

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Implementación De Programa De Mantenimiento En Planta De  
Almacenamiento Y Comercialización De GLP”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentada por:

Daniel Vinicio Peñafiel Contreras

GUAYAQUIL ECUADOR

Año: 2011

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo especialmente al Ing. Ernesto Martínez, Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

# DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



---

Ing. Ernesto Martínez L.  
DIRECTOR DE TESIS



---

Ing. Marcelo Espinosa L.  
VOCAL)

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



---

Daniel V. Peñafiel Contreras

## **RESUMEN**

En la actualidad las empresas ecuatorianas se ven en la necesidad de ofrecer mejores productos o servicios a sus clientes. Y en el caso de una empresa comercializadora esta necesidad se traduce en mantener un alto índice de operatividad en lo que a producción se refiere, por dicha razón ejecutar un programa de mantenimiento en todas las áreas de una empresa se torna indispensable para la conservación y prolongación de la vida útil de las mismas y de esta forma garantizar una comercialización de alto rendimiento. Al hablar de una comercialización de alto rendimiento se refiere a entregar un producto mediante un proceso de alta calidad y en el tiempo justo.

La empresa en la cual se desarrolló el presente proyecto de tesis es la C.E.M. Austrogas Ventanas, la misma que se dedica a la comercialización de GLP al granel. La empresa se encontraba desatendida técnicamente y carecía de un programa de mantenimiento bien estructurado, se trabajaba con la política de reparación o intervención cuando el caso lo amerite, es decir los equipos se revisaban solamente cuando por la falla de un componente este dejaba de funcionar.

El problema principal radicó en los tiempos de inoperatividad que sufría la planta reflejándose de manera directa en pérdidas cuantiosas tanto para la empresa como para el cliente que no recibía el combustible y se veía obligado a detener su proceso de producción.

El objetivo principal de la presente tesis de grado fue diseñar un programa de mantenimiento que abarque cada una de las áreas de la planta de la C.E.M. Austrogas Ventanas, determinando el tipo de mantenimiento que se acople de mejor manera a los procesos de la empresa para en base a su implementación generar soluciones al problema planteado.

La metodología que se empleó fue, en primera instancia recopilar toda la información posible sobre los niveles de mantenimiento que han recibido las diferentes áreas de la planta, para luego en base a los procesos que se desarrollan en cada área determinar cuáles eran los puntos que requerían más atención en mantenimiento, de manera que el proceso de trasiego de GLP sea de alta eficiencia.

En segunda instancia y ya con la información recopilada se procedió a elaborar un programa de mantenimiento para luego llevar a efecto el proceso de implementación del mismo en la planta de la C.E.M. Austrogas Ventanas. Finalmente se procedió a realizar procesos de comparación entre los

procesos dispuestos en el programa con respecto a los procesos reales, realizando las modificaciones que se consideraron necesarias y en base a este último punto presentar las respectivas conclusiones y recomendaciones del proyecto.

Con la implementación de un programa de mantenimiento bien formulado y creado en base a datos teóricos y prácticos, a corto plazo se obtuvo una planta eficiente en operatividad acabando de esta manera con los problemas que anteriormente generaron cuantiosas pérdidas a la empresa y al sector agroindustrial debido al alto índice de inoperatividad que existía.

Los resultados de este proyecto se reflejaron de manera directa en los balances financieros de la empresa ya que al tener un alto índice de operatividad se logró comercializar mucho más producto generando mayor utilidad por venta y menor costo por reparación de fallas.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE PLANOS.....	VIII
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES .....	5
1.1. Antecedentes.....	6
1.2. Justificación.....	7
1.3. Objetivos.....	8
1.4. Metodología.....	9
1.5. Estructura de tesis.....	11

## CAPÍTULO 2

2. PLANIFICACIÓN DEL PROCESO A SEGUIR PREVIO A LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	14
2.1. Descripción de los procesos.....	14
2.2. Análisis de estrategias a seguir para obtener un programa de mantenimiento eficiente.....	18
2.3. División por áreas de las instalaciones de la planta.....	23
2.4. Identificación de áreas prioritarias de mantenimiento.....	27
2.5. Determinación del tiempo requerido para cada proceso.....	30

## CAPÍTULO 3

3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	34
3.1. Análisis de los Factores que influyen en la elaboración del Programa de Mantenimiento.....	34
3.2. Programación de actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales mensuales o anuales.....	41
3.3. Establecer las necesidades de mantenimiento de acuerdo a los manuales de los equipos o recomendaciones de quienes lo instalaron .....	49
3.4. Diseño de formatos que se utilizarán en el proceso de implementación del programa .....	70
3.5. Análisis económico del proceso a ejecutar.....	82

## CAPÍTULO 4

4. IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	104
4.1. Obtención de datos sobre los mantenimientos efectuados anteriormente.....	105
4.2. Ejecución del programa de mantenimiento desarrollado.....	110
4.3. Rediseño de formatos y modificación de frecuencias de mantenimiento de acuerdo a la necesidad de los equipos.....	116
4.4. Programación de actividades en fecha calendario perfectamente definidas.....	118
4.5. Control de actividades repetitivas con base a formatos de ficha técnica, órdenes o solicitud de trabajo, hoja de vida, programa de inspección, calibración, lubricación, etc.....	120

## CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	123
--	-----

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

AAo	Área de administración y oficina
AE	Área Eléctrica
PM	Programa de Mantenimiento
Ahorro PMT	Ahorro PM Transporte
Ahorro PMP	Ahorro PM Planta
Ahorro PMJP	Ahorro PM Jardinería y Pintura
Ahorro IPM	Ahorro Implementación de Programa de Mantenimiento
AJP	Área de Jardinería y Pintura
AM	Área Mecánica
BCI	Bomba Contra Incendios
BGZ	Bomba de Granelero Z2000
BSC	Bomba SIHI CEMK
CEM	Compañía de Economía Mixta
CK	Compresor Corken
CKK	Camiones Kodiaks
Gastos ME	Gasto de Mantenimiento de Emergencia
Gastos MP	Gasto de Mantenimiento de programado
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GPC	Generador Porter Cable
GPM	Galones por Minutos
ME	Motores Eléctricos
MJD	Motor John Deere
MR	Máquina rozadora
PMP	Programa de Mantenimiento de Planta
UND	Utilidad Neta Diaria

## SIMBOLOGÍA

KW	Kilovatios
HP	Caballos de fuerza
Kg	Kilogramos
Km	Kilómetro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m <sup>3</sup> /h	Metro cúbico por hora
L/min	Litros por minutos
Km/Gl	Kilómetro por galón
PSI	Libras por pulgada cuadrada
RPM	Revoluciones por minuto

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 2.1 Diagrama de Proceso de Producción.....	15
Figura 2.2 Diagrama de Proceso de Comercialización.....	16
Figura 2.3 Diagrama de Proceso Administrativo.....	17
Figura 3.1 Diagrama de Proceso Según Factor de Disponibilidad....	35
Figura 3.2 Diagrama de Proceso Según Factor de Gestión.....	37
Figura 3.3 Bomba Sihi Cehk.....	51
Figura 3.4 Vista Interior de Bomba Sihi Cehk.....	52
Figura 3.5 Compresor Corken 691.....	55
Figura 3.6 Bomba Corken Z-2000.....	60
Figura 4.2 Variación de Tiempos.....	114
Figura 4.3 Variación de RR-HH.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.	
Tabla 1		Tiempo Empleado Por Proceso 31
Tabla 2		Mantenimientos Sencillos 44
Tabla 3		Mantenimientos Programados 46
Tabla 4		Planilla de Mantenimientos Periódicos Sencillos 47
Tabla 5		Planilla de Mantenimientos Programados 48
Tabla 6		Planilla De Mantenimiento Bomba Sihi Cehk 54
Tabla 7		Planilla De Mantenimiento Compresor Corken 691 57
Tabla 8		Planilla De Mantenimiento Bomba De Granelero Z-2000 61
Tabla 9		Planilla De Mantenimiento Motor John Deere 63
Tabla 10		Planilla De Mantenimiento Generador Porter Cable 66
Tabla 11		Planilla De Mantenimiento De Camiones Kodiak 67
Tabla 12		Planilla De Mantenimiento Rozadora 68
Tabla 13		Planilla De Mantenimiento Motores Eléctricos 68
Tabla 14		Planilla De Mantenimiento Bomba R.C.I 69
Tabla 15		Grados De Incidencia De Paradas No Programadas 93
Tabla 16		Perdidas Anuales Por Paradas No Programadas 94
Tabla 17		Perdidas Por Fallas A Equipos 96
Tabla 18		Costos Por Implementación De Programa En Transporte 97
Tabla 19		Perdidas Por Deterioros En La Planta 98
Tabla 20		Costos Por Implementación De Programa En El Área De Planta 99
Tabla 21		Perdidas Por Mantenimientos Emergentes 101
Tabla 22		Costos De Mantenimientos Programados 102
Tabla 23		Últimos Mantenimientos Realizados 107
Tabla 24		Variación Programado Vs Real 113

# ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1      Ubicación De Áreas De La Planta Austrogas-Ventanas

## INTRODUCCIÓN

En el año 2007 el gobierno recién electo a fin de cumplir con una de las propuestas de su campaña decide implementar un nuevo tipo de GLP, el cual sería empleado para el consumo del sector Agroindustrial del país específicamente en las provincias de Los Ríos y El Guayas. Este producto se comercializaría bajo la denominación de GLP Agroindustrial. El proyecto se empezó a desarrollar con los comerciantes de las zonas de Ventanas y Montalvo, cantones de la provincia de Los Ríos que en la última década sufrían de desabastecimiento de GLP domestico el mismo que se empleaba a gran escala en el secado de Gramíneas, desabastecimiento que afectaba al estado y a las familias de escasos recursos económicos de dichos cantones. A mediados del 2007 se desarrollaron las primeras reuniones entre el Ministro de Agricultura y los involucrados en el consumo de GLP para el secado agroindustrial, tras meses de conversación a inicios del 2008 el Gobierno Nacional a través de la Compañía de Economía Mixta Austrogas impulsa el proyecto de montar una planta en el sector.

A finales del mes de Febrero del 2008 Austrogas y su equipo de técnicos se desplaza a la región costa y empieza a realizar las adecuaciones para abastecer del combustible a quienes lo requieren.

Empieza el proyecto monumental de colocar instalaciones centralizadas de GLP al granel en todos los comerciales dedicados al secado de granos y mientras tanto a la par se empezó a despachar GLP Agroindustrial en cilindros de 15 kilogramos, estos cilindros fueron la base para introducir el GLP denominado por Petrocomercial, ahora EP Petroecuador, bajo el ítem 14 con nombre GLP SECADO AGRI.

El ingreso de los cilindros al mercado permitió obtener una proyección de la acogida que tendría el proyecto ya que lograron evitar el desabastecimiento de gas domestico en las provincias de incursión y a la vez no representaron molestias de última hora como readecuaciones de los sistemas de secado ya que se empleo un cilindro similar al de uso domestico.

Paralelamente a la incursión del cilindro agroindustrial en las Provincias de Los Ríos y Guayas se montó una planta provisional de Almacenamiento y Comercialización de GLP al Granel en el Cantón Ventanas de la Provincia de Los Ríos, cabe mencionar que desde esta misma planta se realizaba la distribución del cilindro Agroindustrial. Las actividades comerciales se desarrollaban con normalidad, sin embargo para continuar con lo planeado el Gobierno Nacional el 29 de abril del 2008 mediante Acuerdo Ministerial No. 139 publicado en Registro Oficial No. 326 dio la disposición expresa para el

uso de GLP agroindustrial en bombonas de 15 kg para el secado de granos (maíz, arroz y soya) por un plazo de 120 días. Durante este periodo la C.E.M. Austrogas despachó GLP agroindustrial en cilindros, mientras tanto se estaba montando la que el día de hoy es una planta de Almacenamiento de GLP al granel con capacidad para 250 toneladas con equipos para su comercialización, entre estos equipos existen dos bombas de 90 GPM cada una, dos compresores con una capacidad de trasiego de 360 GPM (80 m<sup>3</sup>/h) cada uno y lo principal la adquisición de dos camiones cisternas con capacidad de 14 m<sup>3</sup> para transporte y entrega de GLP equipados con un sistema de descarga completo. A pocos días de cumplirse el plazo establecido por el gobierno, el 26 de Agosto del 2008 se procedió a inaugurar la planta que sería denominada Planta Austrogas Ventanas.

A partir de estas fechas la planta empezó a operar de manera normal y sin mayores complicaciones debido a que los consumos fueron racionales y ningún equipo, máquina o vehículos fueron forzados, a tal punto que en los tres primeros meses del año siguiente los consumos fueron muy deficientes, no obstante el proceso de colocación de instalaciones centralizadas ya tenía un año de progreso y la cartera de clientes se había triplicado, un hecho que no tuvo trascendencia ya que la infraestructura estaba nueva, arranca la cosecha del 2010 con una cartera de clientes que aumento en un 40% con

respecto al 2009 y la eficiencia en la producción bajo a tal punto que un 25 % de clientes recibía su producto a destiempo.

Es entonces cuando nace la idea implementar un programa de mantenimiento, el cual tendrá como objetivo mejorar los sistemas de recepción y despachos de GLP y que dará mayores índices de seguridad y eficiencia a la empresa. Este plan contemplará mantenimientos periódicos y sencillos a la infraestructura de la planta y mantenimiento planificado a los equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos que intervienen en el proceso de trasiego de GLP, se presentará un plan de mejora respaldado por un análisis económico que demuestre los beneficios que obtiene la empresa con el desarrollo del presente proyecto.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

El entorno empresarial es cada vez más competitivo debido al desarrollo continuo de nuevas tecnologías y a la incursión en el mercado de nuevos productos que ofrecen mayor eficiencia que sus versiones anteriores, lo cual ocasiona que la competitividad no solo dependa de la técnica del proceso productivo sino también de los sistemas, programas y procesos que intervienen en la denominada Cadena del Valor de una empresa u organización.

Sin embargo no hay que perder de vista el hecho de que solamente integrando todos los departamentos de una empresa en procedimientos bien formulados y con técnicas innovadoras se logrará un desarrollo altamente competitivo de esta independientemente de su área de acción.

Razones como esta obligan a que las empresas se adapten a su entorno y saquen el mayor provecho posible del mismo, eliminando procesos y costumbres obsoletas adaptándose a métodos actuales que la llevarán a convertirse en una organización altamente competitiva.

### **1.1. Antecedentes.**

El tema del mantenimiento si bien es cierto es un tema al que los jefes de producción de cada empresa le dan su determinada importancia, no obstante en la mayoría de las empresas no tienen un plan de mantenimiento determinado por lo que recurren a reparaciones.

La vasta experiencia de los técnicos de mantenimiento en algo ayuda, sin embargo la falta de un programa u orden cronológico para realizar tareas de mantenimiento ocasionan que las fallas ocurran en el lugar que el técnico menos lo espera o peor aún que el repuesto necesario no se encuentre en la bodega.

En años anteriores y en lo que va del presente año la carencia de un programa de mantenimiento en la planta ha generado varios inconvenientes los cuales de manera directa o indirecta han

representado pérdidas económicas para la empresa y para los empleados de la misma.

## **1.2. Justificación.**

La correcta administración del mantenimiento es sin duda uno de los factores más importantes para el sector productivo de la empresa ya que si se presenta una falla y no se está preparado para afrontarla de manera inmediata, la empresa se verá afectada en todas sus áreas.

La idea fundamental de este proyecto es desarrollar un programa de mantenimiento que se acople de la forma más eficiente a las áreas de producción y comercialización de la empresa, ya que las exigencias del mercado en el caso de Austrogas Ventanas se pueden considerar extremas debido a que sus zonas de influencia se encuentran a distancias considerables la planta.

La posibilidad de imprevistos en la carretera y las políticas internas sobre los procesos de comercialización de GLP exigen que la planta en general funcione con un alto grado de eficiencia ya que el tener que esperar para que arranque un equipo o la necesidad de realizar procesos alternativos para el trasiego del GLP desde los tanques

estacionarios a los camiones cisternas provocan pérdidas de tiempo que desembocan en el incumplimiento de un pedido dañando las relaciones empresa-clientes.

### **1.3. Objetivos.**

El objetivo principal de la presente tesis de grado es implementar un programa de mantenimiento que abarque cada una de las áreas de la planta de la C.E.M. Austrogas Ventanas, planificando de manera ordenada la inspección de las mismas para de esta manera determinar las necesidades existentes y en base a ello plantear una metodología que permita a todas las áreas recibir la atención necesaria.

Para cumplir con el objetivo principal se enfoca los siguientes puntos en un orden específico de la siguiente manera.

1. Recorrer la planta de la C.E.M. Austrogas Ventanas.
2. Determinar las áreas que requieran un mantenimiento programado.
3. Determinar los distintos tipos de mantenimiento que requiera cada una de las áreas de la planta.

4. Revisar cada una de las áreas.
5. Presentar un programa de mantenimiento como solución a las falencias detectadas.
6. Diseñar un manual de mantenimiento para la C.E.M. Austrogas Ventanas.

#### **1.4. Metodología.**

El presente trabajo de tesis se desarrollará siguiendo una metodología basada en cinco ejes fundamentales. Los mismos que se presentarán en un orden específico de la siguiente manera.

##### **a. Determinación de las áreas que requieren mantenimiento.**

Se recopilará toda la información posible sobre los niveles de mantenimiento que han recibido las diferentes áreas de la planta para luego determinar el número exacto de las áreas en que se puede subdividir la planta y de acuerdo a ello ir generando un plan de mantenimiento específico.

##### **b. Identificación de los procesos que se desarrollan en cada área.**

Es probable que una o varias áreas de la planta no estén sujetas a procesos de producción y por ende no estén expuestas a desgaste por fricción, sin embargo el transcurrir del tiempo y los fenómenos climáticos dan lugar a deterioros notables. Por ello se analizará en base a varios factores las labores de mantenimiento que se requiere en cada área. Entre las principales labores de mantenimiento estarán las de inspección, limpieza y los mantenimientos específicos que cada área así lo requiera.

**c. Elaboración de un programa de mantenimiento para la planta de la C.E.M. Austrogas Ventanas.**

En base a datos obtenidos con las inspecciones y revisiones ya realizadas en cada una de las áreas, se procederá a elaborar un programa de mantenimiento que cubra la planta en general, el programa estará basado en una logística eficiente que permitirá realizar todos los trabajos en los tiempos y fechas adecuadas de manera que no se afecte el proceso de producción.

**d. Implementación del programa de mantenimiento elaborado.**

Se procederá a recopilar todos los datos posibles que arroje la ejecución de cada uno de los procesos del programa de mantenimiento que se empieza a implementar. Se tomara los

tiempos reales para de esta manera luego del primer mantenimiento de ser necesario aplicar reformas al programa inicial.

**e. Comparación de factores involucrados en los procesos.**

Se comparará factores como tiempo y calidad de los procesos de producción para finalmente, luego de la implementación del programa de mantenimiento proceder a presentar las respectivas conclusiones y recomendaciones.

**1.5. Estructura de la tesis.**

La estructura de la presente tesis estará constituida por cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación.

**Capítulo 1. Generalidades.-**

Se evidencia la importancia del tema de tesis denotando los objetivos que se persigue con el mismo, detallando la metodología a seguir y los puntos que estructuran el presente trabajo.

**Capítulo 2. Planificación del proceso a seguir previo a la elaboración del programa de mantenimiento.-**

Se tomará en cuenta todos los factores que de una u otra forma intervienen en los procesos de mantenimiento que se requiere llevar a cabo. Se dividirá la planta en zonas estratégicas y se determinará los tiempos requeridos para efectuar mantenimientos de alta calidad a fin de cumplir con los objetivos del presente proyecto de tesis.

### Capítulo 3. Desarrollo del programa de mantenimiento.-

Se realizarán las inspecciones y chequeos necesarios de las áreas en las cuales previamente se determinó que existía la necesidad de implantar algún tipo de mantenimiento, para luego diseñar formatos que permitan controlar el desarrollo del programa de mantenimiento y finalmente se analizará el impacto económico que generará la implementación del proyecto.

### Capítulo 4. Implementación del programa de mantenimiento.-

Ya una vez introducidos en el proceso de implementación se tomarán tiempos, se evaluará si los formatos realizados son los adecuados o si hay que modificarlos a fin de obtener los datos y autorizaciones suficientes para un determinado proceso.

El proyecto empezará a tomar cuerpo y se establecerán fechas calendario tomando un punto de partida para la ejecución de labores

de mantenimiento, las mismas que estarán programadas de acuerdo a horas de trabajo.

Por último se procederá a realizar fichas técnicas de los procesos de mantenimiento efectuados a una determinada área o equipo.

#### Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones.-

Se presentará los resultados obtenidos mediante la implementación del programa de mantenimiento dejando carta abierta para que en base a recomendaciones el programa sea modificado con el objetivo principal de obtener el más apropiado para la planta.

# **CAPÍTULO 2**

## **2. PLANIFICACIÓN DEL PROCESO A SEGUIR PREVIO A LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.**

### **2.1. Descripción de los procesos.**

Como ya se menciona antes la planta está sujeta a procesos sencillos los mismos que a la vez se tornan fundamentales e indispensables para su funcionamiento.

Entre los procesos que se llevan a efecto en la planta de Austrogas Ventanas se tiene los siguientes:

### Proceso de Producción.-

La C.E.M. Austrogas Ventanas ejecuta un proceso de producción que es bastante sencillo siempre y cuando los equipos involucrados en el proceso de trasiego se encuentren operativos.

