

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la metodología RCM II para los equipos de almacenamiento y suministro de combustible de las Estaciones de Servicio de una empresa distribuidora de combustible

Por

Consuelo Andrea Ayala Cisterna
Silvana Geraldine Cortez Vega

Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía: Augusto Vargas Schüler

Marzo, 2015

Agradecimientos

Habiendo finalizado este proceso, agradecemos a nuestros docentes, principalmente a Don Augusto Vargas por su entrega, disposición y análisis crítico, esenciales para concretar el presente Trabajo de Título

Agradecemos a la plana administrativa y funcionarios del Departamento de Operaciones de Copec OZC, por el apoyo, experiencia y conocimientos otorgados durante éste proceso.

Agradezco a mi familia y de manera especial a mis padres, por haber sido pilares fundamentales en mi formación como persona y ayudado a tomar las decisiones correctas, las que me han permitido llegar a esta instancia. Por haberme brindado su apoyo y amor incondicionales durante este periodo de mi vida y siempre.

*A Silvana Cortez, quien ha sido compañera y amiga a lo largo de mi formación universitaria y cuyos consejos, paciencia y constancia nos han permitido finalizar este proceso satisfactoriamente – **Consuelo Ayala Cisterna.***

Agradezco inicialmente a Dios por la maravillosa vida que me ha dado, por ser mi guía y la fuerza que me ha impulsado a todo lo que me he propuesto en la vida, y la luz que me seguirá guiando en el futuro.

Agradezco a mis padres y hermanas por ser mi soporte en todos mis años de estudios y por siempre confiar en mis capacidades, incluso en los momentos difíciles. Por ser mi guía y ejemplo de la vida que quiero lograr

*Doy gracias a Consuelo Ayala, mi buena amiga, que desde el comienzo de mi proceso universitario siempre me apoyo y dio una mano cuando lo necesitaba, espero que este trabajo de título que hicimos en conjunto sea el inicio de una excelente vida laboral– **Silvana Cortez Vega.***

Índice

Glosario	6
Lista de abreviaturas y siglas	8
Lista de símbolos	10
Lista de figuras	11
Lista de tablas.....	13
Resumen	14
Summary	16
Introducción	18
1. Antecedentes generales.....	19
1.1. Descripción de la empresa	19
1.1.1. Canal industrial.....	20
1.1.2. Canal concesionario/consignatario	21
1.2. Copec Oficina Zona Central (OZC).....	21
1.2.1. Departamento de Operaciones Copec OZC	22
1.3. Descripción general de procesos.....	24
1.3.1. Proceso de instalación de una E/S	24
1.3.2. Proceso de venta.....	26
1.3.3. Proceso de gestión y distribución de combustible.....	26
1.3.4. Proceso de descarga de combustible	31
1.4. Proceso de mantenimiento	33
1.4.1. Áreas de mantenimiento.....	33
1.4.2. Tipos de mantenimiento	37
1.5. Descripción de la situación actual.....	41
1.5.1. Descripción del área mecánica	43
1.6. Definición del problema	53
1.6.1. Causas del problema.....	54
1.7. Objetivos y resultado esperado.....	57
1.7.1. Objetivo general	57
1.7.2. Objetivos específicos.....	57
1.7.3. Resultado esperado.....	57

1.8.	Metodologías aplicables	58
1.8.1.	Evaluación del proceso actual	59
1.8.2.	Evaluación y diseño del proceso objetivo	62
1.9.	Resumen Capítulo 1: Antecedentes generales	67
2.	Metodologías.....	69
2.1.	Tipos de mantenimiento.....	69
2.1.1.	Mantenimiento preventivo.....	69
2.1.2.	Mantenimiento correctivo.....	69
2.1.3.	Mantenimiento cíclico	70
2.1.4.	Mantenimiento según condición y predictivo.....	71
2.1.5.	Mantenimiento mejorativo.....	71
2.2.	Análisis de costos	71
2.2.1.	Costos de mantenimiento	71
2.2.2.	Costo de mantenimiento con relación al tiempo.....	78
2.3.	Indicadores de gestión del mantenimiento.....	80
2.3.1.	Confiabilidad operacional.....	80
2.3.2.	Mantenibilidad	83
2.3.3.	Disponibilidad	84
2.4.	Mantenimiento centrado en la confiabilidad	84
2.4.1.	Las 7 preguntas básicas de RCM II	85
2.4.2.	Herramientas clave de la metodología RCM II.....	85
2.5.	Resumen Capítulo 2: Metodología.....	94
3.	Aplicación de la metodología.....	96
3.1.	Etapa 1: Cuantificación de costos de mantención y cálculo de indicadores de mantenimiento.....	96
3.1.1.	Cuantificación de costos actuales.....	96
3.1.2.	Indicadores de gestión de mantenimiento.....	99
3.2.	Etapa 2: Descripción de los sistemas de la línea de suministro de CL y sus componentes.....	100
3.2.1.	Sistema de succión e impulsión.....	100
3.2.2.	Componentes y accesorios.....	106
3.2.3.	Sistema electrónico y computacional.....	109
3.3.	Etapa 3: Aplicación de la metodología RCM II	113

3.3.1.	Grupo de análisis.....	113
3.3.2.	Análisis de Modos, Fallas y Efectos (AMFE)	114
3.3.3.	Árbol lógico de decisión RCM II	116
3.4.	Etapa 4: Elaboración de los POE y propuesta de un Procedimiento de Mantenimiento 117	
3.5.	Resumen Capítulo 3: Aplicación de la metodología	119
4.	Análisis de resultados	122
4.1.	Cuantificación de costos del plan de mantenimiento propuesto	122
4.2.	Clasificación de los Modos de Falla	123
4.3.	Resumen Capítulo 4: Análisis de resultados.....	126
5.	Conclusiones y recomendaciones	127
5.1.	Conclusiones	127
5.2.	Recomendaciones	131
	Bibliografía.....	133
	Anexos	134
	Anexo 1.1 – Contrato de trabajo de empresas externas	134
	Anexo 1.2 – Mantenimiento e inspección de E/S exigido por la SEC	136
	Anexo 1.3 – Ensayo de hermeticidad de tanques y tuberías	139
	Anexo 1.4 – Registros	141
	Anexo 1.5 – Tabla comparativa de las metodologías de costeo	144
	Anexo 1.6 - Ponderación de las metodologías para la evaluación y diseño del proceso objetivo.....	145
	Anexo 3.1 - Costos de mano de obra, mantenimiento preventivo.....	146
	Anexo 3.2 - Costos de repuestos, mantenimiento preventivo	150
	Anexo 3.3 - Aspectos específicos sobre el diseño, construcción y operación de una E/S exigidos por la SEC.....	153
	Anexo 3.4 – Hojas de información RCM II.....	158
	Anexo 3.5 – Hojas de decisión RCM II	171
	Anexo 3.6 – Procedimientos Operativos Estándar (POE).....	181
	Anexo 3.7 - Propuesta Plan de mantenimiento preventivo para equipos de almacenamiento y suministro de CL de las estaciones de servicio Copec OZC.....	194
	Anexo 4.1 - Tabla de prioridad y frecuencia de los modos de falla	227

Glosario

Mantenimiento: conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, equipos, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Mantenimiento preventivo: estrategia de mantenimiento que posee una gama de herramientas para la definición de tareas de mantenimiento y reemplazo de equipos basadas en el tiempo de operación o la etapa en el ciclo de vida en que se encuentran.

Mantenimiento correctivo: estrategia de mantenimiento que consiste simplemente en “reparar lo dañado”, usualmente tiene asociados bajos niveles de planificación del mantenimiento y excesivos niveles de inventario de repuestos y mano de obra como forma de resguardar la continuidad de los procesos productivos.

Disponibilidad: parámetro que describe el tiempo total que un componente está disponible. Esta dado por la confiabilidad y la mantenibilidad del componente.

Confiabilidad: capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista. De otra forma, la confiabilidad se puede definir también como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

Mantenimiento centrado en confiabilidad: proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.

Falla funcional: incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario.

Sistema: conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.

Surtidor de combustible: unidad expendedora de combustible mediante succión, con bomba en equipo.

Dispensador de combustible: unidad expendedora de combustible mediante impulsión, con bomba en tanque.

Costo de mantenimiento: costos del mantenimiento de área mecánica, eléctrica, imagen y otros.

Contrato por concesión: contrato que permite el uso del nombre Copec y la venta de sus productos, previa adquisición de la mercadería a la compañía, es decir, el concesionario hace suyos los productos y los revende en la E/S.

Contrato por consignación: contrato que permite al consignatario utilizar el nombre de la compañía y vender sus productos, sin ser propietario de lo que vende, sino que recibe de Copec cierta comisión por las ventas realizadas.

Plan de mantenimiento preventivo: conjunto de manuales en los cuales se detallan las actividades que se realizarán en los equipos a mantener.

Controlador: equipo que controla las funciones electrónicas del surtidor y la bomba de combustible en una Estación de Servicio.

Tanque: equipo de almacenamiento de combustible.

Inspección: reconocimiento exhaustivo.

Hoja de trabajo: registro en donde se detalla los trabajos realizados.

Contratista externo: persona que por contrata ejecuta una obra material o está encargada de un servicio para el Gobierno, para una corporación o para un particular.

Hoja de información RCM II: hoja donde se registran los resultados obtenidos del análisis AMFE. Consta de cuatro columnas, en las cuales se registran la descripción de funciones, pérdida de la función, causas de falla (modo de falla) y efectos de falla.

Árbol lógico de decisión RCM II: herramienta que permite seleccionar las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM. Integra todos los procesos de decisión en una estructura estratégica que se aplica a cada uno de los modos de falla listados en la hoja de información RCM II.

Hoja de decisión RCM II: hoja donde se registran los resultados obtenidos posterior a la aplicación del árbol lógico de decisión RCM II. Para cada modo de falla, se define la actividad de mantenimiento correspondiente.

Lista de abreviaturas y siglas

CL: Combustible líquido.

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustible.

MSCL: Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos.

RCM II: Reliability Centered Maintenance; Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

AMFE: Análisis de Modos, Fallas y Efectos.

TPM: Total Productive Maintenance; Mantenimiento Productivo Total.

T: Tiempo total de operación, horas.

K: Número de fallas.

Tp: Tiempo total de parada, horas.

D: Disponibilidad.

Cm: Costo de mantenimiento, \$.

Ci: Costo de intervención, \$.

Cf: Costo de falla, \$.

Cmo: Costo de mano de obra, \$.

Cr: Costo de repuesto, \$.

Cmt: Costo de material utilizado en mantención, \$.

MTBF: Mean Time Between Failures; Tiempo Medio Entre Falla.

MTTR: Mean Time to Repair; Tiempo Medio Para Reparar.

PTS: Procedimientos de Trabajo Seguro en instalaciones de CL.

HDS: Hoja de Datos de Seguridad de productos químicos.

LPH: Litros por hora.

GPH: Galones por hora.

Epa: Environmental Protection Agency; Agencia de Protección del Medio ambiente.

D/S 160: Reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos.

E/S: Estación de Servicio.

PI: Punto Industrial.

OZC: Oficina Zona Central.

TCT: Tarjeta Copec Transporte.

TAE: Tarjeta Abastecimiento Empresas.

P1: Prioridad 1, falla que requiere mantenimiento inmediato.

P2: Prioridad 2, falla cuyo mantenimiento no debe superar las 24 horas.

P3: Prioridad 3, falla cuyo mantenimiento no debe superar una semana.

P4: Prioridad 4, falla cuyo mantenimiento puede ser postergado por 4 o 5 semanas.

P5: Prioridad 5, falla cuyo mantenimiento que puede dejar de ser ejecutado.

F1: Frecuencia muy baja, falla que ocurre a intervalos superiores a 5 años.

F2: Frecuencia baja, falla que ocurre al menos una vez al semestre.

F3: Frecuencia moderada, falla que ocurre al menos una vez al mes.

F4: Frecuencia alta, falla que ocurre al menos una vez a la semana.

F5: Frecuencia muy alta, falla que ocurre al menos 3 veces a la semana.

Lista de símbolos

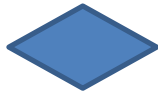
Diagrama de flujo



: Inicio o final del diagrama



: Realización de una actividad



: Análisis de situación y toma de decisión



: Documentación



: Indicación de flujo de proceso

Lista de figuras

Figura 1.1 - Gráfico de participación de mercado de Copec en Chile, año 2012.....	20
Figura 1.2 - Ventas de Copec por producto, año 2012.....	20
Figura 1.3 - Organigrama de Copec.....	23
Figura 1.4 - Diagrama de gestión y distribución de combustibles.....	27
Figura 1.5 - Visualización de datos del surtidor.....	27
Figura 1.6 - Estados de un surtidor de combustible.	29
Figura 1.7 - Elementos sujetos a mantención de imagen e infraestructura.	34
Figura 1.8 - Tablero eléctrico.	35
Figura 1.9 - Equipos sujetos a mantención mecánica.	36
Figura 1.10 - Equipos sujetos a otras mantenciones.....	37
Figura 1.11 - Diagrama de proceso de mantención preventiva E/S Copec.	39
Figura 1.12 - Diagrama de proceso de mantención correctiva de E/S Copec.....	40
Figura 1.13 - Gráfico de distribución de los costos de mantenimiento de las E/S de Copec OZC, año 2012.	41
Figura 1.14 - Costos de mantenimiento correctivo de las E/S de Copec OZC, año 2012.	42
Figura 1.15 - Registro de fallas durante el año 2012 en las E/S de Copec OZC.	43
Figura 1.16 - Identificación de las tapas de los tanques de almacenamiento de CL según producto.....	44
Figura 1.17 - Partes del surtidor de combustible.	48
Figura 1.18 - Diagrama del proceso de mantenimiento preventivo a surtidores de combustibles.....	49
Figura 1.19 - Funcionamiento terminal POS.	52
Figura 1.20 - Distribución de costos de mantenciones mecánicas de las E/S de Copec OZC, año 2012.....	53
Figura 1.21 - Árbol de Realidad Actual, procedimiento de mantención mecánica.	56
Figura 1.22 - Las 7 preguntas de RCM II.	64
Figura 1.23 - Pirámide de solución jerárquica de fallas.	65
Figura 2.1 - Metodología de cuantificación de costos.....	78
Figura 2.2- Curvas de costos de mantenimiento con relación al tiempo.....	79
Figura 2.3 - Aspectos de la Confiabilidad Operacional.....	80
Figura 2.4 - Variación de la tasa de falla a lo largo del tiempo, “Curva de la bañera”.	82
Figura 2.5 - Patrones de falla.....	82
Figura 2.6 - Árbol lógico de decisión de RCM II.	87
Figura 2.7 - Fases de una falla, Intervalo P-F.	93
Figura 3.1 - Entrada al tanque de almacenamiento de CL.	103
Figura 3.2 - Válvula de retención.	104
Figura 3.3 - Parte externa del medidor volumétrico.....	105
Figura 3.4 - Bomba de impulsión de CL.....	106
Figura 3.5 - Partes que componen la pistola.....	107
Figura 3.6 - Gabinete de tarjetas electrónicas.....	110
Figura 3.7 - Parte frontal del controlador de surtidores.	111

Figura 3.8 - Grupo de análisis RCM II.....	113
Figura 4.1 - Gráfico de Prioridad de modos de falla.....	124
Figura 5.1 - Fallas generales en E/S, año 2012.....	127
Figura 5.2 - Costos globales de mantenimiento en las E/S, año 2012.....	128

Lista de tablas

Tabla 1.1 - Gestión del Dpto. de Operaciones.	22
Tabla 1.2 - Metodologías aplicables a los pasos de rediseño del plan de mantenimiento.	58
Tabla 2.1 - Composición de los costos de mantenimiento.	73
Tabla 2.2 - Hoja de información RCM II.	86
Tabla 2.3 - Hoja de decisión RCM II.	88
Tabla 3.1 - Resumen de costos preventivos de MO.	98
Tabla 3.2 - Resumen costos de intervención.	98
Tabla 3.3 - Indicadores de gestión del mantenimiento para los surtidores de las E/S.	100
Tabla 3.4 - Clasificación de los tipos de falla del controlador de surtidores.	112
Tabla 3.5 - Extracto Hoja de información RCM II para subsistema “Pistola”.	115
Tabla 3.6 - Consecuencias, tareas proactivas y “acciones a falta de”.	116
Tabla 3.7 - Extracto Hoja de decisión RCM II para subsistema “Pistola”.	117
Tabla 3.8 - Extracto Procedimiento operativo estándar para subsistema “Pistola”.	118
Tabla 3.9 - Resumen de actividades a realizar en la mantención mecánica preventiva.	120
Tabla 4.1 - Costos de mantención año 2012 v/s costos de mantención plan propuesto.	122
Tabla 4.2 - Modos de falla con mayor prioridad de atención y frecuencia.	124
Tabla 5.1 - Indicadores de mantenimiento para surtidores de las E/S Copec OZC, año 2012.	129

Resumen

Palabras claves: Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Metodología RCM, Metodología AMFE, Falla funcional, Plan de mantenimiento.

El presente Trabajo de Título se realizó en el Departamento de Operaciones de Copec OZC durante el año 2012. Este Departamento se encarga del mantenimiento general de estaciones de servicio de combustible pertenecientes a las regiones Tercera, Cuarta, Quinta y parte de la Región Metropolitana, realizando actividades preventivas y correctivas en la parte mecánica, eléctrica, imagen e infraestructura.

Se compararon las áreas de mantenimiento de las estaciones de servicio en cuanto a costos generales de mantenimiento y número de fallas anuales, determinándose que el mantenimiento mecánico (equipos: surtidor y sus componentes, tanque de almacenamiento de CL, línea de tuberías) es el que representa un mayor esfuerzo económico y logístico respecto del resto de las mantenciones, por lo que se estableció que éste será el objeto de análisis de este trabajo de título.

En el estudio se detectó que el problema que indujo al aumento en el número de fallas y costos de mantenimiento, tiene relación con el plan de mantenimiento actual, el cual es ambiguo y no estandarizado, lo que genera que las empresas contratistas estén realizando labores preventivas y correctivas según su propio parecer, dificultando el control por parte del Departamento de Operaciones. A su vez se determinó que las únicas actividades de prevención que se realizan en la actualidad son calibración y cambio de filtro de los equipos surtidores de combustible, sin realizar ningún tipo de inspección del estado del resto de los equipos, acudiendo sólo cuando se presentan fallas de orden correctivo.

Se realizó una selección de metodologías que permitieran dar solución al problema expuesto en el párrafo anterior, determinando que la metodología RCM II es la más adecuada para proponer un plan de mantenimiento que responda a las necesidades reales de mantenimiento de los equipos.

La aplicación de metodologías para dar solución a la problemática planteada fue dividida en las siguientes etapas:

- ♦ Etapa 1: Cuantificación de costos de mantención y cálculo de indicadores de mantenimiento.
- ♦ Etapa 2: Descripción de los sistemas de la línea de suministro de CL y sus componentes.
- ♦ Etapa 3: Aplicación de la metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM II).

- ♦ Etapa 4: Elaboración de los Procedimientos Operativo Estándar (POE) y propuesta de un Procedimiento de Mantenimiento.

Por lo anterior se rediseñó el plan de mantenimiento actual introduciendo inspecciones semestrales y trimestrales de la parte mecánica y electrónica del surtidor e inspecciones anuales de medición de presión y estado del tanque y tuberías de la línea de suministro.

Se obtuvo una clasificación de fallas según frecuencia y prioridad de mantenimiento en base a la metodología Análisis de Modos, Fallas y Efectos (AMFE), para determinar cuál de éstas requiere mayor atención.

Por último, se realizó una comparación de los costos del mantenimiento actual y futuro utilizando la teoría de costos de mantenimiento propuesta por Lourival Tavares en su libro "Administración Moderna del Mantenimiento", la cual plantea una disminución del 20% anual en los costos de mantenimiento con la aplicación de un plan adecuado.

Como conclusión final se determinó que al contar con un plan de mantenimiento adecuado, se logra la estandarización del proceso, lo que a su vez permite una reducción de la tasa de fallas en los equipos analizados y los costos asociados a sus intervenciones. Además, facilita la planificación y comunicación entre personal del Departamento de Operaciones.

Summary

Keywords: Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, RCM II Methodology, FMEA Methodology, Function failure, Maintenance Plan.

The current title work was held at Copec's Operations Department CZO during the year 2012. This Department is responsible for the general maintenance of fuel service stations belonging to the regions Third, Fourth, Fifth and part of the Metropolitan Region performing preventive and corrective activities in the mechanical, electrical, image and infrastructure areas.

A comparison was held among the maintenances areas of the stations in terms of overall maintenance costs and annual number of failures, determining the mechanical maintenance (equipment: supplier and its components, fuel storage tank, pipe line) represents a major economic and logistical effort from the rest of the maintenances, so it was established that this will be the subject of analysis in this title work

In the study, it was found that the problem that led the increase in the number of failures and maintenance costs is related to the current maintenance, which is ambiguous and not standardized. This fact generates that contractors are performing preventive and corrective activities in accordance of his own opinion, making difficult the control by the Operations Department. At the same time, it was determined that the only prevention activities that are made today are calibration and change in filters of the fuel suppliers equipment without performing any inspection of the condition of the other equipment, going only when failures occur corrective order.

A selection of methodologies that allow to solve the problem described in the previous paragraph was performed, determining that the RCM II methodology is most appropriate to propose a maintenance plan that responds the real needs of the equipment maintenance.

The application of methodologies to solve the issues raised was divided into the following steps:

- ♦ Stage 1: quantification of maintenance costs and calculation of maintenance indicators.
- ♦ Stage 2: description of liquid fuel supply lines systems and its components.
- ♦ Stage 3: application of Reliability Centered Maintenance (RCM II) methodology.
- ♦ Stage 4: development of Standard Operating Procedures and proposal of a maintenance procedure.

Therefore the current maintenance was redesigned, introducing quarterly inspections of mechanics and electronics supplier and annual inspections of pressure measurement and condition of the tank and pipe supply line.

A classification of faults according to the frequency and the maintenance priority was obtained based on the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) methodology, in order to determine which of these conditions require to apply more attention.

Finally, a comparison of the costs of current and future maintenance was held using the theory of maintenance costs proposed by Lourival Tavares in his book "Modern Maintenance Management" which raises a decrease of 20% per year in maintenance costs with the application of a suitable plan.

As a final conclusion, it was determined that having a proper maintenance plan achieves the standardization of the process, which allows a reduction in the failure rate in the analyzed equipment and the costs associated with their interventions. It also facilitates the planning and communication between the Operations Department staff.

Introducción

Copec S.A es el principal distribuidor de combustible en el país, con un total de 624 Estaciones de Servicio a lo largo del país, tiene el control del 58% del mercado respecto a la competencia.

Copec S.A se divide en zonas respecto a las regiones del país, el análisis de este trabajo de título, se centrara en el Dpto. de Operaciones de Copec OZC, la cual tiene a cargo 121 estaciones de servicio pertenecientes a las regiones Tercera, Cuarta, Quinta, y parte de la Región Metropolitana. Entre las políticas de servicio de la empresa prevalece la atención los 365 días del año, las 24 horas, por lo que el mantenimiento mecánico es un ítem de relevancia para la empresa, presentando los costos y tasa de fallas más altos respecto del resto de las mantenciones en la estaciones de servicio.

El análisis de este trabajo de título se centrará en el mantenimiento mecánico de la línea de suministro que está compuesto por tanque, tuberías y surtidor, el cual durante el período analizado, representó el 67% del costo general de mantenimiento preventivo y un 90% del costo general de mantenimiento correctivo, con un número total de 4763 fallas anuales, las cuales superan ampliamente al resto de áreas de mantenimiento. Lo anterior ha provocado problemas en el presupuesto anual, el cual no da abasto por el aumento de mantenciones correctivas.

En base a lo anterior, se ha determinado que existe un problema relacionado al plan de mantenimiento actual, el cual es ambiguo, no está estandarizado y no se rige por una calendarización rigurosa, impidiendo la coordinación entre la empresa contratista y el concesionario, lo que genera retrasos en los trabajos. Debido a esto, dicha planificación no logra la disminución de fallas emergentes y por ende de los costos.

Por lo tanto, el objetivo general de este trabajo de título, es: *“Elaborar un plan de mantenimiento preventivo en base a la metodología RCM II, que en su implementación, permitiría el correcto funcionamiento de los equipos para el periodo planificado y la disminución de los costos por concepto de mantenciones correctivas en las E/S de Copec OZC”*.

Los objetivos específicos para lograr lo anterior se basan en un diagnóstico de la situación actual, analizando los procesos de mantenimiento mecánico que realizan las empresas contratistas, las fallas más recurrentes y los costos asociados, para generar un plan de mantenimiento que permita estandarizar los procesos y lograr una gestión organizada y controlada por el concesionario y el Dpto. de Operaciones, la cual lograría en el tiempo una disminución significativa de los costos futuros respecto de los costos actuales.

Se pretende como resultado un Procedimiento de mantención estándar por equipo para ser entregado a las empresas contratistas.

1. Antecedentes generales

A continuación se describirá de forma general la empresa Copec S.A., las funciones comprendidas por los distintos departamentos que la componen y los principales procesos llevados a cabo en sus estaciones de servicio. Posteriormente, se determinará el problema, los objetivos planteados y las metodologías propuestas para su solución.

1.1. Descripción de la empresa

La Compañía de Petróleos de Chile Copec pertenece al holding de Empresas Copec S.A. que participa en dos grandes áreas de negocio: Energía, donde está presente con la distribución de combustibles, gas natural, gas licuado y generación eléctrica; y en el área de Recursos Naturales, donde participa en el rubro pesquero, forestal y minero.

Fue fundada por un grupo de empresarios el 31 de Octubre de 1934, con el objetivo de solucionar los problemas de abastecimiento y promover el desarrollo de Chile, suministrando combustibles al país durante la crisis económica mundial ocasionada por la Gran Depresión en 1929.

Copec es la principal empresa distribuidora de combustibles de Chile. Ha logrado posicionarse en nuestro país y en el extranjero gracias a su eficiente dirección y firme compromiso con sus clientes y colaboradores. En sus comienzos, la empresa solo se dedicó a la conformación de una red de estaciones de servicio y plantas de almacenamiento.

El área de los combustibles líquidos se consolidó con la conformación de los primeros ruta centros, ampliando de esta manera la gama de su oferta. En los años ochenta, comenzó con la instalación de los primeros locales de conveniencia que en la actualidad son conocidos como Pronto y Punto. Algunos de los Servicios ofrecidos adicionalmente son baños, restaurantes, cafetería, duchas, pozos de lubricación, lavado de automóviles, entre otros.

En el año 2010 Copec adquirió la participación mayoritaria en la sociedad que maneja Terpel, líder en la distribución de combustibles en Colombia y que también participa en Ecuador, Panamá, Perú, Chile y México.

A nivel nacional, Copec se encuentra dividida en 4 zonas: Oficina Zona Norte, Oficina Zona Centro, Oficina Zona Sur y Oficina Zona Metropolitana. Cuenta con 624 E/S a lo largo del país, las que representan el 58,6% del mercado global, como se observa en la Figura 1.1, cuyo producto con mayor demanda es el diésel, como se muestra en la Figura 1.2.

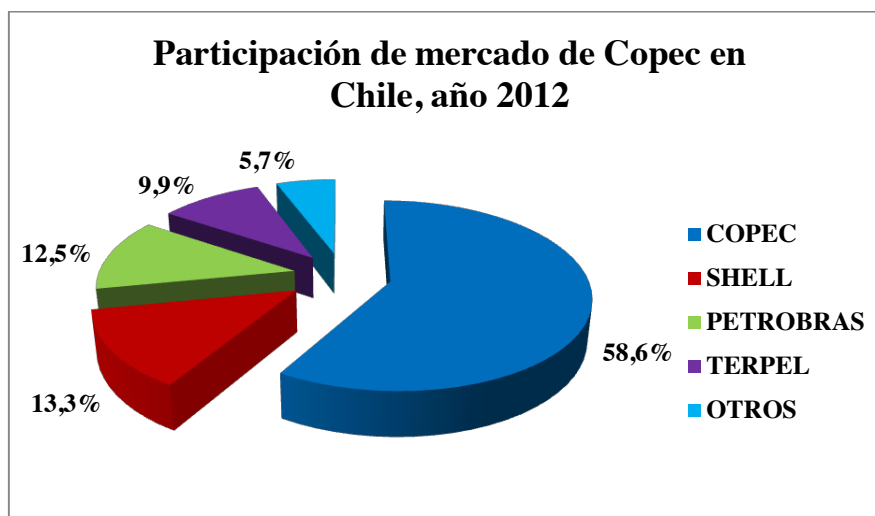


Figura 1.1 - Gráfico de participación de mercado de Copec en Chile, año 2012.
Fuente: Elaboración propia.

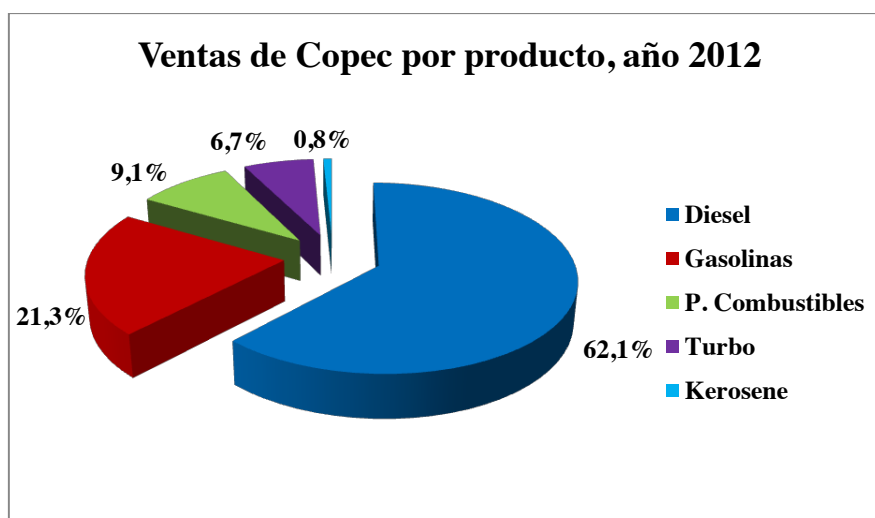


Figura 1.2 - Ventas de Copec por producto, año 2012.
Fuente: Elaboración propia.

1.1.1. Canal industrial

Copec abastece de combustibles y lubricantes a clientes industriales pertenecientes a distintos rubros, como transporte (aéreo, marítimo y terrestre), forestal, pesquero, minero, construcción, agricultura, entre otros que requieran combustible para la operación de sus medios de transporte y maquinaria. Cada cliente industrial requiere características específicas, tanto en los productos como en la infraestructura necesaria, por lo que se trata de un mercado muy complejo en el cual Copec debe asegurar la seguridad y sustentabilidad de las operaciones. Este canal comercializa sus productos a granel, a través de sistemas de pago con tarjeta (TCT, TAE, cupón electrónico) y la modalidad storage (a través de las E/S).

1.1.2. Canal concesionario/consignatario

Está conformado por la red de 624 puntos de venta (E/S) que se encuentran a lo largo del país. El contrato por concesión permite el uso del nombre Copec y la venta de sus productos, previa adquisición de la mercadería a la compañía, es decir, el concesionario hace suyos los productos y los revende en la E/S. El contrato por consignación permite al consignatario utilizar el nombre de la compañía y vender sus productos, sin ser propietario de lo que vende, sino que recibe de Copec cierta comisión por las ventas realizadas. Desde ahora en adelante se denominará concesionario a ambos contratos, haciendo la distinción sólo en casos necesarios.

1.2. Copec Oficina Zona Central (OZC)

Copec OZC, se encuentra en Viña del Mar y está encargada de las operaciones de las E/S y P/I de las Regiones Tercera, Cuarta, Quinta y parte de la Región Metropolitana. Las E/S correspondientes a ésta extensión del país están divididas en cuatro zonas, administradas por jefes de zona que se encargan de coordinar en conjunto con los concesionarios las ventas, oferta, infraestructura necesaria, determinar la competencia más cercana, entre otros.

Dichas zonas son las siguientes:

- ♦ Zona Viña del Mar, cuenta con 29 E/S.
- ♦ Zona San Antonio, que cuenta con 25 E/S.
- ♦ Zona Los Vilos, que cuenta con 29 E/S.
- ♦ Zona Copiapó que cuenta con 38 E/S.

Como se puede ver en la Figura 1.3, actualmente la oficina ubicada en Viña del Mar, cuenta con las siguientes áreas:

- ♦ Área comercial: encargada de la gestión comercial de las E/S y clientes industriales, respondiendo a todos los requerimientos de los concesionarios en cuanto a abastecimiento de combustible e infraestructura.
- ♦ Área administrativa: encargada de la gestión de ventas a empresa y de la administración de los costos.
- ♦ Área operacional: encargada de la mantención de las E/S y clientes industriales.

El área comercial está íntimamente relacionada con el área operacional, debido a que la gestión comercial con los concesionarios también incluye el servicio de mantención a E/S y canal industrial, por lo que se trabaja arduamente y en conjunto por mantener los estándares de calidad esperados.

1.2.1. Departamento de Operaciones Copec OZC

El jefe de operaciones tiene a su cargo la mantención de todas las E/S y P/I asociados a Copec, coordinando la frecuencia de mantenciones, recursos necesarios para dichas mantenciones, contratos y pagos de las empresas contratistas.

Actualmente el equipo de trabajo consta de cinco empresas contratistas para mantener las E/S y P/I que están en la zona central, pero a la vez se somete a proceso de licitación a otras empresas para la realización de trabajos extras que en su mayoría son a clientes industriales que requieren de construcción e instalación del sistema de carga de combustible. La gestión que realiza el jefe de operaciones para el trabajo de mantención a E/S y Puntos Industriales, se observa en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 - Gestión del Dpto. de Operaciones.

Gestión Departamento de Operaciones	Determinación
Gestión y organización de repuestos y materiales para la realización de mantenciones	Determina el proveedor de repuestos y materiales que otorgue la relación precio/calidad más adecuada.
Reclutamiento de empresas contratistas	Evaluación y selección de empresas contratistas que licitan a trabajos relacionados a mantenciones de E/S y Clientes Industriales.
Gestión y seguimiento de la calidad de la mantención a E/S y Puntos Industriales	El Departamento de Operaciones se encargará de la calidad de los trabajos de las empresas contratistas y en la búsqueda de problemas asociados.
Realización de presupuestos	El Departamento de Operaciones debe determinar la demanda de mantenciones preventivas y no preventivas y los correspondientes recursos económicos que necesarios para satisfacer esa demanda.

Fuente: Elaboración propia.

