda alcanzar las metas y objetivos trazados.

8.- Considerando que dentro del presupuesto para el sistema de mantenimiento, destaca el rubro stock de repuestos, se recomienda aplicar el método de Paretto, para identificar aquellos repuestos de bajo indice de rotación que representan la mayor inversión, y conocer la cantidad mínima necesaria, y no incurrir en capital inmovilizado.

9.- Con el servicio de certificación de cilindros propuesto, se logrará incrementar la productividad básicamente de la mano de obra. Las horas hombre ociosa actuales dentro de la planta serán absorbidas en su totalidad, en los puestos creados para atender el servicio de certificación, llegándose a cubrir el 30% de la fuerza laboral requerida.

10.- El servicio de certificación que se propone, tiene un significado social, ya que su finalidad es garantizar la integridad física del usuario, de las personas que laboran en las plantas envasadoras, y camiones distribuidores, evitando riesgos de

accidentes por explosiones y evitando pérdidas de vidas humanas.

11.- Es necesario que tomen las precauciones del caso, para que plazo previsto (5 años), llegue a cubrir la demanda total de cilindros que requieren certificación, y así mismo renovar todos los equipos que se utilizan en las diferentes pruebas, por otros mayor capacidad y totalmente automáticos, que garanticen satisfacer la demanda y ofrecer un trabajo de mayor calidad.

12.- Considerando que la tasa poblacional es significativa en nuestro país, registrándose elevados costos la tarifa eléctrica, estima que el parque de cilindros incrementará notablemente en los próximos años, lo que generará mayor demanda de este servicio, que podrá ser cubierto con la planificación de un tercer turno de trabajo en este servicio.

13.- Para garantizar el éxito del servicio de certificación, se recomienda educar a la población a través de los medios informativos sobre la importancia de renovar con una frecuencia por lo menos 2 años los reguladores, que quedan fuera de control dentro de este servicio.

14.- Se recomienda que la empresa que presta el servicio, firme el convenio con el Comité representante del gobierno central, por un período no menor de 5 años, para proteger su inversión.

15.- El Comité representante del gobierno, debe tener la suficiente autoridad y responsabilidad, para dictar y controlar cumplimiento de las normas dispositivos que reglamenten el servicio, la renovación total del parque de cilindros que hayan superado su vida media, a nivel nacional.

16.- Es responsabilidad del Comité, proteger y garantizar el servicio al usuario, para ello debe dictar estrictamente normas y sanciones que determinen su cumplimiento irrevocable, por todas aquellas personas que de una u otra forma tengan que ver con manejo cilindros de gas, castigando severamente a los infractores.

17.- Los criterios económicos considerados en la evaluación, tanto del sistema de mantenimiento como del servicio de certificación, demuestran que son proyectos de alta rentabilidad, lo que garantiza inversión.

BIBLIOGRAFIA

1. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

Brown, Gerard. Editorial Ibérico Europeo de Ediciones S.A., 1972 - España

2. FUNDAMENTOS DE LA TEORIA Y CALCULO DE LA FIABILIDAD.

Solokov, B. Editorial Mir, 1964 - Rusia

3.- PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Munier, Norberto. Editorial Atrea de Rodolfo Depalma y Hnos. 1965 - Argentina

4.- MANTENIMIENTO, ADMINISTRACION Y REDUCCION DE COSTOS

Calabro, Salvatore. Editorial Mc Graw Hill 1968 México

5.- MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

tomos I, II y III

Morrow, L.C., Editorial Mc Graw Hill 1978 - México

6.- LOCALIZACION, LAYOUT Y MANTENIMIENTO DE PLANTA

Ruddell Reed. Editorial El Ateneo Buenos Aires Argentina