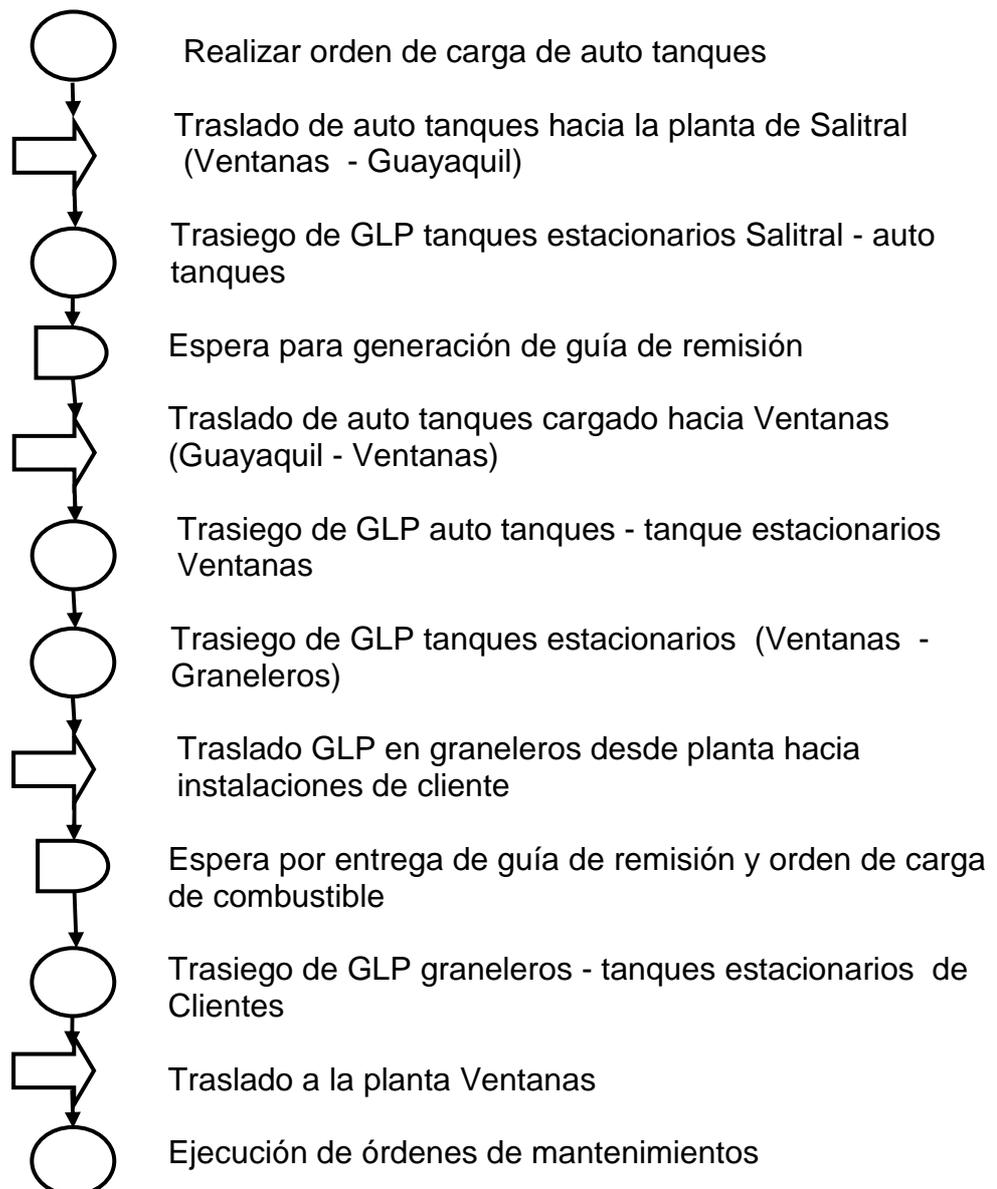


FIGURA 2.1 DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN

### Proceso de Comercialización.-

Es un proceso que afecta directamente la planificación del proceso de producción debido a que los puntos de entrega de GLP están ubicados a distancias que van desde 2 hasta 130 km de la planta, si a esto se le agrega algún tipo de imprevisto por cierre de carreteras o una falla mecánica del vehículo se torna casi imposible determinar en qué tiempo se requerirá arrancar los equipos de la planta para una nueva carga del granelero. Por lo tanto es importante tenerlo presente.

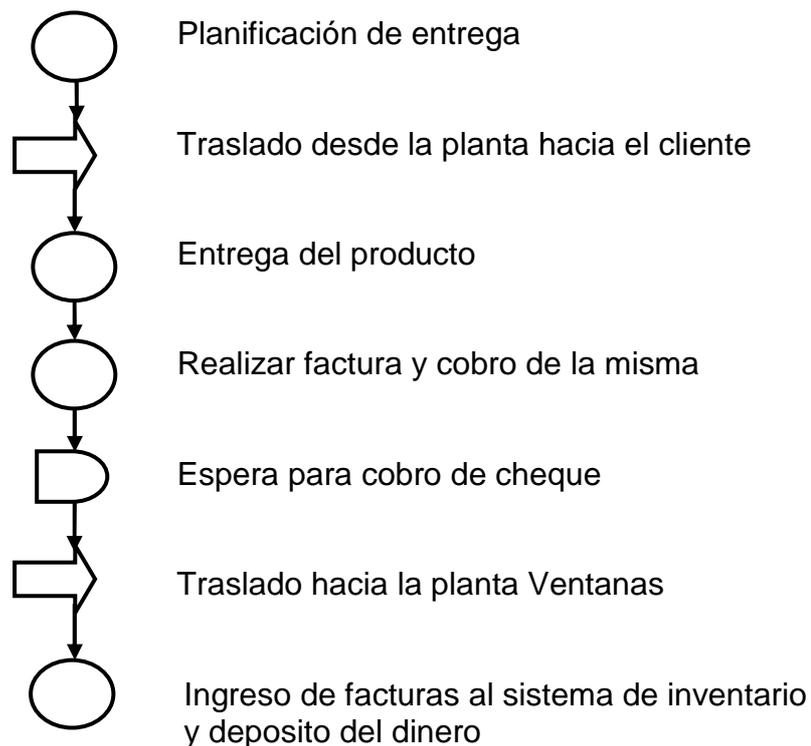


FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN

### Proceso Administrativo.-

Es sin duda un proceso no menos importante que los anteriores, ya que mediante los trabajos realizados en oficina se desarrollan los procesos de control de la comercialización de GLP. Este proceso es fundamental y su correcto desarrollo evita contratiempos como demorar la salida de un vehículo debido a que no ha completado todos los documentos que exigen las entidades de control de tránsito.

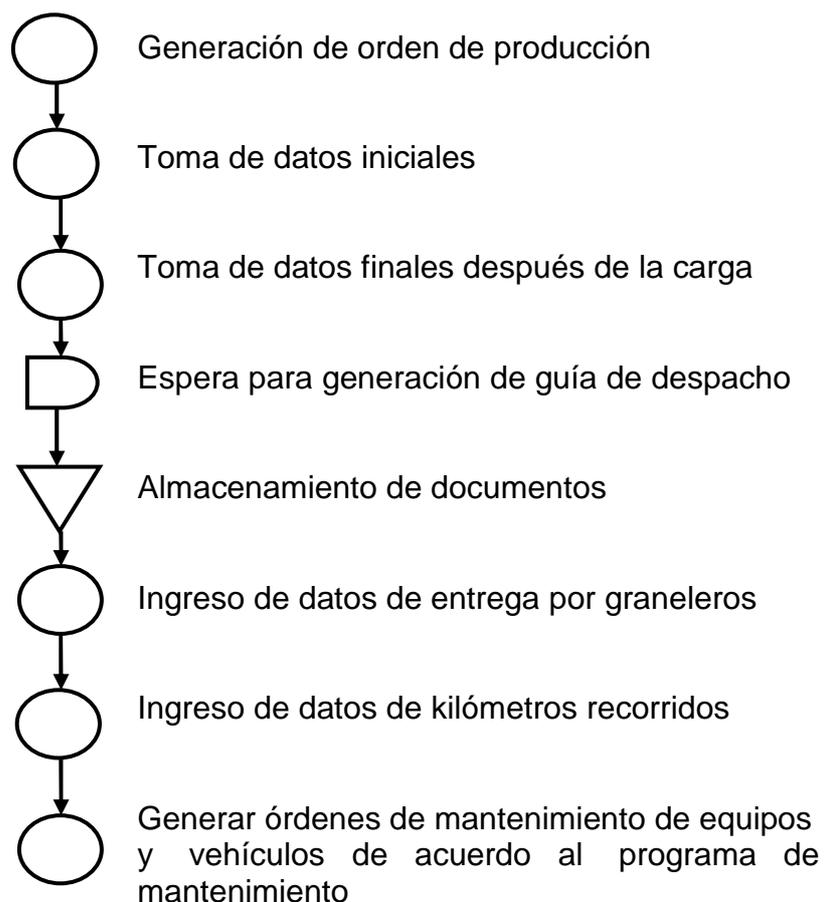


FIGURA 2.3 DIAGRAMA DE PROCESO ADMINISTRATIVO

## **2.2. Análisis de estrategias a seguir para obtener un programa de mantenimiento eficiente.**

Si bien es cierto en las últimas décadas se han desarrollado un sin número de técnicas de mantenimiento, no obstante la mayoría de estas están enfocadas en primer lugar a medianas y grandes empresas y en segundo lugar a procesos de producción.

Algo que no va de acuerdo con la Empresa en la cual se desarrollara el presente proyecto, sin embargo se emplearán conceptos básicos de mantenimiento y de ser necesario se combinarán varias técnicas para de esta manera sin tener un departamento netamente de mantenimiento lograr que el departamento de operaciones de la planta obtenga a corto plazo un proceso de mantenimiento enfocado en seis pilares fundamentales que son:

1. Organización.
2. Enfoque en la mejora continua.
3. Educación y entrenamiento.
4. Calidad en los procesos de Mantenimiento.
5. Correcta Administración de recursos.
6. Higiene, Seguridad Industrial y Manejo Ambiental

Puntos fáciles de mencionar, pero que en la práctica se tornan complicados más aún en el caso de la C.E.M. Austrogas Ventanas ya que carece de un programa de mantenimiento que regule, corrija y evite que los procesos de producción y administración se vean afectados.

En base a los objetivos de la presente tesis es necesario analizar los conceptos de varias técnicas y enfocarlos a los procesos que se realizan diariamente en la empresa.

#### **Mantenimiento Correctivo.**

También denominado mantenimiento reactivo, tiene lugar cuando se presenta un error en lo programado. Para la planta este no es el caso, al menos no en la actualidad ya que se carece de un plan de mantenimiento y por ello no se puede medir una falla del mismo. En la planta actualmente se recurre a reparación cuando ocurre una determinada falla.

Por otra parte es bastante probable que a futuro el programa de mantenimiento se maneje bajo este concepto, lo cual no sería bueno para el presente proyecto ya que se expondría a las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, por tanto los ciclos productivos posteriores se detienen a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, ocasionando que por falta de recursos económicos no se logre dar solución a un proceso pendiente.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

### **Mantenimiento Planificado.**

Es el mantenimiento que sin duda se empleará ya que la planta no cuenta con equipos sofisticados como para aplicar un mantenimiento predictivo y el mercado en el que se desenvuelve tampoco cuenta con la tecnología suficiente para proporcionar este tipo de servicios. La planificación o programación se realizará a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los mismos que determinarán el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Este tipo de mantenimiento presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios a la mano.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

Ya manejando algunos conceptos sobre los procesos o tipos de mantenimientos que se emplean en el medio y teniendo claro el que se adapta de mejor forma a la empresa, se procede en base a las características del mismo a plantear la estrategia que se empleará para obtener un programa de mantenimiento eficiente.

Esta estrategia estará enfocada en cinco pasos.

1. División por áreas de las instalaciones de la planta, se refiere a una división que permita clasificar los procesos y a la vez identificar cuáles son las áreas más críticas en lo que a procesos de mantenimiento se refiere.
2. Ya con esta división se procede a analizar factores que servirán para clasificar los procesos, entre estos factores se analizará disponibilidad, tiempo requerido y técnica requerida.
3. Usando la información obtenida en el paso anterior se procederá a programar frecuencias de mantenimiento de acuerdo a los manuales de los equipos y las recomendaciones de los proveedores.
4. Con un cuadro en el cual se puede ir agregando fechas de últimos mantenimientos se estará listo para programar actividades repetitivas con frecuencias diarias, semanales, mensuales o anuales.
5. El cuadro de actividades se cargará a un programa utilitario. Acto seguido y a fin de cumplir con lo planteado en el presente proyecto de tesis se diseñarán formatos que se emplearán para poner en marcha la implementación del programa.

De aquí en adelante se trabajará apegado a estos puntos.

### **2.3. División por áreas de las instalaciones de la planta.**

Una vez analizada y enunciada la ideología o método a seguir para la implementación de un programa de mantenimiento en la planta de la C.E.M. Austrogas Ventanas es necesario continuar con los puntos según la estrategia planteada y esta consiste en proceder a dividir la planta por áreas.

Para tener una idea con respecto a la ubicación de cada uno de los equipos o zonas que serán cubiertas por el programa se las señalará en un plano general de la planta, el mismo que cuenta con la información necesaria para que cualquiera que ingrese a la planta y revise el plano sepa en qué lugar encontrar una determinada área. Este plano se encuentra en el Anexo 1.

La planta está constituida por dos departamentos, operaciones y comercialización, el departamento de comercialización como es de esperarse no tiene nada que ver con las tareas de control de todo lo que está en la planta, por lo tanto la responsabilidad del cuidado y conservación de las áreas y equipos de la planta corresponderá al

jefe de planta, en este caso el Jefe de Operaciones y su departamento.

Una vez identificado el departamento responsable de la ejecución de un plan o programa de mantenimiento se procederá con la metodología planteada, se empezará entonces a dividir la planta en varias áreas. A continuación se presentarán las áreas en las que se dividirá la planta:

#### **Oficinas.-**

El área de oficinas es sin duda una de las áreas en la que el proyecto de tesis tendrá menor influencia. El programa de mantenimiento en lo que respecta a esta área deberá contemplar horas de trabajo destinadas a labores de limpieza y cuestiones de actualización o instalación de software que garanticen la operatividad de los equipos de oficina.

Los procesos que se llevarán a efecto son procesos rápidos que van de una a tres horas de trabajo como máximo en el caso extremo en el que sea realizado por una sola persona.

**Jardinería y Pintura.-**

Está claro que la incidencia en el mantenimiento de lo que será denominado como el área de jardinería y pintura no afecta de manera directa la productividad o rentabilidad de la empresa, sin embargo si servirá para mantener la planta en buen estado garantizando la seguridad de la misma teniendo en cuenta que tanto la maleza como las condiciones ambientales deterioran la planta y el estado de la pintura de la misma.

A diferencia que las labores de oficina es probable que existan labores que demanden mayor tiempo de ejecución, no obstante el movimiento comercial de la empresa permite que estos se realicen en los meses de baja producción los cuales brindan las facilidades y el tiempo necesario para este tipo de labores.

**Mecánica.-**

Es el área de mayor importancia en lo que a trasiego de GLP se refiere ya que no incluye solamente a los equipos sino también el sistema de tuberías y accesorios a través de los cuales se transporta el GLP.

En el desarrollo de la presente tesis de grado se requiere un punto de partida que permita aprovechar de la mejor manera el tiempo y los

recursos que existan para así garantizar una programación adecuada y una implementación exitosa, por ello en vista de que el área mecánica es la de mayor trascendencia en cuanto a mantenimiento se refiere será esta el punto de partida.

Es necesario mencionar que los equipos involucrados en esta área requieren mayor tiempo de ejecución de tareas de mantenimiento, las mismas que tiene una elevada frecuencia en la temporada crítica. Partiendo de este punto de vista y considerando que el presente proyecto se crea con la intención de garantizar una alta eficiencia operativa de la planta, se puede decir con certeza que el área mecánica será el punto de partida para la elaboración del programa de mantenimiento.

### **Eléctrico.-**

Es sin duda un área de la cual depende el funcionamiento de la planta ya que se sirve del fluido eléctrico para realizar el 90% de los procesos que se desarrollan en la misma, de allí la importancia de requerir del más adecuado programa de mantenimiento que mantenga un alto grado de operatividad del sistema eléctrico y de las demás áreas.

## **2.4. Identificación de áreas prioritarias de mantenimiento.**

De acuerdo a lo descrito anteriormente el área prioritaria es el área mecánica, en esta se desarrollan varios procesos importantes de la empresa los mismos que se detallarán a continuación.

### **Trasiego de GLP.-**

En el área mecánica el tema del trasiego es fundamental debido a que del buen funcionamiento de las bombas y compresores depende el hecho de poder almacenar el GLP para luego despacharlo a los autotanques denominados Graneleros.

### **Transporte de GLP.-**

Como se describió anteriormente la empresa se dedica netamente a la comercialización de GLP al granel, es por ello que el tema del transporte de GLP desde la planta hacia los clientes es algo que requiere toda la prioridad del caso y que va ligado con el trasiego en planta, no solo porque requiere que los equipos en planta funcionen a la perfección sino porque los vehículos graneleros que transportan GLP llevan también a mas de los componentes normales de cualquier camión un toma fuerza acoplado al cigüeñal del motor el mismo que acciona un sistema de bomba, tuberías y accesorios que permiten realizar el trasiego de GLP en las instalaciones

centralizadas de GLP que poseen cada uno de los clientes de la empresa.

Este sistema de bombeo más las partes de los camiones que requieren mantenimientos periódicos de inspección, calibración y regulación originan que el programa de mantenimiento a implementarse le dé un alto grado de importancia al proceso de transporte y que incluso requiera mayor atención y frecuencias en lo que a revisiones y mantenimientos se refiere.

#### **Tubería y Válvulas.-**

Si bien es cierto se encuentran incluidas en el área mecánica, no obstante son menos propensas a fallas y mientras tengan un correcto uso no presentarán problemas, sin embargo esto no significa que una anomalía en cualquier accesorio o en la misma tubería deberá dejarse pasar por alto, es preciso tener presente que el fluido que transportan es altamente inflamable. De ahí el hecho de que más por razones de seguridad y no de inoperatividad se requiere un mantenimiento minucioso de las tuberías y accesorios para garantizar la total hermeticidad en todas las líneas que sirven para trasladar el fluido. Una fuga pone en riesgo la planta, a las personas que en ella laboran, a la comunidad que la rodea y además impide

que los procesos correctivos se realicen con normalidad. El GLP en los tanques de almacenamiento y tuberías se encuentra presurizado, sin embargo de existir una fuga al ambiente el fluido queda expuesto a la presión atmosférica, presión a la cual multiplica su volumen en 273 veces, es decir un litro de GLP líquido presurizado en los tanques y tuberías equivale a 273 litros de GLP de vapor cuando sale a la atmósfera. Por ello una fuga ocasiona una nube de GLP que impide en primer lugar la visión y segundo la operatividad de los equipos que estén cercanos a la fuga, esto último ocurre porque el GLP es un fluido que en estado líquido al contacto con la piel es capaz de ocasionar quemaduras de tercer y segundo grado, es decir quemaduras en frío ya que el fluido se encuentra a  $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **Máquinas de poca frecuencia de uso.-**

Como lo dice el nombre se citará máquinas que pasan el 90% del tiempo en estado de reposo pero que en su momento se vuelven las más importantes de la planta, entre ellas existe un Generador de 150 KW, un generador pequeño de 9 HP y la bomba de la Red Contra Incendios. El primero es un equipo viejo accionado por un motor de combustión interna de la misma edad del generador, el generador de 9 HP es nuevo y la bomba contra incendios es una máquina nueva que se acciona mediante un tablero eléctrico. Estas máquinas

requieren ser incluidas en el programa para mediante un excelente proceso de mantenimiento de las mismas se pueda garantizar su uso en el momento en que se las necesite. Se deberá plantear un horario de encendido de las mismas para garantizar que estas se encuentran operativas y no tener sorpresas al momento de alguna emergencia.

## **2.5. Determinación del tiempo requerido para cada proceso.**

Según lo planteado anteriormente el presente proyecto de tesis se desarrollará partiendo de la clasificación por áreas que se realizó. Se analizarán entonces una serie de procesos de mantenimiento a llevar a cabo y los factores que intervendrán al momento de fijar una frecuencia de trabajos a realizar la misma que estará basada en los tiempos requeridos para los respectivos trabajos y en los factores que afectan el proceso de producción de la planta.

Los factores que afectan un determinado trabajo de mantenimiento serán analizados en el siguiente capítulo, sin embargo es necesario desde este capítulo establecer de manera aproximada los tiempos reales que requiere realizar todo un proceso de mantenimiento de acuerdo al programa que se implementará.

En la tabla 1 se denota tiempos tomados en condiciones ideales, es decir sin acciones que aceleren o retrasen la parte de control, autorización y ejecución de los mantenimientos en general.

TABLA 1  
TIEMPO EMPLEADO POR PROCESO

<b>TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>TIPO</b>	<b>TIEMPO DE TRAMITE SOLICITUD Y ORDEN DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO</b>
Engrasado de Bombas de Graneleros	Sencillo	20 minutos	10 minutos
Limpieza e inspección de Cuarto de Generador	Sencillo	No aplica	20 minutos
Limpieza de Transformador	Complejo	20 minutos	2 horas

En base a la tabla 1 se puede clasificar los tiempos de acuerdo al tipo de proceso que se va a realizar. Entre estos procesos están los siguientes:

**Procesos de Inspección y Limpieza.-**

Son procesos cortos y sencillos de realizar con la pequeña excepción de la limpieza de la maleza, la cual involucra alrededor de dos semanas de trabajo, esta y otras actividades de limpieza se describirán en la tabla de labores de cada área.