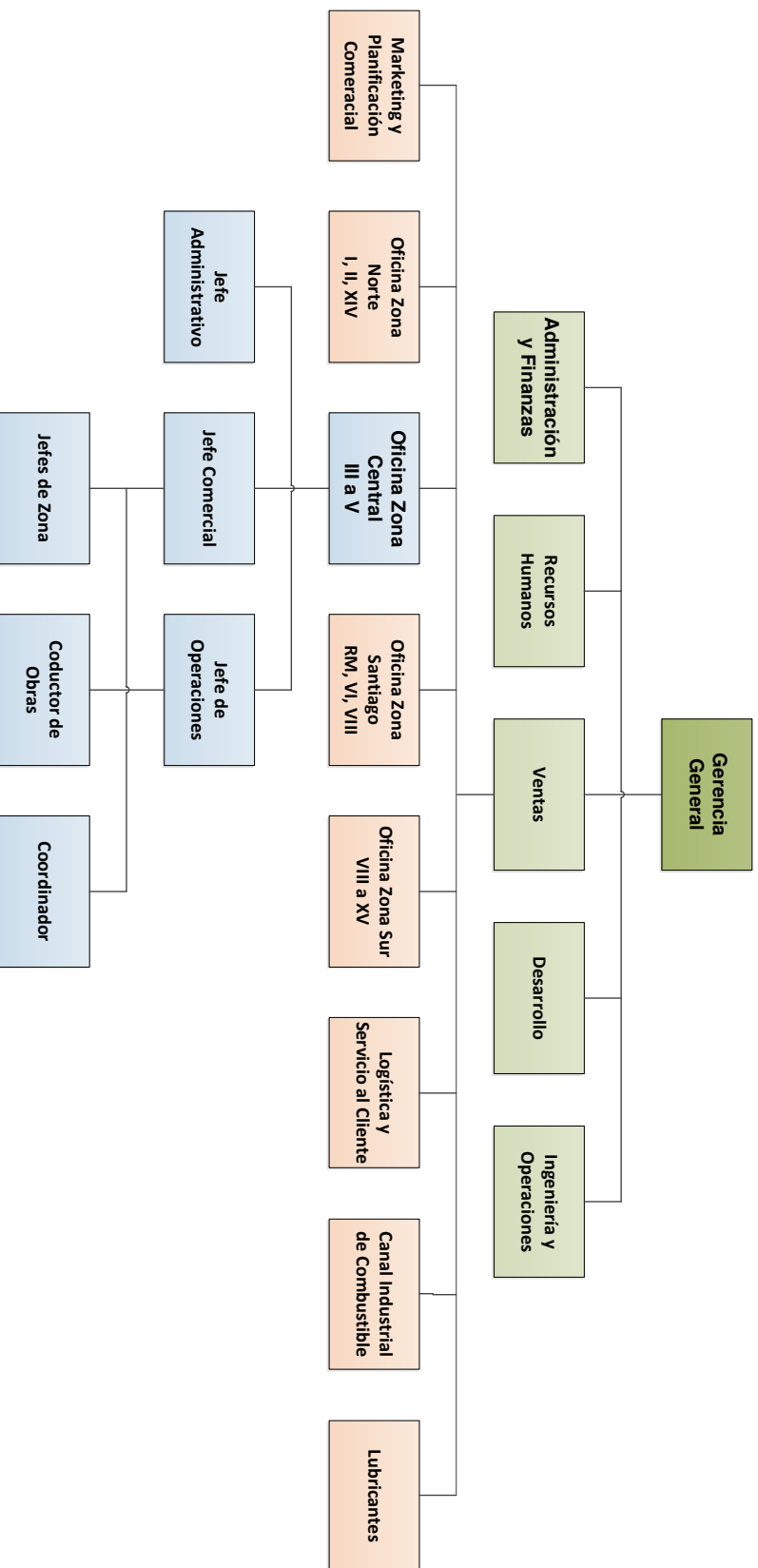


Figura 1.3 - Organigrama de Copec.
Fuente: Elaboración propia.

1.3. Descripción general de procesos

A continuación se describen los principales procesos que se llevan a cabo en una E/S.

1.3.1. Proceso de instalación de una E/S

Las etapas a seguir son las siguientes:

- a) Planteamiento del proyecto: el primer paso es escoger la ubicación y el terreno específico donde se pretende instalar la nueva E/S. El Jefe de Zona es el encargado de determinar la ubicación estratégica mediante la realización de estudios de mercado, de viabilidad comercial, y estudio legal. Además deberá determinar la capacidad instalada que tendría la E/S y los servicios adicionales que se ofrecerán.
- b) Selección del concesionario: se deben establecer los requisitos que debe cumplir el concesionario de la nueva E/S. Se realizan entrevistas personales a los postulantes para determinar si cumplen con los requerimientos financieros. Este proceso es realizado por el área comercial. Existen empresas filiales que se encargan de buscar concesionarios aptos para la iniciación de un nuevo proyecto.
- c) Estudios de viabilidad técnica, aspectos de seguridad, funcionalidad y medioambientales: se debe verificar que el sector no tiene limitaciones, para ello se debe revisar el Plan Regulador de la ciudad y consultar la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, para saber si es factible instalar una E/S en el lugar elegido, además de determinar las medidas medioambientales necesarias dependiendo de la ciudad donde se ubicara la E/S.
La evaluación de la instalación deberá ser realizada por un Experto Profesional o Experto Técnico en Prevención de Riesgos registrados en la Autoridad Sanitaria.
- d) Gestión de permisos municipales, patentes, permisos de Salud, inscripciones eléctricas, inscripción en los registros de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, etc.
- e) Realización del proyecto: construcción de infraestructura, instalación de equipos necesarios, sistemas de seguridad, instalaciones eléctricas, etc. Se debe comunicar a la SEC sobre el inicio de los trabajos de instalación de la E/S.
El diseño e instalación de los equipos deberá considerar los requerimientos establecidos en el DS 160 que “Aprueba reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos”, algunos aspectos generales a considerar son los siguientes:

- ♦ En regiones con riesgos ambientales se debe instalar un Sistema de Recuperación de Vapores.
 - ♦ Las instalaciones deben contemplar un diseño sísmico compatible con la condición sísmica nacional.
 - ♦ Los tanques y sus conexiones deberán contar con un sistema de protección contra derrames, así como de aislación para prevenir corrosión.
 - ♦ Los tanques deberán tener una identificación clara y visible del producto que contienen.
 - ♦ Todos los componentes de la E/S deberán estar claramente identificados en el plano que posteriormente se inscribe en la SEC.
 - ♦ La E/S deberá tener un sistema de control de incendios el cual cuenta con el almacenamiento y distribución de agua y espuma, además de un sistema de alarma de detección de incendios.
 - ♦ Se debe contar con un sistema de medición de volúmenes para detectar a tiempo cualquier filtración en el tanque.
 - ♦ El suelo de la E/S debe ser antideslizante, impermeable, resistente al agua y a los combustibles, resistente al tráfico vehicular.
 - ♦ La instalación debe contar con interruptores de corte de energía eléctrica ante cualquier emergencia. Estos deben encontrarse claramente identificados, en zonas de fácil acceso.
- f) Puesta en marcha: los operadores de la E/S deberán estar debidamente capacitados para la operación de los distintos equipos que la componen, así como también deberán velar por el mantenimiento e inspección para desarrollar las actividades en forma segura, asegurando su calidad de vida laboral y la seguridad medioambiental y de los clientes.
- Cada E/S deberá contar con manuales de operación, mantenimiento e inspección de instalaciones, los cuales deberán ser revisados anualmente y actualizados si corresponde. Dichos manuales deberán ser parte del Programa de Seguridad o del Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos (MSCL), según corresponda.

1.3.2. Proceso de venta

El proceso de venta de combustible, fue descrito mediante pasos que el atendedor debe cumplir para asegurar que el servicio sea de calidad.

- a) Señalización: el atendedor señala que isla está disponible para la venta de combustible.
- b) Saludo: luego el atendedor procede a saludar al cliente.
- c) Oferta: el atendedor ofrece los productos e indica los precios, ante esto el cliente indica su preferencia.
- d) Proceso de carga de combustible: el atendedor procede a cargar combustible. Adicionalmente mientras se realiza la carga continua, el atendedor entrega el servicio adicional de limpieza de vidrios y revisión del nivel de aceite del automóvil.
- e) Pago: el cliente indica su forma de pago, que puede ser efectivo, tarjeta, factura o cheque.
- f) Despedida: luego de realizado el pago, el atendedor se despide.

1.3.3. Proceso de gestión y distribución de combustible

El proceso de venta de combustible se muestra en la Figura 1.4. El atendedor ingresa la solicitud de venta del cliente en el tablero electrónico del surtidor o dispensador. La información es enviada a la caja de propósitos generales donde se encuentran las tarjetas electrónicas de cada uno de sus surtidores, las cuales traducen la información a datos binarios, luego se envía la información al software de gestión que traduce los datos binarios a información legible en donde se almacenan datos de ventas y litros vendidos.

Los terminales pos envían la información de transacción de venta al software de gestión.

1.3.3.1. Software de gestión

Es un software que concentra toda la información referente a combustibles de una E/S, la que es visualizada en un computador que posee cada E/S desde el cual se accede al sistema. El controlador de los surtidores está sincronizado con éste software de gestión, lo que permite conocer en tiempo real el estado de cada uno de ellos, de las ventas, stock de producto en los tanques, entre otros. Los datos obtenidos desde los surtidores son transferidos al software de gestión mediante una interfaz denominada caja de propósitos

generales, la que posee cuatro puertos para la conexión de hasta ocho surtidores de diversos tipos y marca.

En la Figura 1.5 se observa cómo es presentada la información en la pantalla del computador.

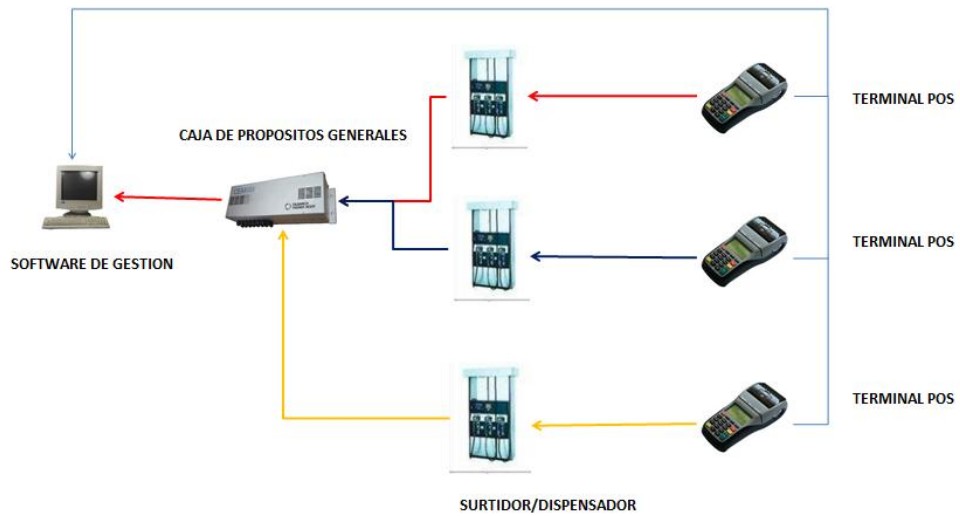


Figura 1.4 - Diagrama de gestión y distribución de combustibles.
Fuente: Elaboración propia.

La visualización de datos del surtidor incluye un panel de control superior con 16 surtidores numerados del 1 al 16, cada uno con un icono de bomba y el estado 'Disponible'. El surtidor 7 está resaltado en rojo. A la derecha del panel hay botones de control como 'STOP' y 'Pausa'. Abajo a la izquierda hay una tabla de 'Ultimas Ventas Surtidor 7' con las siguientes columnas: Producto, PPU, Volumen e Importe.

Producto	PPU	Volumen	Importe
HN XXI	0.899	1.36	1.22
HN XXI	0.899	9.14	8.21
Fangui XXI	1.130	1.36	1.53
HN XXI	0.899	0.79	0.71
HN XXI	0.899	0.79	0.71
HDIESEL XXI	0.589	2.68	1.58
Fangui XXI	1.130	2.68	3.03
HN XXI	0.899	1.36	1.22
HDIESEL XXI	0.589	1.36	0.80
HS XXI	1.024	1.50	1.63

Abajo a la derecha hay un panel de información de venta actual que muestra: 'Esta Venta' con un valor de 1.22, 'Litros' con un valor de 1.36, y 'Precio Por Unidad' con un valor de 0.899. Un botón 'Salir' está ubicado en la parte inferior derecha.

Figura 1.5 - Visualización de datos del surtidor.
Fuente: Manual de usuario Gilbarco.

El objetivo principal de éste sistema es contribuir a la supervisión, seguridad y calidad del expendio de combustible en la E/S. Para ello, permite el acceso a la siguiente información:

Visualización de datos del surtidor

El sistema permite visualizar los siguientes datos relacionados a los surtidores, estadísticas de ventas y stock de productos.

- ♦ Configuración y estado del tanque conectado a cada pistola: los datos son discriminados por pistola, indicando el tipo de producto que expende la misma.
- ♦ Predeterminador de Ventas: es un comando que se usa para realizar un despacho de un determinado monto o volumen.
- ♦ Visualización de estadísticas: vista rápida de gráficos correspondientes a las ventas de las últimas 24 horas, discriminadas por hora y por tipo de combustible.
- ♦ Visualización de las últimas diez ventas: al seleccionar un surtidor se pueden visualizar las últimas 10 ventas del mismo. También es posible observar la forma de pago.
- ♦ Configuración de surtidores: se pueden modificar datos correspondientes a los surtidores o dispensadores, tales como foto, marca, modo de despacho, precio, cantidad de mangueras, precio por manguera, valor del totalizador en monto y volumen.

Estados de un surtidor

- ♦ Disponible: el surtidor está listo para despachar, en línea con el sistema.
- ♦ Solicitud: una pistola del surtidor está fuera de su receptáculo y necesita ser autorizado para comenzar el despacho.
- ♦ Autorizado: el surtidor está listo para comenzar el despacho.
- ♦ Despachando: despacho en curso.
- ♦ Finalizado: el surtidor terminó el despacho y el CEM está interrogando los aforadores.
- ♦ Stop: la venta en curso es detenida manualmente.

- ♦ Anulado: el sistema no interroga al surtidor, no existe comunicación entre ellos o está errónea.
- ♦ Defectuoso: el surtidor se encuentra fuera de línea, es interrogado por el sistema, pero no responde.

En la Figura 1.6 se muestran los estados del surtidor y sus respectivos íconos en el Software de gestión.

Simbolo	Estado
	Disponible
	Solicitud
	Autorizado
	Despachando
	Stop
	Defectuoso
	Anulado

Figura 1.6 - Estados de un surtidor de combustible.
Fuente: Manual de usuario Gilbarco.

Cierres

En cada cierre, el sistema comienza desde cero con el contador de transacciones, de ventas, tipo de transacción, medio de pago, etc. Se pueden realizar cierres de turno, de día y de mes.

Al hacer un cierre de turno, se abre automáticamente un nuevo turno, empezando desde cero. Cuando se realiza un cierre de día, se consideran los datos de todos los turnos cerrados desde el último cierre diario, por lo tanto el turno en curso no se incluye en el cierre diario. Lo mismo sucede con el cierre mensual, que toma los datos de los días cerrados. El controlador avisará en el caso que se intente hacer un cierre que no tenga datos que reportar. Entre los datos que se incluyen en los cierres se encuentran número de reporte, número de turno, fecha y hora de apertura y cierre, cantidad de despachos, ventas totales por surtidor, ventas totales por tipo de pago, stock del tanque, entre otros.

Reportes

En este módulo se podrá ver toda la información que maneja el controlador de surtidores, en forma contable o en forma de gráfico.

- ♦ Turnos, días y meses en curso: poseen datos del turno, día o mes aún no se han cerrado, con los totales parciales hasta momento en el cual se ejecuta el reporte. contienen la misma información de los reportes de cierre.
- ♦ Turnos, días y meses anteriores: son reportes de cierre ya realizados que se encuentran archivados en el controlador. Se identifican mediante la hora de apertura, fecha de apertura, hora de cierre y fecha de cierre.
- ♦ Camión Cisterna: este reporte se genera sólo en E/S que tienen telededor integrado al controlador. Cuando se carga combustible a uno de los tanques se genera un reporte que contiene indica el tanque al que se realizó la descarga, volumen inicial, volumen final, agua inicial y agua final.

Menú de Tanques

El controlador tiene capacidad para registrar hasta 16 tanques de manera simultánea, pudiendo realizar las siguientes acciones sobre los tanques: observar el N° de tanque, la capacidad total, el producto que éste contiene, vacío y agua.

Se debe notificar al controlador cada vez que se realiza un ingreso o egreso de producto, de ésta manera el sistema podrá llevar un correcto control sobre el stock de combustible. Si se cuenta con un sistema de tele medición comunicado con el controlador, las altas, bajas y mediciones se hacen mediante el sistema, quién envía al telededor una orden para realizar la acción requerida. En caso contrario, se ingresa de manera manual el volumen adicionado o retirado del tanque. Así, el controlador podrá chequear si hubo diferencias entre la medición física (por diferencia en tanques) y la medición contable (volumen contabilizado por el surtidor).

Precios

Los cambios de precio pueden efectuarse de manera inmediata o temporizada. En el segundo caso, se debe indicar el día y la hora exacta en que se debe ejecutar el cambio. Si alguno de los surtidores o dispensadores se encuentra despachando en ese momento, el sistema espera que éste finalice la operación para hacer el cambio de precio.

Es posible almacenar distintos precios para un mismo producto (generalmente se utiliza en E/S con modalidad autoservicio) y programar su cambio cuando sea necesario. Es posible configurar hasta cinco niveles de precio diferentes.

Seguridad

Se pueden crear distintos perfiles de acceso al sistema, según el perfil de usuario se puede acceder a distintos niveles de información. Un perfil superior podrá acceder a perfiles con nivel inferior de seguridad.

1.3.4. Proceso de descarga de combustible

Según el manual “Descarga responsable de combustible para la seguridad en las E/S Copec” el procedimiento de carga de combustible a tanques de las E/S es el siguiente:

- a) Asegurar zona de descarga: el encargado de carga y descarga de la E/S debe colocar las barreras de descarga con el rótulo “Descarga de Combustible” a 7 metros alrededor del lugar de descarga y del punto de conexión con el camión. Se podrán instalar conos de seguridad que permitan demarcar o aislar la zona de descarga con mayor efectividad. Además debe colocar un extintor de polvo químico seco a 3 metros de la boca de descarga y un balde de arena para la contención de posibles derrames. No debe portar su teléfono celular, ni otros aparatos electrónicos o emisores de fuego.
El conductor debe detener el motor, accionar los frenos auxiliares y aplicar el corta corriente del camión antes de comenzar con el proceso de descarga.
- b) Revisión de productos y documentación: el encargado de carga y descarga de la E/S debe verificar que la cantidad y el tipo de producto indicado en el documento tributario estén de acuerdo con lo solicitado a Copec y con el contenido en los compartimientos del camión tanque. Debe verificar en todos los compartimientos a descargar que el nivel de producto no presente una diferencia mayor a ± 1 cm. con respecto a la flecha de calibración soldada al costado de las escotillas del camión y revisar la ausencia de agua en cada compartimiento, utilizando para ello, la regla del camión y pasta de agua. Debe utilizar arnés de seguridad y línea de vida siempre que se suba a la plataforma del camión.
- c) Revisión de apertura de tapas y candado de tanques: el encargado de carga y descarga de la E/S debe verificar que las tapas de los caños de descarga de cada tanque de la instalación estén cerrados con llave o candado. Estas se deben abrir en presencia del conductor, el cual deberá negarse a descargar el combustible cuando constate diferencias de colores entre la conexión receptora de tanque y el producto del camión.
- d) Medición inicial y contenido de agua en contenedores: el encargado de carga y descarga de la E/S debe realizar la medición del producto contenido en cada tanque receptor, así como el contenido de agua, registrando en la ficha de control, la capacidad total de cada tanque y el resultado de la medición inicial de los volúmenes

contenidos. Una vez que se verificó que el tanque receptor tenga la capacidad para recibir el total de la descarga del compartimiento del camión comienza la descarga de combustible.

- e) Descarga de combustible: por razones de seguridad, se debe conectar la manguera de descarga al tanque receptor y luego al camión tanque. El encargado de carga y descarga de la E/S y el conductor del camión deben permanecer vigilante al lado de las válvulas de descarga del camión, durante toda la descarga. Una vez terminada la descarga se debe desconectar la manguera desde las válvulas de descarga del camión y drenar completamente el remanente de combustible que pudiera existir dentro de la manguera de descarga, hacia el interior del tanque correspondiente.
- f) Estruje de camión y drenaje de cámara receptora: el encargado de carga y descarga de la E/S debe drenar el producto remanente en el depósito del contenedor de derrames del tanque de descarga de la E/S. Para esto se debe impulsar su contenido al interior del tanque utilizando una bomba manual hasta que el depósito del contenedor de derrames quede seco y limpio. Si por cualquier operación errónea, se produce una contaminación, el encargado de la descarga de la E/S debe suspender la venta y generar el requerimiento de mejora.
El conductor debe retirar el producto que pueda quedar contenido dentro de cada compartimiento del camión tanque, este procedimiento es llamado estruje.
fuese necesario mover el camión a un lugar con condiciones de nivelación que facilite este procedimiento, se debe hacer a un lugar previamente establecido por la administración de la E/S y Copec, con todas las válvulas y tapas cerradas. Se abre la válvula de fondo, y a continuación la válvula de descarga en forma ligera para que fluya el producto hacia el balde. Terminado el estruje de cada compartimiento del camión, el conductor debe asegurarse que las válvulas de fondo y de descarga se hayan cerrado. El contenido del balde se debe verter dentro del tanque correspondiente de la E/S.
- g) Medición de niveles finales y cierre de tanque: el encargado de carga y descarga de la E/S debe medir el volumen final del producto y altura de agua con pasta detectora. Si los niveles de agua fueran superiores a los aceptados se debe suspender la venta de ese producto y registrarlo en la ficha de control.
El conductor debe asegurarse que las escotillas del camión tanque queden siempre cerradas con seguro al finalizar el procedimiento de descarga.
- h) Restablecer la venta y guardar implementos utilizados: una vez finalizado el procedimiento de descarga de combustible, el encargado de carga y descarga de la E/S debe cerrar las tapas con candado y guardar todos los elementos empleados durante el procedimiento. Recién entonces se podrá reanudar la venta de productos. El conductor debe guardar los implementos en el camión y preparar la documentación correspondiente para su retorno a la planta.

1.4. Proceso de mantenimiento

Copec entrega el servicio de mantención a todos sus clientes concesionarios, de modo de mantener en perfectas condiciones los equipos e infraestructura y así asegurar el buen funcionamiento de las E/S.

Las áreas que requieren mantención son divididas en imagen e infraestructura, electricidad, equipos mecánicos y otras mantenciones. Cada una de estas áreas tiene asignada una empresa contratista que debe realizar mantenciones programadas cada cierto tiempo dependiendo de los requerimientos, así como también, mantenciones de emergencia, ambas gestionadas por el jefe de operaciones.

Cada empresa contratistas cuenta con una bodega de repuestos denominada "bodega de terceros", de la cual extraen los repuestos necesarios para realizar la mantención de la E/S. Los mecánicos deben ingresar el tipo y cantidad de repuestos utilizados para que la bodega central lo reponga a la brevedad, es decir, el almacén de las empresas contratistas siempre tendrá un número establecido de repuestos. Si la empresa llega a requerir repuestos adicionales a los planificados, se realiza un traslado de emergencia desde la bodega central, sin embargo, estos repuestos no se registran.

Cabe destacar que actualmente no existe un plan de mantención estándar a modo de guía para que las empresas contratistas se rijan por un documento común a la hora de realizar los trabajos necesarios, cada empresa contratista trabaja según su parecer y experiencia y la ruta de trabajo también se basara en la disponibilidad de tiempo que tenga el contratista y el concesionario, de modo de no entorpecer a la venta de combustible.

El contrato de mano de obra externa se puede ver en el Anexo 1.1.

1.4.1. Áreas de mantenimiento

A continuación se describe las áreas de la E/S a las que se realiza mantención.

1.4.1.1. Mantención de imagen e infraestructura

Consiste en mantener en perfectas condiciones la imagen de una E/S, en el cual el contratista debe asistir 2 o 3 veces al año para realizar mantenciones programadas, y cada vez que se presente una emergencia relacionada a imagen.

Cabe destacar, que la mantención de imagen de la E/S es completa responsabilidad del contratista a cargo, si observa que más elementos requieren de arreglos, se comunica al jefe de operaciones y se procede a su mantención.

La mantención que se realiza en cuanto a imagen incluye pintura, limpieza de publicidad y luminarias y restauración de elementos dañados, tales como: tótem de precios, pilares, muebles, tarjeteros, tapacán de surtidor, tapas de surtidor, basureros, muebles de agua, mueble de derrame, luminarias, venteo, máquina de aire, cajas eléctricas, estructura de arena, entre otros. En la Figura 1.7 se pueden ver algunos de los elementos sujetos a mantención de imagen.



Figura 1.7 - Elementos sujetos a mantención de imagen e infraestructura.
Fuente: Elaboración propia.

1.4.1.2. Mantención eléctrica

Consiste en la mantención de toda la instalación eléctrica de la E/S, la cual abastece tanto a la luminaria, como a la potencia necesaria para los motores y bombas de surtidores y generadores.

El contratista realiza la mantención programada cada 6 meses y cada vez que se presente una emergencia relacionada a electricidad, lo cual representa un costo adicional a la empresa.

Hay dos áreas en las que se divide la mantención eléctrica, en la cual el contratista debe revisar independiente de que aparentemente se observe le sistema en buen estado.

- ♦ Luminarias: cambio de ampolletas, revisión del cableado interno de marquesinas y tapacán iluminado, luminaria de tótem de precios, lo que a su vez requiere de un cambio de ampolletas o cableado si es necesario, recanalización de cableado de circuitos eléctricos.
- ♦ Tablero eléctrico: cambio de protección de tableros, reparar conexiones, reordenar el cableado, limpiar y aspirar el tablero.

Luego se procede a la medición de los parámetros eléctricos del sistema en cuestión, midiendo el voltaje entre fases, entre fase y neutro y entre neutro y tierra. Si todas estas mediciones arrojan una diferencia de potencial de 1 volt, la medición es correcta.

En la Figura 1.8 se observa el tablero eléctrico.

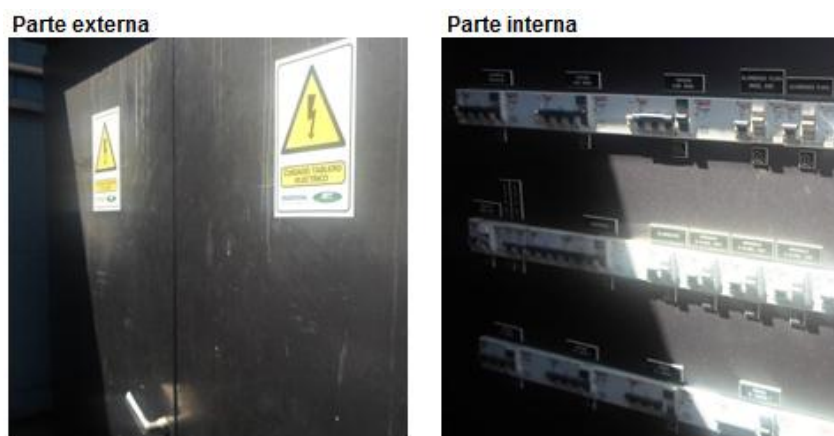


Figura 1.8 - Tablero eléctrico.
Fuente: Elaboración propia.

1.4.1.3. **Mantenimiento mecánica**

La mantenimiento mecánica está a cargo de cuatro empresas contratistas destinadas a las cuatro zonas de Copec OZC, los cuales están encargados de mantener todo el sistema de suministro de combustible al cliente.

La mantenimiento mecánica está conformada por los siguientes equipos:

- ♦ Surtidores de combustible.
- ♦ Tanques de almacenamiento de combustible.
- ♦ Terminal POS.

La empresa contrista debe realizar la mantención mecánica una vez al mes, poniendo especial énfasis en la calibración del medidor de combustible para asegurar que la venta de combustible sea precisa. Esta mantención es de vital importancia para garantizar la venta de combustible las 24 horas. del día, por lo que mantener los equipos en excelente estado es de vital importancia.

En la Figura 1.9 se observan los equipos sujetos a mantención mecánica.



Figura 1.9 - Equipos sujetos a mantención mecánica.
Fuente: Elaboración propia.

1.4.1.4. Otras mantenciones

Comprende la mantención de los equipos que componen los servicios adicionales de una E/S, tales como Lavamax, Lubricantes Móvil, Prontos y Puntos, máquina de aire y servicio higiénico.

En la Figura 1.10 se observan algunos ejemplos de equipos sujetos a otras mantenciones.



Figura 1.10 - Equipos sujetos a otras mantenciones.
Fuente: Elaboración propia.

1.4.2. Tipos de mantenimiento

A continuación se clasifican los tipos de mantenimiento que se llevan a cabo en el Dpto. de Operaciones.

1.4.2.1. Mantención preventiva

El proceso comienza con la autorización del concesionario de la E/S. Lo que se exige como norma general, es que la mantención preventiva mecánica se realice una vez al mes, a todas las E/S por igual, independiente de la capacidad instalada, afluencia de público, volumen de ventas o cantidad de fallas registradas.

Para no entorpecer la venta y evitar realizar los trabajos de mantenimiento en las horas de mayor afluencia de público, generalmente se trabaja entre las 15:00 y 16:00 horas, porque como dato general que manejan los concesionarios, esa es la hora de menor afluencia de público.

Adicionalmente, en algunos casos es el concesionario el que tiene en su poder las llaves de los surtidores y tapa de carga y descarga, en ese caso su presencia es esencial al momento de realizar los trabajos de mantención. En el caso contrario, es el mecánico el que posee el juego de llaves.

Como disposición de Copec, el concesionario debiese estar presente en los trabajos de mantención y luego de finalizados debe firmar el registro que entrega el mecánico.

Cabe destacar que el jefe de operaciones realiza un presupuesto anual en el cual considera los costos por concepto de mano de obra y repuestos para las mantenciones preventivas, por ende ese presupuesto debería cubrir las modificaciones necesarias, para evitar el costo extra de una mantención de emergencia.

El proceso de mantención preventiva se observa en la Figura 1.11.

1.4.2.2. Mantención correctiva

Este proceso comienza con el llamado de la E/S al call center, en el cual las operadoras designan el tipo de aviso y la empresa contratista adecuada para el problema que se presenta.

Dicha empresa contratista asiste a la E/S, analiza la emergencia y determina si es aplicable su trabajo, en caso de que no sea aplicable, se avisa al call center y el proceso comienza nuevamente.

En el caso de que el trabajo pueda ser realizado por la empresa contratista, ésta analiza sus alcances y los repuestos que necesitará si es necesario. El proceso finaliza con un informe redactado por el trabajador, que es registrado en el sistema de call center.

Así como ocurre en la mantención preventiva, el jefe de operaciones también destina parte del presupuesto anual a mantenciones no preventivas.

El proceso de mantención correctiva se observa en la Figura 1.12.

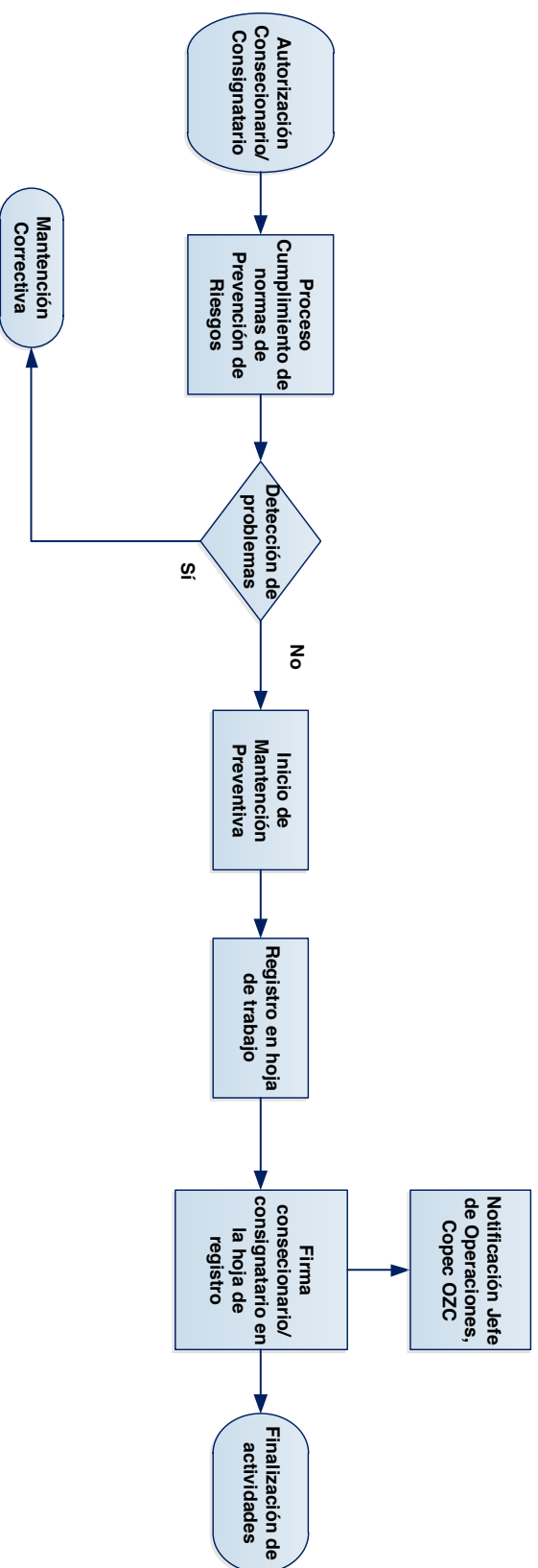


Figura 1.11 - Diagrama de proceso de mantención preventiva E/S Copec.
Fuente: Elaboración propia.

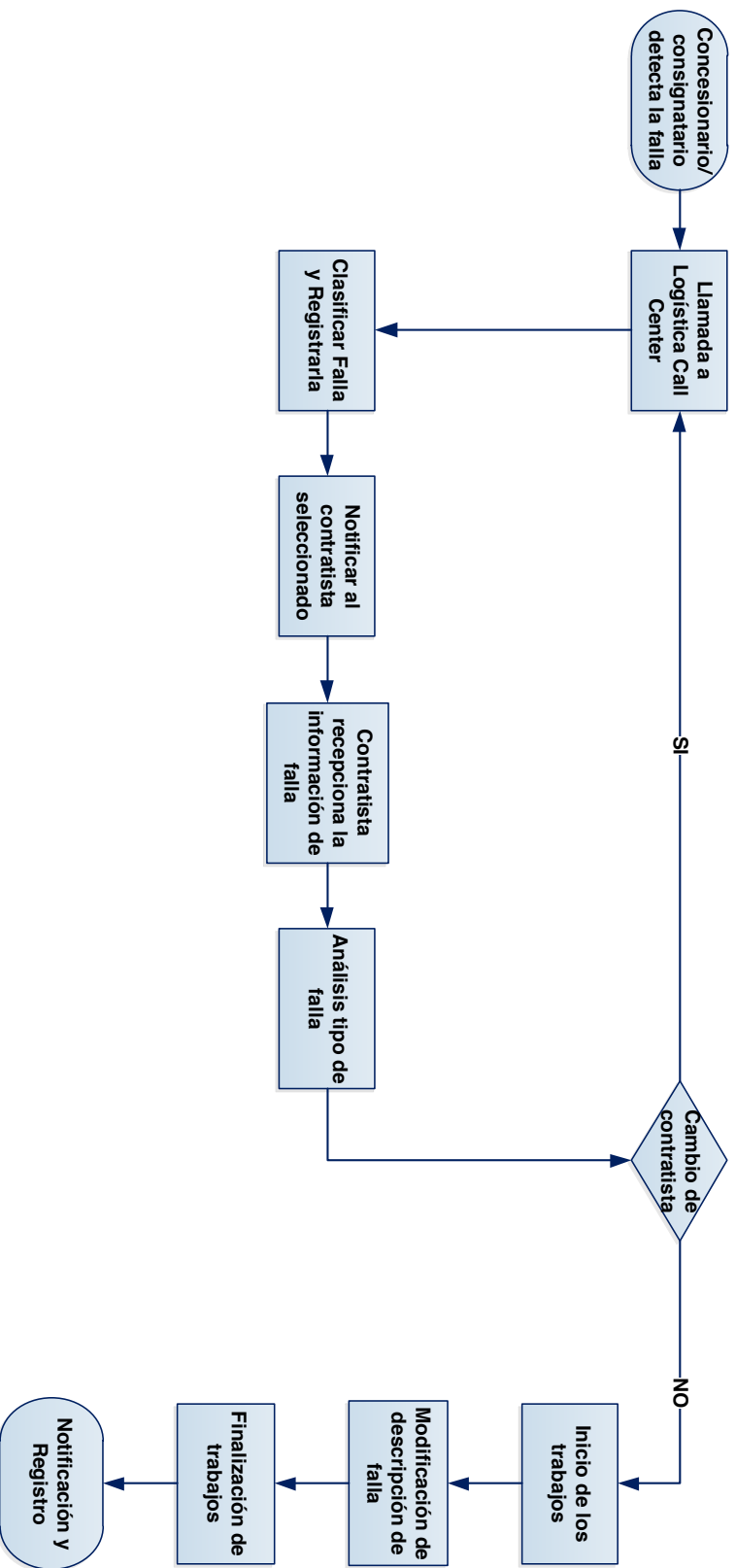


Figura 1.12 - Diagrama de proceso de mantención correctiva de E/S Coppec.
Fuente: Elaboración propia.

1.5. Descripción de la situación actual

El área de mantenimiento de las E/S Copec, compuesta por empresas contratistas estables más algunas empresas que trabajan esporádicamente, debería realizar los trabajos necesarios para mantener operativa la E/S y asegurar la venta fluida de combustible.

Las mantenciones que hoy en día se realizan en una E/S son: mantención mecánica, mantención imagen e infraestructura, mantención eléctrica y otros. Estas representan altos costos para el Dpto. de Operaciones, que debe planificar anualmente su presupuesto para realizar las mantenciones preventivas planificadas, así como también planificar los recursos para las emergencias que eventualmente se presentan en las E/S.

Actualmente los costos totales de mantención de una E/S se distribuyen como se observa en el la Figura 1.13.

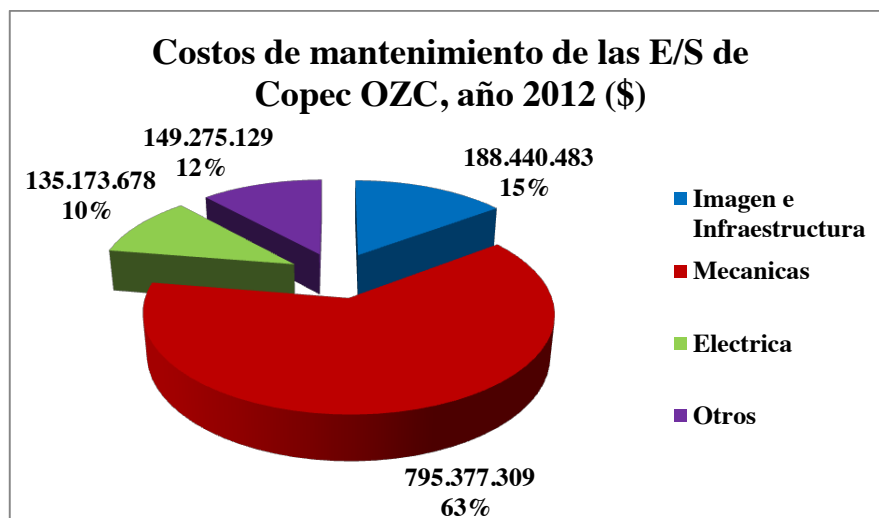


Figura 1.13 - Gráfico de distribución de los costos de mantenimiento de las E/S de Copec OZC, año 2012.

Fuente: Elaboración propia.

Los costos que se presentan en la Figura 1.13 tienen relación con el sueldo de los mecánicos por trabajo realizado de mantenciones preventivas y correctivas, además de los repuestos utilizados. Como se puede observar la mantención mecánica representa un 63% del presupuesto total del área de mantención, luego la siguen desde lejos la mantención de infraestructura, electricidad y otros.

El alto porcentaje de costos de la mantención mecánica indica que se realiza una mayor cantidad de mantenciones preventivas y correctivas a los equipos que componen ésta área y también un mayor uso de repuestos en comparación a las otras mantenciones.

Estos equipos son claves para el proceso de venta de combustibles, por ende el proceso de mantención debe ser el adecuado para asegurar la venta fluida. Respecto a los costos de las mantenciones correctivas, el patrón se repite, como se observa en la Figura 1.14.

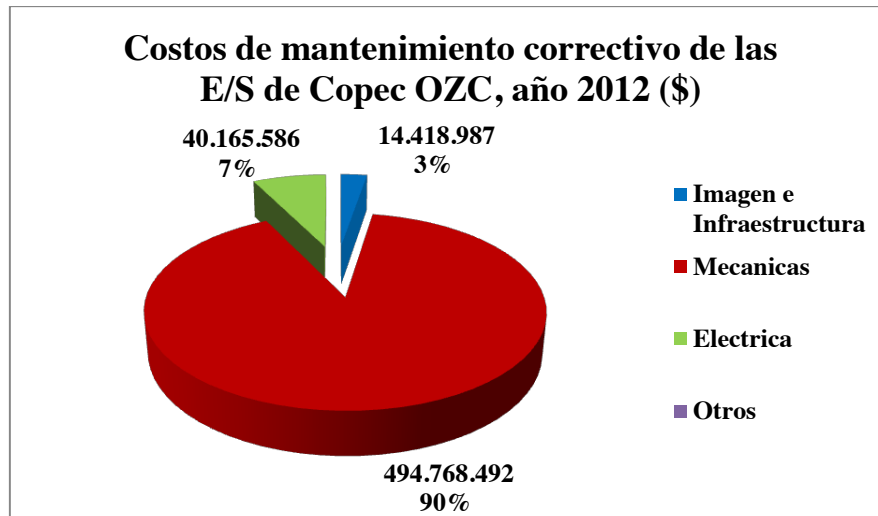


Figura 1.14 - Costos de mantenimiento correctivo de las E/S de Copec OZC, año 2012.
Fuente: Elaboración propia.

Según el gráfico de la Figura 1.14, los costos de las mantenciones no preventivas referentes a la parte mecánica son mucho mayores a los costos de las mantenciones no preventivas de imagen e infraestructura, eléctrica y otras, esto sin duda debido a la frecuencia con que son realizadas, porque justamente son los equipos de esta áreas lo que presentan un mayor uso por parte de los atendedores.

Este ítem se entrelaza íntimamente con la cantidad de fallas que se presentan en las E/S, ante un aumento en las fallas se producirá un aumento en los costos correctivos, y por ende un desbalance en el presupuesto anual.

En base a lo anterior, se analizó conjuntamente los datos del call center que registra las fallas que se presentan en las E/S y que requieren de asistencia técnica. En dicho registro se observan las fallas por ítem de mantención, que se han presentado en las cuatro zonas pertenecientes a Copec OZC.

Como se puede observar en la Figura 1.15, la mayor cantidad de fallas se presenta en los equipos correspondientes al área mecánica de las E/S, específicamente en surtidores y dispensadores, seguido del terminal POS y los controladores.

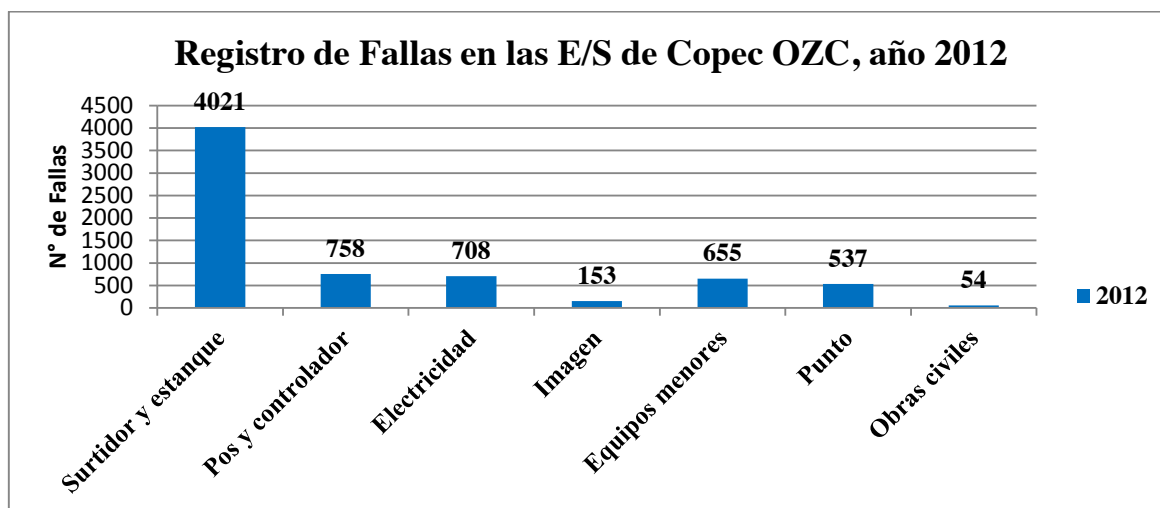


Figura 1.15 - Registro de fallas durante el año 2012 en las E/S de Copec OZC.

Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo en el año 2012, se registró que la cantidad de fallas relacionadas a surtidores y tanques de E/S de Copec OZC asciende a la cantidad de 4021 y las fallas relacionadas a pos y controladores fueron de 758. Dichos equipos conforman la mantención mecánica de la E/S. En comparación con los demás ítems (fallas eléctricas, imagen, obras civiles, etc.), la cantidad de problemas que se producen en los equipos mecánicos representan el 70% de las fallas totales.

Tomando en consideración los costos de mantenimiento general y la cantidad de fallas de las áreas de mantenimiento en las E/S, el análisis será centrado en el proceso de mantención mecánica, debido a que representa un esfuerzo económico mayor para la compañía.

1.5.1. Descripción del área mecánica

En este punto serán descritos los equipos sujetos a mantención mecánica y las actividades de mantención preventiva que se aplican en la actualidad.

1.5.1.1. Tanque de almacenamiento de CL

Es un recipiente estacionario de forma cilíndrica diseñado para contener grandes volúmenes de productos que serán suministrados a los surtidores y dispensadores de la E/S. El material y diseño de los tanques deben contemplar el almacenamiento de CL que generan altas presiones por su tendencia a generar vapores a temperatura ambiente, por lo que deben cumplir con los requerimientos mínimos de seguridad fijados por la Normativa nacional e internacional vigente. Los tanques se encuentran enterrados, por lo que es primordial realizar una evaluación del terreno donde será instalado. Su uso, capacidad y ubicación dependerá del tipo de proyecto de E/S a desarrollar. La vida útil del tanque es de

aproximadamente 30 años, por lo que en condiciones normales el tanque se mantiene operativo por este tiempo.

El tanque debe ser identificado en su tapa según el producto como se puede ver en la Figura 1.16.






Gasolina 93	
Gasolina 95	
Gasolina 97	
Petróleo Diesel	
Kerosene	

Figura 1.16 - Identificación de las tapas de los tanques de almacenamiento de CL según producto.

Fuente: Elaboración propia.

El tanque de almacenamiento de CL está conformado por:

- ♦ Venteo
- ♦ Caño de Recuperación de Vapores
- ♦ Pozo de Observación
- ♦ Caño Carga/Medición
- ♦ Cámara Domo
- ♦ Sistema de Prevención de Sobrellenado

Mantenimiento preventiva del tanque de almacenamiento de CL

En la actualidad, el tanque de combustible no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, En lugar de ello, se realizan actividades de inspección de sus componentes sin cumplir con una frecuencia planificada. Las estructuras se someten a una supervisión visual, en el caso de que el mecánico observe que se encuentran en condiciones favorables, no se procede a cambios ni correcciones, solo se revisa que el sistema se encuentre operativo.

Los elementos inspeccionados son los siguientes:

- ♦ Tapas y conductos de carga y descarga.
- ♦ Estructura de la entrada a tuberías.
- ♦ Manhole
- ♦ Inspección de calidad de combustible: en el cual el mecánico extrae 3 muestras desde el caño de descarga, pistola del surtidor y desde la válvula de sobrellenado. Estas muestras se envían a un laboratorio, el cual determina la calidad del combustible y la presencia de elementos extraños como agua y desechos sólidos que podrían dañar los equipos y el vehículo que recibe el combustible.
- ♦ Pintado de tapas de carga y descarga.
- ♦ Caja contenedora de derrames: el mecánico debe extraer el combustible que se pudo haber derramado y proceder a la limpieza.
- ♦ Pisos: el mecánico revisa el estado de los pisos en el que se encuentran los equipos, para evitar filtraciones de líquidos o sustancias al suelo y que su construcción y mantención garantice el rápido drenaje a las unidades de control.
- ♦ Materiales de recolección de combustible: dichos materiales son arena o aserrín, el cual se deposita sobre el derrame de combustible.

El DS/160 especifica las normas internacionales en las que deben basarse las instalaciones en E/S para sus procedimientos de mantención.

Tal como especifica el artículo 102° del DS/160, es necesario realizar inspecciones periódicas del estado del tanque referentes a los siguientes puntos:

- ♦ Inspección visual del exterior del tanque en búsqueda de posibles fugas.
- ♦ Signos de asentamiento.
- ♦ Corrosión.
- ♦ Condición de la fundación Estado de recubrimiento.
- ♦ Sistema de aislamiento.
- ♦ Determinar calidad de soldaduras.

- ♦ Medir y evaluar espesores de manto y techo.
- ♦ Sistema eléctrico.

Cabe destacar que si bien el DS/160 da pautas de frecuencia de mantenimiento, también declara que dependiendo de las condiciones específicas de instalación y entorno en el que se depositó el tanque, se establecerá el tiempo transcurrido entre mantenciones, no excediendo 20 años.

El análisis realizado previo a la instalación de una E/S, es fundamental, debido a que en ese momento se establecen los requerimientos de mantenimiento específicos para cada E/S, de manera de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos y no incurrir en faltas a la normativa vigente al respecto. Para más información sobre aspectos de mantención según DS/160 ver Anexo 1.2.

El principal control realizado por la SEC es el ensayo de hermeticidad en tanque y tuberías, la frecuencia con que se realiza éste ensayo depende de los estudios realizados a la apertura de la E/S, siendo un factor determinante las condiciones medioambientales del lugar donde se ubican las instalaciones. Sin embargo, el tiempo transcurrido entre ensayos generalmente es 4 años. Esta prueba es realizada por una empresa certificada por la SEC.

Durante el ensayo de hermeticidad de tanques se utilizan sensores electrónicos y de ultrasonido para determinar si hay ingreso de agua o de burbujas al combustible, así como también, si hay ingreso de aire en el espacio vacío del tanque. Este ensayo certifica la hermeticidad de la línea de combustible, impidiendo filtraciones de combustible y contaminación del mismo con líquidos y partículas sólidas del exterior, asegurando la calidad del combustible despachado. Para mayor información acerca del ensayo de hermeticidad en tanques y tuberías, ver Anexo 1.3.

Actualmente, si el Dpto. de Operaciones lo solicita, los mecánicos deben realizar medidas de presión en tanque o en la línea de cañerías para determinar la existencia de fugas, sin embargo, el mantenimiento que realiza la empresa contratista de Copec S.A no es una inspección certificada, por lo que solo es de índole informativa para el Dpto. de Operaciones. Además, los mecánicos deben realizar pruebas para detectar la presencia de agua en el combustible del tanque. Para ello se introduce una varilla, previa aplicación de una pasta de detección de agua en su extremo. Si la pasta cambia de color significa que el tanque contiene agua en el fondo. Por la diferencia de densidades, el agua se separa del combustible y decanta en el fondo, por lo que es necesario extraer el agua con bombas externas antes que el nivel aumente y provoque problemas con el expendio de combustible.

Los procedimientos de mantenimiento e inspección de las instalaciones deberán ser parte del Programa de Seguridad o del Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos (MSCL), según corresponda.

Para mayor información sobre el Programa de Seguridad y Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos ver Anexo 1.4.

1.5.1.2. Surtidor/Dispensador

Son equipos que permiten el expendio del combustible extraído desde los tanques subterráneos. La diferencia entre ambos es el método utilizado para hacer llegar el combustible desde el tanque subterráneo hasta las pistolas de suministro.

El surtidor utiliza una bomba de succión que se encuentra incorporada en el mismo equipo, mientras que el dispensador se alimenta de combustible por el accionar de una bomba de impulsión que se encuentra sumergida por debajo del combustible del tanque. El resto de los componentes de ambos equipos es similar, a simple vista no es posible determinar la diferencia entre ambos y el mantenimiento se realiza de igual manera tanto en surtidores como dispensadores, por lo que en adelante se denominara surtidores a ambos equipos, estableciendo la diferencia sólo en casos que lo requieran.

Respecto al tipo de combustibles que despacha, los surtidores se pueden clasificar en:

- ♦ Equipo de despacho de producto puro: estas máquinas solo despachan productos puros, es decir, no realizan la mezcla de gasolina de 97 octanos y gasolina de 93 octanos para la obtención de gasolina de 95 octanos. Extraen el combustible directamente desde el tanque subterráneo.
- ♦ Equipo mezclador: permite extraer gasolina de 97 y 93 octanos desde distintos tanques y realizar la combinación de ambos en su interior para la obtención de gasolina de 95 octanos.

Respecto a la cantidad de unidades de suministro que poseen, los surtidores se pueden ser clasificados en:

- ♦ Simples: cuentan con una manguera. Son equipos que despachan sólo un producto, siendo éste puro.
- ♦ Dobles: cuentan con dos mangueras. Son equipos que despachan dos productos, siendo éstos productos puros.

- ♦ Cuádruples: cuentan con cuatro mangueras. Son equipos que despachan dos productos, siendo éstos productos puros o mezclas.
- ♦ Séxtuples: cuentan con seis mangueras. Son equipos que despachan tres productos, siendo éstos productos puros o mezclas.
- ♦ Óctuples: cuentan con ocho mangueras. Son equipos que despachan hasta cuatro productos, siendo éstos productos puros o mezclas.

Las partes principales que componen un surtidor se muestran en la Figura 1.17.

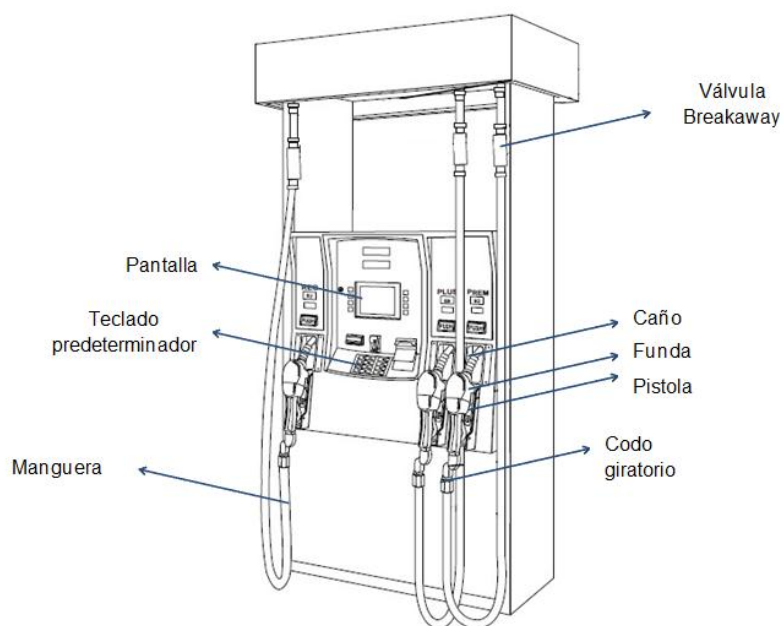


Figura 1.17 - Partes del surtidor de combustible.
Fuente: Manual de usuario Gilbarco.

Mantenimiento preventivo del surtidor de combustibles

En la actualidad, el único equipo al que se aplica un procedimiento de mantención preventiva es el surtidor de combustibles. En la Figura 1.18 se observa un diagrama del mantenimiento preventivo a los surtidores de combustible de una E/S.

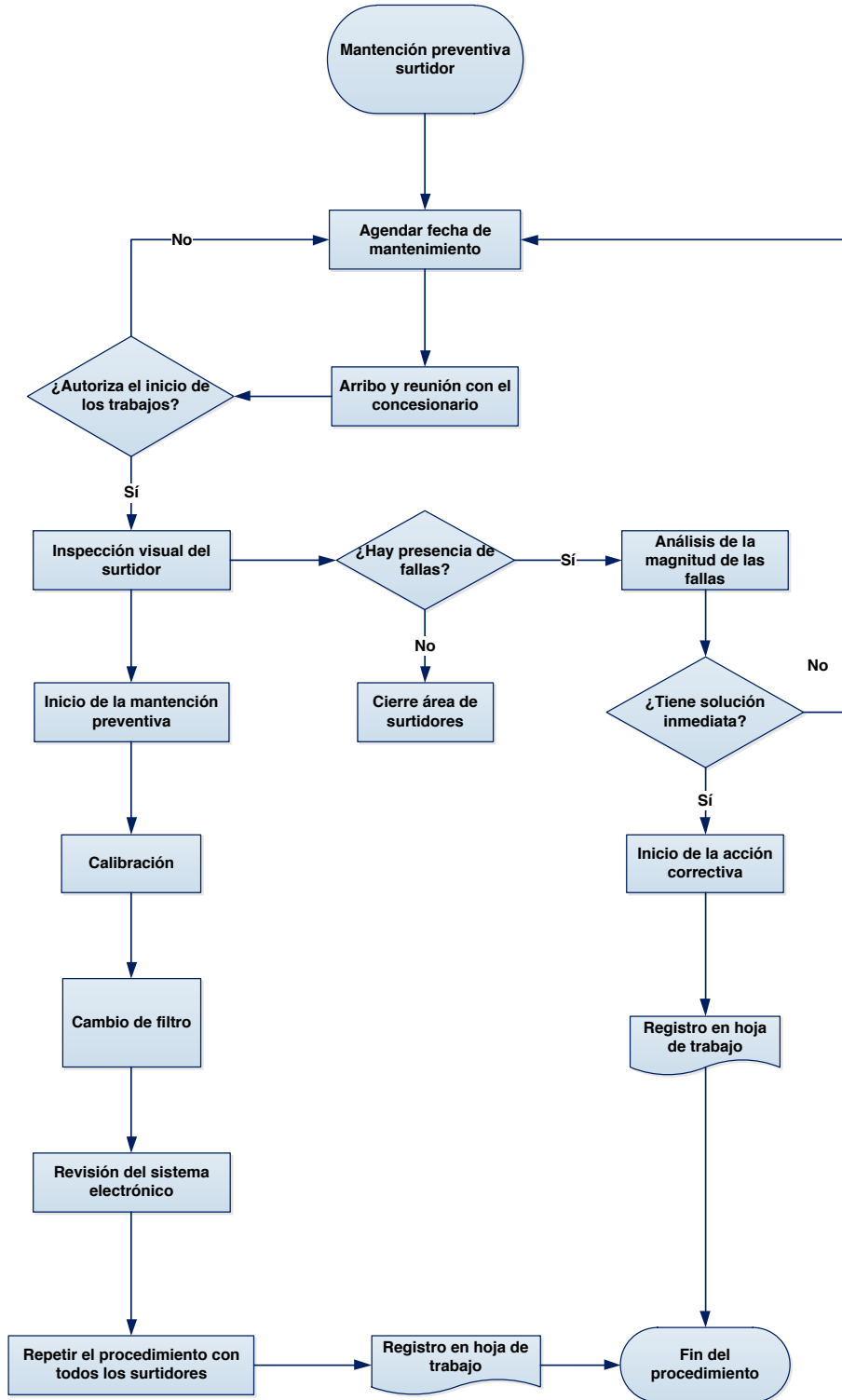


Figura 1.18 - Diagrama del proceso de mantenimiento preventivo a surtidores de combustibles.

Fuente: Elaboración propia.

Este procedimiento se aplica con una frecuencia mensual y está dividido en tres ítems, los cuales se describen a continuación:

Calibración del medidor volumétrico

Los surtidores entregan información sobre cuanto combustible se expende en cada transacción mediante un medidor volumétrico. Para que esta información sea fidedigna el medidor debe ser calibrado sólo por personal autorizado para evitar mal uso de este dispositivo. Sólo así es posible asegurar que el volumen de combustible despachado a los clientes es preciso.

Antes de comenzar cada calibración con una periodicidad de una vez, el mecánico saca el numerador. Este procedimiento consiste en sacar un registro en el cual se detallan todos los movimientos de combustible en cada tanque de almacenamiento de CL.

Para realizar la calibración se requiere de un patrón llamado matraz, el que debe estar certificado por la SEC para asegurar la exactitud de su medida. Para facilitar el transporte de combustible, el matraz utilizado tiene una capacidad de 5 lts. Antes de comenzar con el llenado, debe ser climatizado. Este proceso consiste en llenar y vaciar el matraz con el producto de la manguera a calibrar. Esto debe hacerse al comienzo y cada vez que se cambie de producto en la calibración.

Posteriormente, el mecánico procede a llenar el matraz en tres ocasiones, visualizando el volumen despachado en la pantalla del surtidor. Las dos primeras veces lo llena con alto caudal y la siguiente alternando caudal alto y medio, para probar el gatillo de la pistola. Además durante la medición, el caño debe ser sumergido en el combustible del recipiente para verificar el funcionamiento del corte automático.

- ♦ Si el surtidor despachó exactamente 5 lts. de combustible, el indicador del matraz estará en 0, la medición es correcta y no precisa re calibración.
- ♦ Si la graduación que entrega el matraz está dentro del rango aceptado por la empresa y la norma (0,3% del volumen despachado), la calibración quedará a juicio del jefe de playa.
- ♦ Si la graduación esta fuera de los rangos aceptados por la empresa y la norma, se debe realizar la re calibración inmediatamente para evitar multas y reclamos de los clientes. Basta con que una de las tres pruebas se encuentre fuera de rango para proceder a re calibrar el medidor volumétrico.

La re calibración del medidor inteligente se realiza electrónicamente a través del pulsador inteligente. La lógica de calibración incorporada en el software del pulsador inteligente cuenta los pulsos que llegan y los compara con un factor de calibración

almacenado. El pulsador inteligente es puesto en el modo calibración abriendo una puerta de calibración. Una vez en el modo calibración, se llena el matraz con 5 lts. La puerta de calibración se cierra exactamente en esa medida, con lo cual el medidor asume su nueva medida. El pulsador entonces tiene la información para calcular un factor de calibración.

El combustible utilizado durante el proceso debe ser depositado en un recipiente exclusivo para ese fin, libre de elementos que puedan contaminarlo y ser depositado en los respectivos tanques de almacenamiento.

Cambio de filtro

El filtro permite la retención de material particulado que podría encontrarse en el combustible. El filtro es sustituido con una frecuencia mensual, independiente de su estado, asegurando la pureza del combustible entregado a los clientes e impidiendo cualquier desperfecto que pudiera ocasionarse en el motor del vehículo debido a la presencia de partículas sólidas.

Revisión de la programación del sistema

La mantención preventiva consiste en deslizar una tarjeta, para revisar que el funcionamiento del surtidor esté en condiciones óptimas. Sólo el mecánico tiene acceso al sistema y las tarjetas son de uso personal.

Al deslizar la tarjeta, el mecánico puede revisar que el sistema electrónico este correctamente programado y que la información que ingresa el atendedor coincida con la información que se le entrega al cliente en el comprobante.

También, ante sugerencias del jefe de playa, si se han presentado problemas en el registro de ventas, el mecánico revisa el sistema.

1.5.1.3. Terminal POS

Es un sistema que ayuda a gestionar el proceso de venta en las E/S. Se compone de los siguientes elementos:

Software

Es un sistema informático que registra toda la información referente a la venta de combustibles, tal como fecha y hora de la transacción, volumen de combustible expendido, precio, forma de pago, entre otros. Este se encuentra sincronizado con el Controlador de las E/S, por lo que también permite actualizar variaciones de inventario en la base de datos.

Hardware

Permite la visualización y programación de la información en el sistema. Se compone de los siguientes elementos:

- ♦ Pantalla o visor electrónico: permite al cliente visualizar los resultados de la operación de venta antes de la impresión del comprobante de venta.
- ♦ Lector de banda magnética: extraer la información de tarjetas de crédito y débito, permitiendo realizar la transacción con éstos medios de pago.
- ♦ Datáfono: son terminales inalámbricos que permiten a los clientes verificar el monto de la transacción e ingresar su clave de seguridad en casos de pago con tarjetas de crédito y débito.

En la Figura 1.19 se muestra la conexión de los elementos que componen el sistema del terminal POS.

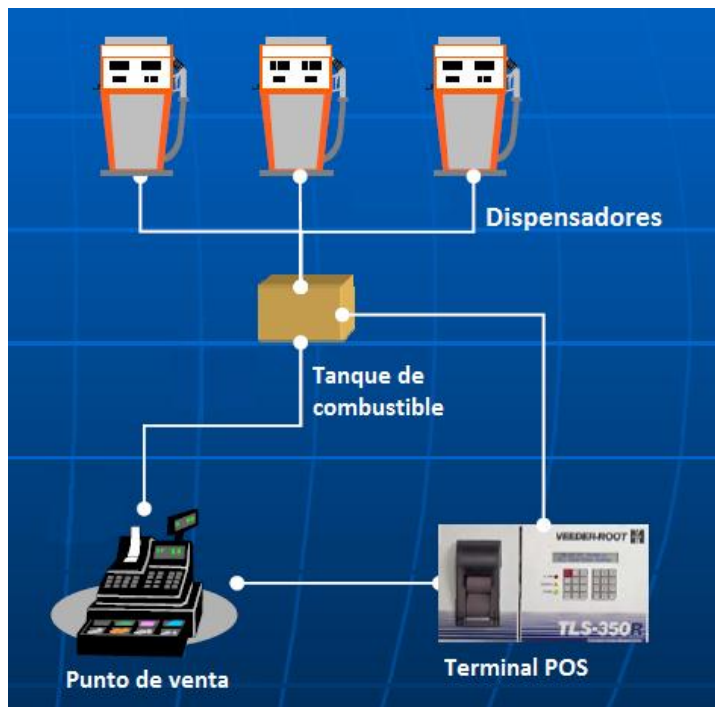


Figura 1.19 - Funcionamiento terminal POS.
Fuente: Elaboración propia.

Mantenimiento preventiva del terminal POS

El terminal POS no consta de mantenimiento preventiva. Ante cualquier falla, el mecánico procede a reemplazar el equipo para no entorpecer un proceso de venta fluido y el equipo retirado se envía a la empresa fabricante para que se encargue de su reparación.

1.6. Definición del problema

El principal problema detectado radica en el área de mantenimiento mecánico y sus equipos, los cuales no se mantienen totalmente operativos hasta el próximo periodo de prevención. Por lo que se ha hecho necesario que las empresas contratistas acudan una mayor cantidad de veces para responder a los eventos de emergencia.

Este aumento en los costos de mantenimiento correctivo sumado a los costos de mantenimiento preventivo genera un desequilibrio en el presupuesto general, lo que provoca que los recursos que estaban destinados al pago de mantenimiento preventivo, sean reasignados al pago de mantenencias correctivas.

En la Figura 1.20 se observa la distribución de costos de mantenimiento preventivo y correctivo.

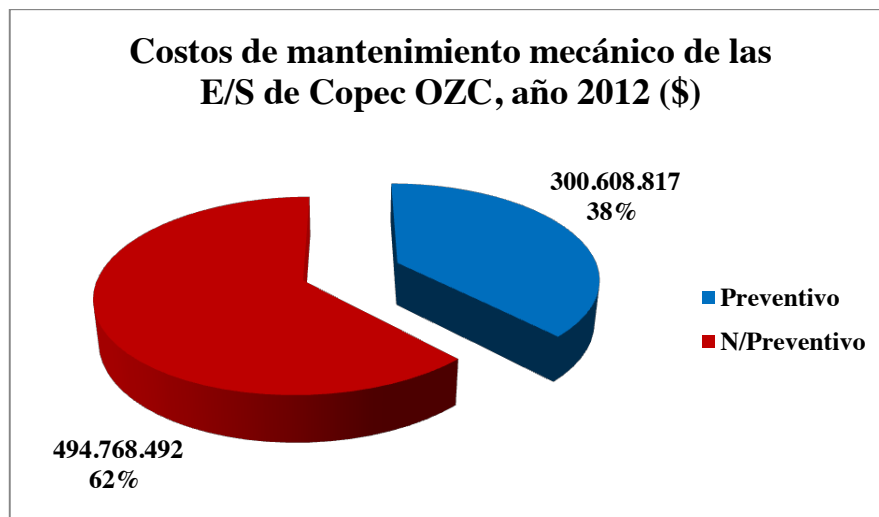


Figura 1.20 - Distribución de costos de mantenencias mecánicas de las E/S de Copec OZC, año 2012.