#### **Procesos de lubricación, calibración y ajuste.-**

Son procesos que tienen una determina frecuencia de ejecución, la misma que la da el fabricante o la antigüedad del equipo junto con factores que van de la mano con los desgastes que sufre la máquina debido a las condiciones de trabajo y al medio circundante donde actúa.

Estos procesos pueden ser realizados en periodos cortos que van desde veinte minutos hasta periodos largos que toman más de cuatro horas dependiendo de la accesibilidad del elemento a intervenir y de las herramientas con las que se cuente para realizar el proceso de mantenimiento.

#### **Sustitución de elementos fatigados.-**

Al igual que los procesos de lubricación su duración depende mucho de la accesibilidad del elemento a sustituir a tal punto que en ciertos casos se requiere máquinas especiales para el desensamble o

extracción de un determinado elemento. Cuando se presentan inconvenientes de desgaste producidos por el trajín propio de determinados elementos los tiempos se prolongan ya que los ejecutores del mantenimiento se ven obligados a realizar desmontajes no programados que retrasan la ejecución y llevan a darle una duración de hasta más de un día.

Tres tipos de procesos que diferencian una tarea de otra y que por ende como se planeo en la estrategia serán factores que pesarán al momento de programar una determinada actividad.

# **CAPÍTULO 3**

## **3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

### **3.1. Análisis de los Factores que influyen en la elaboración del Programa de Mantenimiento**

En el capítulo anterior se estableció las áreas sobre las cuales tendrá influencia el presente programa de mantenimiento y se realizó también un esquema general de las necesidades de mantenimiento de cada una de acuerdo a factores que según la naturaleza de la empresa y su mercado de incidencia son la clave para elaborar un programa de mantenimiento efectivo, sin embargo la ingeniería del diseño de las máquinas y sus componentes orientan en otro sentido con respecto a la forma y frecuencia de mantenimientos que un determinado equipo necesita.

En el anexo 2 se presenta el listado de las distintas áreas en las que estará basado el programa de mantenimiento, cada una denota equipos o sub áreas que requieren mantenimiento para conservar su estado o garantizar su función, cabe mencionar que de todos los ítems que se listan son pocos los que requieren un mantenimiento minucioso que implique una hoja de cálculo o planilla de mantenimiento.

Del listado del anexo 2 se puede clasificar los distintos mantenimientos en base a dos factores que son disponibilidad y gestión.

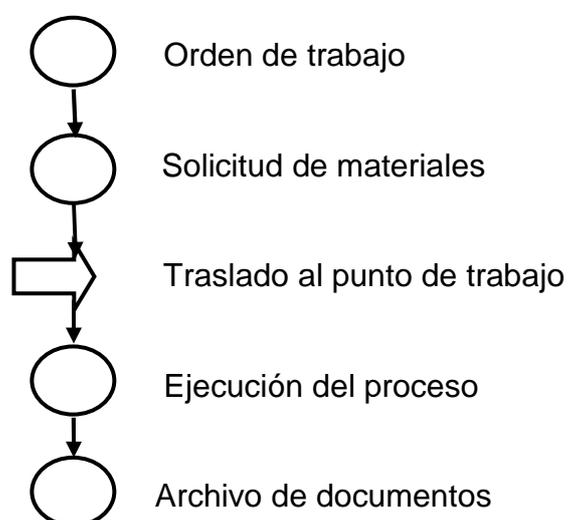


FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE PROCESO SEGUN FACTOR DE DISPONIBILIDAD

**Factor de Disponibilidad.-**

Estará basado en el mantenimiento para el cual existen las herramientas y capacitación necesarias para ser efectuadas por cualquier empleado de la planta sin necesidad de alquilar alguna herramienta especial o esperar a un técnico para que realice el trabajo.

Del listado efectuado se puede considerar que las áreas de oficinas y jardinería y pintura estarán siempre bajo este factor y de estos se realizarán formatos basados en solicitud y órdenes de trabajo.

Los mantenimientos con un alto factor de disponibilidad son sin duda los que permitirán que el programa aproveche al máximo las horas laborables de los empleados reduciendo costos y garantizando cumplir con el objetivo del proyecto.

**Factor de Gestión.-**

Tendrá mucho que ver con la gestión del encargado del mantenimiento de la planta, el cual en base al programa realizado deberá solicitar repuestos y herramientas adecuadas para un determinado mantenimiento, de ser necesario la presencia de un técnico para que efectúe los trabajos.

Las áreas mecánicas y eléctricas en su mayoría están dotadas de máquinas o elementos que requieren de herramientas especiales y de un técnico con experiencia en determinados tipos de mantenimiento.

No obstante en estas áreas existen trabajos de inspección, calibración y limpieza que tienen con un alto factor de disponibilidad, los mismos que al momento de realizar la programación serán tomados en cuenta para que de una u otra forma no sean considerados como labores de gestión sino mas bien se disponga realizarlos en los tiempos que garanticen mayor eficiencia al programa.

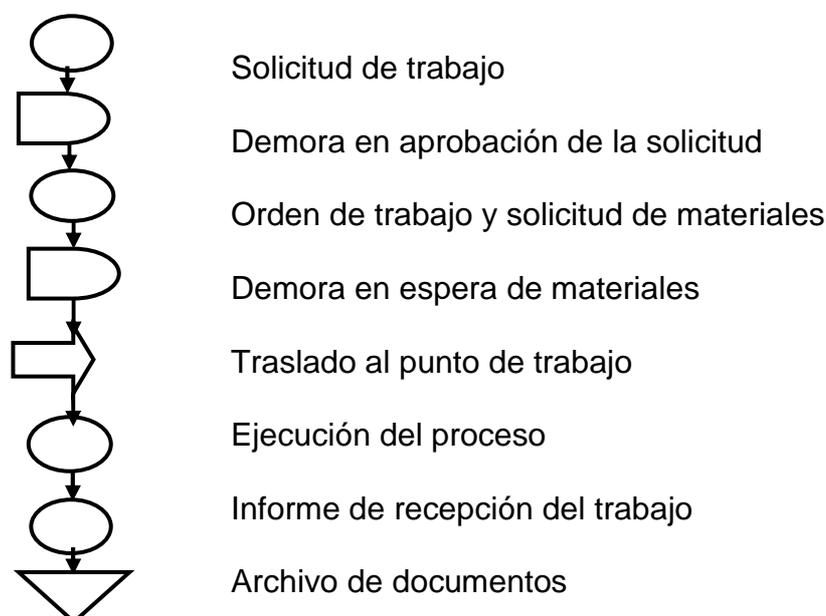


FIGURA 3.2 DIAGRAMA DE PROCESO SEGÚN FACTOR DE GESTIÓN

De estos equipos se realizarán formatos basados en solicitud de trabajo, hoja de control de inspección, lubricación y calibración, y órdenes de trabajo los mismos que se regirán a una planilla de mantenimiento.

En los que exista una disponibilidad elevada se reducirán simplemente al programa de inspección con la respectiva orden de trabajo, de existir la planilla de mantenimiento los trabajos de alta disponibilidad también deberán estar contemplados en la misma.

Sin importar el factor que denote los formatos de control de mantenimiento a seguir se elaborarán fichas técnicas de todos los trabajos de mantenimiento que se realicen a partir de la fecha de inicio de implementación del programa de mantenimiento.

Son estos sin duda dos factores cruciales a esta altura del proyecto, ya que permitirán realizar las apreciaciones logísticas necesarias para que el programa obtenga una alta eficiencia al momento de ser implementado.

Si bien es cierto se cuenta con dos factores importantes, no obstante la idea es obtener una clasificación lo más acertada posible de los procesos a efectuarse y continuando con lo que contempla el programa se procede a citar otros factores que deberán tomarse en cuenta.

### **Clasificación de los procesos de Mantenimiento de acuerdo al tiempo y la técnica requerida.-**

En base al análisis de otros factores como son el tiempo requerido para un trabajo de mantenimiento y la capacidad técnica para realizarlo de una manera eficiente, se procederá a clasificarlos como mantenimientos sencillos y mantenimientos programados.

#### **Mantenimiento Sencillo.-**

Se denominara mantenimiento sencillo a aquel mantenimiento que como su nombre lo indica es fácil de llevar a efecto y demanda tiempos no mayores a dos horas. Labores que si bien es cierto no demandan mucha técnica pero que sin embargo requieren ser efectuados de una manera ordenada y frecuente.

Aunque de mantenimientos sencillos se trate es necesario tener en cuanto que las mismas deben ser realizadas por personal que tenga

clara las restricciones que genera el estar en zonas donde se manipula el combustible y para ello las personas que se involucrarán en el proceso deben ser incluidas en todos los programas de capacitación de la empresa logrando así garantizar la seguridad de los ejecutores y de la planta en general. Aquellas personas que asistan a estas capacitaciones deberán transmitir a quienes no asistieron pero que sin embargo tiene asignadas tareas de mantenimiento de acuerdo al programa.

#### **Mantenimiento Programado.-**

Esta denominación corresponderá a aquellos mantenimientos que requieren una previa coordinación para ser llevados a cabo.

A diferencia del anterior en este caso la persona que deberá acudir a capacitaciones deberá ser el encargado del mantenimiento, teniendo en cuenta que estas capacitaciones deberán estar relacionadas con la parte de gestión y administración ya que las nuevas herramientas administrativas proporcionan mayor eficiencia en cuanto a calidad y tiempos de mantenimiento se refiere.

### **3.2. Programación de actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales mensuales o anuales.**

Luego de 30 meses de estar operando la planta y ya con un panorama bastante aproximado a la realidad futura de la empresa se torna indispensable disponer de un programa de mantenimiento que involucre todas las labores necesarias para que la planta se mantenga operativa.

Es este panorama el que permitirá empezar una programación de actividades de mantenimiento que garantizarán una operatividad altamente competitiva.

Ya definidas las áreas y en base a la complejidad, disponibilidad y gestión, requerida para los mantenimiento de cada área se desarrollará un programa de actividades diarias a realizar en la empresa.

En pleno conocimiento que la empresa tiene temporadas de producción baja, media y alta, y teniendo ya establecida una clasificación en base a disponibilidad y gestión requerida, las mismas que ya fueron subclasificadas de acuerdo a factores de tiempo y

técnica, se procederá a establecer las respectivas frecuencias de mantenimiento.

Para establecer las frecuencias de mantenimientos se tomará en cuenta dos parámetros los cuales son kilogramos de GLP despachados y horas de trabajo. Se plantea en base a dos parámetros debido a que estos no son proporcionales, es decir con las mismas horas de trabajo se entrega cantidades de GLP diferentes.

Basados en datos estadísticos se obtiene factores que se multiplicarán a las frecuencias programadas, el punto de partida será la temporada media para la cual no se aplicará ningún factor.

Los factores de la temporada alta en la cual en un mes se vende tres veces más de lo que se vende en un mes de la temporada media el factor será el 3 y en la temporada baja en la que las ventas disminuyen a un tercio por mes con respecto a la temporada media, el factor será 0,33.

Sin duda este tema en particular es indispensable para la programación, sin embargo inicialmente y en vista de tener 6 meses de temporada media se procederá a realizar un programa, en las

recomendaciones se planteará realizar modificaciones de acuerdo a cada temporada. Cabe aclarar que durante un periodo no se puede establecer cuando empezará una temporada ya que esto depende de los productores los cuales a su vez dependen del clima.

De acuerdo a esto y partiendo de la temporada media se procede a contabilizar las horas de trabajo para obtener la relación kilogramos/hora.

Trimestre = 1000000 Kg.

Día = 15151 Kg.

Con un promedio de 10 horas de trabajo diarias con despachos de alrededor de 15000 Kg. según las tablas de rendimiento de las máquinas de GLP obtenido de la página [www.corken.com](http://www.corken.com) se trabaja en un rango aceptable en lo que a equipos para trasiego de GLP se refiere.

Ya establecidas las horas diarias de labores y sabiendo que no se realizará la misma tarea dos veces en un día, se procederá a transformar estas horas a días, semanas y meses, lo cual permitirá

programar en fecha calendario cada uno de los mantenimientos que se definan en el presente proyecto.

En el Anexo 3 se observa la tabla de las tareas de mantenimiento a ejecutar, la misma que se elaboró en base a las frecuencias que se establecen a continuación.

El anexo 2 será el apoyo que servirá para clasificar los mantenimientos como sencillos o programados de acuerdo a lo definido anteriormente.

En la tabla 2 se detallan los trabajos de alta frecuencia que corresponden a los que se ha denominado Mantenimientos Sencillos.

TABLA 2  
MANTENIMIENTOS SENCILLOS

Labor de Mantenimiento	Factor	
Limpieza de Muebles y Equipos de oficina	Disponibilidad	Sencillo
Limpieza de Oficina	Disponibilidad	Sencillo
Mantenimiento de Equipos de oficina	Disponibilidad	Sencillo
Riego de Plantas	Disponibilidad	Sencillo
Limpieza de Sala de Bombas	Disponibilidad	Sencillo
Limpieza de Zona de Carga	Disponibilidad	Sencillo
Limpieza de Sala de Tableros	Disponibilidad	Sencillo
Limpieza de Sala de B.C.I.	Disponibilidad	Sencillo
Limpieza de Sala Generadores	Disponibilidad	Sencillo
Limpieza de Equipos de Jardinería	Disponibilidad	Sencillo
Mantenimiento de Rozadora	Disponibilidad	Sencillo

De todas las operaciones de mantenimiento a ejecutar las que no se consideran como sencillas pasan a ser llamadas Mantenimientos Programados y si bien es cierto existen algunos de alta frecuencia la administración de recursos para su ejecución requiere una previa planificación.

En los mantenimientos programados se tendrá también aquellos que son sencillos y de alta disponibilidad, pero que sin embargo requieren de varias horas de ejecución y que por ello se encontrarán en el grupo de los mantenimientos programados.

En la tabla 3 se presenta el listado de las operaciones de mantenimiento a ejecutar en la planta que fueron excluidas de los mantenimientos sencillos por razones ya analizadas anteriormente de acuerdo a los factores de disponibilidad, gestión, tiempo y técnica requerida para la ejecución de un determinado trabajo de mantenimiento.

TABLA 3  
MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS

Labor de Mantenimiento	Factor	
Limpieza de Paredes y Ventanas	Disponibilidad	Programado
Limpieza y revisión de Bodega	Disponibilidad	Programado
Control de maleza	Gestión	Programado
Limpieza y Pintado de Paredes Cerca	Gestión	Programado
Pintado de Paredes de Oficina	Gestión	Programado
Pintado de Tuberías en General	Gestión	Programado
<b>Mantenimiento de Bombas</b>	Gestión	Programado
<b>Mantenimiento de Compresores</b>	Gestión	Programado
<b>Mantenimiento de Graneleros</b>	Gestión	Programado
<b>Mantenimiento de Generador Kohler</b>	Gestión	Programado
<b>Mantenimiento de Generador 5 HP</b>	Gestión	Programado
<b>Mantenimiento de B.C.I.</b>	Gestión	Programado
Accionamiento de Equipos de poco uso	Disponibilidad	Programado
Mantenimiento de Tuberías	Gestión	Programado
Mantenimiento de Válvulas	Gestión	Programado
Limpieza de Paneles de control	Gestión	Programado
Mantenimiento de Luminarias	Gestión	Programado
Limpieza de transformador	Gestión	Programado
Mantenimiento Líneas de Alta Tensión	Gestión	Programado
Mantenimiento de Motores Eléctricos	Gestión	Programado

#### **Programación de Actividades para Mantenimientos Sencillos.-**

Como se definió anteriormente se partirá de la tabla 2 de los mantenimientos sencillos, estos por lo general corresponden a procesos de inspección visual y de limpieza los mismos deberán

tener una alta frecuencia de ejecución las mismas que se programarán a tal punto que no interfieran con alguna labor de mantenimiento programado.

TABLA 4

Planilla de Mantenimientos Periódicos Sencillos		
Cada 6 días de trabajo		
	Cada 2 días de trabajo	
		<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>
x		Limpieza de Muebles de oficina
x		Limpieza de Oficina
x		Limpieza de Equipos de oficina
	x	Riego de Plantas
x		Limpieza de Sala de Bombas
x		Limpieza de Zona de Carga
x		Limpieza de Sala de Tableros
x		Limpieza de Sala de B.C.I.
x		Limpieza de Sala Generadores
x		Limpieza de Equipos de Jardinería

Si bien es cierto se está planteando una frecuencia de mantenimiento a ejecutarse semanalmente, sin embargo los horarios se definirán en el siguiente capítulo.

### **Programación de Actividades para Mantenimientos Programados.-**

De la misma manera que con los mantenimientos sencillos, se presentará la tabla 5 que corresponde a las frecuencias de los mantenimientos programados.

TABLA 5

PLANILLA DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS				
OPERACIÓN A EJECUTAR	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
Limpieza de Paredes y Ventanas				X
Limpieza y revisión de Bodega		X		
Corte de maleza				X
Limpieza de Paredes Cerramiento				X
Pintado de Paredes de Oficina				X
Pintado de Tuberías en General				X
Mantenimiento de Bombas				X
Mantenimiento de Compresores				X
Mantenimiento de Graneleros	X			
Mantenimiento de Generador Kohler		X		
Mantenimiento de Generador 5 HP		X		
Mantenimiento de B.C.I.			X	
Accionamiento de Equipos de poco uso	X			
Mantenimiento de Tuberías				X
Mantenimiento de Válvulas				X
Limpieza de Paneles de control	X			
Mantenimiento de Luminarias				X
Limpieza de transformador				X

Existen mantenimientos que se realizarán a máquinas, las mismas que en base a su tiempo de trabajo en el caso de las antiguas o a los manuales del fabricante en el caso de las nuevas requieren estar sujetas a planillas de mantenimientos periódicos los mismos que se programarán de acuerdo a la tabla.

Una vez elaboradas las tablas de todos los mantenimientos a realizar en el proyecto se procederá a citar las máquinas que son de vital importancia para los intereses de la empresa y que están relacionadas directamente con la producción de la misma.

### **3.3. Establecer las necesidades de mantenimiento de acuerdo a los manuales de los equipos o recomendaciones de quienes los instalaron.**

Por lo general cuando se habla de mantenimientos en áreas técnicas, las mismas que para el presente caso son las áreas mecánica y eléctrica, se tiene en frente mantenimientos minuciosos que abarcan todos y cada una de las partes de un determinado equipo.

En base a las especificaciones de los fabricantes se procede a presentar planillas de mantenimientos periódicos a ejecutar de acuerdo a los tipos de máquinas instaladas en la Planta.

Estas planillas estarán basadas en las horas de trabajo del equipo, las mismas que de acuerdo a las temporadas serán multiplicadas por un factor que se definirá más adelante, es necesario recalcar que las frecuencias que se emplearán estarán establecidas para la temporada media.

De acuerdo a lo ya descrito son dos las áreas sobre las que se tratará a estas alturas del proyecto y se empezará por la que más operaciones de mantenimiento abarca.

De la tabla 3 los ítems remarcados con negritas, los mismos que en el Anexo 2 corresponden a los equipos con códigos M1, M2, M3, M4 Y M5, son equipos que tienen partes mecánicas que requieren de labores diarias de inspección, calibración, limpieza y lubricación.

A continuación se cita y describe cada una de las máquinas para luego elaborar su respectiva planilla de mantenimientos en base a datos estadísticos o a recomendaciones del fabricante del equipo.

### **Bomba Estacionaria para despachar GLP.-**

En conjunto con otros equipos mecánicos las bombas estacionarias son de las que más depende la producción de la planta y según los propios fabricantes estos equipos no requieren de mantenimientos frecuentes como otras máquinas ya que trabajan a temperaturas bajas que no aportan al desgaste de los elementos sino mas bien los conservan mejor, los elementos sometidos a fatiga como son los rodamientos tienen factores de seguridad de diseño elevados esto con la finalidad de impedir que se realicen desmontajes tempranamente para reemplazarlos.



FIGURA 3.3: BOMBA SIHI CEHK

Esta bomba, conocida como bomba de canal lateral o multi-etapa es una bomba que se la podría considerar estándar en cuanto a trasiego

de GLP se refiere, también es bastante utilizada en las plantas donde se bombea amoníaco NH<sub>3</sub>.

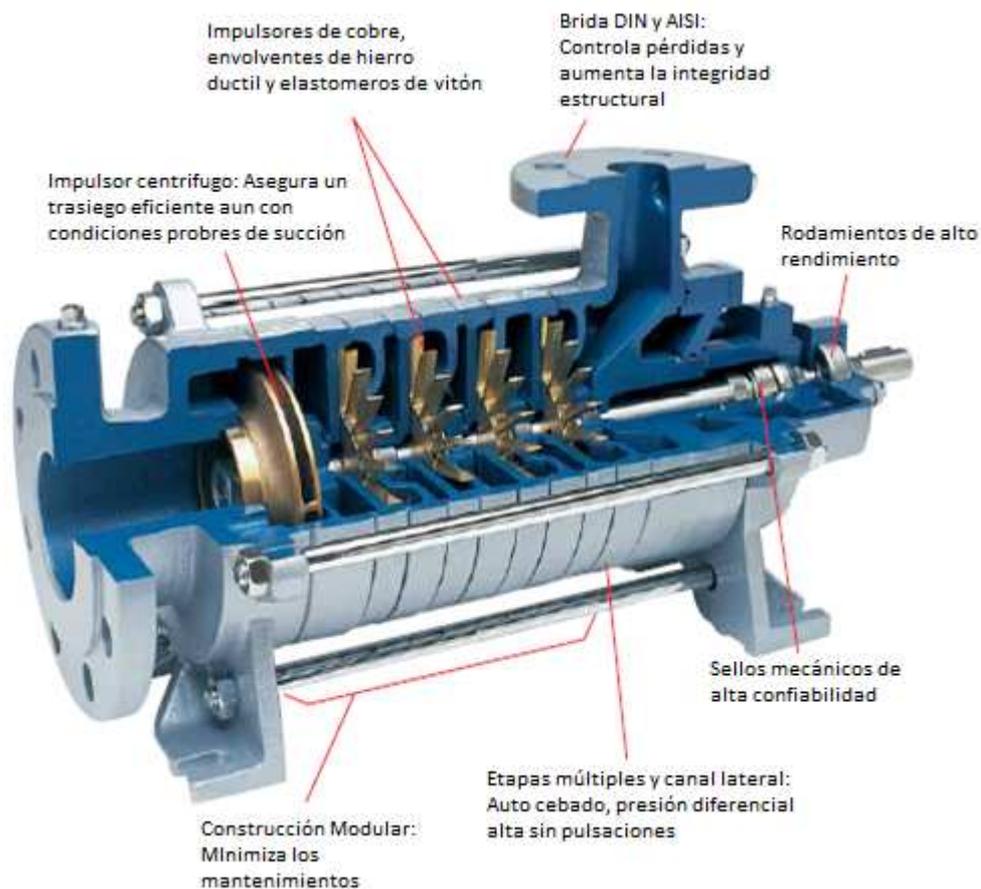


FIGURA 3.4: VISTA INTERIOR DE BOMBA SIHI CEHK

La figura 3.4. deja al descubierto las características del presente equipo, sin embargo se detalla cada una de ellas.

El diseño del impulsor centrífugo principal asegura un trasiego eficiente aun con condiciones pobres en la succión.

Este tipo de bombas puede tener de 1 a 8 etapas, en el caso de la instalada en planta es de 5 y es suficiente para procesos de trasiego con diferenciales de presión menores a 50 psi, para procesos de envasado donde los diferenciales de presión están sobre los 100 psi se requieren de 6 a 8 etapas dependiendo las condiciones del sistema.

Otra característica a destacar de estos equipos es la utilización de rodamientos de alto rendimiento que evita intervenciones tempranas al equipo sumado a un diseño modular que ahorra repuestos al momento de desensamblar el equipo.

Por último y quizá la característica principal de este equipo es el canal lateral que le provee un auto cebado evitando que el equipo se deteriore por falta de lubricación o enfriamiento. Le proporciona además una presión diferencial alta sin pulsaciones y una operación libre de problemas.

La bomba es accionada por un motor trifásico de 20 HP en relación directa con una velocidad de 1760 R.P.M.

TABLA 6

PLANILLA DE MANTENIMIENTO BOMBA SIHI CEHK					
Cada 1 día de trabajo					
Cada 6 días de trabajo					
Cada 24 días de trabajo					
Cada 72 días de trabajo					
Cada 144 días de trabajo					
Cada 768 días de trabajo					
<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>					
x					Revisar RPM del motor
x					Revisar presión de descarga de la bomba
x					Inspección visual completa
	x				Limpiar y mantener secos los alrededores de la bomba
		x			Inspeccionar y limpiar filtros
			x		Inspección de Válvulas
				x	Reemplazar Acoples
				x	Cambiar sellos mecánicos
				x	Cambiar los rodamientos y carbones internos

### Compresor para trasiego de GLP.-

Es la máquina más compleja de todas las que intervienen en el proceso de trasiego en una planta comercializadora de GLP.

Sus componentes deben estar perfectamente alineados y sincronizados al igual que un motor de combustión interna, ya que funciona con un cigüeñal, brazos, pistones y las determinadas válvulas que sincronizan los movimientos requeridos para obtener vapor de un recipiente (succión) y presurizarlo (descarga) hacia otro.

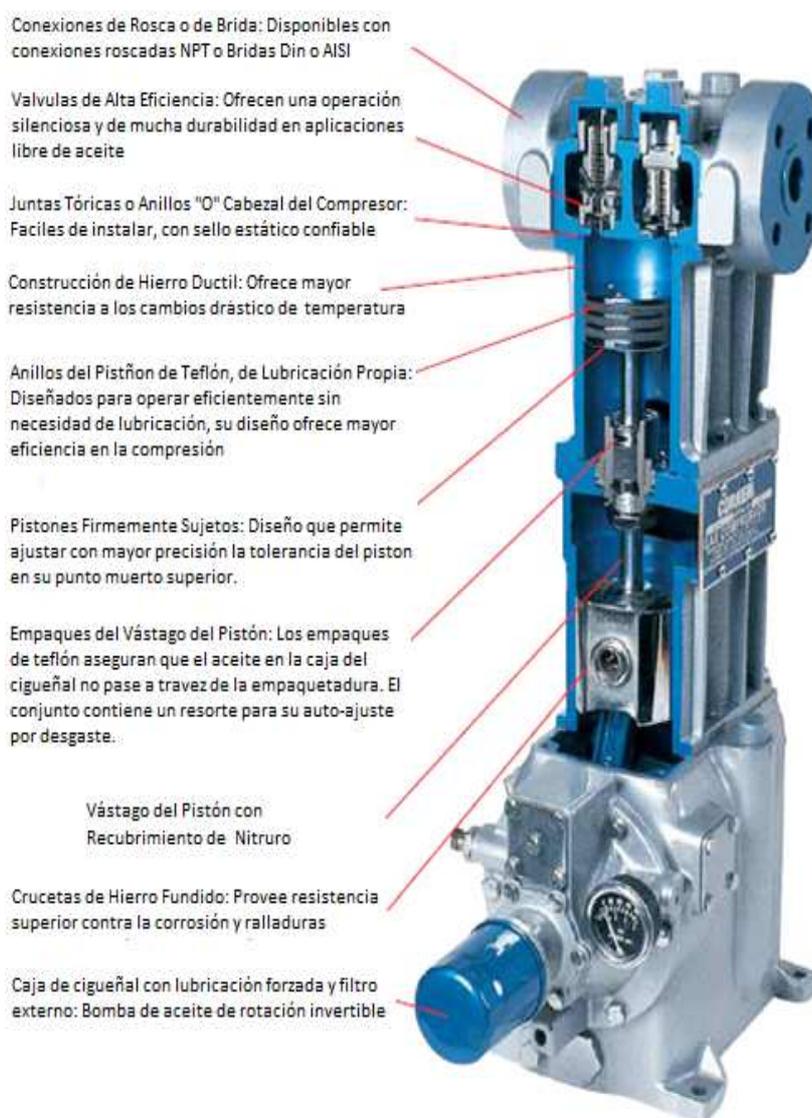


FIGURA 3.5: COMPRESOR CORKEN 691

Este compresor posee un diseño que reduce al mínimo su mantenimiento y por ende los costos de posibles reparaciones, no es necesario desmontar la tubería para realizar un ajuste o cambio de válvulas o anillos. Entre las principales características del compresor se tiene que el cuerpo del mismo es de hierro dúctil para mayor resistencia a los cambios drásticos de temperatura.

En su mayoría sus componentes están diseñados para garantizar hermeticidad en condiciones de trabajo extremas, posee un sistema de lubricación forzada y un filtro externo que facilita su inspección y reemplazo.

Puede trabajar de manera normal con diferenciales de presión no mayores a 50 psi, y en condiciones ideales entrega un flujo de hasta 82 m<sup>3</sup>/hr, esto aplicándolo al trasiego de GLP.

Por sus características requiere de un motor de 30 HP de 1760 R.P.M., esta velocidad es reducida mediante un sistema de poleas de cuatro canales en relación 2 a 1.

TABLA 7

PLANILLA DE MANTENIMIENTO COMPRESOR CORKEN 691					
					Cada 1 día de trabajo
					Cada 6 días de trabajo
					Cada 12 días de trabajo
					Cada 48 días de trabajo
					Cada 72 días de trabajo
					Cada 144 días de trabajo
					<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>
x					Revisar presión de aceite al cárter del compresor
x					Revisar presión de descarga del compresor
x					Inspección visual completa
		x			Revisar nivel de aceite en el cárter del compresor
	x				Drenar puntos de acumulación de fluidos
			x		Cambio de aceite y filtros
	x				Limpiar rejillas de los accesorios de enfriamiento
			x		Chequear tensión de bandas
		x			Inspeccionar y limpiar filtros
				x	Inspección de Válvulas
				x	Engrasado de rodamientos
				x	Inspeccionar controles de arranque de compresor
				x	Inspeccionar anillos de pistón

**Bombas para camiones de reparto de GLP.-**

Las bombas que se encuentran instaladas en los camiones de reparto de GLP de la C.E.M. Austrogas – Ventanas son de la serie Z, una nueva generación de bombas para camiones de reparto de GLP al granel diseñadas específicamente para cumplir los requisitos de entrega que exige la industria de GLP.

Las condiciones operacionales para las bombas de los camiones de reparto exigen un equipo que este diseñado para funcionar eficazmente día tras día.

Las bombas Corken de la serie Z están diseñadas para ofrecer un rendimiento eficaz y fiable aun en condiciones adversas, tales como bajo nivel de liquido en el tanque, alta presión diferencial, altas revoluciones de operación y esfuerzos axiales excesivos impuestos al eje de la bomba por el eje de transmisión de potencia.

El equipo que se usa en los vehículos es específicamente el Z 2000 con bridas de 2" NPT rindiendo caudales entre 155 a 322 L/min. Un 90% los clientes de la empresa tienen instalaciones centralizadas con tanques de 4000 litros, para estos casos la bomba Z 2000 es una

excelente opción ya que llena uno de estos tanques estacionarios en solo 20 minutos.

Estas bombas perfectamente diseñadas para camiones de reparto de GLP al granel presentan también entre sus características el hecho de simplificar su mantenimiento.

Los sellos mecánicos son fácilmente reemplazables, el sistema de amortiguación de esfuerzos axiales consta de dos rodamientos de agujas en cada extremo del eje del rotor, estos rodamientos amortiguadores para cargas axiales reducen fallos prematuros a la bomba.

El punto presentado anteriormente más los sofisticados materiales y la alta calidad de manufactura de los mismos hace que los intervalos entre reparaciones sean largos.

La bomba está ubicada en la parte inferior del tanque acoplada a un sistema de toma fuerza cardan desde el motor del vehículo, con una velocidad de trabajo de 760 R.P.M.

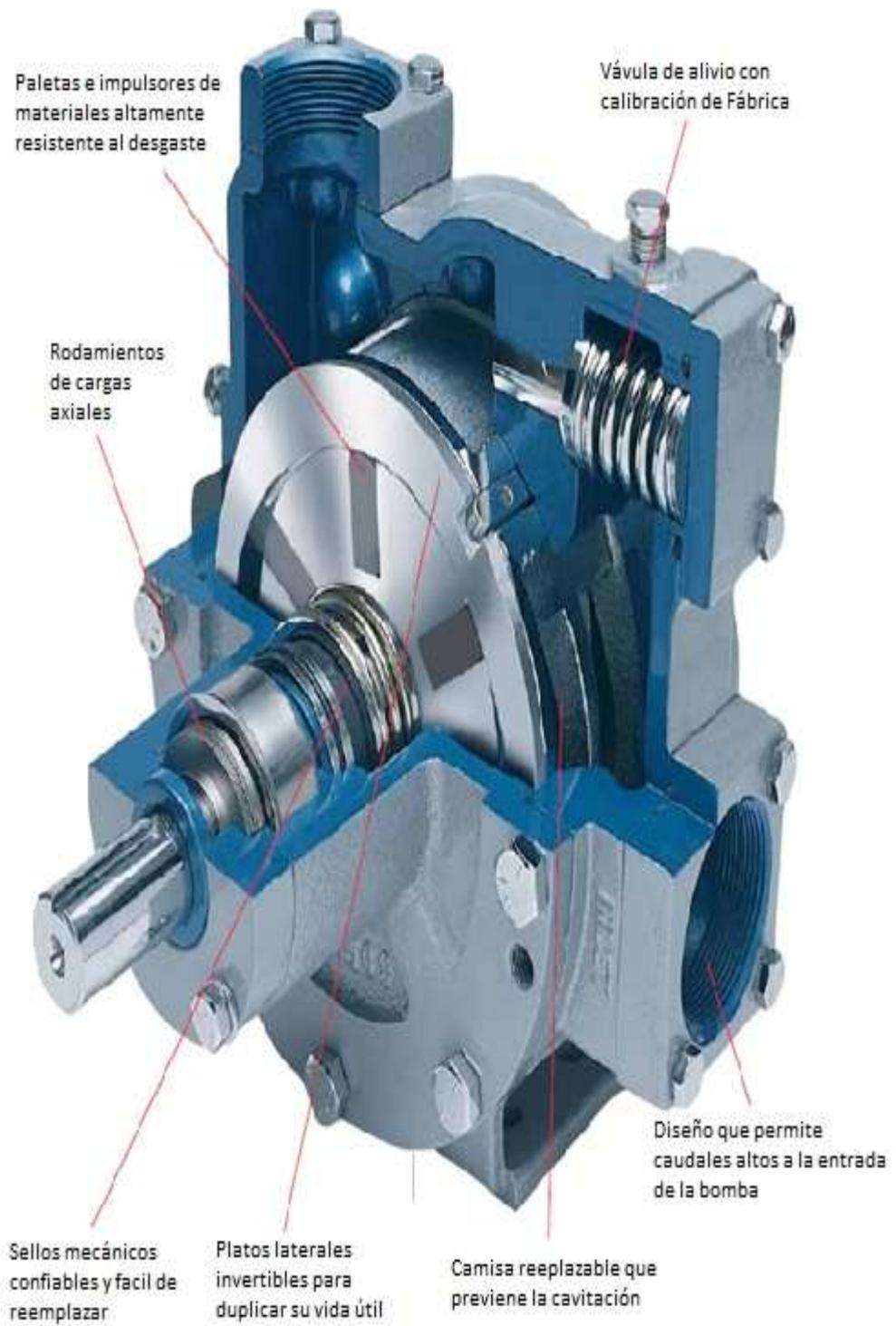


FIGURA 3.6: BOMBA CORKEN Z-2000

TABLA 8

PLANILLA DE MANTENIMIENTO BOMBA DE GRANELERO Z-2000					
Cada 1 día de trabajo					
Cada 6 días de trabajo					
Cada 24 días de trabajo					
Cada 72 días de trabajo					
Cada 144 días de trabajo					
Cada 768 días de trabajo					
<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>					
x					Revisar acoples tomafuerza-bomba
x					Revisar presión de descarga de la bomba
x					Inspección visual completa
	x				Lubricar acoples de cardan
		x			Lubricar rodamientos de la bomba
			x		Limpiar filtro de entrada
				x	Cambiar vanes de la bomba
				x	Cambiar sellos mecánicos
				x	Cambiar rotor de la bomba

**Generador Diesel Kolher 150 KW. y Generador Gasolina Porter  
Cable 5.5 KW.**

Máquinas de poco uso pero de gran importancia para la producción de la planta. Se cuenta con dos equipos para la generación de

energía eléctrica, la idea principal de tener ambos es evitar subutilizar el equipo de mayor capacidad en momentos en los que no se requiere de la energía que el de mayor potencia genera.

De acuerdo a su uso se los puede denominar como Generador para las oficinas y Generador para motores trifásicos.

Si bien es cierto el segundo abastece toda la planta desde el punto de vista económico y según los procesos que se llevan a cabo en la planta la potencia que ofrece el Generador Kolher de 150 KW. se requiere de manera intermitente en periodos de tiempo que están separados por más de una hora por ello no se justifica mantener un equipo tan grande en horas en las que los equipos trifásicos no están operando.

Por otra parte las oficinas que requieren energía durante toda la jornada están conectadas al Generador de gasolina, el mismo que es más pequeño y que genera menos costos de mantenimiento por horas de uso, además de representar un 25% del costo de hora generada con respecto al Generador a Diesel.

TABLA 9

PLANILLA DE MANTENIMIENTO MOTOR JOHN DEERE					
Cada día					
Cada 6 días					
Cada 24 días					
Cada 72 días					
Cada 96 días					
Cada 144 días					
<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>					
x					Verificar el nivel de aceite
	x				Verificar el nivel de agua en el radiador
		x			Revisar estado de las baterías
			x		Inspeccionar estado de bomba de agua
		x			Inspeccionar estado de aspas del ventilador
		x			Limpiar filtro de aire
			x		Cambio de aceite del motor
				x	Cambiar filtros de Aire, Aceite y Combustible
				x	Chequear estado de bandas

### **Generador Gasolina Porter Cable 5.5 KW.**

Si bien es cierto se encuentra entre las máquinas que afectan directamente los tiempos de producción, ya que las oficinas no tienen autonomía de energía y por lo tanto sin este equipo se imposibilitará adelantar documentos que se requerirá para el desarrollo normal de los procesos de producción al momento de un corte del fluido eléctrico

Por otra parte teniendo en cuenta que el programa de mantenimiento abarca toda la planta, se requerirá listar equipos que no intervienen

con la producción de la planta pero que si son necesarias para determinados procesos de seguridad y mantenimiento.

Entre estos equipos se tiene; la bomba del sistema contra incendios, dos bombas de agua de 1 HP, y una máquina para cortar la maleza.

De los cuatro últimos, hay dos que se someterán a trabajos forzados o de alta resistencia y estos son la bomba de la red contra incendios y la rozadora, esta última es requerida debido a que los terrenos de la planta no están cubiertos por arena u hormigón lo cual facilita que se desarrolle la maleza.

Los otros dos equipos, los mismos que son semejantes es decir bombas para abastecimiento de agua, son equipos que cumplen con una función periódica pero no forzada y por dicha razón no se requiere de mantenimientos frecuentes, no obstante sus procesos de mantenimiento pueden ser aplicados mediante la planilla de mantenimiento de la bomba de agua de la red contra incendios. Además por el hecho de ser equipos sumergibles es complejo llevar funciones de inspección mas allá de lo que se ve en la superficie.

Es necesario citar también la parte motriz de cada una de las máquinas que se han detallado anteriormente sabiendo que probablemente los motores eléctricos de acuerdo a las características del medio circundante, una correcta operación y previo una correcta instalación, no necesiten mantenimientos correctivos. Por lo tanto se procederá a planificar de acuerdo a horas de trabajo cumplidas obteniendo una frecuencia alta para los mantenimientos de estos motores.

A continuación se procede a realizar una planilla de mantenimientos simples como son labores de limpieza e inspección y de acuerdo a las recomendaciones de manuales de fabricantes se programa una frecuencia para realizar mantenimientos de los motores en general, estas labores deberán ser realizadas por técnicos en este tipo de equipos.

Se habla de un mantenimiento que estará coordinado con el resto de mantenimientos eléctricos, los mismos que deberán ser programados a tal punto que se lleven a efecto durante la temporada baja del año y de esta manera no afectar la producción de la planta.

En el orden que se ha citado se procederá a realizar planillas de mantenimientos que serán incluidas en el programa de mantenimiento general.

Una vez detallados a través de planillas los mantenimientos a ejecutar en cada una de las áreas y en los equipos más importantes de la producción de la planta, se procederá a presentar el programa de mantenimiento obtenido de acuerdo a todos los procesos de mantenimiento que se requieren en la planta. Es necesario tener en cuenta que los procesos que se mencionen en el programa son los necesarios para lograr obtener los objetivos planteados al inicio de este proyecto de tesis.

TABLA 10

PLANILLA DE MANTENIMIENTO GENERADOR PORTER CABLE					
					Cada día
					Cada 6 días
					Cada 24 días
					Cada 72 días
					Cada 96 días
					Cada 144 días
					<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>
x					Verificar el nivel de aceite
	x				Verificar el nivel de agua en el radiador
		x			Limpiar filtro de aire
			x		Chequear estado de cañerías, mangueras y abrazaderas
				x	Revisar estado de la bujía
			x		Cambio de aceite del motor
				x	Cambiar filtros de Aire, Aceite y Combustible

Adicionalmente existen varios equipos más, los cuales debido a sus características requieren de una planilla de mantenimiento.

TABLA 11

PLANILLA DE MANTENIMIENTO DE CAMIONES KODIAK					
Cada 1 día de trabajo					
Cada 6 días de trabajo					
Cada 12 días de trabajo					
Cada 24 días de trabajo					
Cada 72 días de trabajo					
Cada 144 días de trabajo					
<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>					
x					Chequeo de niveles de Agua, Aceite y Combustible
x					Chequeo de Presión de aire en llantas
x					Inspección visual, chequeo de luces y aire de frenos
	x				Limpieza de Cabina
		x			Cambio de Aceite del Motor y filtro
			x		Cambio de Filtros de Aire y Combustible
				x	Lubricación de Cardan y crucetas
				x	Lavado del motor
				x	Cambio de bujías
				x	Cambio de Zapatas
				x	Cambiar vanes de la bomba
				x	Cambio de Aceite, Corona y Transmisión
				x	Lubricación de Rodamientos de Ruedas
				x	Cambio de Correa de distribución

TABLA 12

PLANILLA DE MANTENIMIENTO ROZADORA			
Cada día			
Cada 6 días			
Cada 24 días			
<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>			
x			Limpiar filtro de aire
x			Inspección visual del estado y ajustes de todas las piezas
x			Revisar nivel de grasa
	x		Revisar estado de aisladores de vibración
	x		Limpieza de la bujía
	x		Limpieza externa de carburador
		x	Revisar filtro de combustible

TABLA 13

PLANILLA DE MANTENIMIENTO MOTORES ELECTRICOS				
Cada día				
Cada 6 días				
Cada 24 días				
Cada 288 días				
Cada 864 días				
<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>				
x			Inspección de ruido o vibración	
	x		Verificar alineación y fijación del equipo	
		x	Limpiar superficie del equipo	
	x		Limpiar alrededores	
		x	Revisar escobillas medir desgaste	
		x	Reapretar tornillos del equipo	
			x	Revisión completa (Desmontaje del motor)

TABLA 14

PLANILLA DE MANTENIMIENTO BOMBA R.C.I.			
Cada 6 días			
Cada 12 días			
Cada 24 días			
<b>OPERACIONES A EJECUTAR</b>			
x			Limpieza del Equipo
	x		Inspección visual de fugas o deterioros
		x	Chequeo de presión de trabajo

Con la presente información es momento para generar un programa de mantenimiento el mismo que será representado mediante un Diagrama de Gantt.