Fuente: Elaboración propia.

Como se visualiza en la Figura 1.20, el costo por concepto de mantenimiento correctivo supera en un 34% al costo asociado al mantenimiento preventivo.

El aumento de las mantenciones correctivas, indica que el proceso de mantenimiento preventivo es inadecuado y está generando éste aumento de costos no considerados en el presupuesto anual realizado por el Dpto. de Operaciones, el cual debe destinar fondos asignados a otras actividades para cumplir con la operatividad de 24 horas, los 365 días del año. Incluso, en el año 2012, no fue posible reasignar los recursos para cubrir el mantenimiento preventivo, por lo que se suspendieron las actividades preventivas del mes de noviembre, acudiendo a las E/S solo ante emergencias.

En base al planteamiento anterior, el problema se resume de la siguiente forma:

“La mantención preventiva actual no asegura el correcto funcionamiento de los equipos para el periodo planificado, esto conlleva a un aumento de las mantenciones correctivas, por ende un aumento de los costos asociados a ellas”.

1.6.1. Causas del problema

Para determinar la causa más influyente del problema planteado, se elaboró un Árbol de Realidad Actual, el cual se observa en la Figura 1.21. Para comenzar con el análisis, se planteó el efecto indeseado *“Aumento de mantenciones correctivas”*, del cual se determinaron las causas principales y las sub causas asociadas.

- ♦ **Mantenimiento preventivo deficiente:** se produce porque existe una revisión deficiente de equipos, la cual se basa en una inspección superficial, los mecánicos no se basan en un procedimiento estándar para realizar el proceso y tampoco en los manuales de fabricante de los equipos. Por otra parte, no existe un control de los trabajos realizados, debido a la ausencia del encargado de la E/S y al registro incompleto o inexistente de mantenciones previas.
- ♦ **Desorganización en el procedimiento de mantención mecánica a equipos:** al no existir una calendarización de mantenciones preventivas, los mecánicos acuden a las E/S cuando estiman conveniente (la única exigencia de Copec es que la mantención preventiva sea realizada una vez al mes). En ocasiones, los mecánicos no son autorizados para realizar la mantención, por acudir en horarios de alta afluencia de público o carecen del juego de llaves para la intervención de equipos, debiendo acudir en otra oportunidad a la E/S.
- ♦ **Uso inadecuado del sistema de call center:** en ocasiones se hace mal uso del sistema de call center debido a que se reportan fallas que no requieren atención inmediata, ante lo cual los mecánicos acuden cobrando altas sumas de dinero por visitas imprevistas. Esto se produce porque el Dpto. de Operaciones no cuenta con una clasificación de fallas de acuerdo a la prioridad de atención que éstas requieren.

- ♦ Asignación reducida de recursos a Depto. de Operaciones por parte de gerencia: el Dpto. de Operaciones solicita un presupuesto anual a Gerencia para realizar la mantención de las E/S. El método utilizado para calcular los recursos monetarios necesarios es en base a lo consumido en años anteriores. Al no existir un procedimiento de mantención preventiva estándar, no es posible hacer el cálculo de los requerimientos reales de mantención a los equipos. Además, cuando el Dpto. de Operaciones consume los recursos asignados por concepto de mantenimiento preventivo, se suspenden las mantenciones preventivas de las E/S por el resto del año.

Finalmente, mediante la elaboración del análisis ARA, se determinó que la causa más influyente es la carencia de un plan de mantenimiento adecuado, que en su aplicación, garantice el buen funcionamiento de los equipos durante el período planificado, reduciendo a su vez las mantenciones correctivas efectuadas a las E/S.

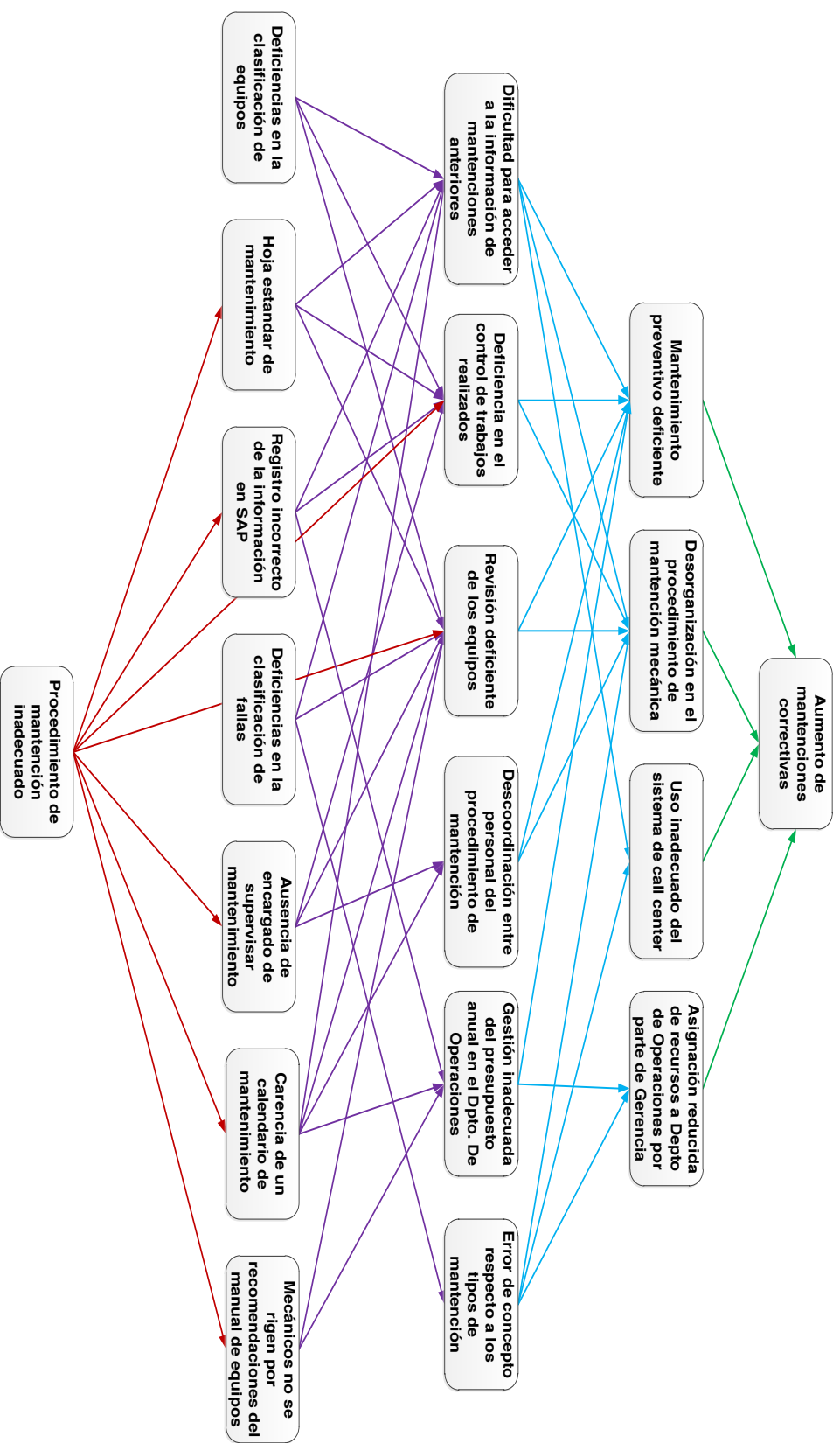


Figura 1.21 - Árbol de Realidad Actual, procedimiento de mantención mecánica.
Fuente: Elaboración propia.

1.7. Objetivos y resultado esperado

A continuación se describe el objetivo general, los objetivos específicos y el resultado esperado del presente trabajo de título.

1.7.1. Objetivo general

“Elaborar un plan de mantenimiento preventivo en base a la metodología RCM II, que en su implementación, permitiría el correcto funcionamiento de los equipos para el periodo planificado y la disminución de los costos por concepto de mantenciones correctivas en las E/S de Copec OZC”.

1.7.2. Objetivos específicos

- ♦ Describir y comparar las áreas sujetas a mantenimiento en las E/S OZC, para identificar el área que presente mayores costos y número de fallas.
- ♦ Diagnosticar el funcionamiento actual del área de mantenimiento mecánico de las E/S OZC y clasificar los recursos monetarios asociados a cada una de ellas, haciendo uso de la metodología costeo tradicional.
- ♦ Clasificar los patrones de falla presentados en los equipos sujetos a análisis de acuerdo a su frecuencia y prioridad en la ejecución de mantenimiento.
- ♦ Desarrollar una propuesta de rediseño del plan de mantenimiento que permita la estandarización de procedimientos, calendarización de mantenciones y control de las mismas.
- ♦ Comparar los costos de mantenimiento preventivo actual y futuro.

1.7.3. Resultado esperado

El resultado del presente trabajo de título es un documento en el cual se presentará la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos de almacenamiento y suministro de combustible de las E/S de Copec OZC, realizado en base a la metodología RCM II, el cual en su implementación asegurará el correcto funcionamiento de los equipos para el período planificado.

1.8. Metodologías aplicables

En este punto serán descritas las metodologías que podrían aplicarse para el rediseño del plan de mantenimiento de las E/S de Copec.

El rediseño de procesos parte de la base de que los procesos actuales tienen suficientes características positivas como para descartarlos, por lo que se utilizan como base para perfilar los mismos. Es un cambio a nivel táctico y operacional en una organización. Permite solucionar problemas estructurales, pero solo del proceso en cuestión, no necesitando un cambio fundamental en la empresa.

El rediseño se llevará a cabo en base a los siguientes pasos:

- a) Definición del proceso: involucra definición de objetivos, delimitación, departamentos involucrados, etc.
- b) Captura y representación del proceso en estudio: es necesario modelar y representar gráficamente el proceso mediante diagramas de flujo, diagramas de proceso, etc.
- c) Evaluación del proceso actual: involucra técnicas de análisis y evaluación de procesos. La idea es identificar los problemas y debilidades del proceso.
- d) Evaluación y diseño del proceso objetivo: es el diseño del nuevo proceso, ya sea mediante mejoras incrementables de un proceso base o cambios radicales.

Para desarrollar el Rediseño, será necesario seleccionar una metodología para cada paso anterior nombrado.

En la Tabla 1.2 se nombran las metodologías aplicables a cada paso, y entre ellas se seleccionará la más adecuada mediante una tabla de ponderación.

Tabla 1.2 - Metodologías aplicables a los pasos de rediseño del plan de mantenimiento.

Pasos del Rediseño	Metodologías aplicables
Definición del proceso	Organigrama, Entrevista, Inspección Visual.
Captura y representación del proceso en estudio	Diagrama de Flujo.
Evaluación del proceso actual.	Costeo Tradicional, Costeo ABC.
Evaluación y diseño del proceso objetivo	RCM, TPM, AMFEC.

Fuente: Elaboración propia.

En el presente capítulo se tomó la decisión de que el proceso en estudio es el proceso de mantenimiento, específicamente el realizado a los equipos de la línea de

suministro de las E/S. Además se describió los equipos y las mantenciones que se aplican en la actualidad, por lo tanto se procede a la descripción de metodologías aplicables a los pasos c) y d) del rediseño.

1.8.1. Evaluación del proceso actual

A continuación se describen las metodologías de costeo tradicional y costeo ABC, ambas aplicables para la evaluación del proceso actual de mantenimiento mecánico. Finalmente, se procederá a la elaboración de una tabla de comparación para elegir la más adecuada para el caso en estudio.

Costeo tradicional

El costeo tradicional o por absorción tiene como enfoque integrar los costos de material directo, salarios directos y gastos indirectos fijos y variables de producción, en definitiva, este costo busca absorber dentro de un costo unitario la mayoría de los gastos posibles.

Éste costeo se basa en que todos los costos forman partir de la producción exceptuando las ventas, costos generales y administrativos.

Por otro lado el costo total de productos está conformado a su vez por factores de depreciación, arrendamiento, seguros, impuestos a la propiedad y otros gastos indirectos de producción fijos en conjunto por supuesto al costo de material directo, salario de mano de obra directo y gastos indirectos de fabricación variables.

El costeo absorbente es el más usado para fines externos e incluso para la toma de decisiones en la mayoría de las empresas latinoamericanas. Este método trata de incluir dentro del costo del producto todos los costos de la función productiva, independientemente de su comportamiento fijo o variable. [Quiñónez0?]

Ventajas:

- ♦ Este tipo de costeo es universal, es decir es posible aplicarlo a cualquier caso de productos o servicios.
- ♦ Para su análisis considera que los costos más influyentes son los costos directamente relacionados al producto. (Materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación)
- ♦ Es útil para toma de decisiones en algunos casos, como por ejemplo, elección de alternativas, planeación de utilidades.

- ♦ Es aplicable en épocas de inflación, cambios de precios, devaluación, etc.
- ♦ Incluye los costos relacionados al producto independiente de su descripción de fijo o variable.
- ♦ La fijación de los precios se determina con base a costos de producción y costos de operación fijos y variables

Desventajas:

- ♦ Debido al hecho de que integra costos fijos y variables en su análisis, se hace difícil establecer la relación óptima entre costo - volumen - utilidad.
- ♦ No permite a la dirección tener un control sobre el origen de los costos.
- ♦ A la dirección se le dificulta la comprensión de los efectos de los costos fijos sobre las utilidades lo que repercute ante la toma de decisiones.

Costeo Basado en Actividades o ABC

Este costeo, denominado ABC por sus siglas en inglés "Activity based costing", es un sistema que acumula los diferentes costos de la organización para después aplicar los costos de las actividades de productos o servicios aplicando factores relacionados al origen de los costos.

Objetivos del costeo ABC:

- ♦ Determinar los costos de los productos en base a las actividades indirectas que contribuyen a la realización de los productos.
- ♦ Determinar los costos indirectos.
- ♦ Luego de determinados los costos indirectos, distribuirlos al costo de los productos que los originan.
- ♦ Determinar políticas de mejoras y reducción de costos.
- ♦ Determinar el precio del producto de modo de cubrir los costos directos e indirectos.

Como su nombre lo indica, el método ABC analiza las actividades de los departamentos indirectos (de soporte) dentro de una organización para calcular el costo de los productos terminados y analiza las actividades porque reconoce dos vertientes: la primera, no son los productos sino las actividades las que causan los costos, y en segundo,

son los productos los que consumen las actividades. Así es como se ligan los costos con los productos, es decir por medio de las actividades, las cuales se originan de los primeros y consumidas por los segundos. [Quiñónez0?]

Ventajas:

- ♦ Permite conocer todas las actividades que generan costos sean directas o indirectas.
- ♦ Tener un conocimiento más amplio de los costos y desarrollar un control.
- ♦ Puede crear una base informativa que facilite la implantación de un proceso de gestión de calidad total, para superar los problemas que limitan los resultados actuales.

Desventajas:

- ♦ En algunas circunstancias su utilidad es dudosa en casos en que se desee analizar los costos futuros que cobren mayor importancia.
- ♦ Debido a que se integran todas las actividades que podrían contribuir a la creación del producto, es posible cometer el error de cargar costos que no influyen realmente, aumentando el precio del producto.
- ♦ Existe un gran desconocimiento respecto a los efectos que tendrá en la compañía la adopción de este método.
- ♦ Su aplicación es muy costosa, debido a la cantidad de información que se requiere de las diferentes actividades.

Elección de la metodología para la evaluación del proceso actual

En base a la tabla de comparación de los métodos de costeo presentada en el Anexo 1.5, se consideró que para éste caso, el tipo de costeo más adecuado en base a sus características es el costeo tradicional, debido a que se enfoca solo en los costos que están relacionados con la realización del producto.

En el caso del mantenimiento de E/S Copec, el costeo tradicional se aplicará a un servicio, no a un producto, pero de igual manera tiene costos asociados de materiales, mano de obra, salario, y costos indirectos (seguros, transporte, reparación de herramientas etc.), a diferencia del costeo ABC, que involucra distintas actividades para determinar el costo. Debido a que sólo será analizado el proceso de mantenimiento, se requieren sólo costos relacionado a eso.

1.8.2. Evaluación y diseño del proceso objetivo

A continuación se describirán las metodologías AMFEC, RCM II y TPM, las que permiten un análisis de los equipos en cuestión y proponen criterios de decisión para la elaboración de la propuesta del plan de mantenimiento. Finalmente, se procederá a la elaboración de una tabla de ponderación para la elección de la metodología más adecuada al caso en estudio.

Análisis de Modo de Falla, Efectos y Criticidad (AMFEC)

El análisis AMFEC (Análisis de modo de falla y efecto y criticidad) explora los efectos de las fallas o el mal funcionamiento de los componente del sistema. Se usa fundamentalmente en equipos, analiza las consecuencias en el sistema de todos los posibles fallos que pueden afectar a uno de sus componentes, identifica los tipos de fallas que tienen consecuencia importante y determina los medios de detección para cada tipo de falla incluyendo la probabilidad de cada modo de fallo y priorizando sus acciones correctivas. [Creus05]

Al analizar las fallas de los equipos, elementos o componente del sistema, es posible determinar la criticidad, frecuencia de falla, gravedad y futuras detecciones de problemas que se presenten, a lo cual es posible establecer acciones preventivas para organizar, coordinar y controlar el funcionamiento del equipo al haber utilizado el plan de mantenimiento adecuado, disminuyendo la criticidad del mismo.

Por lo tanto, AMFEC analiza las funciones del equipo con un enfoque a la prevención sobre el diseño pretendiendo obtener un dominio de la fiabilidad por optimización del proceso productivo donde opera el equipo y de la logística de mantenimiento que se utiliza en la empresa.

Metodología:

- ♦ Definición de la intención de diseño.
- ♦ Análisis funcional.
- ♦ Identificación de modos de falla.
- ♦ Efectos y consecuencias de la falla.
- ♦ Jerarquización del riesgo.
- ♦ Análisis de Criticidad

Ventajas:

- ♦ Es un método estructurado.
- ♦ Es capaz de determinar posibles fallas futuras en el equipo.
- ♦ Entrega jerarquizaciones de falla, para dar mayor atención a los componentes más críticos.
- ♦ Metodología sistemática (muy robusta) que aborda problemas, preocupaciones, desafíos, errores y fallos.
- ♦ Determina relaciones entre fallas y sus posibles causas y efectos, de modo de poder entregar información para acciones a futuro.

Desventajas:

- ♦ El método AMFEC significa una ardua labor para lograr instaurar las herramientas de gestión de mantenimiento que se han propuesto en la empresa y se presenta una resistencia inicial a su uso.
- ♦ Análisis de falla simple. Cada modo de falla es considerado individualmente.
- ♦ En sistemas complejos un solo modo de falla no es suficiente.
- ♦ Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM II)
- ♦ Es una metodología que se utiliza para desarrollar un plan de mantenimiento basado en el análisis del histórico de fallas de una instalación.

Los principales objetivos de la implantación de RCM II son aumentar la disponibilidad de equipos y disminuir los efectos de las fallas que pueden ocasionarse, mejorando las funciones de los activos físicos. Para conseguirlo, es necesario definir cuáles son los componentes de mayor relevancia dentro del sistema, agregando aquellas acciones de mantenimiento que se requieran, y quitando las que no sean necesarias.

En otras palabras el RCM II es una metodología que permite identificar las políticas de mantenimiento óptimas para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción.

Esta metodología demanda una revisión sistemática de las funciones que conforman un proceso determinado, sus entradas y salidas, las formas en que pueden dejar de cumplirse tales funciones y sus causas, las consecuencias de los fallos funcionales y las

tareas de mantenimiento óptimas para cada situación en función del impacto global. [Améndola06]

En la Figura 1.22 se encuentran las siete preguntas claves para llevar a cabo un análisis RCM II.

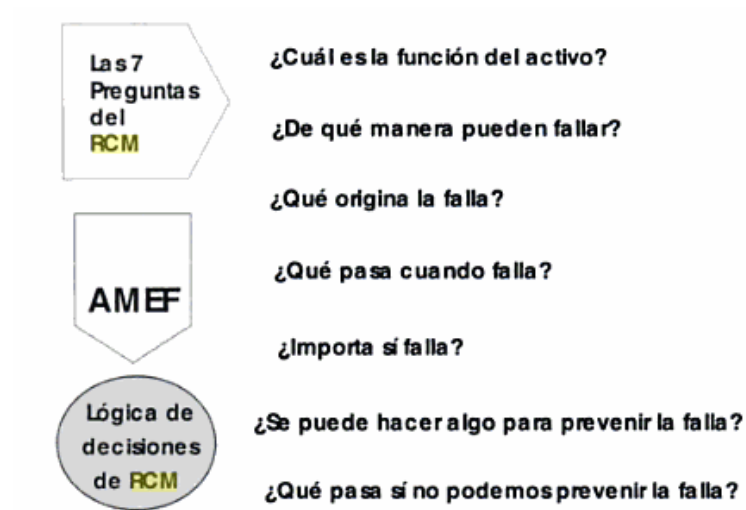


Figura 1.22 - Las 7 preguntas de RCM II.
Fuente: [Améndola06].

Ventajas:

- ♦ Mediante el análisis de las posibilidades de falla de un equipo, mejora el conocimiento acerca del funcionamiento de los equipos.
- ♦ Garantiza una alta disponibilidad de la planta.
- ♦ Utiliza un lenguaje común, de fácil comprensión para los trabajadores vinculados a los equipos.
- ♦ Permite la reducción de costos y mejora en la calidad del proceso.

Desventajas:

- ♦ Dificultades al definir los límites de aplicación de la metodología.
- ♦ Se requiere de la colaboración de todas aquellas personas relacionadas al equipo, en ocasiones se puede generar resistencia de algunos departamentos a compartirla.
- ♦ Dificultades en el manejo de gran cantidad de información.

- ♦ Requerimiento de un equipo de trabajo fijo.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Es una metodología de gestión empresarial que garantiza la creación de productos y servicios de alta calidad mediante la utilización eficiente de recursos y la eliminación de pérdidas durante los procesos. Para conseguirlo, fomenta la participación de las personas y las orienta hacia la prevención y a la mejora continua.

Mediante ésta metodología se trata de inculcar en todos los trabajadores de una organización que las labores de mantenimiento de productos y máquinas no son exclusivas del personal de mantenimiento de servicio. La intención del TPM es que las labores de mantenimiento menores que no requieren un nivel especial de conocimiento o habilidad pueden ser realizadas por todas las personas. [Nakajima88]

Con esto se definen niveles de mantenimiento ejecutados en forma jerárquica, de acuerdo con el grado de conocimiento de la persona y el nivel de criticidad y exigencia de la falla. Si el grado de criticidad de la falla es alto o el grado de conocimiento requerido para resolver el problema no permite resolver la falla. Se tiene que acudir al siguiente nivel de la pirámide. Un ejemplo de ésta pirámide jerárquica se presenta en la Figura 1.23.

El TPM es especial cuando se refiere a máquinas en proceso, el rol principal es mejorar la operación y no solo permitir que el proceso siga su senda productiva. Involucra también la búsqueda de formas de hacer más eficiente la práctica del mantenimiento con una mejor planeación y programación de tareas, mejores formas de acceso al equipo y un eficaz control de inventario de partes y repuestos. [Acuña03]

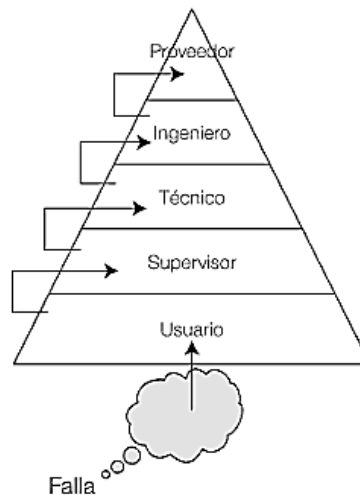


Figura 1.23 - Pirámide de solución jerárquica de fallas.
Fuente: [Acuña03].

Pilares fundamentales del TPM:

- ♦ Mejoras enfocadas en Kaizen: son actividades orientadas a maximizar la efectividad de equipos, procesos y planta en general, a través de la intervención de las áreas comprometidas, lo que se consigue mediante el trabajo en equipo.
- ♦ Mantenimiento autónomo: educar a los operadores respecto al funcionamiento, cuidado, conservación, manejo de averías, etc. de las máquinas que operan. Así estos comprenderán la importancia de mantener una buena condición de trabajo y lo fundamental que es su colaboración en la implementación de la metodología para obtener mejoras del proceso.
- ♦ Mantenimiento preventivo: permite ejecutar acciones que aseguren el correcto funcionamiento de los equipos.

Ventajas:

- ♦ Mejora la eficiencia y eficacia de los equipos.
- ♦ Involucra a todos los departamentos y operarios de la empresa.
- ♦ Fomenta la motivación basada en actividades autónomas que realizan los operadores de los equipos.
- ♦ Reduce las pérdidas de tiempo y costo derivados del ajuste de máquinas, averías, tiempos muertos, reducción en la velocidad de producción, defectos de calidad, puesta en marcha, etc.

Desventajas:

- ♦ Requiere de colaboración de personal relacionado directamente con los equipos y los problemas que puedan presentar, mecanismos de funcionamiento.
- ♦ Requiere capacitación para fomentar el mejoramiento continuo y la importancia de éste en las operaciones diarias.

Elección de la metodología para la evaluación y diseño del proceso objetivo

De acuerdo a las descripciones expuestas anteriormente, y considerando los objetivos y datos con los cuales se cuenta para efectuar el análisis del caso, se elaboró una tabla de ponderación de las metodologías propuestas (ver Anexo 1.6). En base a los puntajes obtenidos, se ha decidido que la metodología adecuada es Mantenimiento basado en Confiabilidad (RCM II).

1.9. Resumen Capítulo 1: Antecedentes generales

En este capítulo se describió la empresa Copec S.A, específicamente la oficina de la zona central ubicada en Viña del Mar, que realiza sus operaciones en la Tercera, Cuarta y Quinta Región y parte de la Región Metropolitana. Se recopiló información referente a la plana ejecutiva de Copec OZC para definir los departamentos que la componen, específicamente el Dpto. de Operaciones, desde cual se extrae el problema a analizar.

Para determinar dónde radica el problema, fue preciso detallar cada proceso que se ve involucrado en el mantenimiento, por lo que utilizando herramientas de organización de la información, se elaboró diagramas de flujo del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de las E/S. Por otro lado también se definió los tipos de mantenciones que se realizan y los equipos involucrados.

Mediante el ingreso al software SAP utilizado en Copec, se extrajo información referente a la cantidad de fallas anuales que se producen en las E/S clasificadas por equipo y a los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, concluyendo que el área que presenta mayor cantidad de desperfectos, y por ende, mayores costos asociados a mantenimiento correctivo es el área de mantenimiento mecánico, compuesta por los tanques, surtidores y terminales POS de la E/S.

Luego de la recopilación de información, se detectó que el problema principal es el siguiente:

“La mantención preventiva actual no asegura el correcto funcionamiento de los equipos para el periodo planificado, esto conlleva a un aumento de las mantenciones correctivas, por ende un aumento de los costos asociados a ellas”.

Una vez definido el problema de fondo, se realizó un Árbol de Realidad Actual (ARA) para determinar la causa principal del problema en cuestión, obteniendo como resultado que la causa más influyente es la carencia de un plan de mantenimiento estructurado que garantice el correcto funcionamiento de los equipos.

En base a lo planteado en párrafos anteriores, se estableció el objetivo general y los objetivos específicos para dar solución al problema detectado. Dichos objetivos se detallan a continuación:

Objetivo general

“Elaborar un plan de mantenimiento preventivo en base a la metodología RCM II, que en su implementación, permitiría el correcto funcionamiento de los equipos para el periodo planificado y la disminución de los costos por concepto de mantenciones correctivas en las E/S de Copec OZC”.

Objetivos específicos

- ♦ Describir y comparar las áreas sujetas a mantenimiento en las E/S OZC, para identificar el área que presente mayores costos y número de fallas.
- ♦ Diagnosticar el funcionamiento actual del área de mantenimiento mecánico de las E/S OZC y clasificar los recursos monetarios asociados a cada una de ellas, haciendo uso de la metodología costeo tradicional.
- ♦ Clasificar los patrones de falla presentados en los equipos sujetos a análisis de acuerdo a su frecuencia y prioridad en la ejecución de mantenimiento.
- ♦ Desarrollar una propuesta de rediseño del plan de mantenimiento que permita la estandarización de procedimientos, calendarización de mantenciones y control de las mismas.
- ♦ Comparar los costos de mantenimiento preventivo actual y futuro.

Una vez establecido los objetivos, se determinó que el procedimiento de mantención de las E/S de Copec OZC, debe ser sometido a un rediseño, que modifique el proceso en cuestión sin afectar las ventas ininterrumpidas y que no signifique un cambio demasiado radical que involucre capacitación exhaustiva, ni cambios estructurales de fondo. Posteriormente, se hizo una descripción de las posibles metodologías aplicables a la resolución del problema, y en base a tablas comparativas y de ponderación se concluyó que la metodología utilizada para dar solución al problema planteado será RCM II, que tomando en cuenta las fallas presentadas por los equipos y sus consecuencias, entrega pautas para elaborar un plan de mantenimiento adecuado.

2. Metodologías

En el siguiente apartado se describirán en detalle las metodologías a utilizar para resolver el problema planteado y dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

2.1. Tipos de mantenimiento

A continuación se definirán los tipos de mantenimiento según Arata y Furnaletto.

2.1.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo surge como respuesta para superar las insuficiencias propias del mantenimiento correctivo. Su objetivo es reducir la probabilidad de ocurrencia de falla evitando detenciones repentinas en la producción. Esta estrategia posee una gama de herramientas para la definición de tareas de mantenimiento y reemplazo de equipos basadas en el tiempo de operación o la etapa en el ciclo de vida en que se encuentran.

Las ventajas del mantenimiento preventivo sobre el correctivo son las siguientes:

- ♦ Permite planificar las actividades de mantenimiento y, por lo tanto, determinar los requerimientos de recursos humanos y materiales (partes, piezas y herramientas).
- ♦ Puede reducir los costos de falla puesto que se enfoca en evitar la ocurrencia de estos eventos.
- ♦ Minimiza el tiempo en reparación de los equipos al desarrollarse las tareas de mantenimiento de manera planificada.
- ♦ La seguridad de los operadores se ve incrementada al reducir los eventos de falla.

Estos antecedentes no implican que una estrategia de mantenimiento preventivo deba reemplazar completamente a una correctiva. La clave es determinar la criticidad de cada modo de falla considerando su efecto en la producción y la seguridad de las personas. Como regla general, las fallas críticas son tratadas de manera distinta a las que no lo son, lógicamente las más críticas son candidatas a modelos de mantenimiento predictivo o preventivo y las de menor impacto a procedimiento correctivos de reparación.

2.1.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, también conocido como Run to Failure (RTF), consiste simplemente en una estrategia de “reparar lo dañado”, usualmente tiene asociados bajos niveles de planificación del mantenimiento y excesivos niveles de inventario de repuestos y

mano de obra como forma de resguardar la continuidad de los procesos productivos. La utilización exclusiva de esta estrategia de mantenimiento generalmente es insuficiente y puede representar costos extremadamente significativos si los tiempos medios de reparación se dilatan producto de la propagación de fallas o stock-out de repuestos.

El mantenimiento correctivo es, comúnmente, el más deficiente en cuanto a la seguridad de los operadores si se compara con otras estrategias que utilizan herramientas preventivas y predictivas de falla.

2.1.2.1. Prioridad en la ejecución de mantenimiento

En la propuesta de subdivisión terminológica de mantenimiento de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, también se presenta la identificación de mantenimiento de emergencia, como sinónimo de mantenimiento correctivo, que mezcla el concepto de tiempo para atención del equipo de mantenimiento (prioridad) con la condición operativa del equipo. [Tavares0?]

Desde un punto de vista técnico, prioridad se entiende como el intervalo de tiempo que debe transcurrir entre la constatación de la necesidad de mantenimiento y el inicio de esta actividad.

- ♦ Prioridad 1 (P1): emergencia, mantenimiento que debe ser realizado inmediatamente después de detectada su necesidad.
- ♦ Prioridad 2 (P2): urgencia, mantenimiento que debe ser realizado lo más rápido posible, preferiblemente sin superar las 24 horas tras haber detectado su necesidad.
- ♦ Prioridad 3 (P3): necesaria, mantenimiento que puede ser postergado por algunos días pero que su ejecución no debe superar una semana.
- ♦ Prioridad 4 (P4): deseable, mantenimiento que puede ser postergado por algunas semanas (recomendable 4 ó 5) pero no debe ser omitido.
- ♦ Prioridad 5 (P5): prorrogable, mantenimiento que puede dejar de ser ejecutado.

2.1.3. Mantenimiento cíclico

El mantenimiento cíclico de mantención es la forma más básica de realizar mantenimiento preventivo, ya que las intervenciones se ejecutan de manera establecida según fecha (calendario) o según edad (horas de operación), siendo esta última una forma algo más evolucionada que la primera. Más allá de las intervenciones de carácter rutinario, esta forma de mantención tiene sentido solo durante la fase de desgaste del equipo, ya que para el resto de las etapas, es necesario diagnosticar para decidir la conveniencia de

intervenir, en cuyo caso estaríamos en presencia de una mantención preventiva según condición o del tipo predictiva.

2.1.4. Mantenimiento según condición y predictivo

El mantenimiento basado en condición (CBM) consiste en el control de los activos industriales a través del monitoreo de parámetros representativos del rendimiento o condición de un equipo. Esta estrategia supone la definición de un rango aceptable de operación para cada parámetro observado y el monitoreo de su valor instantáneo o periódico según sea necesario. El mantenimiento se realiza cuando una variable de control presenta valores que exceden los límites aceptables de operación y no necesariamente en respuesta a una detención o falla verificada en el equipo. Un aspecto importante es que se pueden definir distintos estados de rendimiento dentro del rango aceptable de operación, lo que permite realizar un seguimiento y predecir la condición futura del equipo. En este caso, estaríamos en presencia del Mantenimiento Predictivo, ya que a diferencia de la “Según Condición”, en que la intervención se realiza cuando se alcanza un nivel crítico establecido, en la predictiva, a través del comportamiento de una variable en el tiempo, es posible modelar y predecir la condición futura y así decidir el tiempo para la intervención.

2.1.5. Mantenimiento mejorativo

Las estrategias de mantenimiento mejorativo se basan en la modificación genética de equipos y de plantas industriales como respuesta a los niveles de disponibilidad no convenientes para cumplir de manera más adecuada con los planes maestros de producción, incluso cuando se desarrollan políticas de mantenimiento optimizadas.

2.2. Análisis de costos

A continuación se describe la metodología que será utilizada para cuantificar los costos el procedimiento actual de mantención, basada en costeo tradicional y la curva de los costos de mantenimiento con relación al tiempo, con la cual se determinarán los costos posterior a la aplicación del plan de mantención propuesto.

2.2.1. Costos de mantenimiento

El mantenimiento preventivo y correctivo representa un esfuerzo de la compañía para garantizar que los equipos de la cadena productiva funcionen de manera correcta, considerando el tiempo de mantenimiento que indican los fabricantes y luego una programación según requerimientos de la empresa, así como también las emergencias que puedan surgir.

Si el jefe del Dpto. de Operaciones o de mantenimiento establece un mal presupuesto que se desfase con los costos reales significa una mala gestión de recursos, porque un buen presupuesto parte de un buen conocimiento de los consumos y recursos de periodos anteriores, además de una definición correcta de las estrategias de mantenimiento.

La definición precisa de costos de mantenimiento ayuda a los administradores a desarrollar políticas económicas eficientes, otorgando calidad sin malgastar recursos innecesariamente.

2.2.1.1. Costos fijos y variables

- ♦ **Costos fijos:** estos costos son independientes del volumen de ventas de producción, por lo que se deben presupuestar al inicio del periodo independiente de la variación de condiciones. Está compuesto por mano de obra y materiales que se utilizarán directamente en la mantención preventiva. Estos costos aseguran el buen funcionamiento de la maquinaria a corto y largo plazo.
- ♦ **Costos Variables:** los costos variables son proporcionales a la producción o el proceso productivo, en el ámbito del mantenimiento se encuentra la mano de obra y materiales necesarios en el mantenimiento correctivo.

Por otro lado, según Tavares, es posible gestionar los costos de mantenimiento en base a si son directos, indirectos o administrativos, para lograr un análisis más adecuado, como se observa en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 - Composición de los costos de mantenimiento.

Composición de los costos de mantenimiento		
Ítem	Directos	Salarios y comisiones
Personal	Indirectos	Recargos sociales y beneficios (Transporte, alimentación, seguro médico, seguro odontológico, habitación, recreación, deportes, auxilio de capacitación, etc.)
	Administrativo	Rateo de los gastos de las áreas de recursos humanos y capacitación, en función de la cantidad de empleados del órgano de mantenimiento.
Material	Directo	Costo de reposición de material
	Indirecto	Capital inmovilizado, costo de energía eléctrica, almacenaje (instalaciones), agua y personal del depósito.
	Administrativo	Rateo de los gastos de las áreas de compra y administración de material, en función del tiempo de ocupación del personal para la atención al área de mantenimiento.
Contratación	Directo	Costos de los contratos (permanentes y eventuales)
	Indirecto	Servicios y recursos utilizados por terceros y costeados por la empresa (transporte, alimentación, instalaciones, etc.)
	Administrativo	Rateo de los gastos de las áreas de administración de contratos, financiera y contable, en función de la implicación con los contratos del área de mantenimiento.
Depreciación	Directo	Costo de reposición
	Indirecto	Capital inmovilizado
	Administrativo	Rateo de los gastos de las áreas de contabilidad, control de patrimonio y compra en el levantamiento, acompañamiento y adquisición de máquinas y herramientas para el área de mantenimiento.
Perdida de facturación	Directo	Pérdida de producción
	Indirecto	Pérdida de materia prima, pérdida de calidad, devolución, re – procesos
	Administrativo	Rateo de los gastos de las áreas de control de calidad, ventas, marketing y jurídica en función de la implicación debida a mantenimiento.

Fuente: [Tavares0?].

Cabe destacar que el Dpto. de Operaciones de Copec OZC trabaja solo con empresas contratistas externas para la realización del mantenimiento preventivo y correctivo, por lo que los costos administrativos e indirectos no serán incluidos en el análisis de costos.

En base a lo anterior los costos considerados son:

- ♦ Mano de Obra.
- ♦ Materiales.

- ♦ Repuestos.
- ♦ Subcontratación.
- ♦ Costo por dejar de vender.

El costo global de mantenimiento se obtiene de la siguiente manera:

$$C_M = C_I + C_F$$

Tal que:

- C_M : Costo de Mantenimiento.
- C_I : Costo de Intervención.
- C_F : Costo de la falla.

2.2.1.2. Costo de intervención

Estos costos están conformados por mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos pertenecientes a un sistema, las cuales se realizan de manera periódica o de imprevisto cuando se presentan emergencias en los equipos.

$$C_I = C_{MO} + C_R + C_{MT}$$

Tal que:

- C_I : Costo de Intervención.
- C_{MO} : Costos de mano de obra interna o externa.
- C_R : Costos de repuesto.
- C_{MT} : Costos de material utilizado en la mantención.

Cada empresa debe mantener sus equipos y sistemas para garantizar la fluidez del proceso productivo, para ello, pueden contar con personal interno o con personal externo contratado que realice las mantenciones preventivas y correctivas.

El grupo de mantenimiento incluye personas que dirigen, gestionan y ejecutan las mantenciones, estos grupos están compuestos por ingenieros, programadores y los que ejecutan la mantención y administran los repuestos necesarios, los cuales se detallan en un documento denominado "orden de trabajo".

Costos directos de mano de obra

Para poder determinar el consumo de mano de obra directa en una orden de trabajo de mantenimiento, se determina una tarifa hora/hombre que está compuesta por el salario y otros factores que afectan su valor, los cuales no se encuentran explícitos en la orden de trabajo. El salario básico ponderado es la tarifa hora/hombre se puede calcular en base a las diferentes especialidades que se requieren en el proceso de mantenimiento.

Los factores que componen la tarifa de mano de obra de mantenimiento son los siguientes:

- a) Factor de prestaciones, beneficios y costos: los beneficios laborales son los relacionados a las condiciones de trabajo que se le deben otorgar a los trabajadores de mantenimiento, que se tiene por ley y que dispone Recursos Humanos de la empresa, como es el seguro social, salud, riesgo laboral, vivienda, alimentación y transporte. Conjuntamente se relaciona con el costo de los demás involucrados en el proceso de mantenimiento, más bien en la organización y planeación, como son los supervisores, programadores, asistentes, responsable de inventario, responsable de herramientas y a la vez se suma los costos administrativos realizados en este proceso como es el material de oficina y medios necesarios para el logro de la organización de mantenimiento.
- b) Factor de capacitación y consultoría: relaciona un valor promedio por persona anual referente a capacitaciones, asesorías y consultorías que se suma al salario básico promedio.
- c) Factor de herramienta menor: cada técnico de mantenimiento posee un kit de herramientas menores personales que se pueden desgastar, romper, extraviar, etc. Pero que no necesariamente se debe agregar al detalle de la orden de trabajo.
- d) Por lo que se considera este factor con un gasto mensual relacionándolo con el salario básico ponderado.
- e) Factor de herramienta compartida en grupo: en algunas ocasiones existe una dotación de herramientas menores que se le asigna a un grupo de técnicos, y que al igual que el factor anterior, se relaciona con el salario básico ponderado.
- f) Factor de transporte: este factor se aplica a la empresa que transportan a sus empleados, claramente este factor no se agrega a la orden de trabajo de mantenimiento, por lo que se considera como un costo unitario de usar mano de obra.
- g) Factor de gastos de viaje: si fuera posible determinar este costo para los diferentes trabajos específicos de mantenimiento, se consideraría como costo directo, pero

como es una tarea compleja, se considera como un costo mensual por persona relacionado con el salario básico ponderado.

- h) Factor de comunicaciones: este factor está compuesto por todos los dispositivos de comunicación como celulares, radios y localizadores que se requieren para la realización del mantenimiento.
- i) Factor de consumibles, cajas menores y misceláneos: este factor está compuesto por compras cargadas a cajas menores y otros elementos necesarios para la ejecución del mantenimiento como soldadura común, tornería, detergentes, algunos lubricantes, telas, disolventes, etc. Y se relaciona con el salario básico ponderado.

Luego para definir la tarifa se toman en cuenta los factores anteriormente nombrados más lo siguiente:

- ♦ Horas de vacaciones.
- ♦ Horas de capacitación.
- ♦ Horas de incapacidad.
- ♦ Horas de ausentismo.
- ♦ Horas festivas.
- ♦ Horas de tiempo muerto en la jornada.

Nota: cabe destacar que esta manera de determinar el costo de mano de obra es para aquellas empresas que cuentan con mano de obra interna y que por lo tanto la empresa se encarga de todos los pormenores del sueldo según las leyes actuales del código del trabajo.

En el caso de determinar los costos de mano de obra externa, dependerá de los contratos que se redacten entre ambas partes y al acuerdo que hayan llegado en el ámbito laboral y monetario.

Costos de Repuestos

Los repuestos que se almacenan en bodega deben ser valorados al precio actual del mercado y no al precio del cual fueron ingresados a la bodega, los comprados en el momento tienen el valor facturado.

Costo del Material utilizado en la Mantención

El material utilizado en la mantención se costea según la cantidad utilizada, la amortización de quipos de apoyo y herramientas de uso general se consideran en forma proporcional al tiempo de intervención.

2.2.1.3. Costo de falla

El costo de falla representa las pérdidas de beneficio debido a problemas que surgen en el mantenimiento que haya redundado en una reducción en la tasa de producción, como por ejemplo, costo por multas debido al daño ambiental, aumento del costo de seguridad del personal por fallas, pérdidas de negocio, pérdida de materia prima que no se pueda reciclar, aumento en los costos de explotación, etc. [Espinosa0?]

Algunas causas que generan los problemas anteriores son:

- ♦ Descenso de la productividad del personal mientras se realizan las reparaciones.
- ♦ Pérdidas energéticas por malas reparaciones o por no realizarlas.
- ♦ Rechazo de productos por mala calidad.
- ♦ Producción perdida durante la reparación, menores ventas, menores beneficios.
- ♦ Averías medioambientales que pueden suponer desembolsos importantes.
- ♦ Averías que puedan suponer riesgo para las personas o para la instalación.
- ♦ Costos indirectos.
- ♦ Pérdidas de imagen, etc.

En la Figura 2.1 se resume la clasificación de los costos de mantenimiento.

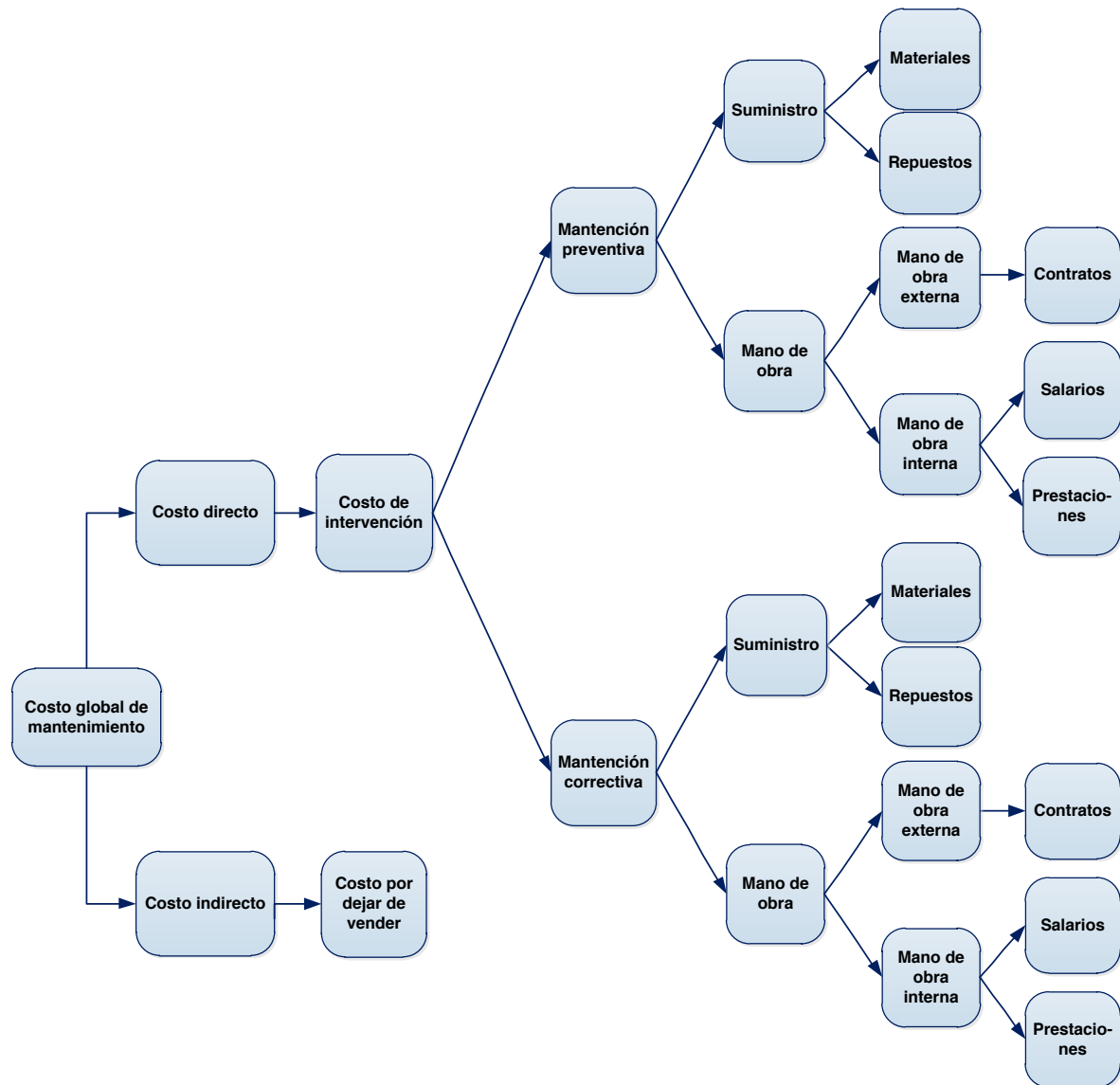


Figura 2.1 - Metodología de cuantificación de costos.
Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Costo de mantenimiento con relación al tiempo

En el aspecto de costos, el mantenimiento correctivo a lo largo del tiempo, se presenta con la configuración de una curva ascendente, como se observa en la Figura 2.2, esto ocurre debido a la reducción de la vida útil de los equipos y la consecuente depreciación del activo, pérdida de producción o calidad de los servicios, aumento de adquisición de repuestos, aumento del "stock" de materia prima improductiva, pago de horas extras del personal de ejecución del mantenimiento, ociosidad de mano de obra operativa, pérdida de mercado y aumento de riesgos de accidentes. [Tavares0?]

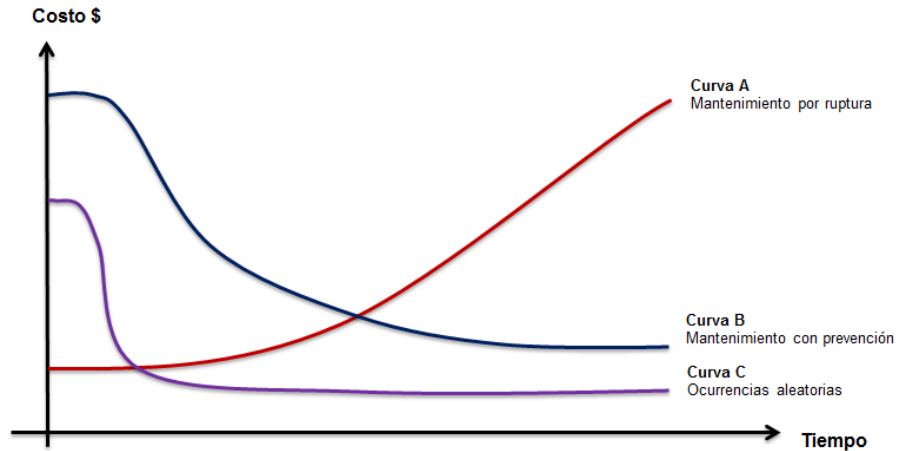


Figura 2.2- Curvas de costos de mantenimiento con relación al tiempo.
Fuente: [Tavares0?].

Según Tavares, La implantación de la planificación y control del mantenimiento, buscando la prevención o predicción de la falla, presenta una configuración de costos invertida, con tasa negativa anual del orden de 20% y tendencia a valores estables, que en total pueden presentar un ahorro de 300 a 500%, más de la mitad de éste ahorro corresponde a mano de obra ociosa, considerando el costo total de una parada de equipo, como la suma del costo del mantenimiento (que incluye los costos de mano de obra, repuestos, materiales, combustibles y lubricantes) y el costo de Indisponibilidad (que incluye el costo de pérdida de producción, costo por emergencias, costos extras para reorganizar la producción, costo por repuestos de emergencia, multas y pérdida de imagen corporativa). Experiencias de evaluación del costo de indisponibilidad muestran que este representa más de la mitad del costo total de la parada.

La inversión inicial en mantenimiento planeado es mayor que el de mantenimiento no planeado y no elimina totalmente las fallas aleatorias, cuyo alto valor inicial es justificado por la inexperiencia del personal de mantenimiento que, al actuar en el equipo, altera su equilibrio operativo. Con el pasar del tiempo y al ganar experiencia, el mantenimiento aleatorio tiende a valores reducidos y estables. La suma general de los gastos del mantenimiento planeado y aleatorio, identificado como mantenimiento preventivo, a partir de un determinado tiempo, pasa a ser inferior al de mantenimiento correctivo.

Si la vida útil de los equipos de la instalación es menor que el tiempo de obtención del beneficio, el mantenimiento preventivo pasa a ser económicamente inadecuado. La preparación previa del grupo de ejecución del mantenimiento preventivo reduce los costos iniciales del mantenimiento aleatorio restante, sin embargo, el aumento de la inversión para la formación de ese grupo no genera grandes cambios en el resultado económico.

En el aspecto de disponibilidad y confiabilidad, la planeación y control del mantenimiento disminuye las interrupciones imprevistas de producción y mejora la

distribución de la ocupación de la mano de obra, reduciendo las colas de espera de los equipos que aguardan mantenimiento. La planificación adecuada conduce a métodos de mantenimiento con establecimiento de estándares de ejecución, desarrollados a partir de recomendaciones de fabricantes, experiencia del personal interno y bibliografía de empresas similares. Dentro de esos estándares, se destacan las órdenes de pedidos y mantenimiento, las instrucciones de mantenimiento o lista de verificación (checklist), las hojas de registro de datos u hoja de variación de especificaciones y el programa maestro de mantenimiento.

Aparentemente la reparación o sustitución de componentes averiados puede parecer más rápida, en un análisis global, se verifica que esta es una concepción falsa, pues generalmente una avería perturba la homogeneidad de los equipos, cuyos resultados acarrearán otras necesidades de intervención.

2.3. Indicadores de gestión del mantenimiento

A continuación se describen los principales indicadores de gestión de mantenimiento.

2.3.1. Confiabilidad operacional

Se define confiabilidad como *“la probabilidad de que un equipo, sistema o componente cumpla satisfactoriamente con la función para la que fue diseñado, durante determinado período de tiempo y en condiciones específicas de operación”*. [Moubray97]

La Confiabilidad operacional depende de cuatro parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos.

La variación en conjunto o individual de cualquiera de los cuatro parámetros presentados en la Figura 2.3 afectará el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema.

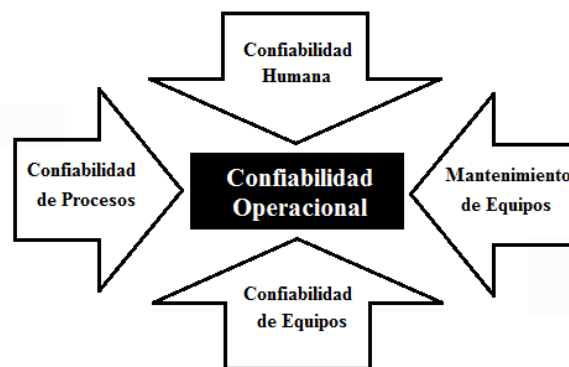


Figura 2.3 - Aspectos de la Confiabilidad Operacional.
Fuente: [Améndola06].

La teoría de la confiabilidad se ocupa principalmente de las fallas de los sistemas y de la frecuencia con la que ocurren, sin profundizar en los fenómenos que las causan. No es una teoría física de las fallas, sino una teoría estadística.

Los indicadores principales de confiabilidad son los siguientes:

Tasa de falla

La tasa de falla se define como el número de fallas por unidad de tiempo. Se calcula:

$$\lambda = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Número de equipos} * \text{tiempo de operación}} = \frac{k}{N * t} = \frac{k}{T}$$

La tasa de falla de un sistema puede variar en el tiempo. La “curva de la bañera” que se muestra en la Figura 2.4 describe la variación de la tasa de falla a lo largo de la vida útil de un componente, la cual se divide en tres etapas:

- ♦ Mortalidad infantil: la tasa de falla es decreciente. Las fallas “infantiles” usualmente están relacionadas a procesos de calidad y manufactura defectuosos, por ejemplo, errores de armado e instalación, suciedad, entre otros.

$$\lambda < 1$$

- ♦ Período de fallas aleatorias: en esta etapa se asume una tasa de falla constante, las fallas son aleatorias o independientes del tiempo de vida del componente.

$$\lambda = cte$$

- ♦ Desgaste por envejecimiento: se asume que la tasa de falla aumenta a medida que los mecanismos de desgaste se aceleran, por lo tanto en esta etapa la tasa de falla es creciente.

$$\lambda > 1$$

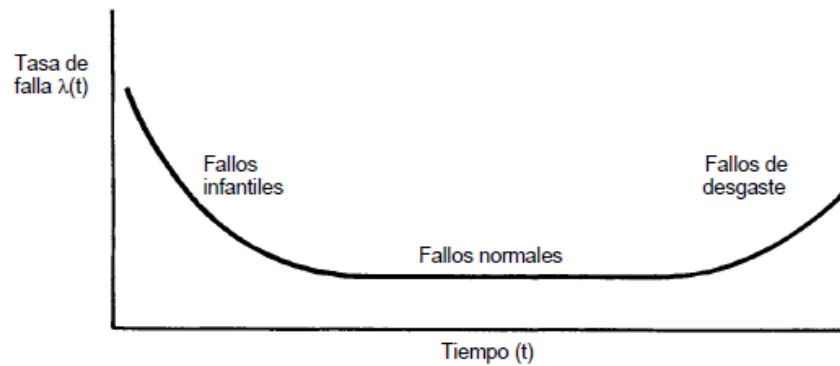


Figura 2.4 - Variación de la tasa de falla a lo largo del tiempo, "Curva de la bañera".
Fuente: [Meruane0?].

Las nuevas investigaciones han cambiado las creencias referidas a la probabilidad de falla y la edad de un equipo o componente. En un principio la idea era simplemente que a medida que los elementos envejecían eran más propensos a fallar, posteriormente se incluyó la "mortalidad infantil", lo que dio origen a la denominada "curva de la bañera", patrón tradicional y utilizado como base de la teoría de fallas. Sin embargo, se descubrió la existencia de seis patrones característicos que muestran la relación entre la probabilidad condicional de falla y la edad operacional de los equipos. En la Figura 2.5 se presentan dichos patrones de falla.

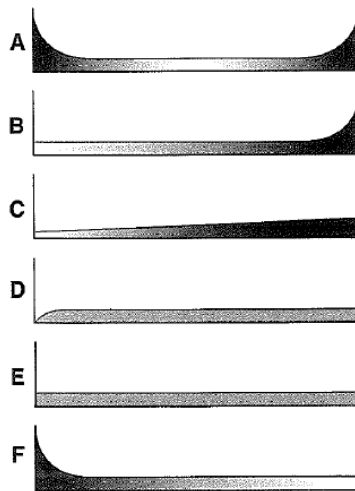


Figura 2.5 - Patrones de falla.
Fuente: [Moubray97].

El patrón A es la curva de la bañera. Comienza con una gran incidencia de fallas (llamada mortalidad infantil), seguida por un incremento constante o gradual de la probabilidad condicional de falla y por último, una zona de desgaste.

El patrón B muestra una probabilidad condicional de falla constante o de lento incremento, que termina con una zona de desgaste.

El patrón C muestra una probabilidad condicional de falla que crece lentamente, pero no tiene una edad de desgaste claramente identificable.

El patrón D muestra una baja probabilidad condicional de falla cuando el equipo es nuevo y luego un veloz incremento a un nivel constante.

El patrón E muestra una probabilidad condicional de falla constante a todas las edades por igual (falla al azar).

El patrón F comienza con una alta mortalidad infantil que finalmente cae a una probabilidad de falla constante o que asciende muy lentamente.

El descubrimiento de estos patrones contradice la creencia de que siempre hay conexión entre la confiabilidad y la edad operacional de los equipos. Cabe destacar que el patrón de falla depende en gran medida del uso, materiales y complejidad de los equipos, dándose con mayor frecuencia patrones E y F en equipos más complejos.

Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)

El Tiempo Medio Entre Fallas o MTBF, (Mean Time Between Failures) es el tiempo transcurrido entre fallas sucesivas de un producto reparable. [Acuña03]

Es el principal indicador de confiabilidad, mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o sistema.

Se define para un periodo determinado de tiempo de vida de un componente como la razón entre el tiempo total acumulado y el número de fallas ocurridas durante ese transcurso. El resultado es expresado en horas.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de fallas}} = \frac{T}{k}$$

2.3.2. Mantenibilidad

Es la capacidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas. También nos indica la accesibilidad para realizar un mantenimiento.

El indicador característico de mantenibilidad es el Tiempo Medio Para Reparar o MTTR (Mean Time To Repair), es el tiempo que se espera que un sistema tarde en

recuperarse ante una falla. Este valor puede incluir el tiempo necesario para diagnosticar el problema, para que el técnico se acerque a la instalación y para reparar físicamente el sistema. Se expresa en horas. El MTTR incide en la disponibilidad, pero no en la confiabilidad. Si un sistema tarda más en recuperarse ante una falla, tendrá menor disponibilidad.

Se define como la razón entre el tiempo total de inactividad y el número de fallas ocurridas durante el período de análisis, sin considerar tiempos de parada planificados por concepto de mantenimiento programado.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de parada}}{\text{Número de fallas}} = \frac{T_p}{k}$$

2.3.3. Disponibilidad

Es un parámetro que describe el tiempo total que un componente está disponible. Está dado por la confiabilidad y la mantenibilidad del componente.

Es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

La disponibilidad se define a través de los indicadores MTTR y MTBF, es decir, en función de la confiabilidad y mantenibilidad, de la siguiente manera:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Dónde:

MTBF = Tiempo medio entre fallas.

MTTR = Tiempo medio para reparar.

2.4. Mantenimiento centrado en la confiabilidad

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad o RCM II por sus siglas en inglés, se define como “Proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual”. [Moubray97].

Es una metodología que permite desarrollar un plan de mantenimiento mediante el análisis de fallas de cada sistema, determinando cómo puede fallar funcionalmente, qué consecuencias pueden derivarse de esas fallas y qué medidas se deben tomar para evitar su ocurrencia. Los efectos de cada modo de falla se evalúan de acuerdo al impacto sobre la seguridad, el medio ambiente, la operación y el costo.

Uno de los objetivos principales del RCM II es promover un uso racional de los recursos, al reducir la actividad y el costo de mantenimiento al valor justo y necesario, procurando hacer foco en las funciones principales y en los riesgos más importantes de los sistemas, evitando acciones de mantenimiento superfluas o que no sean estrictamente necesarias. [Pontelli05]

2.4.1. Las 7 preguntas básicas de RCM II

Para identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional la metodología RCM II propone un procedimiento de análisis que consta de siete preguntas. [Moubray97]

- 1) ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento del activo en su actual contexto operacional?
- 2) ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- 3) ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- 4) ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- 5) ¿En qué sentido es importante cada falla?
- 6) ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- 7) ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

2.4.2. Herramientas clave de la metodología RCM II

Para responder las siete preguntas, RCM II hace uso de dos herramientas clave [Améndola06]:

Análisis de Modos, Fallas y Efectos (AMFE)

Permite identificar los efectos o consecuencias de los modos de falla de los activos en su contexto operacional. A partir de ésta técnica se da respuesta a las preguntas uno,

dos, tres, cuatro y cinco del procedimiento RCM II. Los resultados obtenidos se registran en la hoja de información RCM II, tal como se muestra en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 - Hoja de información RCM II.

Hoja de información RCM II		Sistema:			
		Subsistema:			
Función		Falla funcional	Modo de falla		Efecto de falla
1		A		1	
				2	
		B		1	
				2	
2		A		1	
				2	
		B		1	
				2	

Fuente: [Moubray97].

Árbol lógico de decisión RCM II

Ésta herramienta permite seleccionar las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM II. Integra todos los procesos de decisión en una estructura estratégica que se aplica a cada uno de los modos de falla listados en la hoja de información RCM II. Se utiliza para dar respuesta a las preguntas cinco, seis y siete del proceso. En la Figura 2.6 se puede observar el árbol lógico de decisión RCM II.

- ♦ Asegurar que el activo es capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

El primer paso en el proceso de RCM II es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseados. Lo que los usuarios esperan que los activos sean capaces de hacer puede ser dividido en dos categorías:

- ♦ Funciones primarias: son la razón principal de la adquisición del activo. Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente.
- ♦ Funciones secundarias: es lo que se espera de cada activo, más allá de sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales y hasta de apariencia del activo. Aunque las funciones secundarias son usualmente menos obvias que las primarias, la pérdida de una función secundaria puede tener serias consecuencias, incluso más serias que las funciones primarias. Es por ello que frecuentemente las funciones secundarias requieren tanto o más mantenimiento.

Cuando el activo físico es puesto en funcionamiento, debe ser capaz de rendir más que el estándar mínimo de funcionamiento deseado por el usuario.

2) ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?

La única razón existente para que el activo no pueda desempeñarse conforme a los parámetros requeridos por sus usuarios es alguna clase de falla.

Se define “falla” como *“la incapacidad de cualquier activo de hacer aquello que sus usuarios quieren que haga”*.

Una falla funcional se define como *“la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario”*.

Es necesario identificar qué fallas pueden ocurrir para poder determinar qué herramientas serán útiles para el manejo de las mismas. Se deben considerar fallas causadas por deterioro o desgaste por uso normal, así como también fallas causadas por errores humanos y errores de diseño.

Esta definición no solo se refiere a la incapacidad total de funcionar, sino que también abarca fallas parciales en las que el activo todavía funciona pero con un nivel de desempeño inaceptable.

3) ¿Cuál es la causa de cada falla funcional? (Modo de falla)

Una vez identificadas las fallas funcionales, se deben identificar todos los hechos que puedan haber causado cada estado de falla. Estos hechos se denominan modos de falla.

Es importante identificar la causa de cada falla con un nivel de detalle que permita la selección de una estrategia de falla adecuada, sin perder el tiempo intentando tratar síntomas en lugar de causas reales. En la práctica, dependiendo de la complejidad del activo físico, su contexto operacional y el nivel al que está siendo analizado, se registran entre uno y treinta modos de falla por cada falla funcional.

Los modos de falla pueden ser clasificados en tres grupos de la siguiente manera:

- ♦ Cuando la capacidad cae por debajo del funcionamiento deseado: las cinco causas principales de pérdida de capacidad son deterioro, fallas de lubricación, polvo o suciedad, desarme y errores humanos que reducen la capacidad.
- ♦ Cuando el funcionamiento deseado se eleva encima de la capacidad inicial.
- ♦ Cuando desde el comienzo el activo físico no es capaz de hacer lo que se quiere.

4) ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla? (Efecto de falla)

Consiste en describir que sucede al ocurrir un modo de falla, lo que se denomina efecto de falla. Esta descripción debería incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falla, tal como:

- ♦ La evidencia (si la hubiera) de que se ha producido una falla.
- ♦ De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si la presenta).
- ♦ De qué manera afecta a la producción o a las operaciones (si las afecta).
- ♦ Los daños físicos (si los hubiera) causados por la falla.
- ♦ Qué debe hacerse para reparar la falla.

Un efecto de falla no es lo mismo que una consecuencia de falla. Un efecto de falla responde a la pregunta ¿qué ocurre?, mientras que una consecuencia de falla responde a la pregunta ¿qué importancia tiene?.

5) ¿En qué sentido es importante cada falla? (Consecuencia de falla)

La naturaleza y la gravedad de los efectos de falla definen las consecuencias. Si una falla tiene consecuencias serias, se centrará la atención en esa falla para intentar evitarla. Por otro lado, si no tiene consecuencias o las consecuencias son leves, quizás sea mejor no hacer un mantenimiento exhaustivo.

La metodología RCM II reconoce que las consecuencias de las fallas son más importantes que sus características técnicas. Por lo que la única razón para hacer algún tipo de mantenimiento proactivo es evitar las consecuencias de las fallas, no evitar las fallas en sí.

Las consecuencias son clasificadas en cuatro categorías:

- ♦ Consecuencias de fallas ocultas: algunas fallas ocurren de tal forma que nadie sabe que el elemento se ha averiado a menos que se produzca otra falla. Las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización a fallas múltiples con consecuencias serias.
- ♦ Consecuencias ambientales y para la seguridad: una falla tiene consecuencias para la seguridad si es posible que cause daño o la muerte de alguna persona. Tiene consecuencias ambientales si causa una pérdida de función u otros daños que pudieran infringir alguna normativa o reglamento ambiental tanto corporativo como regional, nacional o internacional.
- ♦ Consecuencias operacionales: una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción, pueden hacerlo afectando el volumen de la producción total, la calidad del producto, el servicio al cliente o el incrementando el costo operacional.
- ♦ Consecuencias no operacionales: son las consecuencias de una falla evidente que no ejerce un efecto adverso directo para la seguridad, el medio ambiente, o la capacidad operacional. Las únicas consecuencias asociadas con estas fallas son los costos directos de reparación.
Es importante considerar que ciertos modos de falla pueden causar un daño secundario considerable al no ser prevenidos, lo que se suma a sus costos de reparación.

Estas categorías son la base para la toma de decisiones en el proceso de mantenimiento, ya que su revisión permite centrar la atención sobre las actividades de

mantenimiento que tienen el mayor efecto sobre el desempeño de la organización y resta importancia a aquellas que tienen escaso resultado.

6) ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla? (Tareas proactivas)

Las tareas proactivas se llevan a cabo antes de que ocurra una falla, con el objetivo de prevenir que el componente llegue a un estado de falla. Son técnicamente factibles si permiten reducir las consecuencias del modo de falla asociado, a un nivel que sea aceptable al usuario del activo.