El diagrama estará dividido en cuatro áreas, de las cuales cada una tiene la importancia requerida en cuanto a procesos de mantenimientos se refiere, este diagrama se presenta en el anexo 4

Ya con el programa establecido, es momento de empezar a ejecutar las tareas de mantenimiento y para ello se procede a diseñar los formatos que servirán para mantener un control de cada uno de los procesos de mantenimiento detallados, los mismos que respaldarán cada uno de los trabajos que se realizará.

### **3.4. Diseño de formatos que se utilizarán en el proceso de implementación del programa.**

El presente programa de mantenimiento contempla procesos que en su mayoría son de fácil ejecución, pero sin embargo se elaborará todos los formatos que sean necesarios para llevar un adecuado control de los procesos que conlleve la ejecución del programa de mantenimiento.

El control de esas actividades repetitivas será llevado con base a formatos de ficha técnica, órdenes e informe de trabajo y formato de labores de inspección, calibración, lubricación y limpieza.

Los documentos de control serán empleados en los equipos que así lo demanden de acuerdo a su participación en la producción de la planta. Entre los formatos a emplear estarán la orden de trabajo, la solicitud de trabajo y la hoja de control.

#### **Orden de Trabajo.-**

De acuerdo a las características de la planta y el reducido personal que en ella labora, las funciones de control que involucra la implementación del programa de mantenimiento se ejecutarán por el

jefe de planta, el cual como ya se menciona antes es el responsable del mantenimiento, este formato permite al jefe de mantenimiento detallar al operador el trabajo que se requiere, adicionalmente contará con varios campos que permitirán llevar un control adecuado de la ejecución de los procesos. A continuación una figura reducida del formato, el tamaño real se encuentra en el anexo 5.

### ANEXO 5

SONINO	ORDEN DE TRABAJO		MG-TM- 0001
	DEPARTAMENTO DE MECÁNICA GENERAL		2010
DESCRIPCION DEL TRABAJO		OPERADOR:	
		_____	
		INICIO DEL TRABAJO	
		FECHA	HORA
		_____	_____
		TERMINO DEL TRABAJO	
		FECHA	HORA
		_____	_____
		ÁREA	
		_____	_____
MATERIALES UTILIZADOS		Trabajo:	
		Interno	<input type="checkbox"/>
		Externo	<input type="checkbox"/>
		_____	_____
REQUERIMIENTO:		Programado	<input type="checkbox"/>
		Urgente	<input type="checkbox"/>
		_____	_____
OBSERVACIONES:			
_____			
_____			
FIRMA DE RESPONSABLE		FIRMA DE RECEPTOR	
_____		_____	

Entre los campos que se emplearán están:

### **1.- Numeración de la orden.**

La numeración de la orden permite tener una secuencia y a la vez da tendencias de acuerdo a los mantenimientos que se requiere en cada mes del año, información que permitirá realizar presupuestos cada vez más acertados en lo que a cuestiones de mantenimiento se refiere.

### **2.- Fechas de inicio y fin del proceso.**

Si bien es cierto puede resultar cansado el hecho de llenar ítems con una fecha de inicio y luego una de fin las mismas que en su mayoría de veces serán iguales, sin embargo es necesario por temas de control tener esta información para de esta manera poder determinar tiempos estimados que permitirán mejorar el programa de mantenimiento a tal punto de optimizar tiempos y reducir costos o pérdidas por tiempo improductivo, es decir se tendrá información estadística que permita elegir los tiempos adecuados y el personal necesario para que el equipo no esté inoperativo más de lo planeado.

### **3.- Requerimientos de datos de quien ordena y quien recibe.**

Por tema de responsabilidad de los procesos que se ordenan y ejecutan es necesario que las personas involucradas en el mencionado proceso coloquen su firma en la orden. Adicionalmente existirá un campo que permitirá tanto al que entrega como al que recibe la orden detallar cualquier eventualidad antes en el caso del que entrega y después en el caso del que recibe sobre el proceso mencionado.

### **4.- Observaciones.**

Este campo permitirá al jefe de mantenimiento detallar alguna observación sobre el trabajo a realizar antes de su ejecución o a su vez recomendar algún proceso en particular a realizar dentro de los trabajos ordenados, por su parte la persona que ejecuta el mantenimiento en este caso el operador dentro del formato contará también con un espacio donde podrá detallar alguna anomalía en el proceso realizando también ciertas recomendaciones sobre alguna novedad que se presento durante o después del proceso.

El formato de la orden de trabajo bien obedece a la programación que se establece en el presente proyecto de implementación de procesos de mantenimiento en la planta, sin embargo es necesario tener presente que existirán excepciones que estén por fuera del programa y que requerirán por parte del operador ser solicitadas al jefe de mantenimiento, el mismo que de acuerdo a la gravedad del caso ordenará y coordinará la ejecución del proceso de mantenimiento en cuestión. Será responsabilidad del jefe de mantenimiento realizar las gestiones que garanticen dar solución al problema sin que este afecte el proceso de producción de la planta y peor aun que altere el programa de mantenimiento.

Para este tipo de eventualidades se contará con el formato denominado Solicitud de Trabajo.

### **Solicitud de Trabajo**

Como ya se adelanto en párrafos anteriores, la solicitud de trabajo será una carta abierta ante cualquier eventualidad o emergencia.

Este formato permitirá a los operadores de ciertos equipos o vehículos solicitar un trabajo que por cuestión de algún accidente o



Una vez recibida la solicitud será el responsable del mantenimiento el encargado de determinar de acuerdo a la gravedad del caso la fecha y hora en que se debe ejecutar el mantenimiento.

Cabe mencionar que este formato otorga alto grado de responsabilidad tanto a quienes la elaboran como a quien la recibe y para respaldar la información que este documento contiene, el mismo está compuesto por los siguientes campos.

#### **1.- Numeración de la solicitud.**

La numeración de la solicitud permitirá tener una tendencia de fallas no programadas por cada equipo, información que servirá para saber cuáles son los equipos más vulnerables los mismos que de acuerdo a los datos estadísticos que generen deberán experimentar cambios en sus procesos de mantenimiento o incluso se deberá considerar el reemplazo de los mismos.

#### **2.- Referencia de Orden de Trabajo.**

La idea principal de crear los formatos ya fue mencionada y consiste en llevar un control de los procesos de mantenimientos

que contempla el programa de mantenimiento que se implementará.

### **3.- Fechas de inicio y fin del proceso.**

Para el caso de la solicitud de trabajo es indispensable llenar los campos de fecha de solicitud y aprobación de la misma, fechas que a diferencia de la orden de trabajo no serán las mismas.

Cabe mencionar que estas fechas permitirán medir la capacidad para responder ante estas eventualidades lo cual servirá para determinar tiempos estimados que se emplearán para mejorar el programa de mantenimiento a tal punto de optimizar tiempos y reducir costos por paradas no programadas.

### **4.- Requerimientos de datos de quien ordena y quien recibe.**

Por tema de responsabilidad de los procesos que se solicitan y aprueban o desaprueben es necesario que las personas involucradas en el mencionado proceso coloquen su firma en la solicitud. Adicionalmente existirá un campo que permitirá tanto al

que entrega como al que recibe la solicitud detallar cualquier eventualidad antes en el caso del que entrega y después en el caso del que recibe sobre el proceso mencionado.

#### **5.- Observaciones.**

Este campo permitirá al operador detallar alguna observación sobre el trabajo solicitado de acuerdo al hecho que se esté desarrollando o a su vez recomendar algún proceso en particular a realizar dentro de los trabajos ordenados, por su parte el jefe de mantenimiento contará también con un espacio donde podrá detallar alguna anomalía o sugerencia sobre el proceso de mantenimiento solicitado por el operador y también realizar ciertas recomendaciones sobre alguna novedad que se presente durante o después del proceso.

Los formatos mencionados anteriormente evidencian el orden de acuerdo a una determinada programación de mantenimiento y la solicitud de una determinada labor correctiva, procesos que por su naturaleza se los puede considerar como puntuales.

Es necesario entonces un formato que se lo denominará Hoja de Control el mismo que permitirá controlar los procesos de menor trascendencia en cuanto a tiempo y recursos.

### **Hoja de Control**

Este formato permitirá llevar un control de varios de los procesos que tendrán mayor trascendencia que una simple inspección global, se enfocará en inspecciones puntuales y en trabajos de la misma índole siguiendo lo detallado en las planillas de mantenimiento, ver anexo 7.

Entre los campos que contiene el formato de la hoja de control están:

## ANEXO 7

 <b>AUSTRÓGAS</b> <small>Comp. Ma. y F. en sus Límites</small>	<b>HOJA DE CONTROL</b>		PMI-HC-0003
	DEPARTAMENTO DE OPERACIONES VENTANAS		<b>2010</b>
<b>INSPECCIÓN, CALIBRACIÓN, LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA DE EQUIPOS</b>		FECHA: _____	HORA: _____
<b>INSPECCIÓN</b>		<b>CALIBRACIÓN</b>	
AREA: _____		AREA: _____	
SECTOR: _____		SECTOR: _____	
EQUIPO: _____		EQUIPO: _____	
OBSERVACION: _____ _____		OBSERVACION: _____ _____	
<b>LUBRICACIÓN</b>		<b>LIMPIEZA</b>	
AREA: _____		AREA: _____	
SECTOR: _____		SECTOR: _____	
EQUIPO: _____		EQUIPO: _____	
OBSERVACION: _____ _____		OBSERVACION: _____ _____	
<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____			
_____ Jefe de Mantenimiento		_____ Operador	

## **1.- Inspección, Calibración, Lubricación y Limpieza.**

Estos procesos obedecen a trabajos que se realizarán de acuerdo a lo que denota el programa de mantenimiento y estarán programados de una manera periódica siguiendo lo establecido. Los sub-campos que requiere cada uno de ellos corresponderá a información técnica con respecto al proceso a ejecutar y entre estas están, área donde se realizará el mantenimiento, sector del área ya mencionada, el equipo al que se le efectuara el proceso de mantenimiento y las observaciones puntuales sobre el proceso realizado.

La idea principal de acuerdo al programa de mantenimiento es coordinar de una manera eficiente los procesos logrando así que los procesos de inspección, calibración, lubricación y limpieza coincidan en la mayoría de las veces, sin embargo el formato se diseñó teniendo en cuenta que esto no ocurrirá así en todos los casos.

Por razones ya descritas se cuenta con un campo adicional de observaciones en el cual se explicará lo acontecido en cada área en la que se haya elaborado un determinado trabajo.

## **2.- Datos de Control.**

Al igual que los formatos anteriormente diseñados, existen campos de fecha, hora y de firmas de responsabilidad, esto con la idea principal de mantener un control de los procesos solicitados, de los procesos realizados y de las personas involucradas en la solicitud y ejecución de los mismos.

Con estos tres formatos se planea generar una ficha técnica de cada una de las áreas sobre las que tendrá incidencia el presente proyecto de tesis. La ficha que se realice servirá para en un futuro tener tendencias de las posibles variaciones que deban aplicarse al programa implementarse de acuerdo al deterioro que sufran los equipos o las modificaciones a las que se someta cada una de las áreas de la planta.

### **3.5. Análisis económico del proceso a ejecutar.**

Como se planteo en la introducción del presente proyecto de tesis, uno de los objetivos principales es disminuir costos por paradas inesperadas o de reparación de máquinas o elementos que fallan por la carencia de un adecuado mantenimiento.

Partiendo de lo expuesto anteriormente el análisis económico se realizará en base a tres puntos. El primero que corresponderá a determinar la utilidad neta que genera el hecho de tener un proceso productivo eficiente. El segundo corresponderá a determinar en base al primero las pérdidas por tiempo improductivo. Finalmente se realizará un análisis entre los costos de mantenimientos no programados y los costos que conlleva la implementación del presente programa de mantenimiento.

#### **UTILIDAD DIARIA.**

Para calcular la utilidad diaria lo empleará el promedio de ventas de los meses de la temporada media. Se procede entonces a determinar los costos que intervienen en el proceso para restarlos de los valores netos de compra y venta del GLP. Estos costos son los costos de transporte y los administrativos.

#### **Costos de Transporte.-**

Primero se desglosará los costos de mantenimiento de un vehículo para luego multiplicar este valor por el número de vehículos de la planta. Estos costos vienen dados de la siguiente manera:

### 1. Costo de Mantenimientos de rutina a Camión.

El camión recorre alrededor de 40000 kilómetros por año y los aceites que emplea tienen una duración de 5000 Km, por tanto se realizarán ocho mantenimientos por año. Se sabe también que el último año se gastó un total de \$ 3360,00 en los ocho mantenimientos.

Otro dato que se obtuvo es que el camión diariamente recorre en promedio una distancia de 76 km.

Con los datos anteriores procederá a calcular el costo diario de mantenimiento de un camión.

$$\frac{\text{Costo Mant.}}{5000 \text{ km}} = \frac{3360}{8}$$

$$\frac{\text{Costo Mant.}}{5000 \text{ km}} = 420$$

$$\frac{\text{Costo Mant.}}{76 \text{ km}} = \frac{420 * 76}{5000}$$

$$\frac{\text{Costo Mant.}}{76 \text{ km}} = \$ 6,38$$

### 2. Costos de mantenimientos no comunes.

Costos de llantas y mantenimientos generales de máquina y carrocería sumaron un valor total de \$ 7000,00

$$\frac{\text{Costo Varios}}{76 \text{ km}} = \frac{7000 * 76}{40000}$$

$$\frac{\text{Costo Varios}}{76 \text{ km}} = \$ 13,30$$

### 3. Costos de Combustible.

Algo más sencillo y palpable es el cálculo del combustible empleado en una entrega ya mencionada y para ello se parte de los siguientes datos:

Distancia: 76 kilómetros

Rendimiento: 9,54 km/Gl

Costo Diesel (Gl): 1.037

Gl/3000 kg Desc.: 0,5 Gl

$$\frac{\text{Costo Diesel}}{76 \text{ km}} = \left[ \left( \frac{76}{9,54} \right) * 1,037 \right] + [0,5 * 1,037]$$

$$\frac{\text{Costo Diesel}}{76 \text{ km}} = \$ 8,78$$

Luego de realizar estos cálculos se procede a sumar cada uno de los costos para de esta manera obtener el total de los costos de transporte para un día de entrega de un solo camión

$$\text{Costo Transporte} = \text{Costo Mant.} + \text{Varios} + \text{Diesel}$$

$$\text{Costo Transporte} = 6,38 + 13,3 + 8,78$$

$$\text{Costo Transporte} = \$ 28,46$$

La planta cuenta con cuatro vehículos que en promedio entregan 9000 kilogramos en 8 horas de trabajo cada uno, con periodos de 2,5 horas para entregar 3000 kilogramos. Por lo tanto el costo de transporte diario viene dado por:

$$\text{Costo Transporte Diario} = 28,46 * 4$$

$$\text{Costo Transporte Diario} = \$ 113,84$$

### **Costos Administrativos.-**

Una vez determinados los costos que se generan en una entrega promedio de GLP al granel se procede a calcular los costos operativos para la realización de esta entrega. Y estos vienen dados de la siguiente manera.

#### a) Costos de Operación

Los costos de operación o administrativos corresponden a los costos del personal técnico y administrativo que interviene en el proceso de despacho de GLP desde la planta.

De acuerdo al Rol de Pago los costos diarios por personal administrativo ascienden a \$100,00.

b) Costos de Mantenimiento de Planta

Las inversiones y mantenimientos para la planta de acuerdo al presupuesto anual corresponden para el 2011 a \$ 10235,00. Adicionalmente se contrata el servicio de seguridad el mismo que tiene un costo de 24600,00 al año. Para el cálculo se tomará solamente los 282 días que se laborará el presente año.

Los costos de mantenimiento de la Planta vienen dados por la siguiente ecuación.

$$\text{Costo Mantenimiento de Planta} = [(10235 + 24600)/288]$$

$$\text{Costo Mantenimiento de Planta} = \$ 120,95$$

Con estos dos valores se obtendrá los costos administrativos de la planta y vienen dados por:

$$\text{Costo Administración Diaria} = \text{Costos Operativos} + \text{Mant. de Planta}$$

$$\text{Costos Administrativos} = 100 + 120,95$$

$$\text{Costos Administrativos} = \$ 220,95$$

Los valores obtenidos permiten calcular los costos durante un día de entrega de GLP en temporada media y viene dado por:

$$\text{Costo Diario} = \text{Costos Transporte} + \text{Administración}$$

$$\text{Costo Diario} = 113,84 + 220,95$$

$$\text{Costo Diario} = \$ 334,79$$

Luego de obtener el costo diario de la comercialización de 36000 Kg. de GLP se procederá a calcular los valores que servirán para calcular la Utilidad Diaria.

$$\text{Valor/venta} = 0,3334$$

$$\text{Valor/compra} = 0,1874$$

Ambos datos corresponden a valores totales, es decir dinero que sale para compra así como dinero que ingresa a la cuenta por cada kilo de GLP comercializado. Se procederá entonces a calcular un valor que corresponde a la utilidad que se generaría en caso de comprar y vender sin procesos intermedios.

$$Utilidad/kg = Valor Venta - Valor Compra$$

$$Utilidad/kg = 0,3334 - 0,1874$$

$$Utilidad/kg = 0,146$$

Hasta el momento se ha realizado una serie de cálculos que dan valores exactos en base a datos estadísticos de ventas promedio en un día de labores en temporada media.

El valor total de ingresos obtenidos de esta utilidad neta durante un día corresponde a la Utilidad Neta Diaria que se ha denominado UND, se obtiene del siguiente cálculo:

$$UND = [(kg\ diarios * utilidad/kg) - Costo\ Diario]$$

$$UND = [(36000 * 0,146) - 334,79]$$

$$UND = \$ 4921,21$$

Para fines del presente análisis de costo este valor es muy importante para determinar las pérdidas potenciales a las que se expone la empresa por el simple hecho de no tener su planta operativa.

### **PÉRDIDAS POR TIEMPO IMPRODUCTIVO.**

Se hablará de cálculos generales ya que como se manifestó anteriormente existen una serie de factores que intervienen en la comercialización al granel del GLP, a diferencia de la venta de cilindros la cual se vende en planta y tiene un costo estándar por cada tipo de cilindro.

Si bien es cierto se cuenta ya con un valor referencial para emplearlo en el cálculo de costos por paradas no programadas, no obstante ahora es necesario identificar cuáles son las paradas que se presentaron en el último periodo de labores, y a la vez que grado de incidencia generaron durante un día normal de labores.

### **Paradas no Programadas y sus Incidencias.**

En la planta existen tres equipos o grupo de equipos que por alguna parada pueden generar perdidas por kilos no entregados.

Estos equipos o grupo de equipos tienen un grado de incidencia, es decir afectan el 25, 50 o 100 % de la producción bajo determinadas condiciones.

**I. Equipos de incidencia grado 1.-**

Corresponde a los vehículos y todos aquellos equipos o herramientas que intervienen en un despacho de GLP, ya que de no estar la documentación completa o en su defecto el hecho de tener un vehículo dañado generan que se pierda en primera instancia un despacho o más aun se pierda cuatro despachos lo cual ocurrirá si el daño es grave y el vehículo no realiza ningún viaje en el día. A una incidencia de grado uno se la considerará como aquella en la que le curre un daño a un vehículo y la pérdida en las ventas diarias asciende a un 25% de la utilidad neta ya calculada.

$$\text{Perdidas } \text{₡} = \text{Utilidad diaria} * 0.25$$

$$\text{Perdidas } \text{₡} = 4921,21 * 0.25$$

$$\text{Perdidas } \text{₡} = \$ 1314,00$$

**Equipos de incidencia grado 2.-**

Corresponde a equipos eléctricos, los mismos que en caso de presentarse algún deterioro o falla se requiere parar la producción para efectuar la reparación

Como ya se manifestó este hecho generaría pérdidas de un 50% de la utilidad diaria. Y este valor asciende a:

$$\text{Pérdidas } 2 = \text{Utilidad diaria} * 0.5$$

$$\text{Pérdidas } 2 = 4921,21 * 0.5$$

$$\text{Pérdidas } 2 = \$ 2628,00$$

### **Equipos de incidencia grado 3.-**

Se refiere a equipos o accesorios fundamentales para la producción de la planta. Entre los equipos uno de los principales es el generador eléctrico, ya que en caso de algún problema con el abastecimiento externo la planta quedaría 100% improductiva en caso de que este equipo no se encuentre operativo, entre los accesorios o infraestructura que afecta el desarrollo de las labores de la planta están principalmente las vías de acceso a la planta y algún daño grave a las tuberías lo cual impedirá la operación de los equipos.

$$\text{Pérdidas } 3 = \$ 4921,21$$

Todos los inconvenientes mencionados en equipos y otros elementos que puedan generar pérdidas por tiempo improductivo corresponden a sucesos que ya ocurrieron anteriormente por descuidos en la

ejecución de mantenimientos y por la carencia de un programa para llevar a cabo cada uno de los procesos.

Con los siguientes promedios de fallas en los equipos es notable que la carencia de un programa de mantenimiento solamente en pérdidas por tiempo improductivo genere costos considerables.