La metodología RCM II provee criterios simples, precisos y fáciles de entender, para decidir cuáles de las tareas proactivas son técnicamente factibles en el contexto operacional y para decidir quién debería hacerlas y con qué frecuencia.

RCM II divide las tareas proactivas en tres categorías:

- ♦ Tareas de reacondicionamiento cíclicas: consisten en reacondicionar la capacidad de un elemento o componente antes de un límite de edad operacional específico, independiente de su condición en ese momento.
- ♦ Tareas de sustitución cíclicas: consisten en sustituir un componente antes de un límite de edad definida, más allá de su condición en ese momento.

Las tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclicas en conjunto conforman lo que se conoce como mantenimiento preventivo. Ambos términos muchas veces se pueden aplicar exactamente a la misma tarea, y el término apropiado depende del nivel al cual se lleva a cabo el análisis.

La frecuencia de una tarea de reacondicionamiento o sustitución cíclica está determinada por la edad en la que el elemento o componente muestra un rápido incremento en la probabilidad condicional de falla.

- ♦ Tareas a condición: son técnicas para detectar fallas potenciales. Las fallas potenciales son advertencias de que podría ocurrir una falla funcional. Las tareas a condición permiten actuar evitando las posibles consecuencias que surgirían si se desencadena una falla funcional. Se denominan así porque los componentes se dejan en servicio “a condición” de que continúen alcanzando los parámetros de funcionamiento deseado. Generalmente se conoce como mantenimiento predictivo.

Por lo general hay poca relación entre cuánto tiempo el activo físico ha estado en servicio y cuán probable es que falle. Sin embargo, aunque muchos modos de falla no se relacionan con la edad, la mayoría de ellos da algún tipo de advertencia de que están en proceso de ocurrir.

La Figura 2.7 ilustra lo que sucede en las etapas finales de la falla. Se le llama curva P-F, muestra cómo comienza la falla, cómo se deteriora al punto en que puede ser detectada (punto "P") y luego, si no es detectada y corregida, continúa deteriorándose, generalmente a una tasa acelerada, hasta llegar al punto de falla funcional (punto "F").

Las tareas a condición deben ser realizadas a intervalos menores al intervalo P-F.

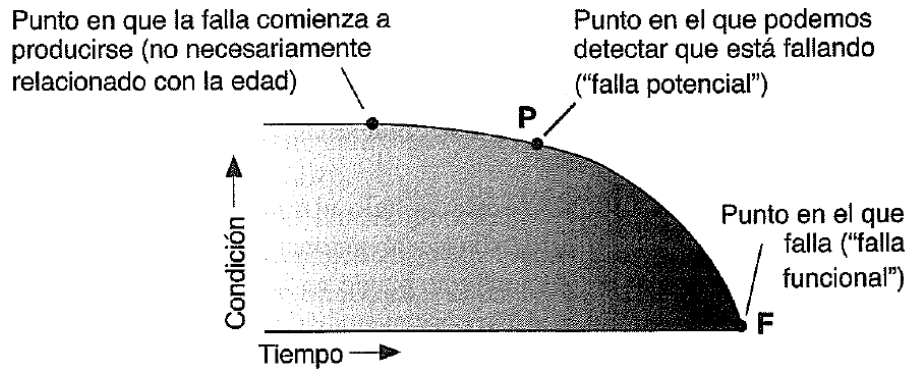


Figura 2.7 - Fases de una falla, Intervalo P-F.
Fuente: [Moubray97].

7) ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada? (Acciones "a falta de")

Si no se encuentra una tarea proactiva que sea técnicamente factible, se debe tomar una "acción a falta de" adecuada para tratar directamente el estado de falla. RCM II reconoce tres categorías de "acciones a falta de":

- ♦ Búsqueda de fallas: se aplica sólo a las fallas ocultas o no reveladas. Las tareas de búsqueda de falla implican revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si han fallado.
- ♦ Rediseño: implica hacer cambios de una sola vez a las capacidades iniciales de un sistema.
- ♦ Ningún mantenimiento programado: no se realiza ningún esfuerzo alguno por anticipar o prevenir los modos de falla y se deja que ésta simplemente ocurra, para luego repararla. Comúnmente se conoce como mantenimiento a rotura.

Si no es factible aplicar una tarea proactiva para tratar los distintos modos de falla, RCM II propone "acciones a falta de" dependiendo de las consecuencias de las fallas.

- ♦ Si no se encuentra una tarea proactiva que reduzca el riesgo de la falla múltiple asociada con la función oculta a un nivel tolerablemente bajo, entonces debe

realizarse periódicamente una tarea de búsqueda de falla apropiada, la decisión “a falta de” puede resultar en la posibilidad de rediseño.

- ♦ Si no se encuentra una tarea proactiva que reduzca el riesgo de una falla que podría afectar a la seguridad o al medio ambiente a un nivel tolerablemente bajo, obligatoriamente se debe rediseñar el componente o cambiar el proceso.
- ♦ Si no se encuentra una tarea proactiva menos costosa, que una falla que tiene consecuencias operacionales, la decisión “a falta de” inicial es no realizar mantenimiento programado. Si al dejar de hacer mantenimiento programado las consecuencias operacionales siguen siendo inaceptables, entonces la decisión “a falta de” secundaria es el rediseño.
- ♦ Si no se puede encontrar una tarea proactiva menos costosa, que una falla que tiene consecuencias no operacionales, la decisión “a falta de” inicial es no realizar mantenimiento programado. Si los costos de reparación son demasiado altos, la decisión “a falta de” secundaria es el rediseño.

2.5. Resumen Capítulo 2: Metodología

En éste capítulo fueron descritas las metodologías a utilizar para resolver la problemática planteada en el capítulo 1.

Para cumplir el objetivo general *“Elaborar un plan de mantenimiento preventivo en base a la metodología RCM II, que en su implementación, permitiría el correcto funcionamiento de los equipos para el periodo planificado y la disminución de los costos por concepto de mantenciones correctivas en las E/S de Copec OZC”*, se ha dividido la aplicación de la metodología en las siguientes etapas:

Etapa 1: Cuantificación de costos de mantenimiento y cálculo de indicadores de mantenimiento

Se realizará una cuantificación de los costos preventivos y correctivos del proceso de mantención mecánica actual. Además se calcularán los indicadores disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos para dimensionar la magnitud de la consecuencia del problema en estudio.

Etapa 2: Descripción de los sistemas de la línea de suministro de CL y sus componentes

Los equipos a analizar serán agrupados por sistemas, utilizando como criterio de decisión la función que cumplen dentro de la línea de suministro. Mediante la revisión de

manuales de fabricante y entrevistas con el personal de mantenimiento se describirá cada componente en detalle y se determinarán las principales funciones que cumplen, para dar pie al análisis siguiente.

Etapa 3: Aplicación de la metodología RCM II

Durante éste análisis se contará con la participación de personal del Dpto. de Operaciones. En la primera parte se aplicará la metodología AMFE para determinar las funciones de cada equipo, como podría fallar en el cumplimiento de esas funciones y las consecuencias de las fallas operacionales. Finalmente, haciendo uso del árbol lógico de decisión RCM II, se someterán a análisis las consecuencias y se determinarán las actividades de mantención necesarias para reducirlas o evitarlas. Los resultados serán registrados en la hoja de decisión RCM II.

Etapa 4: Elaboración de los POE y propuesta de un Procedimiento de Mantención

Una vez determinadas las necesidades reales de mantenimiento de los activos físicos, se seleccionarán las actividades de mantención necesarias y se elaborará un Procedimiento Operativos Estándar (POE) para cada equipo.

Finalmente, de acuerdo a las actividades de mantenimiento que arroje la metodología RCM II, se presentará una propuesta de mantenimiento a los equipos sujetos a análisis en el presente Trabajo de título.

3. Aplicación de la metodología

A continuación se procederá a la aplicación de la metodología descrita en el Capítulo 2.

3.1. Etapa 1: Cuantificación de costos de mantención y cálculo de indicadores de mantenimiento

En este punto se realizará una cuantificación de los costos preventivos y correctivos del proceso de mantención mecánica actual. Además se calcularán los indicadores disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.

3.1.1. Cuantificación de costos actuales

Se procede a cuantificar los costos relacionados a mantenimiento preventivo y correctivo del área mecánica de la E/S, específicamente de los surtidores, tanques y sus componentes en la zona central de Copec. Para ello se utilizará el método de Costeo tradicional.

Los costos de mantención anual correspondientes al año 2012 fueron extraídos desde dos fuentes:

- ♦ Registro en carpetas: estas carpetas archivan las hojas de trabajo de las empresas contratistas encargadas del mantenimiento mecánico. Los archivadores se dividen por tipo de mantención. Las hojas de trabajo se clasifican por E/S, especificando mecánico y empresa que realiza la mantención, E/S a mantener, tipo y cantidad de repuestos utilizados, cantidad de pistolas de surtidores calibradas, cantidad de litros extraídos en la calibración, inicio y fin de los trabajos, firma de mecánico y de encargado de E/S.

Los registros son llevados a Copec para proceder al pago, el cual se especifica en una hoja estándar de costos denominada "Pedido de Compra".

- ♦ Registro de software SAP: toda la información física que se nombró anteriormente, debe ser ingresada al software SAP, de manera manual por el encargado administrativo del área de operaciones de Copec OZC.

Luego del ingreso de mantenciones preventivas y correctivas a SAP, se autorizan los pagos a los mecánicos.

3.1.1.1. Costos de intervención

Como se nombró en el capítulo anterior, los costos de intervención se dividen en mano de obra, repuestos y materiales.

En el caso de análisis de este trabajo de título, el mantenimiento está a cargo de cuatro empresas contratistas externas, por lo tanto no es responsabilidad de Copec OZC cuantificar los datos relacionados a prestaciones, seguros, salud, etc., debido a que eso es responsabilidad de cada empresa externa, Copec solo se encarga de cancelar el monto acordado en los contratos, quedando la administración de esos recursos en manos de la empresa externa.

Por lo tanto en este análisis se cuantificara solo los costos de mano de obra directa, sin entrar en detalles del pago y prestaciones de los trabajadores.

Respecto a los materiales fungibles utilizados en el mantenimiento, tampoco serán cuantificados en este trabajo de título, debido a que ese costo también es asumido por la empresa contratista, Copec no maneja información relacionada a este ítem, solo exige que los trabajos sean realizados con los estándares de calidad y seguridad necesarios, para lo cual se capacita al personal al inicio de la relación laboral.

Por lo expuesto anteriormente, la fórmula de cálculo queda de la siguiente manera:

$$C_I = C_{MO} + C_R$$

Tal que:

- C_I : Costo de Intervención.
- C_{MO} : Costo de Mano de Obra.
- C_R : Costo de Repuestos.

Costos de mano de obra

- ♦ Mantenimiento preventivo: los costos de mano de obra en los que se incurrió el año 2012 se dividen en cuatro ítems: trabajo de mantención a surtidor, transporte, controlador de surtidores y varios (celular, turno fin de semana, turno feriado, muestras, peajes, internet móvil).
En la cuantificación de mantenimiento preventivo no se incluye ningún costo relacionado al tanque de combustible, debido a que actualmente no se le realiza mantenimiento preventivo.
En la Tabla 3.1 se presenta el resumen de los costos preventivos de mano de obra.

Tabla 3.1 - Resumen de costos preventivos de MO.

Ítem	Costo de MO Preventivo
Surtidor	\$ 181.005.519
Transporte	\$ 24.723.371
Varios	\$ 14.899.787
Controlador	\$ 62.786.086
Total	\$ 283.414.763

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de los costos de MO preventiva por E/S se encuentra en el Anexo 3.1.

- ♦ Mantenimiento correctivo: se realiza mediante los avisos que realiza el concesionario al call center, el cual gestiona la visita de la empresa contratista encargada de la zona donde esté ubicada la E/S con problemas.
La información de costos correctivos no está registrada de modo de obtener un detalle como el anterior, por lo tanto sólo fue posible acceder a la cifra total de costo de mano de obra por concepto de mantenciones correctivas. Este costo asciende a la suma de \$ 338.634.156.

El costo de MO total es de \$622.048.919.

Costos de repuestos

- ♦ Mantenimiento preventivo: no es posible acceder a un detalle de los repuestos utilizados, sino que solamente al total, el cual asciende a la suma de \$17.194.054.
- ♦ Mantenimiento correctivo: equivale a \$156.134.336.

Para ver en detalle los costos de repuestos, ver Anexo 3.2.

El costo total de repuestos es de \$173.328.390.

En la Tabla 3.2 se observa un resumen de los costos de intervención con el respectivo detalle.

Tabla 3.2 - Resumen costos de intervención.

Costos de intervención 2012			
Tipo	Preventivo	Correctivo	Total
Mano de obra	\$ 283.414.763	\$ 338.634.156	\$ 622.048.919
Repuestos	\$ 17.194.054	\$156.134.336	\$173.328.390
Total	\$ 300.608.817	\$ 494.768.492	\$ 795.377.309

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Indicadores de gestión de mantenimiento

A continuación se presentan los indicadores de mantenimiento calculados para la línea de suministro de las E/S de la zona central de Copec.

Para la obtención de los indicadores se debe considerar lo siguiente:

- ♦ Tiempo nominal: es el tiempo total de operación de los surtidores de combustible. Para un total de 596 surtidores, el tiempo nominal se calcula de la siguiente manera: días del mes * horas del día * cantidad de equipos.
- ♦ Total de fallas: este dato se obtuvo mediante la revisión de las carpetas físicas donde se almacenan los órdenes de trabajo de mantenciones correctivas en conjunto con datos extraídos del call center.
- ♦ Tiempo no disponible: tiempo durante el cual los equipos se encuentran fuera de servicio. Para efectos de éste análisis, sólo fueron consideradas mantenciones no programadas, debido a que para mantenciones programadas no se detiene por completo el funcionamiento total del equipo, sino que, una parte de él.
- ♦ Tasa de fallas: corresponde a la cantidad de fallas por hora.

$$\lambda = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Número de equipos} * \text{tiempo de operación}} = \frac{k}{N * t} = \frac{k}{T}$$

- ♦ MTBF: tiempo medio entre fallas.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de fallas}} = \frac{T}{k}$$

- ♦ MTTR: tiempo medio para reparar.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de parada}}{\text{Número de fallas}} = \frac{T_p}{k}$$

- ♦ Disponibilidad: porcentaje del tiempo que el equipo se encuentra disponible.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

Tabla 3.3 - Indicadores de gestión del mantenimiento para los surtidores de las E/S.

Mes	Tiempo nominal (hrs.)	Total de fallas	Tiempo no disponible (hrs.)	Tasa de fallas	Tiempo medio entre fallas MTBF (hrs.)	Tiempo medio para reparar MTTR (hrs.)	Disponibilidad
Enero	443.424	222	403,17	0,0005	1.997,41	1,82	99,91%
Febrero	414.816	277	501,33	0,0007	1.497,53	1,81	99,88%
Marzo	443.424	584	1.067,33	0,0013	759,29	1,83	99,76%
Abril	429.120	376	686,17	0,0009	1.141,28	1,82	99,84%
Mayo	443.424	450	824,92	0,0010	985,39	1,83	99,81%
Junio	429.120	449	819,50	0,0010	955,72	1,83	99,81%
Julio	443.424	454	836,17	0,0010	976,70	1,84	99,81%
Agosto	443.424	491	895,92	0,0011	903,10	1,82	99,80%
Septiembre	429.120	251	458,83	0,0006	1.709,64	1,83	99,89%
Octubre	443.424	353	647,00	0,0008	1.256,16	1,83	99,85%
Noviembre	429.120	419	767,83	0,0010	1.024,15	1,83	99,82%
Diciembre	443.424	453	826,67	0,0010	978,86	1,82	99,81%
Total anual	5.235.264	4.779	8.734,83	0,0009	1.182,10	1,83	99,83%

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Etapa 2: Descripción de los sistemas de la línea de suministro de CL y sus componentes

En este punto se describen los sistemas a analizar en la siguiente etapa, así como también los equipos que los componen, utilizando como criterio de decisión la función que cumplen dentro de la línea de suministro. Mediante la revisión de manuales de fabricante y entrevistas con el personal de mantenimiento se describirá cada componente en detalle y se determinarán las principales funciones que cumplen, para dar pie al análisis siguiente.

La línea de suministro de combustible de una E/S se divide en los sistemas que se describen a continuación.

3.2.1. Sistema de succión e impulsión

Permite el ascenso de combustible desde el tanque subterráneo hasta la superficie. Está compuesto del tanque de almacenamiento de CL, bomba de succión e impulsión según corresponda, tuberías y válvulas varias.

- ♦ Sistema de succión: es utilizado en surtidores de combustible, el que tiene incorporada la bomba y su correspondiente motor en una misma estructura. Al accionarse la palanca de partida, se pone en marcha el motor, accionando la bomba de succión de combustible, la que actúa bajo el principio de presión desigual, eliminando el aire presente en las cañerías para disminuir la presión dentro de éstas. Cuando la presión es lo suficientemente baja, el combustible asciende por la tubería hasta la superficie. La tubería se conecta desde la base del surtidor hasta la boca del

tanque, donde se succiona el combustible mediante el caño de succión que está inserto en él. Para que el sistema funcione correctamente, la tubería debe estar siempre llena de combustible, para lo cual el caño de succión cuenta con una válvula de retención que impide que el líquido se devuelva al tanque una vez finalizado el proceso de despacho, es decir, toda la línea de suministro, incluyendo la manguera, se mantienen con combustible en su interior para agilizar la próxima venta.

- ♦ Sistema de impulsión: es utilizado en dispensadores de combustible. En este caso, la bomba y el motor se encuentran unificados y alojados sobre el lomo del tanque de CL dentro de un sumidero llamado sump riser. Al accionarse la palanca de partida, se pone en marcha el motor, accionando una bomba de paletas que se encuentra sumergida en el combustible y lo impulsa mediante el sistema de paletas o engranajes, haciendo subir el líquido a través de las tuberías hacia todas las pistolas que expenden ese producto, sin embargo, sólo saldrá por la que se encuentre en uso, ya que las demás están cerradas por una válvula de corte. Los dispensadores tienen en su base una válvula de choque, que se activa el paso de combustible en caso de impactos.

3.2.1.1. Componentes del sistema de succión e impulsión

A continuación se describen los equipos que componen el sistema de succión e impulsión.

Tanque de almacenamiento de CL y tuberías de conducción de CL

El tanque de CL es el encargado de almacenar los distintos productos de venta de las E/S Copec (gasolinas de 93, 95 y 97 octanos, Kerosene y Petróleo Diesel).

En el caso de E/S Copec, todos los tanques se encuentran enterrados y están constituidos por materiales y estructuras especializadas para garantizar un almacenamiento seguro que evite riesgos medioambientales, tal como exige el DS/160.

El tipo de tanque y de tuberías seleccionados para una E/S, depende de las condiciones ambientales donde serán instalados, de los efectos sísmicos, presiones máximas de operación, posibilidad de que se produzca vacío interior, vientos y esfuerzos originados por los soportes y tuberías. Sin embargo, generalmente están contruidos de acero y deberán tener recubrimientos que los protejan de golpes, sobrepresiones, corrosión externa y condiciones medioambientales adversas. Además las uniones entre tuberías deben ser herméticas y utilizar sellantes compatibles con el combustible, para evitar filtraciones.

En general, las normas de diseño se rigen por normativas internacionales que reconoce el DS/160, en el caso de tanques enterrados o de superficie, con una capacidad de

almacenamiento de 5 a 90 m³, la normativa es: BS 2594: 1975 "Specification for Carbon steel welded horizontal cylindrical storage tanks", August 1975. NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego)

Cabe destacar que Copec cumple con cada una de las especificaciones de instalación y diseño, debido a que la SEC no autoriza la puesta en marcha de una E/S si detecta anomalías de diseño e instalación.

Para mayor información acerca de las especificaciones de instalación de tanques y tuberías según DS/160 ver Anexo 3.3.

El tanque de almacenamiento de CL consta de las siguientes partes:

- ♦ Tapas y conductos de carga y descarga: mediante éstas tapas es depositado el combustible desde los camiones cisterna a través de una manguera que conecta al camión con la boca del tanque. Las tapas tienen un color característico según tipo de combustible.
- ♦ Venteo: es un dispositivo utilizado para el alivio de la presión del tanque de CL. Se utiliza una válvula de presión/vacío que permite cerrar el tanque herméticamente mientras no entra ni sale producto del mismo, permitiendo la evacuación de gases en los rangos de presión y vacío.
- ♦ Caño de recuperación de vapores: su uso dependerá de la situación medioambiental de la ciudad en que se encuentre la E/S. Se utiliza para evitar que los vapores generados durante el proceso de trasvasije de CL se liberen a la atmosfera, permitiendo que sean almacenados en el mismo camión de transporte del CL. En caso de que el tanque disponga de recuperación de vapores se utiliza un adaptador para instalar la manguera hacia el camión, de lo contrario se instala una tapa y los vapores son eliminados directamente mediante el sistema de venteo hacia la atmosfera. Cuando la instalación dispone de varios tanques de combustible con sistema de recuperación de vapores, con sus venteos conectados, podrá instalarse un solo adaptador, el cual se identifica pintando de color azul la tapa de caja vereda. A partir del año 2013, el caño de recuperación de vapores será instalado en todos los tanques, independiente de las condiciones medioambientales del lugar donde se instale.
- ♦ Pozo de Observación: se utiliza para instalar detectores de fuga y derrames desde el sistema de almacenamiento y distribución. Su utilización, cantidad y ubicación se define en el proyecto de ingeniería respectivo. Los pozos se identifican mediante un triángulo equilátero color negro sobre un fondo blanco. En la Figura 3.1 se observa la entrada al pozo de observación del tanque.

- ♦ Caño Carga/Medición: es utilizado para la descarga de camiones y para efectuar la medición de nivel del producto y agua. Este caño está ubicado en el centro del tanque y debe disponer siempre de un contenedor de derrames.
- ♦ Caño de Telemedición: es un sistema digital usado para controlar el nivel del líquido en el tanque de CL, mediante un sistema que registra la presión generada por la altura del líquido mediante un tubo introducido en el depósito y visualiza su volumen. Se instala sólo cuando es necesario un equipo de tele medición.

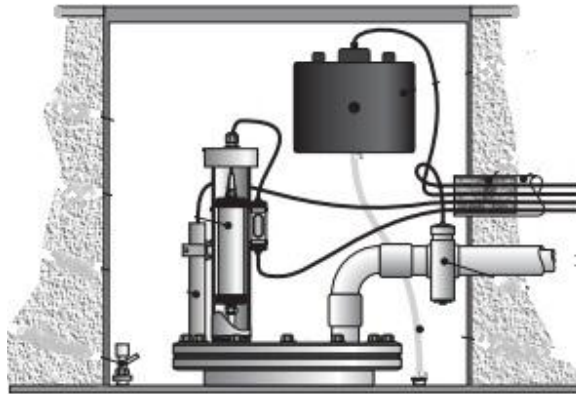


Figura 3.1 - Entrada al tanque de almacenamiento de CL.
Fuente: Manual del fabricante Veeder Root.

Válvula de retención

Impide la devolución del combustible que queda en la cañería. Cuando el bombeo de la combustible está completo y el motor de la bomba se apaga, el combustible dentro de la tubería no vuelven a caer en el tanque. Por el contrario, se queda atrapada dentro de la tubería gracias al trabajo de la válvula de retención. Ésta se encuentra por encima del combustible dentro del tubo y crea un sello hermético. Aunque la parte inferior del tubo está abierta, la presión de vacío creado por la válvula de retención mantiene el combustible en su lugar. Ésta válvula se utiliza porque el ascenso de combustible desde el tanque toma algunos segundos. En la Figura 3.2 se puede observar una válvula de retención.

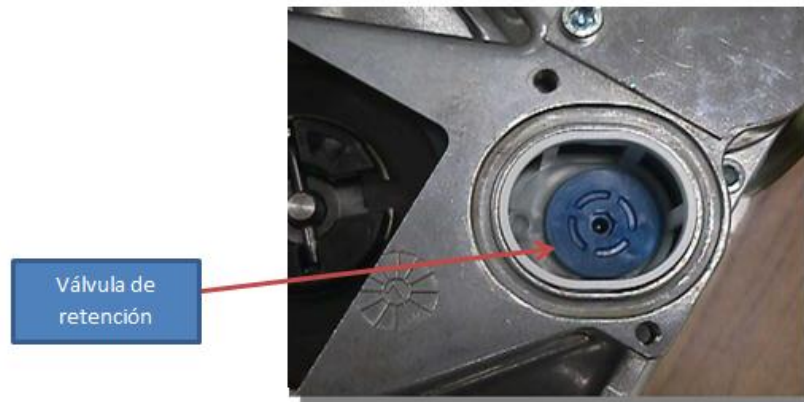


Figura 3.2 - Válvula de retención.

Fuente: <http://especiales.uy.autocosmos.com/tipsyconsejos/noticias/2011/09/01/como-funciona-un-surtidor-de-combustible>.

Válvula de mezcla

Encargada de mezclas combustible de 93 y combustible de 97, para obtener mezcla de 95 octanos. Sólo se utiliza en equipos surtidores mezcladores para la obtención de gasolina de 95 octanos. Se encuentra ubicada en la tubería correspondiente a cada tanque (95 y 97 octanos) y se abre al recibir la orden del controlador de surtidores. La tarjeta de mezclas regula la cantidad de gasolinas que debe pasar por la válvula, ordenando su cierre al cumplir con la cantidad requerida.

Válvula de choque

Cumple la misma función de la válvula Breakaway, sólo es utilizada en equipos dispensadores de combustible. Se encuentra ubicada y conectada en cada alimentación de los dispensadores. Se activan cuando el equipo recibe un golpe, impidiendo el paso de combustible y evitando derrames.

Medidor volumétrico

El medidor volumétrico, tal como su nombre lo indica, permite la medición del flujo que pasa a través de él. La medición es posible gracias a la acción de un pulsador electrónico que mide los pulsos de cada centímetro cúbico de combustible que pasa por las mangueras (1 pulso es igual a 1cc.)

El medidor volumétrico está conectado a la pantalla del surtidor, permitiendo la visualización de la cantidad de combustible despachado por el atendedor y el cliente. El

sistema electrónico del surtidor realiza la conversión de volumen a pesos para el posterior cobro al cliente.

El líquido que viaja hacia arriba en el surtidor, pasa a través de una válvula reguladora que mide la velocidad del flujo de combustible. Esto lo hace a través de una membrana de plástico que se comprime más y más estrechamente por el tubo conforme el flujo de combustible aumenta, dejando siempre espacio suficiente para que la cantidad correcta pase a través de él. Si se ha establecido una cantidad predeterminada de combustible a bombear, el flujo se reducirá a medida que se aproximan al límite.

En la Figuras 3.3 se puede ver la parte externa de un medidor volumétrico.



Figura 3.3 - Parte externa del medidor volumétrico.
Fuente: Catálogo Bozza.

Bomba de succión

Este tipo de bomba se utiliza solo en equipos surtidores de combustible. Es un elemento incorporado en el surtidor el cual succiona el combustible, por intermedio de la tubería, desde el tanque correspondiente. La cañería se conecta desde la base del surtidor hasta la boca del tanque donde se halla alojado el caño de succión el cual en su base se encuentra conectado a la válvula de retención.

Bomba de impulsión

Este tipo de bomba solo es utilizada en los dispensadores. En este sistema, la bomba se encuentra alojada sobre el lomo del tanque dentro de un sumidero llamado sump riser. Al accionar la palanca de partida del dispensador, se activa un contactor en el tablero eléctrico para dispensadores, el cual envía alimentación eléctrica trifásica a la bomba, ésta al ponerse en marcha impulsa combustible por todas las líneas del producto correspondiente a ese tanque hacia todas las mangueras que expenden ese mismo producto, sin embargo, sólo la

manguera que está suministrando en ese momento permite el paso de combustible hasta la pistola.

La bomba de impulsión tiene un motor de 2 hp, con bomba de dos pasos en el extremo. La presión máxima es de 45 psi. En la Figura 3.4 se muestra una bomba de impulsión de combustible.



Figura 3.4 - Bomba de impulsión de CL.
Fuente: Catálogo Red Jacket.

Detector de Fuga

Previene las pérdidas de combustible. Se activa cuando detecta diferencias de presión entre la salida del tanque y el surtidor, si esto ocurre, detiene la salida de combustible para impedir la contaminación alrededor de la línea.

El detector de fugas mecánico se utiliza en sistemas de bombeo de combustible que operen con presiones de 20 a 50 psi, con menos de 3.66 m de presión estática, aplicable al manejo de combustibles en E/S. Indica automáticamente fallas de la tubería que fugue 11.4 litros por hora [lph] o más, a una presión de 10 psi. El detector de fugas indicará tal fuga al restringir la salida del combustible a 11.4 litros por minuto o menos, a una presión de hasta 30 psi de acuerdo a los requisitos de la EPA de los EE.UU para la detección automática de fugas en tubería presurizada. Después de la instalación, el usuario del detector de fugas debe controlar los niveles de salida del sistema para asegurarse de que cualquier salida restringida del combustible, señalando una fuga en la línea, sea atendida rápidamente.

3.2.2. Componentes y accesorios

Comprende los componentes que permiten el despacho de combustible, es decir los que se encuentran después del sistema de succión e impulsión en la línea de suministro.

Una vez conducido el combustible hasta la base del surtidor, pasa por un filtro que retiene todas las partículas que podría contener el combustible. Posteriormente, pasa por el medidor volumétrico, el cual mide la cantidad de líquido que pasa a través de él, transformándolo a moneda en el sistema electrónico, permitiendo así el despacho de la cantidad exacta solicitada por el cliente.

En la parte externa del surtidor, el combustible es conducido por la manguera, en la cual se encuentra una válvula de seguridad denominada válvula breakaway, la que se acciona ante el corte de la manguera en caso de emergencia impidiendo el paso de combustible. La manguera se conecta a la pistola con un codo giratorio que da flexibilidad para no forzarla al conectarla al vehículo, así como también permite volverla a su posición inicial si se ha enrollado en sí misma. Finalmente, el combustible llega a la pistola la cual se pone en contacto con el vehículo para despachar el combustible.

3.2.2.1. Partes del sistema componentes y accesorios

Pistola

Permite el expendio de combustible, por medio de una manguera que por el extremo opuesto se encuentra conectada al surtidor. Está construida de acero inoxidable y es recubierta por una funda de plástico.

Existen diferentes tamaños, dependiendo del grosor del caño se clasifican en puntera gruesa (3/4"), puntera fina (5/8") y alto caudal (1").

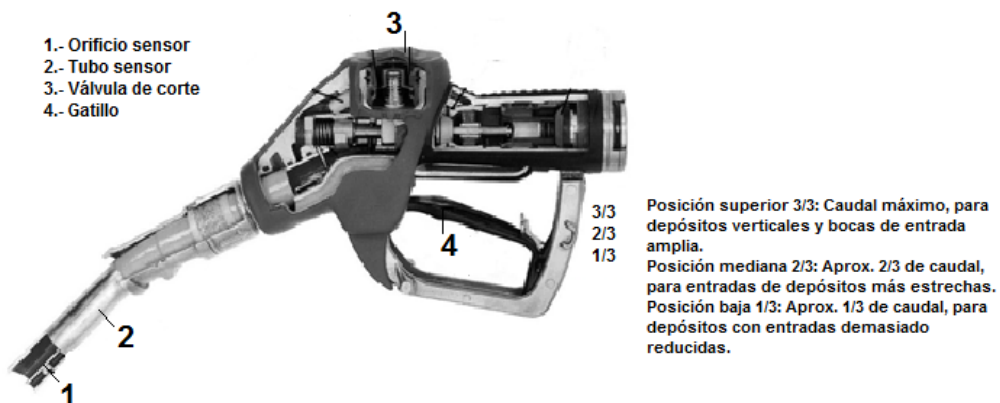


Figura 3.5 - Partes que componen la pistola.

Fuente: <http://teoriaytecnicadelautomovil.blogspot.com/2010/09/como-funciona-el-corte-automatico-en-el.html>.

Como se observa en la Figura 3.5, las partes de la pistola son las siguientes:

(1) Caño: es la parte metálica que se coloca directamente en contacto con el vehículo para permitir el traspaso de combustible.

(2) Sensor de corte automático: al entrar en contacto con el combustible del estanque del vehículo acciona inmediatamente el gatillo para detener el despacho de combustible.

(3) Válvula de corte: cierra herméticamente impidiendo el paso del combustible. Esta válvula puede ser accionada mediante el gatillo o gracias al sensor de corte automático.

(4) Gatillo: mediante su activación se da la orden de apertura o de cierre de la válvula de corte. La posición en la que se encuentre regula la salida de combustible y su corte automático al cumplir con el volumen solicitado por el cliente o al llenarse el estanque del vehículo.

El corte de suministro de combustible puede ser de forma manual o automática. El corte manual se produce cuando el gatillo es accionado por el atendedor al alcanzar el volumen requerido por el cliente, mientras que el corte automático se produce cuando el gatillo se deja en posición de corte automático, accionándose cuando se alcanza el volumen requerido por el cliente, o cuando el sensor de corte entra en contacto con el combustible del estanque del vehículo, lo cual ocurre en el caso donde el cliente solicita “estanque lleno”.

La pistola se encuentra unida a una manguera de goma que por el extremo opuesto se conecta al surtidor. Para facilitar el despacho de combustible la pistola se conecta a la manguera por medio de un codo giratorio elaborado de acero, el cual agiliza su movimiento en distintas direcciones, impidiendo quiebres de la manguera.

Vaso visor

En un indicador de flujo, que permite observar por parte de los clientes el combustible que está fluyendo hacia sus vehículos entre la manguera y la pistola, con entrada y salida de ángulo de 90° para satisfacer los diferentes requerimientos. Está construido de latón cromado y tiene un visualizador de cristal.

Válvula de seguridad (Breakaway)

Se encuentra entre la manguera y el equipo difusor de CL. Se activa ante cualquier eventualidad que escape del normal funcionamiento del surtidor, como por ejemplo, una tensión inesperada que provoque el desprendimiento de la manguera. A su vez permite una desconexión segura y sin derrame de la manguera conectada al surtidor. Una vez que se usa pierde hermeticidad, si se trata de la válvula original es posible volver a conectarla, pero si es una válvula de repuesto debe ser cambiada. Está elaborada de aluminio, recubierto con PVC y dependiendo del grosor de la manguera, puede ser de $\frac{3}{4}$ " (caudal de 0 a 60 lts/min, fuerza de desprendimiento de 20,7kg) o de 1" (caudal de 120 lts/min, fuerza de desprendimiento de 24,8kg)

3.2.3. Sistema electrónico y computacional

El componente principal de éste sistema es el controlador de surtidores, que es un software que se encuentra sincronizado con el software de gestión general de las E/S. En el controlador se encuentran previamente programados los productos que puede despachar el surtidor, así como los precios correspondientes. Para comenzar una venta, es necesario indicar el volumen o el monto requerido por el cliente. Mientras el equipo se encuentra en despacho, se puede visualizar en la pantalla lo solicitado por el cliente, así como la cantidad de litros que se han ingresado al vehículo. Para finalizar la venta, se debe ingresar el medio de pago. Si ésta programación se realiza de manera inadecuada en cualquiera de sus etapas, la venta de combustible no será autorizada.

3.2.3.1. Componentes del sistema electrónico y computacional

Display

Pantalla de cristal líquido que muestra información de volumen y monto del producto que se está cargando.

Teclado predeterminador

Se utiliza para programar el corte automático de un despacho de combustible, puede ser en pesos o en litros. Los modelos de teclado pueden variar en cuanto a su forma y la cantidad de dígitos que poseen.

Controlador de surtidores

El controlador de surtidores está ubicado en el surtidor y mediante el uso de tarjetas electrónicas incorporadas controla las funciones de la bomba y la venta de combustible. Consta de un gabinete que contiene ranuras para tarjetas electrónicas que manejan el funcionamiento de sistema, dichas tarjetas son las siguientes:

- ♦ Tarjeta Convertidora: contiene un módulo convertidor de alta potencia que convierte el voltaje rectificado por la tarjeta de capacitores a un voltaje trifásico que alimenta al motor de la bomba. Este convertidor tiene la capacidad de modular la frecuencia y la duración de los pulsos trifásicos de tal manera que la velocidad y potencia del motor puedan ser ajustados. (Gilbarco)
- ♦ Tarjeta de Capacitores: el cable eléctrico de llegada está conectado a la tarjeta de capacitor. Esta tarjeta contiene cuatro capacitores que almacenan energía. (Gilbarco)

- ♦ Tarjeta de Procesador: esta tarjeta contiene dos microprocesadores. Estos microprocesadores controlan la frecuencia de la potencia enviada a los bobinados del motor, procesan la información sobre presión del transductor y la analizan de acuerdo con el programa de detección de fugas en la línea de alta presión.

En la Figura 3.6 se puede ver la composición del gabinete de tarjetas.

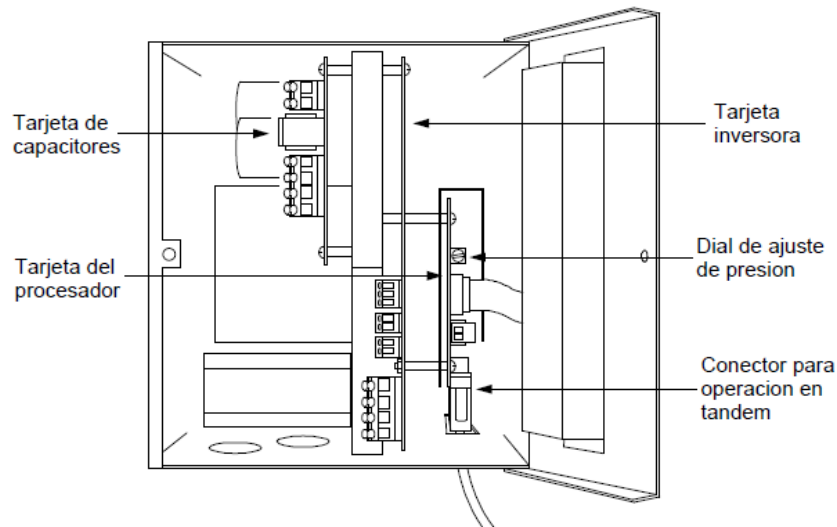


Figura 3.6 - Gabinete de tarjetas electrónicas.
Fuente: Manual de fabricante Gilbarco.

Las principales funciones del controlador de surtidores son las siguientes:

- ♦ Salida de Presión Constante: el controlador utiliza una tecnología de presión controlada. Esta tecnología mide la presión en la salida de la bomba con un transductor. El controlador lee esta presión y ajusta la frecuencia fundamental y potencia aplicada al motor para mantener un caudal constante.
- ♦ Detección de Fugas en Línea: el controlador se puede configurar para cumplir con los requerimientos de EPA para la detección de fugas cada hora, monitoreo mensual de fugas de 0.2 gal/h o mayores, y monitoreo anual de fugas de 0.1 gal/h o mayores. La configuración de fugas por hora proporciona una parada positiva cuando se detecta una fuga de 3 gal/h o mayor. La detección de fugas de 3 gal/h reemplaza al detector mecánico de fugas en la línea previamente instalada en la bomba. Al activar las capacidades de monitoreo mensual y anual del controlador, es posible cumplir con todos los requerimientos para detección de fugas sin la instalación de equipo adicional en el sistema de tubería.
- ♦ Detección de fallas: el controlador de surtidor tiene la capacidad de detectar las fallas que se presenten en el sistema de impulsión-succión de combustible. Mediante tres

indicadores luminosos en la parte anterior (verde, amarillo y rojo) alerta la ocurrencia de averías. Además, consta de una sirena piezoeléctrica que se encuentra junto a un botón de reinicialización y un botón para silenciar la sirena. En la figura 3.7 se puede observar la parte frontal del controlador, donde se encuentran las medidas de alerta descritas.

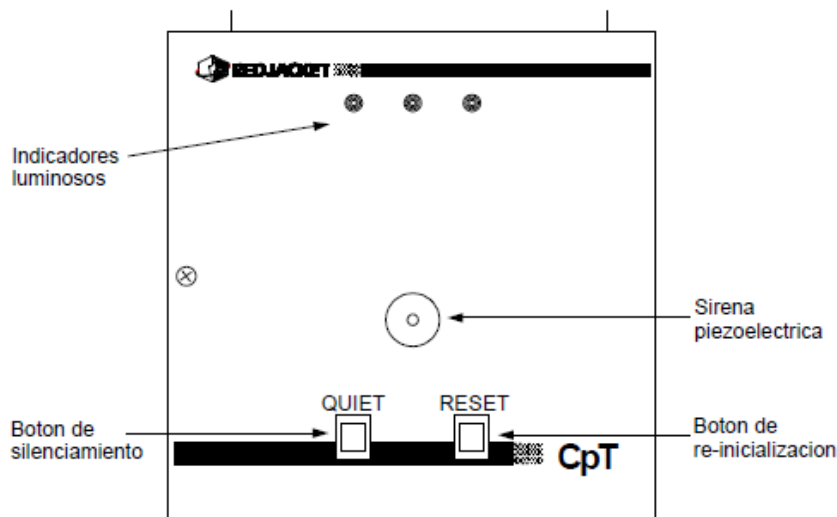


Figura 3.7 - Parte frontal del controlador de surtidores.
Fuente: Manual de fabricante Red Jacket.

A continuación se determina la falla según color:

- ♦ LED verde: si aparece como una luz verde continua, el controlador está encendido (interruptor DIP 1 está abierto). Si está parpadeando lentamente, el interruptor DIP 1 está cerrado; al encender el motor, la luz verde empieza a destellar rápidamente.
- ♦ LED amarillo: indica fallas inminentes. Si la luz amarilla está apagada, no ha ocurrido ninguna avería. Si está destellando, ocurrió una avería no crítica.
- ♦ LED rojo: indica fallas críticas. Si la luz roja está apagada, no ha ocurrido ninguna avería. Si está destellando, ocurrió una falla crítica.
- ♦ Luz roja de carga del capacitor: se encuentra en la tarjeta de inversor. Indica la presencia de voltaje peligroso en el banco de capacitores. Pueden ocurrir lesiones personales si se interviene el equipo mientras la energía eléctrica está conectada.

En la Tabla 3.4 se encuentra la clasificación de las fallas de acuerdo a la cantidad de destellos y el color de la luz LED.

Tabla 3.4 - Clasificación de los tipos de falla del controlador de surtidores.

Color LED	Nº de destellos	Piezoalarma	Clasificación tipo de avería	Problema
Rojo	Sólido	Si	Crítica	Fuga detectada en la línea
Rojo	1	Si	Crítica	Rotación de reverso
Rojo	2	Si	Crítica	Funcionamiento en seco
Rojo	3	Si	Crítica	Falta de transductor de presión (con detección de fugas habilitada)
Rojo	4	Si	Crítica	Falla de presurización
Rojo	5	Si	Crítica	Rotor trabado o cortocircuitado
Rojo	6	Si	Crítica	Sobret temperatura
Rojo	7	Si	Crítica	Circuito abierto
Rojo	8	Si	Crítica	Error de calibración de amperios
Rojo	9	Si	Crítica	Error de límite
Rojo	10	Si	Crítica	Sobrepresión (presión de línea sobrepasó 50 psi)
Amarillo	1	No	No crítica	Funcionamiento prolongado de la Bomba
Amarillo	2	No	No crítica	Ninguna actividad en el dispensario
Amarillo	3	No	No crítica	Problema mecánico de la bomba
Amarillo	4	No	No crítica	Falla del transductor de presión (detección de fugas inhabilitada)
Amarillo	5	No	No crítica	Falla de neurocomunicación
Amarillo	6	No	No crítica	Falla de comunicación
Amarillo	7	No	No crítica	Sobret temperatura
Amarillo	8	No	No crítica	Sobrecorriente
Amarillo	9	No	No crítica	Circuito abierto

Fuente: Manual de fabricante Red Jacket.

Transductor de presión

Es un equipo que convierte la presión en una señal eléctrica analógica. Aunque hay varios tipos de transductores de presión, uno de los más comunes es el transductor de base de calibrador de tensión. La conversión de presión en una señal eléctrica se logra mediante la deformación física de medidores de tensión que están unidos al diafragma del transductor de presión. La presión aplicada al transductor de presión produce una deflexión del diafragma que introduce tensión en los calibradores. La tensión producirá un cambio en la resistencia eléctrica proporcional a la presión.

El transductor de presión utilizado en la mayoría de modelos de surtidores consiste de un transductor de presión de 0 a 50 psig con salida de 0 a 5 VDC. Detecta la presión de la

línea para controlar el régimen de descarga cuando la bomba esté encendida, también mide la presión de la línea cuando la bomba está apagada para determinar si existen fugas.

3.3. Etapa 3: Aplicación de la metodología RCM II

En este punto se aplicará la metodología AMFE para determinar las funciones de cada equipo, como podría fallar en el cumplimiento de esas funciones y las consecuencias de las fallas operacionales. Finalmente, haciendo uso del árbol lógico de decisión RCM II, se someterán a análisis las consecuencias y se determinarán las actividades de mantención necesarias para reducirlas o evitarlas. Los resultados serán registrados en la hoja de decisión RCM II.

En esta etapa es fundamental la participación de personal del área de mantenimiento.

3.3.1. Grupo de análisis

El análisis RCM II se realizó en conjunto con el personal de operaciones y con el grupo de mecánicos pertenecientes a una de las empresas contratistas que actualmente realizan las mantenciones en las E/S de Copec OZC.

El grupo de personas que participó en la aplicación de la metodología RCM II a los equipos de las E/S Copec se conformó como se muestra en la Figura 3.8.

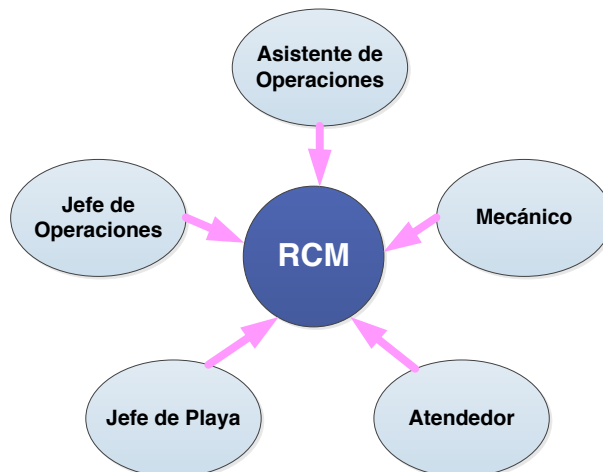


Figura 3.8 - Grupo de análisis RCM II.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen las funciones de los integrantes del grupo de análisis.

- ♦ Jefe de operaciones: tiene una visión global del proceso, por lo que proporcionó información referente a planificación y permite el acceso al software SAP y al call center.
- ♦ Asistente de operaciones: comprende el funcionamiento de los equipos a analizar, así como sus componentes y tendencias de falla. Además permitió el acceso a manuales del fabricante y órdenes de trabajo de las empresas contratistas, de las cuales se extrajo información como frecuencia de mantenciones, tiempo de duración de los trabajos, repuestos utilizados y fallas recurrentes. Por otra parte, será el encargado de la revisión de las hojas de información y decisión de RCM II.
- ♦ Mecánicos: otorgaron información técnica de los equipos sujetos a análisis, cuáles presentan mayor tasa de falla y que tipo de fallas son las más recurrentes. También aportaron con información detallada de los procedimientos de mantención que se aplican en la actualidad y, en base a su experiencia, hicieron observaciones y recomendaciones a cerca del proceso.
- ♦ Jefe de Playa: toma decisiones importantes referentes a mantenciones preventivas y correctivas. Es el encargado de supervisar a atendedores durante la manipulación de los equipos y a mecánicos durante la mantención. Aportó con información clave del procedimiento y permitió el acceso a la E/S para presenciar las mantenciones mecánicas en terreno.
- ♦ Atendedores: manipulan los equipos, lo que es de gran importancia para conservar su buen estado. Estudiar su desempeño también fue clave para determinar algunas causas su deterioro.

3.3.2. Análisis de Modos, Fallas y Efectos (AMFE)

En primer lugar, fueron definidas las funciones principales de cada componente en su contexto operacional, así como los parámetros de funcionamiento deseados.

Posteriormente, se determinó de qué manera podrían dejar de cumplir con dichas funciones, considerando tanto fallas parciales como fallas totales. Por otra parte, en ésta parte del análisis también fueron incluidas fallas ocasionadas por desgaste natural del equipo y errores humanos por parte de los atendedores y mecánicos.

Una vez identificadas las fallas funcionales, se procedió a la identificación de las causas de cada falla, las cuales, para éste análisis se denominan modos de falla.

Finalmente, fueron detallados los efectos de cada modo de falla, considerando efectos operacionales, seguridad ambiental y personal e incidencia que podría tener en el funcionamiento de los demás equipos. Además se estimó el tiempo que tardaría personal de mantención en reparar la falla en cuestión.

Los resultados del AMFE se registraron en la hoja de información RCM II. A modo de ejemplo, en la Tabla 3.5 se observa un extracto del AMFE realizado al subsistema “Pistola”.

Tabla 3.5 - Extracto Hoja de información RCM II para subsistema “Pistola”.

Hoja de información RCM II		Sistema: Componentes y accesorios				
		Subsistema: Pistola				
Función		Falla funcional		Modo de falla	Efecto de falla	
1	Suministrar combustible a los clientes.	A	Surtidor no despacha combustible.	1	Gatillo defectuoso.	No es posible abrir la válvula de corte que permite el expendio de combustible por la pistola del surtidor. ♦ Cambio de pistola: 20 min.
				2	Válvula breakaway activada.	Detiene por completo la salida de combustible por la manguera. Una vez activada debe ser reemplazada por una nueva válvula. ♦ Cambio de válvula breakaway: 15 min.
				3	Falta de combustible en el tanque.	La bomba funciona en seco, es decir sin impulsar o succionar combustible del tanque, como consecuencia, las unidades de suministro no podrán despachar combustible. ♦ Carga de tanque de combustible: 60 min.
				4	Bomba defectuosa.	Produce flujo de combustible lento o ausente. ♦ Cambio de bomba: 60 min.

Fuente: Elaboración propia.

Las hojas de información correspondientes a los demás subsistemas se pueden ver en el Anexo 3.4.

3.3.3. Árbol lógico de decisión RCM II

Una vez elaboradas las hojas de información para los equipos sujetos al análisis, haciendo uso del árbol lógico de decisión RCM II (ver Figura 2.6), se procedió a clasificar cada efecto de falla de acuerdo al tipo y gravedad de las consecuencias que éstos podrían generar en caso de ocasionarse la falla funcional.

Para finalizar el proceso, se determinó la posibilidad de aplicar una tarea proactiva que redujera el riesgo de las fallas operacionales. En casos donde no fue posible establecer una tarea proactiva técnicamente factible, se tomó una “acción a falta de” adecuada para tratar directamente el estado de falla. Para cada tarea propuesta se estableció el intervalo en el cual se aplicará y el encargado de realizarla.

En la Tabla 3.6 se muestran los tipos de consecuencias, tareas proactivas y acciones a falta de aplicadas.

Tabla 3.6 - Consecuencias, tareas proactivas y “acciones a falta de”.

Consecuencias	<ul style="list-style-type: none"> • Consecuencias de fallas ocultas • Consecuencias ambientales y para la seguridad • Consecuencias operacionales • Consecuencias no operacionales
Tareas proactivas	<ul style="list-style-type: none"> • Reacondicionamiento cíclico • Sustitución cíclica • Tarea a condición
Acciones a falta de	<ul style="list-style-type: none"> • Rediseño • Búsqueda de fallas • Ningún mantenimiento programado

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos luego de aplicar el árbol de decisión se registran en la hoja de decisión RCM II. A modo de ejemplo, en la Tabla 3.7 se muestra un extracto de la hoja de decisión RCM II correspondiente al subsistema “Pistola”.

Tabla 3.7 - Extracto Hoja de decisión RCM II para subsistema “Pistola”.

Hoja de decisión RCM II			Sistema: Componentes y accesorios						Facilitador: Silvana Cortez, Consuelo Ayala				Fecha: Octubre, 2014		
			Subsistema: Pistola						Auditor: Jefe de operaciones						
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3	N1	N2	N3			
1	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado. Cambiar gatillo en caso de desgaste.		
1	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado. Cambiar válvula breakaway una vez activada.		
1	A	3	S	N	N	S	S						Revisar el nivel de combustible de los tanques en el software.	Cada 24 hrs.	Jefe de playa
1	A	4	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado. Sustitución de la bomba en caso de deterioro.		
1	A	5	S	N	N	S	S						Realizar reinstrucción a operadores.	Una vez al año	Depto. Operaciones
			S	N	N	S	S							Supervisar operaciones aleatoriamente	Cada 3 meses
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S				Realizar sustitución de filtro.	1 vez al mes	Mecánico

Fuente: Elaboración propia.

Las hojas de decisión correspondientes a los demás subsistemas se pueden ver en el Anexo 3.5.

3.4. Etapa 4: Elaboración de los POE y propuesta de un Procedimiento de Mantención

Una vez determinadas las necesidades reales de mantenimiento de los activos físicos, se seleccionaron las actividades de mantención necesarias, estableciendo la frecuencia de realización y el encargado de llevarlas a cabo. El resultado se presenta en un Procedimiento Operativo Estándar (POE) para cada equipo. A modo de ejemplo, en la Tabla 3.8 se muestra un extracto del POE correspondiente al subsistema “Pistola”.

Los POE correspondientes a los demás subsistemas se pueden ver en el Anexo 3.6.

Tabla 3.8 - Extracto Procedimiento operativo estándar para subsistema “Pistola”.

Procedimiento Operativo Estándar	
Pistola	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
1. Delimitar la zona a intervenir.	
2. Durante el proceso de calibración del medidor volumétrico, sumergir en tres ocasiones el caño de la pistola en el combustible del matraz. Si no se activa el corte automático, proceder al cambio de pistola.	
3. Levantar la pistola de despacho y accionar la palanca de partida.	
4. Mantener la válvula de corte cerrada y esperar durante dos minutos.	
5. Detener la bomba y observar durante un minuto si existen fugas de combustible a través de la manguera, válvula breakaway o pistola.	
6. Si hay fugas, revisar los elementos y proceder a cambiar el que se encuentre defectuoso.	
Para el cambio de pistola, manguera o breakaway:	
1. Quitar el panel inferior del surtidor.	
2. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del dispensador.	
3. Realizar un proceso de sangrado de combustible del dispensador de la siguiente forma: levantar la palanca de partida, ubicar la pistola dentro de un contenedor designado, dispensar todo el producto restante dentro de la manguera, bajar la palanca de partida y ubicar la pistola de vuelta.	
4. Cortar suministro eléctrico.	
5. Retirar elemento en malas condiciones.	
6. Instalar elemento nuevo.	
7. Restablecer suministro eléctrico.	
8. Probar el sistema despachando combustible en el contenedor designado y verificar que el despacho sea fluído y que no se produzcan filtraciones.	
9. Depositar combustible de prueba en tanque.	

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de éste Trabajo de Título, se elaboró un plan de mantenimiento, el cual será propuesto al Dpto. de Operaciones de Copec OZC. El objetivo principal de éste plan de mantenimiento es estandarizar el procedimiento de mantención preventiva de las E/S pertenecientes a la zona central. El plan de mantenimiento propuesto se encuentra en el Anexo 3.7.

Con su aplicación se pretende asegurar la funcionalidad de los equipos hasta el próximo período de mantención preventiva, y con ello, disminuir los costos de intervención por concepto de mantenciones de emergencia.

3.5. Resumen Capítulo 3: Aplicación de la metodología

En el presente capítulo, se desarrolló la aplicación de las metodologías seleccionadas anteriormente.

Las actividades realizadas se dividieron en las siguientes etapas:

Etapas 1: Cuantificación de costos de mantenimiento y cálculo de indicadores de mantenimiento

Inicialmente se determinaron los costos de mantenimiento mecánico actual según el método de costeo tradicional, en donde se cuantificaron los costos de intervención (costo de mano de obra y costo de repuestos), determinado los valores presentados en la Tabla 3.2.

Para analizar el funcionamiento actual del procedimiento de mantención de las E/S, se determinaron indicadores de gestión de mantenimiento, para ello se utilizaron los siguientes datos:

- ♦ Tiempo nominal de funcionamiento
- ♦ Total de fallas
- ♦ Tiempo no disponible
- ♦ Tasa de fallas

A modo de resumen, a continuación se presentan el promedio anual de los indicadores de gestión de mantenimiento:

- ♦ Tiempo medio entre fallas (MTBF): 1182,10 hrs.
- ♦ Tiempo medio para reparar (MTTR): 1,83 hrs.
- ♦ Disponibilidad: 99,98%

Se determinó, que la disponibilidad de los equipos se aproxima al 100%, debido a que se realiza un esfuerzo mayor para reparar inmediatamente cada falla que se presente y evitar el costo por dejar de vender, debido a las políticas de servicio de Copec. Esto conlleva a un aumento en el costo de mantenimiento correctivo, que es parte del problema detectado en el Capítulo 1.

Etapas 2: Descripción de sistemas de la línea de suministro de CL y sus componentes

Se describieron los sistemas sujetos a mantenimiento mecánico, para establecer sus componentes principales y sus funciones.

Etapa 3: Aplicación de la metodología RCM II

Se aplicó RCM II en tres partes que se describen a continuación:

- ♦ Se describieron las funciones de los cargos involucrados en el mantenimiento mecánico y la información que puede facilitar cada uno de ellos para el desarrollo de RCM II.
- ♦ Se procedió a análisis AMFE para cada sistema y sus componentes determinando función, falla funcional, modo de falla y efecto de falla.
- ♦ Finalmente, haciendo uso del árbol lógico de decisión RCM II, se determinó para cada modo de falla las consecuencias que provocarían y las tareas proactivas más adecuadas a cada falla. El análisis extraído del árbol lógico de decisión se registró en la hoja de decisión RCM II, en donde se determinó la tarea de mantenimiento, el personal a cargo y la frecuencia de trabajo adecuada.

En la Tabla 3.9 se muestra un resumen de las actividades a realizar en la mantención mecánica preventiva de los equipos, clasificada por intervalo de tiempo.

Tabla 3.9 - Resumen de actividades a realizar en la mantención mecánica preventiva.

Intervalo	Actividad
Mensual	Cambio de filtro.
Trimestral	Inspección visual y limpieza de cableado (bomba, controlador, medidor volumétrico y sistema electrónico).
	Inspección visual y limpieza del sistema de ventilación del surtidor.
	Inspección visual y limpieza de controlador (tarjetas y luces de emergencia).
	Inspección visual y limpieza del medidor volumétrico.
	Inspección externa del estado de la pistola.
	Prueba de corte automático de la pistola.
	Prueba de hermeticidad de manguera-pistola.
	Calibración de medidor volumétrico.
	Prueba de presencia de agua en tanque de combustible.
Supervisión de atendedores.	
Semestral	Prueba de impulsión-succión de combustible (bomba y controlador)
	Medición manual de presión en línea.
Anual	Inspección visual y limpieza de cañerías.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 4: Elaboración de los POE y propuesta de un Procedimiento de Mantenimiento

Una vez completada la hoja de decisión RCM II, el mantenimiento seleccionado para cada equipo se registran en una hoja denominada "Procedimiento Operativo Estándar" (POE), en donde se describe el procedimiento estándar que deben seguir las empresas contratistas.

Por último en base a los diferentes POE, se creó un Plan de Mantenimiento estándar, el cual será propuesto al Dpto. de Operaciones de Copec para su aplicación a las a las E/S de la zona central.

4. Análisis de resultados

En el presente capítulo se realizará un análisis de los resultados obtenidos luego de la aplicación de la metodología RCM II. Se cuantificarán los costos de la aplicación del plan de mantenimiento propuesto y se realizará una clasificación de los modos de falla arrojados por el análisis AMFE.

4.1. Cuantificación de costos del plan de mantenimiento propuesto

En la etapa final de la metodología RCM II se elaboró un Procedimiento Operacional Estándar (POE) para cada componente del sistema de despacho de combustible de una E/S.

Como se mencionó en el análisis de costos del Capítulo 3, la información referente a costos se obtuvo del software SAP, sin embargo, el ingreso de información al sistema es deficiente y sólo fue posible acceder a los costos totales de repuestos y mano de obra de las mantenciones preventivas y correctivas. Por lo tanto, no es posible acceder a un desglose de costos para realizar una cuantificación y comparar los costos del procedimiento aplicado actualmente y el procedimiento de mantención propuesto.

Por lo dicho anteriormente, para proceder a cuantificar los costos del nuevo procedimiento se utilizará el “Modelo de costos de mantenimiento con relación al tiempo” propuesto por Tavares, cuya metodología se explica en detalle en el Capítulo 2 del presente trabajo.

Tabla 4.1 - Costos de mantención año 2012 v/s costos de mantención plan propuesto.

Tipo de mantenimiento	Costos de mantenimiento de las E/S correspondientes a la zona central, año 2012 (\$)	Costos de mantenimiento E/S post aplicación del plan propuesto (\$)
Preventivo	300.608.817	300.608.817
Correctivo	494.768.492	335.693.030
Total	795.377.309	636.301.847

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.1 se puede observar una comparación en los costos actuales y posteriores a la aplicación del plan de mantenimiento propuesto. Los costos de mantenimiento preventivo actual alcanzan los \$300.608.817, considerando una frecuencia de mantención anual, la cual no era efectiva, ya que los costos correctivos superaban en un 24% este valor. La principal causa es que el Dpto. de Operaciones utiliza actualmente un procedimiento basado en mantención por rotura en la mayoría de los equipos sujetos a

mantención mecánica. El costo de una mantención correctiva supera largamente a los costos de una mantención preventiva, debido a que ante cualquier llamado de emergencia las empresas contratistas acuden de inmediato a solucionar la avería, cobrando altas sumas de dinero por trabajos imprevistos.

Una de las políticas de Copec es mantener sus equipos siempre operativos, lo cual se corroboró en el capítulo anterior con el cálculo de indicadores de mantenimiento, donde la disponibilidad del sistema de despacho de combustible alcanzó el 99%, por lo cual se ven obligados a reducir el presupuesto destinado a otras actividades para mantener la disponibilidad a ese nivel.

4.2. Clasificación de los Modos de Falla

En base a la metodología de clasificación de las necesidades de mantenimiento planteada en el Capítulo 2 se clasificó los modos de falla obtenidos del análisis AMFE según la prioridad de atención ante la necesidad de mantenimiento. Además, en conjunto con personal del Dpto. de Operaciones, se elaboró una escala de frecuencia en la ocurrencia de los modos de falla para determinar que equipos presentan averías con mayor reiteración.

La nomenclatura utilizada se muestra a continuación:

- ♦ Escala de prioridades

- P1: emergencia, requiere mantenimiento inmediato.
- P2: urgencia, el mantenimiento no debe superar las 24 hrs.
- P3: necesaria, el mantenimiento no debe superar una semana.
- P4: deseable, el mantenimiento puede ser postergado por 4 o 5 semanas.
- P5: prorrogable, mantenimiento que puede dejar de ser ejecutado.

- ♦ Escala de frecuencias

- F1: frecuencia muy baja, superior a 5 años.
- F2: frecuencia baja, al menos una vez al semestre.
- F3: frecuencia moderada, al menos una vez al mes.
- F4: frecuencia alta, al menos una vez a la semana.
- F5: frecuencia muy alta, al menos 3 veces a la semana.

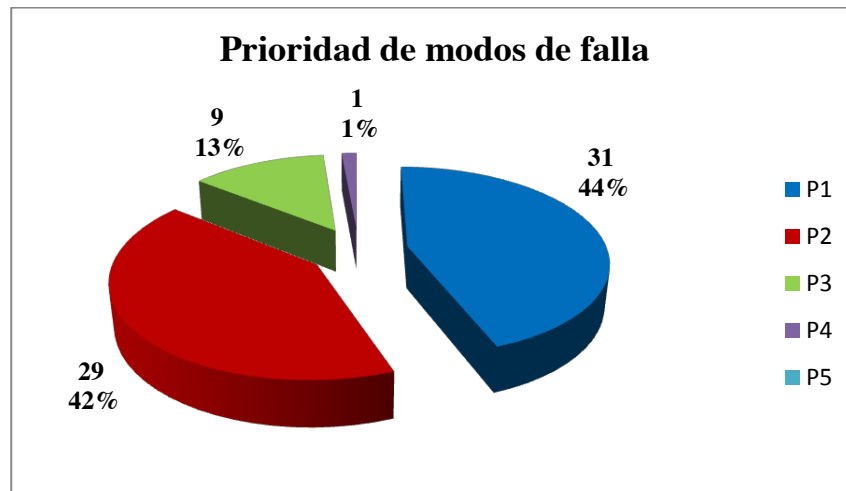


Figura 4.1 - Gráfico de Prioridad de modos de falla.
Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen, en la Figura 4.1 se muestra la cantidad de modos de falla asociados a cada prioridad. Se clasificaron un total de 70 modos de falla, de los cuales un 44% presentaron una prioridad de mantenimiento P1, seguido de un 42% que tiene una prioridad P2. Esto se debe a que se trata de equipos de manejo de combustibles líquidos, por lo que la mayoría de las fallas que se presentan deben ser tendidas a la brevedad. De lo contrario, podrían generar consecuencias graves, tales como contaminación del medio ambiente o daño personal.

En la Tabla 4.2 se observan los modos de falla con mayor frecuencia y prioridad de atención (P1, P2, P3, F4, F5).

Tabla 4.2 - Modos de falla con mayor prioridad de atención y frecuencia.

Equipo	Modos de Falla	Clasificación
Medidor	Suciedad en filtro	P3, F5
	Medidor fuera de medida	P2, F4
Pistola	Gatillo defectuoso	P2, F5
	Válvula breakaway activada.	P2, F5
	Suciedad en filtro	P3, F5
	Atendedor no extrae pistola desde estanque de auto de cliente	P1, F4
	Atendedor no deposita pistola en contenedor	P2, F4
	Atendedor no desenrolla manguera	P2, F4
Bomba	Gatillo defectuoso	P1, F5
	Palanca de partida dañada	P2, F4

Fuente: Elaboración propia.

Las prioridades P4 y P5 se consideran de menor relevancia para éste caso, debido a que su mantenimiento puede realizarse hasta cinco semanas después, en el caso de los P4 e incluso no realizarse, en el caso de los P5. Debido a lo anterior, la revisión y reparación de equipos averiados puede ser reprogramada en la visita de mantenimiento preventivo correspondiente a la E/S.

Como se observa en la Tabla 4.2, el medidor, pistola y bomba son los equipos que presentan modos de falla con mayor frecuencia y con una prioridad de atención relevante.

En el caso del medidor volumétrico, dichos modos de falla son los relacionados a filtro y medidor descalibrado, en base a esto, es necesario realizar cambio de filtro mensual y calibraciones trimestrales, para asegurar su funcionamiento por su elevada frecuencia de falla, esto en base al paso constante de combustible. Respecto del resto de modos de fallas, se observó que presentan baja frecuencia y prioridad de atención, debido a que los efectos de falla correspondientes no generan problemas graves como parada de surtidor o accidentes del personal.

La pistola presenta la mayor cantidad de modos de falla con la clasificación utilizada, en su mayoría, se demuestra que estos problemas se presentan por un procedimiento inadecuado por parte de los atendedores, que no son cuidadosos en ese proceso, por lo que un control de parte del jefe de playa ayudaría a la disminución del error humano.

Si bien, la bomba en general, no presenta modos de fallas con frecuencia elevada, si presenta mayor prioridad de atención debido a que el funcionamiento del sistema depende del correcto funcionamiento de la bomba. El modo de falla asociado a la bomba que ocurre con mayor frecuencia es avería en la palanca de partida, el cual también está relacionado al cuidado que tengan los atendedores en el manejo de equipos.

Respecto al controlador, los modos de falla son de alta prioridad de atención debido a que este dirige las funciones de la bomba, la detección de fugas y el sistema electrónico del surtidor, por lo que una falla en su funcionamiento provocarías retrasos y accidentes peligrosos. A pesar de esto, su frecuencia de ocurrencia es baja, por lo que conviene un mantenimiento de tipo inspección, para evitar las fallas y mantener el equipo en condiciones adecuadas.

Por último, respecto del tanque y tuberías, cualquier emergencia que se presente en el almacenamiento y conducción del combustible es grave, pero debido al material del tanque y al diseño de instalación, dichas fallas se presentan pocas veces a lo largo de su vida útil (30 años aproximadamente), por lo que un mantenimiento preventivo por parte de la empresa contratista se reduce a una revisión del estado de las entradas de tanque y mediciones informales de presión, solo a modo de monitoreo, debido a que las inspecciones oficiales son realizadas por laboratorios certificados por la SEC.