**TABLA 15**

**GRADOS DE INCIDENCIA DE PARADAS NO PROGRAMADAS**

<b>2010</b>	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Total/Mes
Enero	0	1	0	0,5
Febrero	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0
Abril	1	1	1	1,75
Mayo	3	0	2	2,75
Junio	1	1	0	0,75
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	1	1
Octubre	1	0	0	0,25
Noviembre	0	1	0	0,5
Diciembre	1	0	0	0,25
<b>TOTAL</b>				<b>38139,37</b>

De acuerdo a lo establecido no se considerará las paradas que ocurrieron en los meses de temporadas baja y media debido al hecho de disponer del tiempo suficiente para reparar cualquier daño que se presente a uno de los vehículos con la particularidad de no dejar desabastecida alguna zona o cliente.

Siguiendo entonces con el cálculo de las pérdidas por tiempo improductivo, se obtiene un total de pérdidas durante el año anterior que viene dado por la siguiente tabla.

**TABLA 16**

**PERDIDAS ANUALES POR PARADAS NO PROGRAMADAS**

<b>2010</b>	<b>Grado 1</b>	<b>Grado 2</b>	<b>Grado 3</b>	<b>Total/Mes</b>
Abril	1	1	1	1,75
Mayo	3	0	2	2,75
Junio	1	1	0	0,75
<b>TOTAL</b>				<b>25836,35</b>

La cantidad calculada al final de la tabla corresponde a pérdidas que se generaron durante el periodo 2009-2010 el mismo que está comprendido desde noviembre del 2009 hasta octubre del 2010.

Este periodo se establece ya que desde el mes de noviembre del año pasado se está trabajando en el presente proyecto.

## **COSTOS DE MANTENIMIENTOS NO PROGRAMADOS.**

Con la finalidad de tener valores lo más acertado posible se analizará por partes de la misma forma que se ha venido desarrollando el presente proyecto.

### **Transporte.-**

Entre los puntos que intervienen en el cálculo de los costos generados en mantenimientos no programados en el periodo 2009-2010 se obtuvo, los costos de mantenimientos y los costos que se generaron.

Con estos dos valores de costos se analizará los beneficios económicos que genera el proyecto de implementar un plan de mantenimiento.

Es necesario mencionar que al hablar de comercialización se refiere directamente a los vehículos en los que se transporta GLP ya que son la parte que será sometida a un programa de mantenimiento para preservar su estado funcional y de esta manera evitar el hecho de tener que realizar mantenimientos correctivos que tienen un costo mucho más alto que el de un mantenimiento planificado.

Para obtener estos datos se empleará la siguiente tabla.

**TABLA 17**  
**PERDIDAS POR FALLAS A EQUIPOS.**

<b>VEHICULO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>	<b>COSTO</b>
<b>TG-01</b>	DAÑO DE BOMBA DE GLP	1	1722,5
	DAÑO EN LLANTAS	2	714,7
	DAÑO CARDAN DE TOMAFUERZA	1	120
<b>TG-02</b>	DAÑO DE BOMBA DE GLP	1	1722,5
	DAÑO EN LLANTAS	4	1429,4
	DAÑO CARDAN DE TOMAFUERZA	1	120
	DAÑO DE EJE DE TRANSMISION	1	2412,21
<b>TG-03</b>	DAÑO DE BOMBA DE GLP	1	21
	DAÑO EN LLANTAS	1	357,35
	DAÑO DE CAJA DE CAMBIO	1	2650
<b>TG-04</b>	ROTURA DE CORONA	1	1850
	DAÑO DE CARDAN	1	450
	DAÑO EN LLANTAS	2	714,7
<b>TOTAL</b>			<b>14284,36</b>

Lo que expresa la tabla 17 es un valor bastante alto, no obstante no todos los valores obedecen precisamente a la carencia de un programa de mantenimiento sino también a mala operación, algo que ocurre por falta de capacitación a los operadores.

De acuerdo a lo expuesto se mostrará en la tabla 18 los costos que genera implementar el programa para el periodo 2010-2011.

**TABLA 18**  
**COSTOS POR IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA EN EL**  
**TRANSPORTE**

<b>IMPLEMENTO</b>	<b>CANT.</b>	<b>COSTO</b>
Grasa para rodamientos y crucetas	1	386,47
Medidores de Presión de Nitrógeno	2	8,5
Completado de Presión a llantas	27	108
Formatos de Mantenimiento	83	2,49
Capacitación Chóferes	4	760
<b>TOTAL</b>		<b>1265,46</b>

De la presente tabla es necesario aclarar que gracias a la capacitación se redujeron en un 90% lo cual sirvió para disminuir considerablemente los costos del periodo en curso.

El tema de las llantas fue resuelto debido a que se cambio de las originales de fábrica a llantas tubulares cargadas de Nitrógeno.

Con lo presentado en las tablas anteriores se obtiene con respecto al área de comercialización que los costos del periodo 2009-2010 se redujeron notablemente generando un ahorro para la empresa:

$$\text{Ahorro PMT} = \text{Costos (09 - 10)} - \text{Costos (10 - 11)}$$

$$\text{Ahorro PMT} = 14284,36 - 1265,46$$

$$\text{Ahorro PMT} = 13018,90$$

Es este el valor que se obtiene realizando un análisis económico en lo que al transporte se refiere.

### **Planta.-**

A continuación se procede a elaborar tablas donde se evidencien los costos que se generaron en mantenimientos no programados versus los costos que se generarán aplicando las revisiones periódicas propuestas en el programa de mantenimiento, en lo que a la planta se refiere.

**TABLA 19**

**PERDIDAS POR DETERIOROS EN LA PLANTA**

<b>INCIDENTE</b>	<b>CANT.</b>	<b>COSTO</b>
Daño de breakers	7	483,5
Daño de arrancadores	2	650
Daño de velas	7	280
Daño de contactor 300 Amp.	1	2750
Daño de contactor 30 Amp.	2	43,25
Daño de circuito luminarias	1	350
Daño cargador de baterías	1	120
Daño de baterías	2	290
<b>TOTAL</b>		<b>4966,75</b>

A continuación se muestra la tabla 20 que contempla los costos que generará implementar el programa de mantenimiento.

**TABLA 20**  
**COSTOS POR IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA EN EL**  
**ÁREA DE PLANTA**

<b>IMPLEMENTO</b>	<b>CANT.</b>	<b>COSTO</b>
Multímetro	1	85
Formatos de Mantenimiento	56	1,68
Capacitación Jefe de Planta	1	350
Mantenimiento Líneas de Alta Tensión	2	800
Mantenimiento de transformador	2	300
Mantenimiento luminarias	2	160
<b>TOTAL</b>		<b>1696,68</b>

La tabla muestra los mantenimientos que se implementarán, los mismos que están planeados para un periodo completo por dicha razón hay trabajos que se realizarán en más de una ocasión.

De esto se obtiene que la empresa ahorraría gastos por mantenimientos no programados en la Planta por un valor de:

$$\text{Ahorro PMP} = \text{Costos (09 - 10)} - \text{Costos (10 - 11)}$$

$$\text{Ahorro PMP} = 4966,75 - 1696,68$$

$$\text{Ahorro PMP} = 3270,07$$

Hasta el momento se ha denotado las áreas más importantes de la empresa, sin embargo existen otras áreas que si bien es cierto no generan ganancias en caso de tener un tratamiento adecuado si pueden generar gastos extras ya que el hecho de no dar un mantenimiento adecuado pueden ocasionar gastos exagerados en reparar los daños que por lo general se acreditan a las impericias del tiempo y el entorno que a estas áreas rodea.

El área Jardinería y Pintura, como su nombre lo denota se refiere a un área que no tiene que ver con la producción de la planta pero que si tiene que ver con el cuidado de la misma, algo que por el simple hecho de no encontrarse en los niveles estéticos adecuados puede tornarse peligroso para quienes operan y además atenerse a una serie de sanciones por parte de los entes reguladores los mismos que realizan inspecciones periódicas para en base a determinados requisitos otorgar los correspondientes permisos de funcionamiento que la planta requiere anualmente.

Se procede a presentar la tabla de costos de mantenimientos no programados, denominados emergentes y la de los mantenimientos programados.

En el periodo 2009-2010 una inspección realizada por la Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH) termino en llamados de atención por cuestiones de pintura y jardinería, las mismas que fueron atendidas como una emergencia en menos de una semana pero que generaron los siguientes costos:

**TABLA 21**  
**PERDIDAS POR MANTENIMIENTOS EMERGENTES**

<b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>	<b>CANT.</b>	<b>COSTO</b>
Corte de Maleza	3	360
Pintado de Paredes (Señalización)	1	720
Contratación camión de Bomberos	8	120
Pintado de Oficina	1	120
Pintado de tuberías	1	300
<b>TOTAL</b>		<b>1620</b>

A continuación se presenta el cuadro de los costos que se generan con los mantenimientos programados.

**TABLA 22**  
**COSTOS DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS**

<b>ACCIONES DEL PROGRAMA</b>	<b>CANT.</b>	<b>COSTO</b>
Aplicación de Mata Maleza	2	280
Pintado de Paredes (Señalización)	1	720
Pintado de Oficina	1	35
Pintado de tuberías	1	75
Formatos de Mantenimiento	56	1,68
<b>TOTAL</b>		<b>1155</b>

$$\text{Ahorro PMJP} = \text{Costos (09 - 10)} - \text{Costos (10 - 11)}$$

$$\text{Ahorro PMJP} = 1620,20 - 1155,00$$

$$\text{Ahorro PMJP} = 465,00$$

El ahorro no es muy representativo, sin embargo los beneficios con respecto a imagen, seguridad y cumplimiento de normas de seguridad industrial reflejarán la importancia de aplicar el programa de mantenimiento en estas áreas.

Con la implementación del programa de mantenimiento se obtendrá un ahorro total de:

$$\text{Ahorro PM} = \text{Ahorro PMT} + \text{Ahorro PMP} + \text{Ahorro PMJP}$$

$$\text{Ahorro PM} = 13018,90 + 3270,07 + 465,00$$

$$\text{Ahorro PM} = 16753,97$$

El análisis, basado en los sucesos ocurridos en el periodo 2009-2010 comparados con lo que va del periodo 2010-2011 dejan claramente justificado el presente trabajo

Una vez realizado un cálculo en base a lo ocurrido en un periodo completo versus el periodo en el cual se empezó a trabajar de una manera programada, se puede concluir que los ahorros por la disminución de tiempos improductivos y por aplicar mantenimientos programados sobrepasan los 42590,32 dólares.

$$\text{Ahorro IPM} = \text{Ahorro PMNP} + \text{Ahorro PM}$$

$$\text{Ahorro IPM} = 25836,35 + 16753,97$$

$$\text{Ahorro IPM} = 42590,32$$

# **CAPÍTULO 4**

## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

Una eventualidad del presente proyecto es la facilidad de implementación ya que la mayoría de las tareas que se están definiendo en el programa son tareas que se requieren realizar para que la planta como conjunto se mantenga operativa.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado se procede a iniciar un proceso de implementación durante un periodo de prueba que consistirá en la cuarta parte del periodo total establecido anteriormente.

Durante el desarrollo de este capítulo se espera obtener la mayor cantidad de datos que contribuyan a mejorar los procesos establecidos

en el programa de mantenimiento ya presentado. Se espera obtener indicadores de variación entre lo programado y lo experimentado durante el proceso de implementación.

#### **4.1. Obtención de datos sobre los mantenimientos efectuados anteriormente.**

En lo que respecta a información o archivos de mantenimientos anteriores es necesario mencionar que debido al hecho de estar trabajando con una planta nueva no existen archivos históricos de mantenimientos.

Por otra parte como se manifestó anteriormente existen datos sobre los mantenimientos en su mayoría correctivos que se dieron durante el periodo 2009-2010. Cabe mencionar que los inconvenientes que provocaron estos mantenimientos no programados fueron los que dejaron en evidencia la urgente necesidad de realizar un programa de mantenimiento, el cual tendrá como objetivo principal aprovechar las temporadas bajas para dejar todos los equipos en buen estado y dentro de su estándar de funcionamiento para las temporadas altas.

A continuación se presenta un listado de los mantenimientos que se realizaron en dicho periodo.

### **Mantenimientos Anteriores al Programa.**

El presente listado corresponde a los mantenimientos efectuados durante los primeros 30 meses de vida productiva de la Planta. En vista de que este proceso se empezó a implementar en el mes de noviembre del 2010 y de acuerdo a las temporadas de producción de la planta el periodo más corto para medir el programa es de un año calendario, se establece el periodo anterior a la implementación del programa como periodo 2009-2010 y estará comprendido entre noviembre del 2009 hasta octubre del 2010.

La tabla 23 presenta las fechas en las cuales se realizó el último mantenimiento de cada una de las máquinas o áreas en lo que al periodo 2009-2010 respecta. En base a la misma y teniendo en cuenta los aspectos ya analizados anteriormente como son recomendaciones del fabricante o la experiencia del ejecutor del mantenimiento se procede a elaborar el calendario que se empleará para iniciar la programación.

TABLA 23  
 ÚLTIMOS MANTENIMIENTOS REALIZADOS

	CODIGO	Labor de Mantenimiento	Fecha Último Mantenimiento
OFICINAS	OF1	Limpieza de Muebles y Equipos de oficina	29/10/2010
	OF2	Limpieza de Oficina	29/10/2010
	OF3	Mantenimiento de Equipos de oficina	29/10/2010
	OF4	Limpieza de Paredes y Ventanas	26/08/2010
	OF5	Limpieza y revisión de Bodega	27/08/2010
JARDINERIA Y PINTURA	JP1	Control de maleza	14/09/2010
	JP2	Limpieza y Pintado de Paredes Cerca	
	JP3	Riego de Plantas	29/10/2010
	JP4	Limpieza de Sala de Bombas	19/10/2010
	JP5	Limpieza de Zona de Carga	19/10/2010
	JP6	Limpieza de Sala de Tableros	20/10/2010
	JP7	Limpieza de Sala de B.C.I.	20/10/2010
	JP8	Limpieza de Sala Generadores	20/10/2010
	JP9	Limpieza de Equipos de Jardinería	21/09/2010
	JP10	Pintado de Paredes de Oficina	07/09/2010
	JP11	Pintado de Tuberías en General	
MECANICA	M1	Mantenimiento de Bombas (BGZ Y BSC)	26/10/2010
	M2	Mantenimiento de Compresores	16/03/2010
	M3	Mantenimiento de Graneleros	17/08/2010
	M4	Mantenimiento de Generador Kohler	21/09/2010
	M5	Mantenimiento de Generador 5 HP	15/06/2010
	M6	Mantenimiento de Rozadora	22/10/2010
	M7	Mantenimiento de B.C.I.	31/08/2010
	M8	Accionamiento de Equipos de poco uso	08/10/2010
	M9	Mantenimiento de Tuberías	
	M10	Mantenimiento de Válvulas	
ELECTRICO	E1	Limpieza de Paneles de control	24/09/2010
	E2	Mantenimiento de Luminarias	16/03/2010
	E3	Limpieza de transformador	20/07/2010
	E4	Mantenimiento Líneas de Alta Tensión	20/07/2010
	E5	Mantenimiento de Motores Eléctricos	

Es necesario mencionar que estos trabajos no cumplieron el objetivo al que se está orientando el proyecto, esto debido a que no estuvieron coordinados con las temporadas a las que está sujeta la planta, además se suma la baja frecuencia de los mantenimientos. Al decir que no estaba sujeto a las temporadas de producción de la planta significa que en plena temporada de alta producción se realizaban los mantenimientos y en ocasiones por evitar una parada dejaban que la máquina continúe operando provocando que finalmente esta falle y las consecuencias sean peores.

El programa que se plantea implementar está vinculado precisamente al hecho de establecer los calendarios de actividades en base a las temporadas a tal punto que estas permitan ejecutar los procesos con el menor costo posible.

#### **Fijación de fechas para iniciar el programa de mantenimiento.**

Hasta el momento ya se cuenta con lo necesario para arrancar con la implementación del programa de mantenimiento, esta información se centra principalmente en dos puntos. Primero en las frecuencias de mantenimiento ya establecidas y programadas que requiere cada uno de los equipos y segundo en la fecha de los últimos mantenimientos.

Efectivamente esta información sería suficiente para el arranque, sin embargo es necesario analizar si es conveniente o no tomar en cuenta las fechas de los últimos mantenimientos para programar a partir de estos o si es necesario modificar el periodo anterior a la implementación del presente proyecto a fin de acoplar las fechas a las temporadas productivas de la planta todo esto con la finalidad de cumplir con el objetivo de esta tesis, es decir disminuir las paradas a la producción en temporada alta.

El Anexo 3 establece las fechas propicias para el arranque del programa de mantenimiento, sin embargo debido al hecho de tener una programación con frecuencias más cortas que lo realizado en el último periodo y además una que otra variación en las fechas de acuerdo a las temporadas de producción de la planta, el arranque será algo complejo y se deberán establecer prioridades ya que no se podrá hacer todo lo que según lo programado correspondería en la primera semana de implementación del programa.

Estas prioridades estarán plasmadas en el diagrama de Gantt el cual contendrá el programa definitivo a implementar en el presente proyecto de tesis.

Con respecto a este punto las prioridades la tendrán primero el área mecánica y luego la eléctrica, se realizarán primero los mantenimientos programados para luego realizar los sencillos. Ver diagrama de Gantt Anexo 4

De acuerdo al diagrama se dará prioridad durante las primeras semanas a los mantenimientos del área mecánica que se hayan clasificado como programados y luego se realizarán los del área eléctrica que estén denominados como programados, cubiertos estos trabajos de mantenimiento se procederá a realizar los sencillos primero en el área mecánica y luego en la eléctrica.

#### **4.2. Ejecución del programa de mantenimiento desarrollado.**

Se empezará con el programa establecido de la manera como se ha manifestado, se comprobarán tiempos de ejecución y se obtendrá datos veraces a tal punto de establecer un programa de mantenimiento lo más acertado posible en cuanto a tiempos y recursos a emplear.

### **Ejecución del Programa.**

Luego de ejecutar los primeros trabajos en cada una de las áreas haciendo uso de las tablas o planillas presentadas en capítulos anteriores, se procederá a realizar un calendario en el cual se definirán horarios para la ejecución de cada una de las tareas de mantenimiento.

A estos cuadros se agregarán las fechas iniciales de los procesos a ejecutar con la finalidad de tener información lo más detallada posible para planificar las fechas en las que se realizará nuevamente las labores de mantenimiento utilizando las frecuencias de mantenimiento que corresponde para cada proceso, se agregarán también la duración y los recursos que estos requieran.

Son horarios tentativos, los mismos que más adelante se plasmarán en un programa más avanzado que ayude a no traslapar tiempos ni personal para cada una de las tareas de mantenimiento a efectuarse.

Adicionalmente como punto importante de este capítulo se medirán las semejanzas y diferencias entre lo programado y lo real, esto con la finalidad de establecer el procedimiento más óptimo para cada uno de los procesos, tratando de mejorar incluso aquellos en los que

exista semejanza entre lo programado y lo real, esto último en caso de tener diferencias por encima del 25% de las tareas a ejecutar.

Cuando se menciona las tareas a ejecutar se refiere a cada una de las tareas en particular, es decir cada tarea se contará una sola vez.

### **Indicador de Variación entre lo Programado y lo Real.**

Empleando los formatos de control que se diseñaron en el capítulo anterior se procederá a realizar cada uno de los trabajos establecidos en el programa para luego gracias a la información detallada en cada hoja ratificar o rectificar los tiempos y recursos que se programaron inicialmente, cabe mencionar que será un muestreo corto que tal vez no evidencie lo que realmente sucede en un periodo, sin embargo será de mucha utilidad para corregir a corto plazo todo lo necesario en el programa.

Luego de estar trabajando en la implementación del programa se elaborará un cuadro el mismo que se orientará de forma directa a medir las diferencias de tiempos y recursos entre lo programado y lo empleado.

Para determinar las variaciones obtenidas entre lo programado y lo presupuestado se idealizará lo programado en una tabla considerando que lo programado corresponde al 100% del recurso asignado para luego obtener un dato porcentual de la variación.

TABLA 24  
VARIACIÓN PROGRAMADO VS REAL

ÁREAS Y EQUIPOS	Tiempo		Personal		Tiempo		Personal	
	PROG.	REAL	PROG.	REAL	PROG.	VAR.	PROG.	VAR.
AAO	650	650	9	9	100	100	100	100
AE	720	660	1	1	100	91,67	100	100
AJP	21	20,7	17	18	100	98,57	100	105,9
AM	2	2	7	7	100	100	100	100
BCI	60	50	3	3	100	83,33	100	100
BGZ	320	315	15	15	100	98,44	100	100
BSC	315	310	14	14	100	98,41	100	100
CK	730	720	21	20	100	98,63	100	95,24
CKK	730	715	4	4	100	97,95	100	100
GPC	110	95	7	7	100	86,36	100	100
ME	1615	1620	10	10	100	100,3	100	100
MJD	170	180	11	11	100	105,9	100	100
MR	120	115	7	7	100	95,83	100	100

De la presente tabla se obtiene un grafico que evidencia las variaciones a las que estará sujeto el programa.

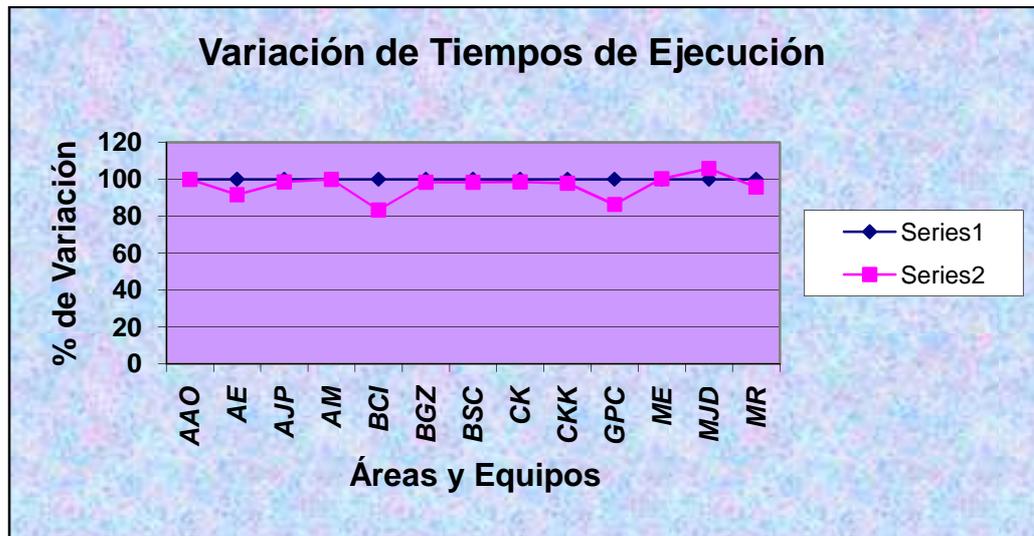


Figura 4.2: Variación de Tiempos

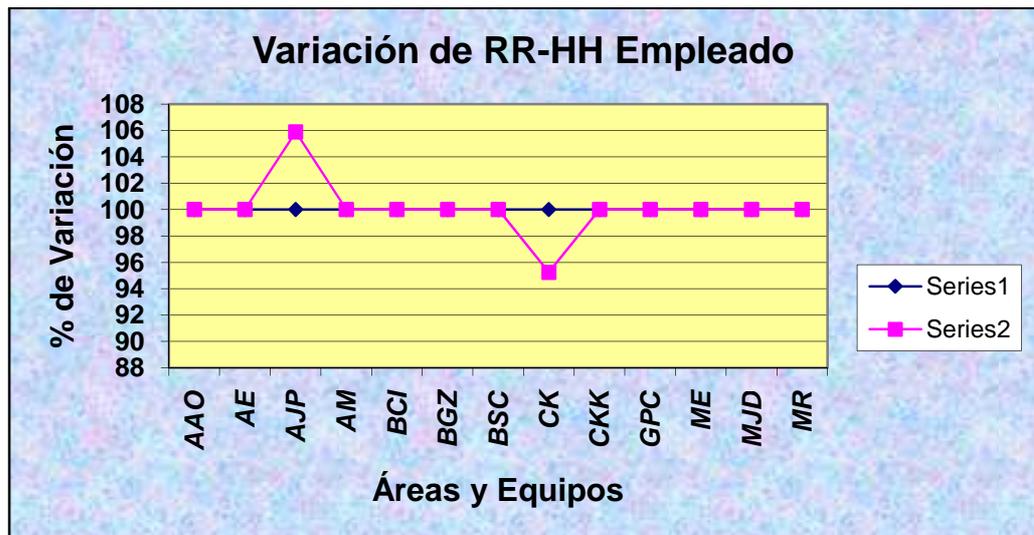


Figura 4.3: Variación de RR-HH

Como se aprecia los mantenimientos realizados presentan variaciones, sin embargo las que más podrían ocasionar problemas al diagrama serian las variaciones de tiempo, las mismas que estén por encima de lo programado. Ventajosamente esto no ocurre.

Desde el punto de vista mencionado se puede decir que de acuerdo a los datos obtenidos durante el muestreo de los primeros tres meses de implementación del proyecto en el cual se realizaron un 71,15 % de los trabajos incluidos en el programa, evidencian una concordancia de lo programado en más de un 92,3% lo cual es gratificante para el proyecto ya que las modificaciones a realizar son pocas y su incidencia en los recursos no trascenderá de manera considerable en el proyecto, el 7,7% restante corresponde en su mayoría a cambios leves que no retrasan el programa en más de 30 minutos.

Precisamente en el próximo ítem se procederá a realizar las correcciones necesarias para obtener el programa definitivo que le permita a la planta alcanzar los objetivos que se trazo a inicios de este proyecto.

#### **4.3.Rediseño de formatos y modificación de frecuencias de mantenimiento de acuerdo a la necesidad de los equipos.**

En base a las experiencias obtenidas del proceso de implementación del presente programa de mantenimiento se procede a modificar de forma eficiente la mayoría de los procesos o metodologías que así lo ameriten en pos de cristalizar los objetivos del presente proyecto.

Como ya se analizó en el ítem anterior las variaciones entre lo programado y lo real son mínimas.

Es necesario mencionar que las holguras de tiempos para inspecciones visuales y los tiempos muertos entre tareas juegan un papel importante para obtener los resultados que ya se mencionaron de acuerdo a la relación entre lo programado y lo real.

Por otra parte y referente al presente capítulo existen varios formatos, los cuales están cumpliendo su cometido, sin embargo uno de ellos será sometido a modificación.

En definitiva el hecho de no tener variaciones representativas entre lo programado y lo real permite manifestar que el programa no será modificado, ya que las variaciones que existen de acuerdo al gráfico no afectan el desarrollo del programa, más bien proporcionan holguras de recursos en ciertos casos. Por otra parte si se procederá a rediseñar un formato.

### **Rediseño de Formatos.-**

Los formatos diseñados en el capítulo anterior han tenido una excelente acogida durante el desarrollo de la tesis, sin embargo tomando en cuenta la frecuencia de los trabajos que encierra el formato de la hoja de control y en vista de tener pocas coincidencias entre trabajos de lubricación y calibración, se cambiará el modelo del formato mas no los campos que en él se encontraban inicialmente.

La idea principal es ocupar de mejor forma el papel y a la vez darle mayor maniobrabilidad al operador, se diseño una hoja que tiene la mitad de las dimensiones del formato inicial.

La hoja de control ahora es eficiente en lo que a la parte económica concierne y además según comentarios de los operadores es más

atractiva para la vista y sirve mejor que la anterior en la zona de trabajo.

En el Anexo 8 se muestra el formato de hoja de control corregido

#### **4.4. Programación de actividades en fecha calendario perfectamente definidas.**

Si bien es cierto se ha avanzado en más de un 25% de la ejecución del programa de mantenimiento en la Planta y es preciso mencionar lo necesario que ha sido este avance ya que da una proyección bastante acertada de los resultados que se obtendrán con el proyecto a parte de definir las pautas que encaminen hacia el proyecto definitivo.

Este programa general y definitivo servirá para concluir con éxito el periodo 1 de implementación de mantenimiento y estar listos para acto seguido iniciar el periodo 2 que estará comprendido entre noviembre del 2011 y octubre del 2012.

Para las actividades que tienen periodos de repetición muy largo la programación de los mismos se torna fácil, sin embargo un 73,58%

de las tareas se repiten a corto plazo lo cual dificulta estar buscando la fecha idónea para su realización sin que esta tarea luego se traslape con otra generando problemas e incumplimiento del programa, además es necesario tener una base de datos o programa que permita medir la utilización de recursos y los costos que genere cada tarea. Por las razones antes expuestas se requiere de una herramienta que facilite la programación a corto plazo y que además permita obtener ayuda a largo plazo, ya que terminado un periodo automáticamente inicia otro y lo óptimo sería contar con un programa al cual simplemente se realicen modificaciones y este genere un diagrama a seguir según los datos ingresados.

La herramienta que se empleará para definir el proyecto de implementación del programa de mantenimiento será Microsoft Project, una herramienta que permitirá obtener una programación correcta disminuyendo al máximo los posibles errores con respecto a fechas de ejecución de cada una de las tareas de mantenimiento y de acuerdo a parámetros asignados calculará la fecha de repetición de las tareas que se así lo ameriten.

Esta herramienta permitirá también llevar un adecuado control de otros factores como son recursos y costos, los cuales al igual que el

tiempo juegan un papel muy importante en el presente proyecto. Además en caso de tener modificaciones en la cantidad de máquinas, personal o costos, estas se acoplarán al programa con mayor facilidad.

Es sin duda este diagrama es una herramienta que jugará un papel muy importante en el presente proyecto ya que será el patrón a seguir y a su vez a consultar antes y después de realizar un determinado proceso.

**4.5. Control de actividades repetitivas con base a formatos de ficha técnica, órdenes o solicitud de trabajo, hoja de vida, programa de inspección, calibración, lubricación, etc.**

Si bien es cierto el proyecto cuenta con un diagrama de Gantt que define y planifica los procesos a efectuarse en la implementación de un programa de mantenimiento, sin embargo para fines administrativos se generarán controles de estas actividades.

**Control Virtual.-**

El proceso de control de actividades de forma virtual se realizará mediante una hoja de cálculo la misma que agilizará los procesos de búsqueda de información de las tareas efectuadas en el pasado, incluso en base a cuadros estadísticos proveerá de información comparativa con el presente y generará proyecciones a futuro.

Sin duda este tema de control o también llamado de archivo será de mucha utilidad al momento de establecer nuevos procedimientos o de recordar algún proceso que por tener una frecuencia bastante grande de ejecución obligue a consultar el proceso efectuado durante su último mantenimiento. Para esto último quizás el control físico servirá más para obtener estos datos, sin embargo el control virtual será el que indique de manera directa donde se encuentran los documentos que se requieren.

### **Control Físico.-**

Sin duda y de acuerdo a lo que dicen los libros es la manera más eficaz y confiable de llevar un control de actividades. El control físico es el que permitirá obtener datos exactos y a más de eso establecer responsables para cada uno de los procesos efectuados.

Se elaborarán fichas técnicas por cada periodo y de ser necesario se lo realizará por área, todo según la magnitud de archivos físicos que se generen.

Este control de actividades tendrá entre sus archivos como documento principal el programa de mantenimiento plasmado en el diagrama de Gantt, las carpetas que lo conformen estarán codificadas y guardarán todos los documentos que intervienen en cada uno de los procesos descritos en el programa.

Actualmente no se ve los beneficios de archivar los documentos generados en cada proceso, sin embargo este control de actividades de mantenimiento será fundamental a futuro cuando la empresa experimente modificaciones que obliguen a realizar una reprogramación y sin duda esta información archivada será necesaria en la programación para los nuevos periodos de mantenimiento.

# **CAPÍTULO 5**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El presente es un proyecto que sin duda será uno de los pilares que sostendrá a futuro la planta, una planta totalmente nueva la misma que como se describió en el desarrollo de este proyecto ya tuvo sus primeros tropiezos por descuidos en los procesos de mantenimiento. En base a estos antecedentes y a la experiencia de la implementación del mismo se puede concluir lo siguiente:

### **CONCLUSIONES**

1. Desde el punto de vista operativo los objetivos fueron logrados de acuerdo a lo planteado, es decir con las paradas programadas logrando mantener la planta operativa durante todo el periodo evitando problemas de desabastecimiento a los clientes. Algo que como se

menciono al inicio del proyecto no ocurrió en el periodo anterior a la implementación del programa, periodo en el cual las pérdidas por tiempo improductivo fueron considerables.

2. Para generar las frecuencias de mantenimiento se realizó un muestreo de horas laborables durante todo el año llegando a la conclusión de tener un promedio de 62,5 horas semanales de trabajo. De acuerdo a esto y a la tabla presentada en el Anexo 3 se realizarán 98 labores de mantenimiento diferentes durante un periodo. Labores técnicamente fijas ya que las variaciones al menos mientras no se modifique el número de equipos corresponderán específicamente a mantenimientos que se realizan cada dos o tres periodos los mismos que en total son ocho labores de mantenimiento.
3. Factores como la disponibilidad para realizar más del 70% de los trabajos permitieron programar con holgura en tiempos y personal.
4. Los gráficos de lo programado vs lo real arrojaron valores muy gratificantes con variaciones menores a un 6% por lo tanto los recursos y el tiempo asignados en base a las investigaciones realizadas durante la presente tesis fueron acertados.

5. La imagen de la empresa mejoró notablemente ante su clientela por realizar entregas de alta calidad y en el tiempo justo.
6. El programa permitió disminuir costos de los trabajos para los cuales se emplea contratistas, es decir costos de mano de obra y repuestos.
7. Se empezó a tener Fichas Técnicas con información bastante detallada de cada una de las actividades de mantenimiento que se realizan en la Planta.
8. El hecho de tener una planta que opere eficientemente durante las temporadas que así lo demande la producción y que se para de acuerdo a lo programado, evidencia que la Planta es eficiente y cumple con los presupuestos que le plantea el Departamento Comercial. Lo antes escrito desemboca en una cadena que continua con un aumento en ventas y por ende en los ingresos económicos a la empresa.
9. Se logró disminuir costos de horas extras, repuestos y sobre todo de costos por tiempo improductivo, factores que en el periodo anterior generaron pérdidas significativas a la Empresa.

Cada uno de los puntos citados a manera de conclusión sobre el proyecto realizado contribuyen a pensar que el proyecto esta acto para cumplir con los objetivos para el cual fue creado, sin embargo con respecto a este tema existen pequeñas mejoras que realizar y por ello continuación se detallan varias recomendaciones para potenciar los procesos que se realicen en la planta y a la vez disminuir aún más los costos relacionados con procesos de mantenimiento.

#### **RECOMENDACIONES.**

1. Para optimizar los procesos de mantenimiento se recomienda dividir el periodo de mantenimiento general en tres sub periodos designados para cada una de las temporadas productivas de la Planta, la idea principal de llevar a efecto esta división es generar frecuencias específicas para cada temporada productiva ya que como se ha mencionado la producción difiere mucho entre ellas.
2. Implementar bancos de pruebas, accesorios y herramientas a tal punto de crear un departamento de mantenimiento que cuente con todos los implementos necesarios y de esta manera disminuir al máximo las contrataciones externas.

3. Luego de obtener autonomía de mantenimiento en la planta se recomienda utilizar la tecnología con la finalidad de facilitar las labores de mantenimiento, un programa o software en línea con el departamento de compras a tal punto que permita costear las órdenes de trabajo y llevar un control presupuestario de las mismas. Este software deberá además controlar los egresos de repuesto generando una solicitud de reposición inmediata al stock de bodega.
  
4. Un tema que no se debe olvidar es la constante renovación de conocimientos del personal involucrado en los procesos de mantenimiento, por ello se recomienda invertir en capacitación no solo para el personal de mantenimiento sino a todos ya que decisiones acertadas evitarán forzar algún proceso y con ello no se generará un mantenimiento antes de lo programado o que incluso no se haya programado como por ejemplo la ruptura de alguna máquina o elemento de la misma.
  
5. Por último se recomienda tener presente que el encargado de la implementación debe tener buena relación con todos los departamentos de la empresa, esto es algo fundamental para garantizar el correcto desarrollo del programa.

## BIBLIOGRAFÍA

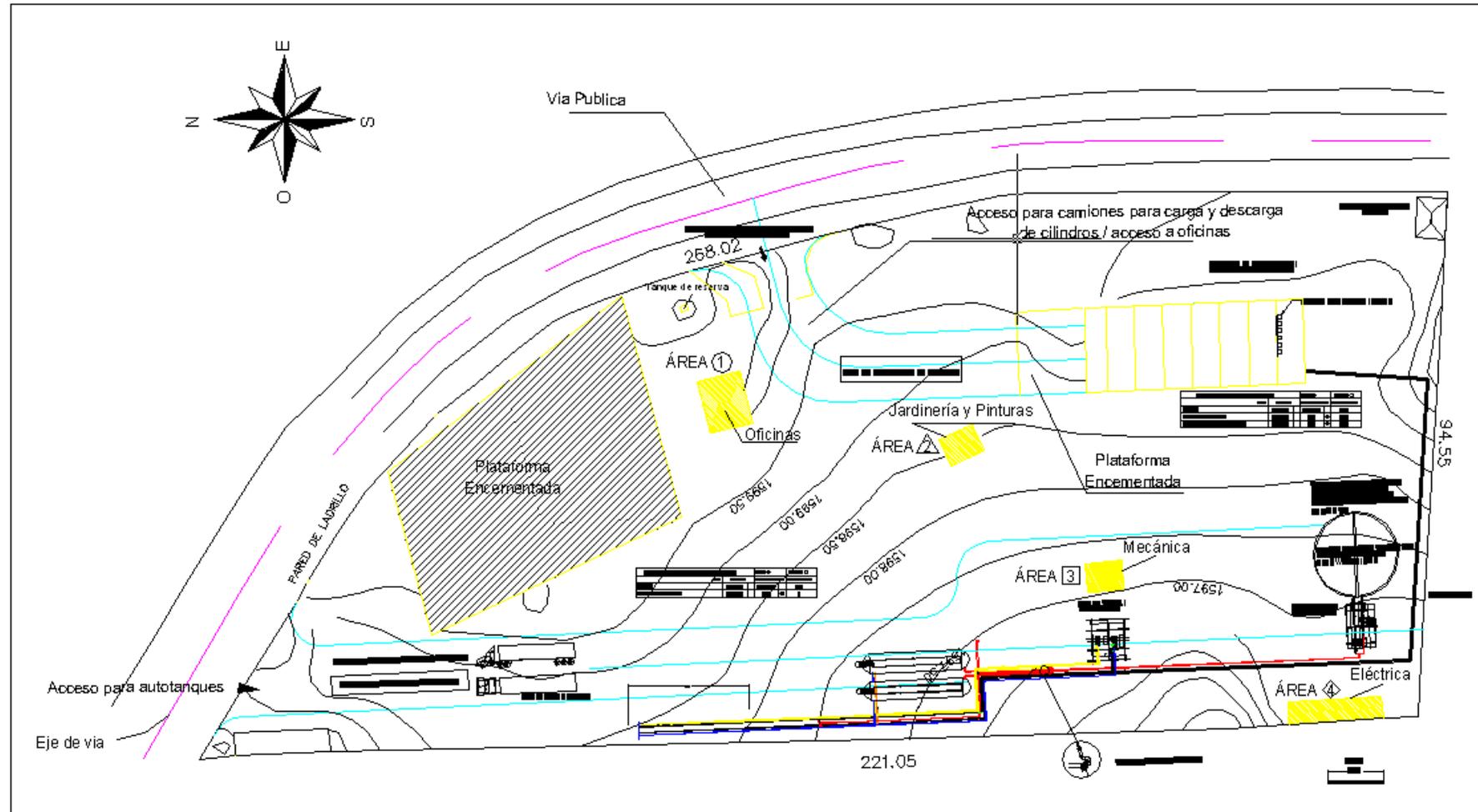
1. Installation, Operation & Maintenance Manual, Double-Acting Gas Compressors, [www.corken.com](http://www.corken.com) , Printed in the U.S.A. February 2009,
2. Installation, Operation & Maintenance Manual, SC-Series Multistage Side Channel Pumps, [www.corken.com](http://www.corken.com) , Printed in the U.S.A. September 2002
3. Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento, Series Z, [www.corken.com](http://www.corken.com) IMPRESO EN LOS EE.UU. OCTUBRE 2004
4. *Manual de Motores WEG*, [www.weg.com.br](http://www.weg.com.br)
5. GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES DIESEL, [www.JohnDeere.com.mx](http://www.JohnDeere.com.mx)
6. Manual de instrucciones, Impreso en EE.UU. Agosto 2005, [www.porter-cable.com](http://www.porter-cable.com)

7. Solomantenimiento, [www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimiento-autonomo.htm](http://www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimiento-autonomo.htm), 14 de Septiembre , 2008.
  
8. Monografías,  
[www.monografias.com/trabajos17/mantenimientopredictivo/mantenimiento-predictivo.shtml](http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimientopredictivo/mantenimiento-predictivo.shtml), agosto 15, 2008.
  
9. [www.mantenimientoplanificado.com/art%EDculos%20PREDICTIVO\\_archivos/galileo.dim.edec.cl%20lmv/articulo\\_rodamientos\\_CHILE1.pdf](http://www.mantenimientoplanificado.com/art%EDculos%20PREDICTIVO_archivos/galileo.dim.edec.cl%20lmv/articulo_rodamientos_CHILE1.pdf) , septiembre 21,2008.

# **ANEXOS**

# ANEXO 1

## UBICACIÓN DE ÁREAS EN LA PLANTA AUSTROGAS-VENTANAS



ANEXO 2

TABLA GENERAL DE LABORES DE MANTENIMIENTO

	CODIGO	Labor de Mantenimiento	Participantes	Frecuencia
OFICINAS	OF1	Limpieza de Muebles de oficina	Jefe de Operaciones y Facturadora	Dos días x semana
	OF2	Limpieza de Oficina	Jefe de Operaciones y Facturadora	Dos días x semana
	OF3	Limpieza de Equipos de oficina	Jefe de Operaciones y Facturadora	Una vez x semana
	OF4	Limpieza de Paredes y Ventanas	Asistente de Planta	Cada dos meses
	OF5	Limpieza y revisión de Bodega	Jefe de Operaciones y Asistente	Dos veces x mes
JARDINERIA Y PINTURA	JP1	Corte de maleza	Asistente de Planta y Chofer	Cuatro x año
	JP2	Limpieza de Paredes Cerca	Asistente de Planta y Chofer	Dos x año
	JP3	Riego de Plantas	Guardia	Tres vez x semana
	JP4	Limpieza de Sala de Bombas	Asistente de Planta	Una vez x semana
	JP5	Limpieza de Zona de Carga	Asistente de Planta	Una vez x semana
	JP6	Limpieza de Sala de Tableros	Jefe de Operaciones y Asistente	Una vez x semana
	JP7	Limpieza de Sala de B.C.I.	Asistente de Planta	Una vez x semana
	JP8	Limpieza de Sala Generadores	Asistente de Planta	Una vez x semana
	JP9	Limpieza de Equipos de Jardinería	Asistente de Planta	Una vez x semana
	JP10	Pintado de Paredes de Oficina	Asistente de Planta	Dos x año
	JP11	Pintado de Tuberías en General	Asistente de Planta	Dos x año
MECANICA	M1	Mantenimiento de Bombas	Jefe de Operaciones y Asistente	Cuatro x año
	M2	Mantenimiento de Compresores	Jefe de Operaciones y Asistente	Cuatro x año
	M3	Mantenimiento de Graneleros	Jefe de Operaciones y Chofer	Una vez x semana
	M4	Mantenimiento de Generador Kohler	Jefe de Operaciones y Asistente	Una vez x semana
	M5	Mantenimiento de Generador 5 HP	Jefe de Operaciones y Asistente	Una vez x semana
	M6	Mantenimiento de B.C.I.	Jefe de Operaciones y Asistente	Cuatro x año
	M7	Accionamiento de Equipos de poco uso	Jefe de Operaciones	Una vez x semana
	M8	Mantenimiento de Tuberías	Asistente de Planta	Cuatro x año
	M9	Mantenimiento de Válvulas	Jefe de Operaciones y Asistente	Una vez x mes
ELECTRICO	E1	Limpieza de Paneles de control	Jefe de Operaciones y Asistente	Una vez x semana
	E2	Mantenimiento de Luminarias	Contratar	Dos veces x año
	E3	Limpieza de transformador	Contratar	Dos veces x año
	E4	Mantenimiento Líneas de Alta Tensión	Contratar	Dos veces x año

### ANEXO 3

#### TAREAS DE MANTENIMIENTO Y FECHAS DE INICIO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

FREC. (d)	<b>Tareas de Mantenimiento</b>	FECHA INICIO	Área o Equipo
1	Revisar acoples toma fuerza-bomba	04/11/2010	Z-2000
1	Revisar presión de descarga de la bomba	04/11/2010	Z-2000
12	Inspección visual completa	04/11/2010	Z-2000
12	Lubricar acoples de cardan	04/11/2010	Z-2000
24	Verificar el nivel de aceite	04/11/2010	J. Deere
24	Verificar el nivel de agua en el radiador	04/11/2010	J. Deere
72	Revisar estado de las baterías	04/11/2010	J. Deere
24	Verificar el nivel de aceite	04/11/2010	P. Cable
72	Limpiar filtro de aire	04/11/2010	P. Cable
144	Chequear estado de cañerías, mangueras y abrazaderas	04/11/2010	P. Cable
72	Inspección visual de fugas o deterioros	04/11/2010	B.C.I.
72	Chequeo de presión de trabajo	04/11/2010	B.C.I.
6	Chequeo de niveles de Agua, Aceite y Combustible	04/11/2010	Kodiaks
6	Chequeo de Presión de aire en llantas	04/11/2010	Kodiaks
6	Inspección visual completa, chequeo de luces y frenos	04/11/2010	Kodiaks
12	Limpieza de Cabina	04/11/2010	Kodiaks
12	Limpieza y revisión de Bodega	04/11/2010	Oficinas
2	Riego de Plantas	04/11/2010	Jar. Pintura
6	Revisar presión de aceite al cárter del compresor	04/11/2010	Compresor
1	Revisar presión de descarga del compresor	04/11/2010	Compresor
6	Inspección visual completa	04/11/2010	Compresor
144	Cambio de aceite y filtros	04/11/2010	Compresor
6	Revisar RPM del motor	04/11/2010	Sihi
1	Revisar presión de descarga de la bomba	04/11/2010	Sihi
6	Inspección visual completa	04/11/2010	Sihi
24	Inspección de ruido o vibración	04/11/2010	M. Eléctricos
6	Revisar nivel de aceite en el cárter del compresor	04/11/2010	Compresor
72	Verificar alineación y fijación del equipo	04/11/2010	M. Eléctricos
6	Limpieza de Muebles de oficina	08/11/2010	Oficinas
6	Limpieza de Oficina	08/11/2010	Oficinas
6	Limpieza de Equipos de oficina	08/11/2010	Oficinas
48	Limpieza de Paredes y Ventanas	08/11/2010	Oficinas
72	Limpieza del Equipo	11/11/2010	B.C.I.
48	Limpiar y mantener secos los alrededores del compresor	11/11/2010	Compresor
24	Limpiar y mantener secos los alrededores de la bomba	11/11/2010	Sihi
12	Limpieza de Sala de Bombas	11/11/2010	Jar. Pintura

12	Limpieza de Zona de Carga	11/11/2010	Jar. Pintura
12	Limpieza de Sala de Tableros	11/11/2010	Jar. Pintura
12	Limpieza de Sala de B.C.I.	11/11/2010	Jar. Pintura
12	Limpieza de Sala Generadores	11/11/2010	Jar. Pintura
12	Accionamiento de Equipos de poco uso	15/11/2010	Mecánica
144	Limpiar rejillas de los accesorios de enfriamiento	16/11/2010	Compresor
144	Chequear tensión de bandas	16/11/2010	Compresor
144	Inspeccionar y limpiar filtros de GLP	16/11/2010	Compresor
144	Inspección de Válvulas	16/11/2010	Compresor
144	Engrasado de rodamientos	16/11/2010	Compresor
6	Limpiar filtro de aire	19/11/2010	Rozadora
6	Inspección visual del estado y ajustes de todas las piezas	19/11/2010	Rozadora
6	Revisar nivel de grasa	19/11/2010	Rozadora
6	Revisar estado de aisladores de vibración	19/11/2010	Rozadora
72	Limpieza de la bujía	19/11/2010	Rozadora
72	Limpieza externa de carburador	19/11/2010	Rozadora
6	Revisar filtro de combustible	19/11/2010	Rozadora
24	Cambio de Aceite del Motor y filtro	23/11/2010	Kodiaks
12	Lubricar rodamientos de la bomba	23/11/2010	Z-2000
144	Inspeccionar y limpiar filtros de GLP	30/11/2010	Sihi
144	Inspección de Válvulas	30/11/2010	Sihi
144	Reemplazar Acoples	30/11/2010	Sihi
144	Inspeccionar estado de aspas del ventilador	07/12/2010	J. Deere
144	Limpiar filtro de aire	07/12/2010	J. Deere
144	Cambio de aceite del motor	08/12/2010	P. Cable
288	Revisar estado de la bujía	14/12/2010	P. Cable
288	Cambiar filtros de Aire y Combustible	14/12/2010	P. Cable
144	Inspeccionar estado de bomba de agua	21/12/2010	J. Deere
72	Limpieza de Paneles de control	28/12/2010	Eléctrico
72	Limpiar superficie del equipo	28/12/2010	M. Eléctricos
72	Limpiar alrededores	28/12/2010	M. Eléctricos
144	Control de maleza	04/01/2011	Jar. Pintura
576	Limpieza y Pintado de Paredes Cerca	04/01/2011	Jar. Pintura
144	Limpieza de Equipos de Jardinería	04/01/2011	Jar. Pintura
576	Pintado de Tuberías en General	04/01/2011	Jar. Pintura
144	Lubricación de Cardan y crucetas	04/01/2011	Kodiaks
144	Lavado del motor	04/01/2011	Kodiaks
144	Cambio de bujías	04/01/2011	Kodiaks
144	Cambio de Zapatas	04/01/2011	Kodiaks
144	Cambio de Aceite Caja de Cambio, Corona y Transmisión	04/01/2011	Kodiaks
144	Lubricación de Rodamientos de Ruedas	04/01/2011	Kodiaks
72	Cambio de Filtros de Aire y Combustible	11/01/2011	Kodiaks
72	Limpiar filtro de entrada	18/01/2011	Z-2000
144	Limpieza de transformador	18/01/2011	Eléctrico
288	Mantenimiento de Luminarias	08/02/2011	Eléctrico

144	Inspeccionar controles de arranque de compresor	14/02/2011	Compresor
144	Calibración de anillos de pistón	14/02/2011	Compresor
144	Pintado de Paredes de Oficina	15/03/2011	Jar. Pintura
144	Cambio de aceite del motor	22/03/2011	J. Deere
288	Cambiar filtros de Aire, Aceite y Combustible	22/03/2011	J. Deere
288	Chequear estado de bandas	22/03/2011	J. Deere
768	Cambiar vanes de la bomba	18/04/2011	Z-2000
768	Cambiar sellos mecánicos	18/04/2011	Z-2000
768	Cambiar rotor de la bomba	18/04/2011	Z-2000
576	Revisar escobillas medir desgaste	15/08/2011	M. Eléctricos
576	Reapretar tornillos del equipo	15/08/2011	M. Eléctricos
864	Revisión completa (Desmontaje del motor)	15/08/2011	M. Eléctricos
768	Cambiar sellos mecánicos	16/01/2012	Sihi
768	Cambiar los rodamientos y carbones internos	16/01/2012	Sihi
432	Cambio de Correa de distribución	23/01/2012	Kodiaks
576	Mantenimiento de Tuberías	12/03/2012	Mecánica
576	Mantenimiento de Válvulas	12/03/2012	Mecánica

## ANEXO 4

## DIAGRAMA DE GANTT DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Precedencia	% completado	Costo	Nombres de los recursos
1	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>298,11 días</b>	<b>lun 30/08/10</b>	<b>mar 01/11/11</b>		<b>1%</b>	<b>6.111,12 €</b>	
2	<b>PLANEACIÓN</b>	<b>25,13 días</b>	<b>lun 30/08/10</b>	<b>lun 04/10/10</b>		<b>16%</b>	<b>828,20 €</b>	
3	Investigación	1 sem	lun 30/08/10	lun 06/09/10		0%	425,20 €	Daniel Peñafiel
4	Obtención de Datos	3 sem.	lun 06/09/10	lun 27/09/10	3	0%	277,80 €	Daniel Peñafiel[50%],Cruz Valverde[50%]
5	Elaboración de Plan de Trabajo	1,02 sem.	lun 27/09/10	lun 04/10/10	4	78%	125,20 €	Daniel Peñafiel
6	Reunion y presentación de la Propuesta	0 días	lun 04/10/10	lun 04/10/10	5	0%	0,00 €	Leonel Bonilla,Daniel Peñafiel,Manuel Galarza,Cruz Valverde
7	<b>PROGRAMACIÓN</b>	<b>20 días</b>	<b>lun 04/10/10</b>	<b>jue 04/11/10</b>		<b>0%</b>	<b>550,80 €</b>	
8	Elaboración del Programa de Mantenimiento	3 sem.	lun 04/10/10	lun 25/10/10	6	0%	375,60 €	Daniel Peñafiel
9	Análisis de Costos	1 sem	lun 25/10/10	jue 04/11/10	8	0%	175,20 €	Daniel Peñafiel,Evert Romero
10	Presentación del Programa	0 días	jue 04/11/10	jue 04/11/10	9	0%	0,00 €	Daniel Peñafiel
11	<b>EJECUCIÓN</b>	<b>238,11 días</b>	<b>jue 04/11/10</b>	<b>mar 11/10/11</b>		<b>0%</b>	<b>4.356,52 €</b>	
12	<b>Área Mecánica</b>	<b>111,11 días</b>	<b>jue 04/11/10</b>	<b>mar 12/04/11</b>		<b>0%</b>	<b>1.326,64 €</b>	
13	Labores de inspección	1 día	jue 04/11/10	vie 05/11/10	10	1%	61,04 €	Leonel Bonilla,Daniel Peñafiel,Manuel Galarza,Cruz Valverde
14	Trabajos de Reparacion	2 mss	vie 05/11/10	vie 31/12/10	13	0%	425,60 €	Guardia
15	Gestion de Mantenimientos	2 sem.	vie 31/12/10	vie 14/01/11	14	0%	120,00 €	Leonel Bonilla[33%],Cruz Valverde[33%],Manuel Galarza[33%]
16	Modificaciones al Programa	1 ms	vie 14/01/11	vie 11/02/11	15	0%	240,00 €	Leonel Bonilla[50%],Manuel Galarza[50%]
17	Implementación de Acuerdo a Temporada	2 mss	vie 11/02/11	mar 12/04/11	16	0%	480,00 €	Leonel Bonilla[50%],Manuel Galarza[50%]
18	<b>Área Eléctrica</b>	<b>91 días</b>	<b>mar 12/04/11</b>	<b>lun 22/08/11</b>		<b>0%</b>	<b>2.085,84 €</b>	
19	Labores de inspección	1 día	mar 12/04/11	mié 13/04/11	17	0%	25,04 €	Daniel Peñafiel
20	Trabajos de Reparacion	1 ms	mié 13/04/11	jue 12/05/11	19	0%	500,80 €	Daniel Peñafiel
21	Gestion de Mantenimientos	2 sem.	jue 12/05/11	jue 26/05/11	20	0%	120,00 €	Leonel Bonilla[50%],Manuel Galarza[50%]
22	Modificaciones al Programa	1 ms	jue 26/05/11	vie 24/06/11	21	0%	480,00 €	Leonel Bonilla,Manuel Galarza
23	Implementación de Acuerdo a Temporada	2 mss	vie 24/06/11	lun 22/08/11	22	0%	960,00 €	Leonel Bonilla,Manuel Galarza
24	<b>Área de Oficinas</b>	<b>11 días</b>	<b>lun 22/08/11</b>	<b>mar 06/09/11</b>		<b>0%</b>	<b>143,84 €</b>	
25	Labores de inspección	1 día	lun 22/08/11	mar 23/08/11	23	0%	25,04 €	Daniel Peñafiel
26	Implementación de Acuerdo a Temporada	2 sem.	mar 23/08/11	mar 06/09/11	25	0%	118,80 €	Leonel Bonilla[33%],Cruz Valverde[33%],Manuel Galarza[33%]
27	<b>Área de Jardinería y Pinturas</b>	<b>25 días</b>	<b>mar 06/09/11</b>	<b>mar 11/10/11</b>		<b>0%</b>	<b>800,20 €</b>	
28	Gestion de Mantenimientos	1 sem	mar 06/09/11	mar 13/09/11	26	0%	59,40 €	Leonel Bonilla[33%],Cruz Valverde[33%],Manuel Galarza[33%]
29	Implementación de Acuerdo a Temporada	1 ms	mar 13/09/11	mar 11/10/11	28	0%	740,80 €	Daniel Peñafiel,Evert Romero
30	<b>Presentación de Resultados</b>	<b>15 días</b>	<b>mar 11/10/11</b>	<b>mar 01/11/11</b>		<b>0%</b>	<b>375,60 €</b>	
31	Elaboración de Cuadros Comparativos	1 sem	mar 11/10/11	mar 18/10/11	29	0%	125,20 €	Daniel Peñafiel
32	Diseño de Diapositivas	1 sem	mar 18/10/11	mar 25/10/11	31	0%	125,20 €	Daniel Peñafiel
33	Reunión y Presentación de Resustados	0 días	mar 25/10/11	mar 25/10/11	32	0%	0,00 €	Leonel Bonilla,Daniel Peñafiel,Manuel Galarza,Cruz Valverde
34	Actualización del Programa Para Nuevo Periodo	1 sem	mar 25/10/11	mar 01/11/11	32	0%	125,20 €	Daniel Peñafiel

Proyecto: PM\_2011  
Fecha: mar 22/02/11

Tarea 

División 

Progreso 

Hito 

Resumen 

Resumen del proyecto 

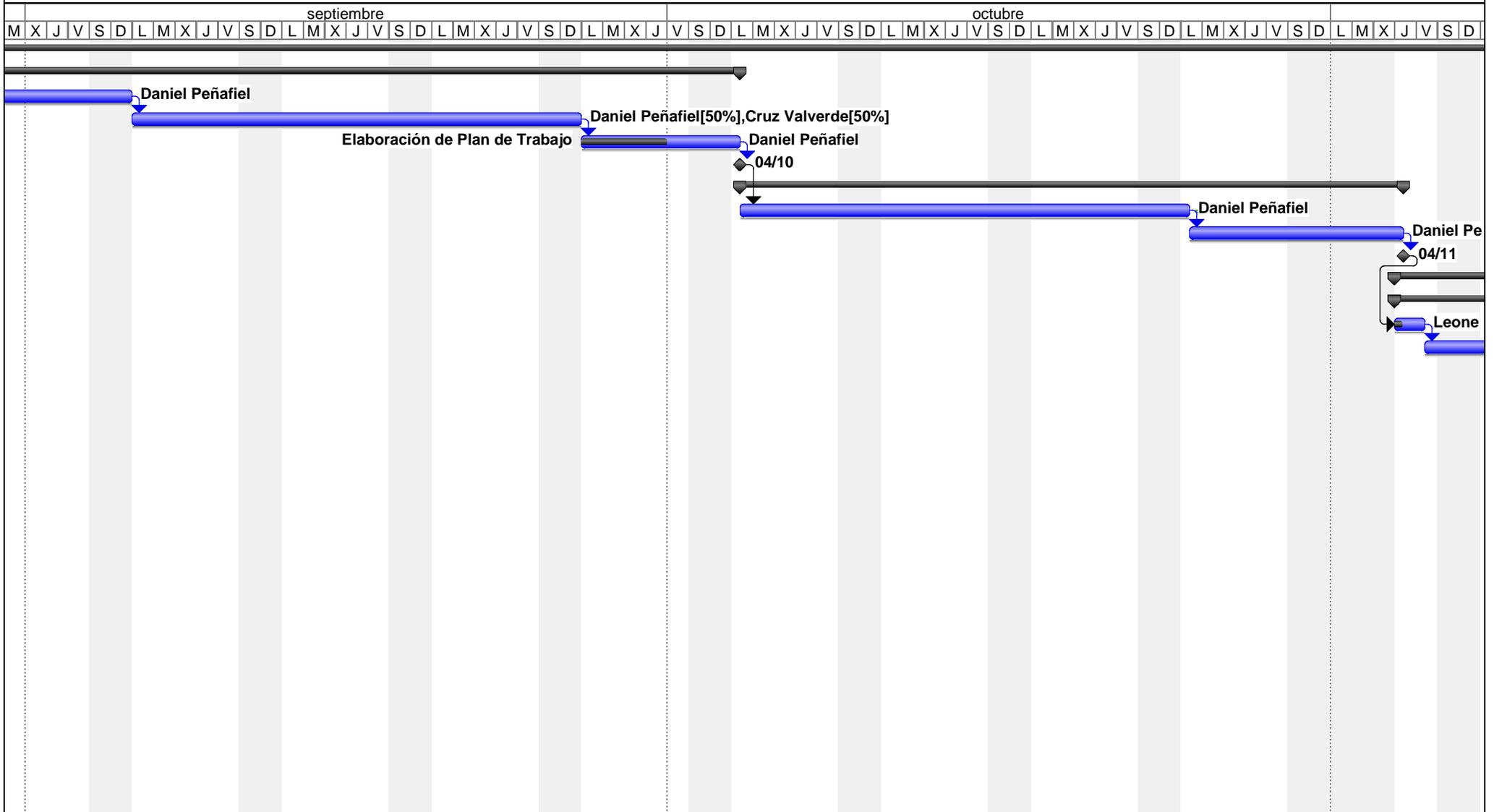
Tareas externas 

Hito externo 

Fecha límite 

ANEXO 4

DIAGRAMA DE GANTT DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO



Proyecto: PM_2011 Fecha: mar 22/02/11	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	



ANEXO 4

DIAGRAMA DE GANTT DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO



Proyecto: PM_2011 Fecha: mar 22/02/11	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	

ANEXO 5  
ORDEN DE TRABAJO

<b>SONINO</b>	<b>ORDEN DE TRABAJO</b>	MG-TM- 0001	
	DEPARTAMENTO DE MECÁNICA GENERAL	2010	
<b>DESCRIPCION DEL TRABAJO</b>  <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		OPERADOR:  _____	
		<b>INICIO DEL TRABAJO</b>	
		FECHA	HORA
		_____	_____
		<b>TERMINO DEL TRABAJO</b>	
		FECHA	HORA
		_____	_____
		<b>ÁREA</b>  _____  _____	
		<b>Trabajo:</b> Interno <input type="checkbox"/> Externo <input type="checkbox"/>	
		<b>Requerimiento:</b> Programado <input type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/>	
<b>MATERIALES UTILIZADOS</b>  <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>			
<b>OBSERVACIONES:</b>  <hr/> <hr/>			
<hr/> <b>FIRMA DE RESPONSABLE</b>		<hr/> <b>FIRMA DE RECEPTOR</b>	



ANEXO 7  
HOJA DE CONTROL

 <b>AUSTROGAS</b> Compañía de Economía Mixta	<b>HOJA DE CONTROL</b>		PM-HC- 0003
	DEPARTAMENTO DE OPERACIONES VENTANAS		<b>2010</b>
INSPECCIÓN, CALIBRACIÓN, LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA DE EQUIPOS		FECHA: _____	HORA: _____
<b>INSPECCIÓN</b>		<b>CALIBRACIÓN</b>	
AREA: _____		AREA: _____	
SECTOR: _____		SECTOR: _____	
EQUIPO: _____		EQUIPO: _____	
OBSERVACION: _____ _____		OBSERVACION: _____ _____	
<b>LUBRICACIÓN</b>		<b>LIMPIEZA</b>	
AREA: _____		AREA: _____	
SECTOR: _____		SECTOR: _____	
EQUIPO: _____		EQUIPO: _____	
OBSERVACION: _____ _____		OBSERVACION: _____ _____	
<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____			
_____ Jefe de Mantenimiento		_____ Operador	

ANEXO 8

 <b>AUSTROGAS</b> <small>Compañía de Economía Mixta</small>	<b>HOJA DE CONTROL</b> DEPARTAMENTO DE OPERACIONES VENTANAS	<b>PM-HC- 0003</b> <b>2010</b>
<b>TRABAJOS PERIODICOS DE INSPECCIÓN, CALIBRACIÓN, LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA DE EQUIPOS</b>		Fecha: _____ Hora: _____ Equipo: _____
<b>Inspección:</b> ..... ..... <b>Calibración:</b> ..... ..... <b>Lubricación:</b> ..... ..... <b>Limpieza:</b> ..... .....		
OBSERVACIONES:		
_____ Jefe de Mantenimiento	_____ Operador	