4.3. Resumen Capítulo 4: Análisis de resultados

Ante la dificultad en el acceso a información detallada de los costos de mano de obra y repuestos utilizados en el proceso de mantenimiento, se realizó una comparación de los costos del nuevo plan de mantenimiento respecto del mantenimiento actual, utilizando la teoría de costos de Tavares, en donde se determinó, que inicialmente ambos planes de mantenimiento preventivo tendrían el mismo costo, pero a medida del transcurso de un año, el costo de mantenimiento correctivo disminuiría un 20%, como se observa en la Tabla 4.1.

En base al análisis RCM II, se realizó una clasificación de cada modo de falla detectados en el análisis AMFE, determinando la prioridad de atención que requiere y la frecuencia con que ocurre, llegando a la conclusión de que un 86% (modos de falla con prioridad P1 y P2) de los modos de falla analizados requiere atención inmediata. Esto se hizo evidente al calcular los costos de mantenimiento correctivo en los que incurre actualmente el Dpto. de Operaciones. Con la propuesta de un nuevo plan de mantenimiento se busca detectar señales antes de la ocurrencia de fallas, tomando acciones durante el mantenimiento preventivo.

5. Conclusiones y recomendaciones

A continuación serán expuestas las conclusiones obtenidas luego del desarrollo del presente trabajo de título y las recomendaciones a la empresa.

5.1. Conclusiones

En el presente trabajo de título se analizó el mantenimiento preventivo realizado a E/S de Copec OZC, el cual presentó un aumento en las mantenciones correctivas y por ende en el costo asociado durante el año 2012.

En conjunto con el Dpto. de Operaciones, se obtuvo información referente a costos y número de fallas en cuanto a mantenimiento de las áreas mecánica, eléctrica, imagen e infraestructura de las E/S, con el fin de determinar el área que contempla la mayor cantidad de falencias y que está provocando el aumento de las acciones correctivas y por ende de los costos.

Accediendo al software de gestión se obtuvo la siguiente información:

- ♦ Respecto al recuento de fallas del mantenimiento general, se observó que el mantenimiento mecánico representa un 70% de las fallas totales de las E/S, en comparación con el 30% que representa el resto de las mantenciones como se observa en la Figura 5.1.

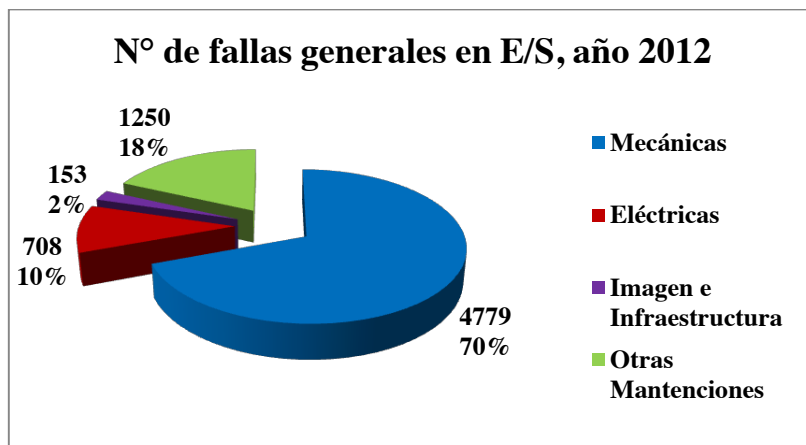


Figura 5.1 - Fallas generales en E/S, año 2012.

Fuente: Elaboración propia.

- ♦ En cuanto a los costos globales de mantenimiento, se observó que el costo de mantenimiento mecánico de las E/S es el más elevado respecto del resto de las mantenciones anteriormente nombradas, como se observa en la Figura 5.2.

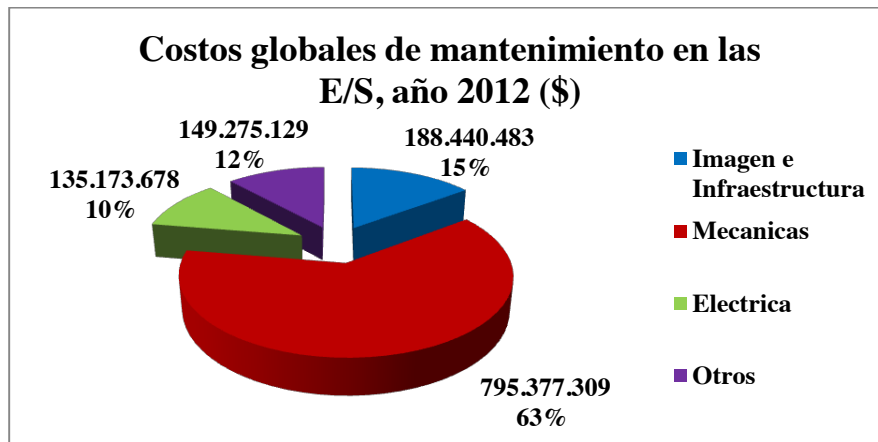


Figura 5.2 - Costos globales de mantenimiento en las E/S, año 2012.

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la evaluación de los tipos de mantención llevados a cabo en las E/S y los costos asociados a cada uno de ellos, se determinó que el análisis estaría centrado en el mantenimiento mecánico de las E/S de Copec OZC, debido a que representa el mayor esfuerzo para la empresa en términos logísticos y monetarios.

Utilizando un árbol de realidad actual, fue posible determinar que la carencia de un plan de mantenimiento adecuado es la causa que tiene más incidencia en los problemas identificados en el área de mantenimiento de las E/S.

Al diagnosticar el área de mantenimiento se estableció lo siguiente:

- ♦ El Dpto. de Operaciones no maneja definiciones claras en lo que a mantenimiento se refiere. Existe un error de conceptos al clasificar las tareas realizadas durante los procedimientos de mantención en mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo. Ocurren errores como denominar actividades preventivas a fallas que son evidentemente correctivas, solo por el hecho de detectar una falla consumada en la visita de mantenimiento preventivo.
- ♦ Se determinó también que no existe un proceso de mantención estandarizado. El área de mantenimiento mecánico en E/S de la zona central consta de cuatro empresas contratistas, cuyo modo de trabajo depende de lo que cada cual estime conveniente, desatendiendo incluso a las recomendaciones del fabricante y manuales de operación de los equipos, que sería la única información efectiva debido a la ausencia de un procedimiento de mantención propio aprobado por la empresa.
- ♦ Se determinó que la inspección de partes eléctricas y electrónicas del surtidor, no están contempladas en la mantención preventiva, en la actualidad las únicas

acciones preventivas son las calibraciones y cambios de filtro de los equipos surtidores, incurriendo en actividades de orden correctivo en el resto de los equipos.

- ♦ Se verificó que no existe una calendarización rigurosa de mantenimientos preventivos a las E/S. Actualmente las empresas contratistas debe realizar mantenimiento preventivo una vez al mes por E/S, previa autorización del concesionario. La descoordinación de las visitas ha provocado que el concesionario no de la autorización para el inicio de trabajos por tratarse de horarios en los que la E/S presenta alta afluencia de público.
- ♦ Lo expuesto en el párrafo anterior, repercute también en el mantenimiento mecánico de las demás E/S pertenecientes a la zona central. Al existir una calendarización establecida, no ocurrirían este tipo de problemas y existiría una mejor comunicación y coordinación de fechas de mantenimiento entre la empresa contratista y el concesionario, facilitando a su vez un mejor control del proceso en el Dpto. de Operaciones.
- ♦ Se detectó que el manejo del software de gestión es incorrecto, la información que se ingresa no es fidedigna, describiendo una misma falla con distintos conceptos (por ejemplo: pistola dañada, pistola con rotura de material, pistola con daño, etc.), por lo que fue laborioso lograr un análisis y conteo exacto de fallas para determinar cuáles son las partes que representan mayor atención de mantenimiento. El registro de trabajos realizados se hace en formularios físicos almacenados en archivadores que se acumulan año a año, dificultando el control, planificación y determinación de las reales necesidades de los equipos por parte del jefe de operaciones.

Con el fin de lograr un análisis completo de la situación actual, se hizo uso de indicadores de mantenimiento. En la tabla 5.1 se observan los indicadores de mantenimiento obtenidos para los surtidores de las E/S.

Tabla 5.1 - Indicadores de mantenimiento para surtidores de las E/S Copec OZC, año 2012.

Indicadores de mantenimiento año 2012	
Total de fallas	4779
Tiempo inoperativo	8743,88 horas
Tasa de falla por equipo	7,88 fallas/año
MTBF	1095,47 horas
MTTR	1,83 horas
Disponibilidad	99,83%

Fuente: Elaboración propia.

Se registraron 4.779 fallas al año para un total de 596 surtidores, lo que corresponde aproximadamente a 8 detenciones por equipo al año, cuyo tiempo de reparación asciende a 14, 6 horas por equipo al año. El tiempo inoperativo anual influye directamente en el alto

porcentaje de disponibilidad arrojado por el análisis (99,83%). Este alto porcentaje de disponibilidad es inusual, pero responde a las políticas de servicio 24/7 que caracteriza a la empresa Copec. Si bien Copec logra mantener tal disponibilidad, aquello implica un esfuerzo extra en acciones correctivas debido al plan de mantenimiento preventivo defectuoso que no considera la inspección de partes físicas, eléctricas y electrónicas del surtidor línea de combustible.

En el caso del análisis de costos actuales del área de mantenimiento mecánico, se utilizó el Costeo Tradicional, bajo este análisis los repuestos y mano de obra fueron denominados costos de intervención. Sin embargo, al no tener acceso a un desglose de los costos de mano de obra y repuestos, sólo se calcularon los costos totales, sin detallar los costos por tipo de repuesto o actividad realizada en el proceso de mantención.

Debido a lo anterior, para la cuantificación del mantenimiento preventivo post aplicación del plan propuesto se utilizó la teoría de costos de mantenimiento de Lourival Tavares, la que plantea una disminución del 20% anual en los costos de mantenimiento aplicando un plan correcto de mantención.

En la tabla 5.2 se observa la comparación entre los costos actuales de mantención y costos posteriores a la aplicación del nuevo plan de mantenimiento.

Tipo de mantenimiento	Costos de mantenimiento de las E/S correspondientes a la zona central, año 2012 (\$)	Costos de mantenimiento E/S post aplicación del plan propuesto (\$)
Preventivo	300.608.817	300.608.817
Correctivo	494.768.492	335.693.030
Total	795.377.309	636.301.847

Fuente: Elaboración propia.

Se observó que los costos de mantenimiento preventivo son los mismos antes y después de la aplicación del plan. La diferencia se aprecia en la disminución de costos por concepto de mantenciones correctivas. Luego de conversaciones con personal del Dpto. de Operaciones, se llegó a la conclusión de que las actividades realizadas actualmente y las incluidas en el nuevo plan, tendrían el mismo costo para las empresas contratistas, puesto que se trata de una reorganización de tareas.

Se describieron los equipos que componen los sistemas sujetos al análisis AMFE, el cual constituye la primera parte de la metodología RCM II. Mediante la clasificación de las fallas de acuerdo a las consecuencias que generaría su ocurrencia, se determinaron los requerimientos de mantención para cada componente, esto permitió estudiar la factibilidad de tareas proactivas para prevenir la ocurrencia de las fallas y entregó las pautas para la elaboración de hojas de Procedimiento Operativo Estándar (POE) para cada equipo analizado. Estas hojas contienen de manera detallada y escritas en orden cronológico las

actividades que el personal de mantención deberá desarrollar durante las mantenciones preventivas.

Por otra parte, utilizando los modos de falla y los efectos de falla que arrojó el análisis AMFE, se clasificaron las fallas que presentaron los equipos en cuanto a frecuencia de ocurrencia y prioridad de atención. Esto se realizó con el fin de proponer un método de estandarización de fallas y evitar clasificaciones ambiguas.

La aplicación de un plan de mantenimiento permitió la estandarización del proceso en cuanto a realización y control de actividades de mantención, frecuencia de mantención a equipos y registro de información, lo que facilitaría la elaboración de un calendario oficial de mantenimiento para las E/S de Copec OZC, mejorando a su vez la coordinación y comunicación entre el Dpto. de Operaciones, empresas contratistas y concesionarios.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar una estandarización de fallas, de manera de facilitar su identificación y manejo en el software SAP y call center. Además es necesario realizar una codificación de todos los equipos que componen las 121 E/S a cargo del Dpto. de Operaciones. En conjunto, estas medidas permitirían llevar un control conciso de la ocurrencia de fallas y realizar análisis estadísticos, facilitando la gestión del mantenimiento.

En la actualidad, las empresas contratistas acuden a las mantenciones preventivas sin planificación previa, por lo que determinan de manera aleatoria el orden en el cual se les realizará dicha mantención a las E/S. Se recomienda establecer una calendarización oficial, de modo de favorecer la coordinación entre consignatarios/concesionarios, personal de mantención y Dpto. de Operaciones. Además se haría posible la realización de ruteo, disminuyendo los tiempos y costos de transporte.

Se recomienda a la empresa cambiar el método de mantenimiento correctivo que se utiliza actualmente por uno de tipo preventivo que incluya la inspección de los equipos, de manera de identificar fallas potenciales, permitiendo la aplicación de acciones oportunas para prevenir su ocurrencia.

La cantidad de mecánicos que acuden a la realización de las mantenciones queda a criterio de la empresa contratista. Se recomienda establecer la cantidad de personal necesario para la realización de mantenciones de acuerdo a su complejidad. Además se deben restablecer los contratos de la empresa contratistas, detallando las obligaciones que ésta tiene con respecto Copec.

Se recomienda mejorar la comunicación entre el Dpto. Comercial y el Dpto. de Operaciones, para conseguir una asignación de presupuestos adecuada de acuerdo a las necesidades de éste último.

Se recomienda la utilización de métodos más eficaces de planificación de presupuesto. Actualmente, el presupuesto de mantención por E/S se calcula dividiendo el presupuesto total entre el número total de E/S a mantener, sin atender al tamaño de cada E/S, la cantidad de equipos que la componen, afluencia de público, antigüedad de equipos, índice de fallas, requerimientos especiales de mantenimiento, etc. Por lo cual hay E/S que con el dinero asignado no alcanzan a cubrir sus necesidades, mientras que otras, exceden el monto en cuanto a sus requerimientos.

En la actualidad el detalle de las mantenciones se registra en documentos físicos, los cuales, debieran ser ingresados posteriormente al software SAP. Esta importante tarea muchas veces queda en manos de personas que no comprenden bien el funcionamiento del sistema, ingresando las órdenes de trabajo de forma incorrecta, o derechamente, no se ingresándolas. Se recomienda hacer capacitaciones a personal de la empresa contratista encargada de las mantenciones para que hagan el ingreso de la información de manera oportuna y fidedigna al software, facilitando el acceso posterior a ella. La utilización de hojas de trabajo on line facilitaría este proceso.

Por último, se recomienda la existencia de una copia del plan de mantenimiento en cada E/S y su repartición a personal de mantenimiento, de manera de facilitar la realización de las mantenciones mediante el uso de procedimientos operativos estándar. Esto además facilitaría el control de los trabajos realizados.

Bibliografía

[Moubray97] Moubray, John. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM II. Carolina del Norte de Estados Unidos. Editorial Edwards Brothers 1997.

[Améndola06] Améndola, Luis José. Gestión de Proyectos de Activos Industriales. Valencia de España. Ed. Universidad Politécnica de Valencia 2006.

[Tavares0?] Tavares, Lourival Augusto. Administración Moderna de Mantenimiento. Brasil. Novo Polo Publicaciones.

[Arata&Furnaletto05] Arata, Adolfo; Furlanetto Luciano. Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento. Santiago de Chile. Editores Ril 2005.

[Espinosa0?] Espinosa Fuentes, Fernando. Aspectos Financieros en el Mantenimiento. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ing. Mecánica Universidad de Talca.

[SEC09] Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Aprueba reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos. Santiago de Chile 2009.

[Quiñónez0?] Quiñónez, Diana; González, Nora; López, Ma. Elvira; Tabares, Ma. Gpe. Diferencia entre el costeo tradicional y el costeo basado en actividades. Instituto Tecnológico de Sonora. México. (en línea, <http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no60/costo.pdf>).

[Creus05] Creus, Antonio. Fiabilidad y Seguridad. Editorial Marcombo S.A. 2005.

[Acuña03] Acuña, Jorge. Ingeniería de Confiabilidad. Editorial Tecnológica de Costa Rica 2003.

[Nakajima88] Nakajima, Seiichi. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. University of Minnesota. Editorial Productivity Press, 1988.

[Meruane0?] Meruane, Viviana. Gestión de Activos Físicos. Dpto. de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

[Pontelli05] Gallará, Iván; Pontelli, Daniel. Mantenimiento Industrial. Editorial Universitas, 2009.

Anexos

Anexo 1.1 – Contrato de trabajo de empresas externas

El trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo es realizado por empresas contratistas las cuales tienen contratos indefinidos, por lo tanto, no es responsabilidad de Copec el cumplimiento de las obligaciones laborales con los trabajadores, si no que de la empresa externa.

Dentro de las responsabilidades y disposiciones generales que Copec exige a cada empresa contratista se destaca lo siguiente:

- ♦ Es responsabilidad de Copec preparar las instrucciones de seguridad para cada trabajo a realizar o en casos especiales, capacitar a la empresa contratista.
- ♦ Es responsabilidad del contratista capacitar a los subcontratistas las normas de seguridad dictadas por Copec.
- ♦ Copec no se hace responsable por accidentes al personal, equipos o instalaciones del contratista.
- ♦ El contratista debe contar con elementos para extinción de fuego en buen estado de operación según especifique Copec.
- ♦ El administrador de la E/S debe estar informado por escrito de los trabajos a realizar, junto a esto se entregará al contratista una hoja de trabajo de seguridad.
- ♦ El contratista debe informar los datos personales de los trabajadores que ingresaran a las dependencias de Copec para realizar los trabajos.
- ♦ Debe haber un supervisor durante el tiempo que duren los trabajos.
- ♦ El personal debe ser capacitado para los trabajos necesarios, si lo trabajos están relacionadas a soldaduras, el personal debe estar calificado y con certificación vigente.
- ♦ El personal de la empresa contratista debe utilizar distintivos que identifiquen con la empresa contratista, pero no con logos de Copec, salvo que sea autorizado.

Disposiciones particulares

- ♦ Todo trabajo en caliente debe ser autorizado previamente mediante un “permiso de trabajo en caliente” emitido por el jefe de planta o faena.
- ♦ Si durante el trabajo es necesario la carga o descarga de combustible, en el permiso debe estar especificado en el permiso de trabajo las condiciones de seguridad necesarias.
- ♦ Al realizar trabajos en sistemas eléctricos, este debe estar desenergizado previamente y las herramientas deben contar con sus respectivas protecciones a tierra.
- ♦ Cuando trabajo sea en altura o exista proyección de objetos que puedan causar daño a terceros, se debe aislar el lugar de trabajo o utilizar plataformas de contención.
- ♦ Si los trabajos comprenden excavaciones, se debe delimitar el lugar y excavar teniendo en consideración la consistencia del terreno para evitar derrumbes.
- ♦ Si fuese necesario eliminar agua de una excavación o tanque debe verificarse que no tenga residuos de combustible antes de trasvasarla a causes públicos.
- ♦ Finalizada la faena o trabajo, dejar limpio el lugar.

Anexo 1.2 – Mantenimiento e inspección de E/S exigido por la SEC

Inspección de los sistemas de venteo

Artículo 63°.- Los sistemas de venteo deberán ser inspeccionados periódicamente, de acuerdo a las instrucciones de su fabricante, con el objeto de verificar que dichos equipos mantienen las especificaciones bajo las cuales fueron diseñados. La periodicidad de la revisión deberá quedar consignada en el Programa de Seguridad o en el MSCL, según corresponda.

Inspección de tanques

Artículo 101°.- Todo tanque destinado a almacenar CL deberá ser probado en relación a su resistencia mecánica y estanqueidad, en conjunto con sus conexiones antes de ser puesto en servicio.

Artículo 102°.- Posteriormente se deberá realizar una inspección periódica que pueda detectar filtraciones, corrosiones u otros fenómenos que pongan en peligro la resistencia y la hermeticidad del tanque, de acuerdo a la norma bajo la cual fue diseñada o en base a normas extranjeras o prácticas recomendadas de ingeniería.

Artículo 104°.- Los resultados de las inspecciones deberán ser consignados en un registro foliado. El operador deberá implementar las acciones correctivas que correspondan de acuerdo a los resultados obtenidos de las inspecciones. Dichas acciones se deberán ceñir a las normas de diseño, inspección y mantenimiento de los tanques.

Artículo 106°.- Los tanques enterrados y sus conexiones se deberán inspeccionar, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la Superintendencia para tal efecto, con el propósito de verificar que sean herméticos, tanto a los líquidos como a los vapores. Al detectarse una filtración, en forma inmediata el operador deberá vaciar de CL el tanque y dejarlo fuera de servicio; el propietario en forma inmediata deberá proceder a retirar el tanque y la tierra contaminada.

Ensayo en tuberías

Artículo 133°.- El propietario u operador, una vez instalado el sistema de tuberías, deberá probarlo hidrostáticamente a 1,5 veces la presión de diseño del sistema. En el caso de los sistemas de tuberías en que la aplicación de su recubrimiento de protección para la corrosión se realiza in situ, la prueba de presión deberá realizarse antes de aplicar el recubrimiento. En todo caso, la presión de prueba mínima será de 294 kPa(3 kgf/cm²), la que deberá mantenerse durante 30 minutos.

Posteriormente se deberá realizar una revisión periódica para comprobar la resistencia y hermeticidad de la tubería, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la Superintendencia.

Inspección de tuberías enterradas

Artículo 134°.- Las tuberías anexas a tanques enterrados de CL deberán ser inspeccionadas periódicamente de acuerdo al procedimiento establecido para estos efectos por la Superintendencia.

Artículo 135°.- Las tuberías enterradas de Instalaciones de almacenamiento y/o distribución deberán ser inspeccionadas de acuerdo a los tipos, métodos y frecuencias señaladas en la Tabla 1.

Tabla 1 - Inspección de tuberías enterradas.

Tipo de inspección	Método	Frecuencia	
Fuera de servicio	Métodos directos o indirectos (pigging inteligente, medición de espesores localizados)	Resistividad del suelo menor a 2.000 ohm-cm.	Cada 5 años
		Resistividad entre 2.000 y 10.000 ohm-cm.	Cada 10 años
		Resistividad mayor a 10.000 ohm-cm.	Cada 15 años
En servicio	Control de protección catódica	Medición de potenciales de protección catódica.	Trimestral
		Efectividad del sistema de protección catódica.	Anual
		Verificación de rectificadores y otras fuentes de corriente impresa.	Cada 2 meses
		Control de los medios protectores de corriente impresa.	Anual
		Verificación de interruptores de corriente inversa, diodos, enlaces de interferencia, equipos críticos de protección catódica.	Cada 2 meses
En servicio	Inspección visual de la superficie exterior (patrullaje)		Semestral
En servicio	CIS, DCVG, ACVG, entre otros		5 años
En servicio	Medición de la corrosividad del suelo		Cada 5 años

Fuente: DS/160.

Artículo 136°.- Sin perjuicio de lo establecido en el artículo precedente, las tuberías enterradas, una vez puestas en servicio, deberán ser inspeccionadas, de acuerdo a la norma

bajo la cual fue diseñada o en base a API 570, "Piping Inspection Code - Inspection, Repair, Alteration, and Rerating of In-service Piping Systems", Second Edition october 1998, Addendum 1 - 02/2000, Addendum 2 12/2001.

Artículo 137°.- Los resultados de las inspecciones deberán ser consignados en un registro foliado. El operador deberá implementar las acciones correctivas que correspondan de acuerdo a los resultados obtenidos de las inspecciones. Dichas acciones se deberán ceñir a las normas de diseño, inspección y mantenimiento de las tuberías.

Anexo 1.3 – Ensayo de hermeticidad de tanques y tuberías

Tecnología electrónica aplicada a tanques

Es una prueba Volumétrica, basada en sensores electrónicos que se introducen dentro de los tanques subterráneos con combustible, que mide, mediante la utilización de un computador portátil y un software cambios de nivel de producto (hasta 0,000127 mm) y cambios de temperatura (hasta 0,0013 grados Celsius) del líquido para determinar la hermeticidad de un tanque, logrando determinar ratas de fugas de hasta 0.1890 LPH (Litros por Hora), o lo que es igual 0.05 galones por hora.

Mediante esta tecnología se pueden probar tanques de acero y fibra de vidrio, con capacidad de almacenamiento de hasta 18.000 galones de combustible.

Los Tanques pueden encontrarse en el momento de la Prueba con un nivel de combustible o líquido entre un 10.9% y un 95% de su capacidad de almacenamiento y la recomendación dada por nosotros es que contengan líquido en al menos un 40 % de su capacidad para desarrollar la prueba de una manera eficiente y segura. Es recomendable que antes de realizar la prueba, el tanque haya tenido un tiempo de reposo después de haber recibido combustible en más del 50% de su capacidad, entre 3 a 6 horas.

El tiempo de colección de datos recomendado es de 5 horas con el propósito de disminuir la probabilidad de retest y hacer más eficiente el proceso de pruebas.

Aprobado internacionalmente por EPA, (Report No. 430592F05 – EPA 503/ UST 90 / 004), éste método tiene una precisión de detección de fugas del 99.995%, y una probabilidad de falsa alarma de 0.005%.

Tecnología de ultrasonido aplicada a la parte Seca del Tanque y Conexiones del mismo

Es una Prueba no Volumétrica, basada en la comparación de sonidos ultrasónicos, para determinar la hermeticidad del tanque mediante la introducción de micrófonos de alta frecuencia dentro de los tanques subterráneos con una capacidad de hasta 16500 galones.

En una primera parte de la prueba se aísla completamente el sistema de almacenamiento (tanque, líneas de venteo, líneas de llenado, etc.) para evitar la presencia de ruidos externos y se hace una primera grabación de este sistema; en una segunda fase del proceso se introduce una vacío de 30” de columna de agua equivalente a menos de 1 psi, y se procede a grabar el sonido del tanque en estas condiciones. La señal de sonido de la segunda condición será diferente a la de la primera. Ambas condiciones son grabadas por el Técnico y revisadas en la oficina central.

Esta tecnología puede operar en cualquier nivel de producto dentro del tanque inclusive estando completamente vacío.

A través de este método se verifica la hermeticidad tanto del cuerpo mismo del tanque, como de sus principales conexiones y uniones, sus líneas de venteo, y las tuberías de descarga.

El tiempo total recomendado para estas pruebas es no mayor a 120 minutos. Así, 1 hora para preparar el tanque para la prueba, 30 minutos para conducir la prueba y 30 minutos para poner nuevamente el tanque en servicio.

Este método está aprobado internacionalmente por la EPA / 530/ UST- 90/ 005, con una probabilidad de detección de fugas de un 100 % y probabilidad de falsa alarma de 0% en condiciones normales de operación de los detectores.

Prueba de líneas de combustible (tuberías)

Esta es una Prueba para determinar la hermeticidad de las líneas conductoras de combustible asociadas a los tanques de almacenamiento en una E/S.

Corresponde a una prueba de presión de las tuberías utilizando el mismo combustible que se encuentra dentro de ellas y sometiénolo a una presión no mayor a 150% de su presión normal de trabajo dentro de la tubería.

Se procede a preparar el sitio de trabajo, sellar la salida de combustible del tanque y la entrada al surtidor de combustible, iniciar un proceso de "purga" del sistema para evitar atrapamientos de bolsas de aire dentro del sistema y garantizar el comportamiento normal de la prueba. Una vez logradas estas condiciones, se procede a levantar la presión del combustible hasta 50 psi cuando el sistema funciona con bomba de impulsión o a 15 psi cuando funciona con bomba de succión.

Se inicia una serie de observaciones y registros del comportamiento cada 10 minutos. En caso de que la presión caiga mediante la observación del manómetro dispuesto para este fin, se procede a llevar nuevamente la presión a 50 psi o a 15 psi según sea el caso, tomando nota de la cantidad de combustible que se adiciona mediante un dispositivo volumétrico con que cuenta el equipo. Los registros de la última hora de observación de la prueba servirán para determinar la precisión de la fuga en galones o litros por hora.

Este método está aprobado por los Protocolos de EPA según Project No. 9915-M, con una probabilidad de detección de fugas del 99.9% para ratas de fuga de 0.10 galones por hora y una probabilidad de falsa alarma de 0.1% usando un límite de detección de fugas de 0.05 galones por hora.

Anexo 1.4 – Registros

Programa de Seguridad

Artículo 25°.- Programa de Seguridad es el conjunto ordenado de actividades sistemáticas, debidamente formalizadas y documentadas, destinadas a controlar o eliminar los riesgos de accidentes y daños a las personas o cosas, que una organización se propone cumplir en un período determinado.

Artículo 26°.- El Programa de Seguridad deberá contener:

- a) Orientaciones y objetivos generales de la empresa de CL, en relación con la seguridad y los riesgos, expresados formalmente por la dirección superior, a través de una política definida de seguridad y riesgos, política que deberá contener, como mínimo, el cumplimiento explícito de la legislación vigente y aplicable.
- b) Definiciones de las obligaciones y responsabilidades básicas del operador de una instalación de CL y del personal, en materia de seguridad y riesgos.
- c) Estructura organizacional, procedimientos, procesos, estándares, documentos y recursos para aplicar el Programa.
- d) Identificación de los peligros y evaluación de los riesgos de la actividad y de sus instalaciones.
- e) Planes y programas de prevención y control de riesgos.
- f) Programas de capacitación y entrenamiento del personal.
- g) Programa de confiabilidad operacional para el aseguramiento de la integridad mecánica y la confiabilidad del equipamiento crítico, entre otros, tanques y tuberías.
- h) En el caso de operadores de transporte de CL por carretera, el Programa deberá considerar lo relativo a conductores, vehículos y rutas.
- i) Procedimientos escritos para el manejo seguro de CL, que incluyan:
 - ♦ Instrucciones para la operación segura de cada instalación de CL.
 - ♦ Condiciones para puesta en servicio, para operación normal, operaciones provisionales, operaciones de emergencia, y detención programada.
 - ♦ Plan de Mantenimiento e Inspección de cada una de las instalaciones que opera.
 - ♦ Naturaleza, cantidad, duración y frecuencia de las actividades.
 - ♦ Investigación de accidentes.

- ♦ Procedimientos de revisiones y evaluación anual de la efectividad del Programa de Seguridad.
 - ♦ Relaciones con contratistas en aspectos de seguridad y durante emergencias.
- j) Revisión y evaluación anual de la efectividad del Programa de Seguridad.

Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos (MSCL)

Artículo 27°.- El Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos, debe contener las siguientes materias:

- a) Definición de las obligaciones y responsabilidades básicas del operador y del personal, en materia de seguridad y riesgos.
- b) Organigrama.
- c) Supervisión de las operaciones.
- d) Procedimientos de trabajo seguro (PTS) en instalaciones de CL.
- e) Hoja de datos de seguridad de productos químicos (HDS) según NCh 2245.Of2003, "Sustancias químicas - Hojas de datos de seguridad y en Requisitos".
- f) Instrucciones de prevención de riesgos en el manejo de CL y sustancias peligrosas.
- g) Plan de Mantenimiento e Inspección de la instalación.
- h) Relaciones con contratistas en aspectos de seguridad y durante emergencias.
- i) Procedimientos para otorgar permisos para realizar trabajos de construcción, mantenimiento e inspección.
- j) Investigación de accidentes.
- k) Obligaciones de la gerencia, del servicio de prevención de riesgos, de los supervisores y de los trabajadores.
- l) Prohibiciones a todo el personal.
- m) Normas especiales.

Artículo 28°.- El personal deberá estar debidamente capacitado para el correcto cumplimiento del MSCL.

Artículo 29°.- Será aplicable a su personal y a toda persona que, por cualquier causa, concurra a las instalaciones.

Artículo 30°.- El MSCL deberá ser revisado en períodos no superiores a 3 años y actualizado cada vez que se efectúe una modificación que tenga incidencia en alguna de las materias contenidas en éste, lo que debe ser efectuado con la asesoría de un Experto en Prevención de Riesgos.

Anexo 1.5 – Tabla comparativa de las metodologías de costeo

Costeo tradicional o absorbente	Costeo basado en actividades o ABC
Los productos son los que consumen los costos, ya sean directos o indirectos.	Las actividades son los que consumen los costos y a su vez los productos consumen actividades.
Asigna los CIF en base a medida de volumen, como por ejemplo las horas hombre.	Asigna los CIF en base a los recursos consumidos por las actividades
Valoriza solo el proceso productivo.	Valoriza todas las áreas de la organización, estén o no relacionadas directamente con el proceso productivo.
El tratamiento de los costos es de índole funcional, aplicado solo al proceso en cuestión.	El tratamiento de los costos es transversal a la empresa y busca mejorar el proceso completo.
No considera los gastos administrativos, ventas o gastos generales en el costo del producto.	Incluye todas las actividades involucradas directa o indirectamente con la realización del producto, debido a que generan costos a la empresa, por lo que se debe incluir en el valor del producto.
Estructura los costos internamente.	Estructura los costos enfocado en el mercado.
Emite reportes para decisiones gerenciales.	Herramienta utilizada por la alta gerencia.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.6 - Ponderación de las metodologías para la evaluación y diseño del proceso objetivo

Información requerida	Ponderación	RCM		TPM		AMFEC	
Que permita identificar las fallas más recurrentes del proceso.	0.13	6.0	0.78	5.5	0.72	5.8	0.75
Que ayude a determinar las fallas potenciales.	0.10	6.5	0.65	5.9	0.59	0.0	0.00
Que permita jerarquizar las fallas por su criticidad.	0.07	6.5	0.46	7.0	0.49	6.0	0.42
Que entregue las herramientas para redactar un nuevo plan de mantenimiento.	0.16	6.8	1.09	6.8	1.09	6.0	0.96
Que identifique las falencias del proceso de mantenimiento.	0.11	6.0	0.66	6.2	0.68	5.0	0.55
Que permita interrelacionar las fallas.	0.08	7.0	0,56	4.0	0.32	4.5	0,36
Que involucre a todos los actores del proceso.	0.06	5.5	0,33	6.8	0.41	5.0	0.30
Que mediante su implementación permita una reducción de los costos involucrados.	0.18	6.8	1.22	5.5	0.99	5.0	0.90
Que permita quitar las acciones de mantenimiento innecesarias.	0.11	5.8	0.64	6.5	0.72	4.0	0.44
Total	1		6.39		6.01		4.68

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3.1 - Costos de mano de obra, mantenimiento preventivo

E/S	N° Tanques	N° Surtidores	N° Bocas	Costo de mano de obra, mantenimiento preventivo (\$)												Total
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	5	4	11	150.853	148.127	148.127	152.523	148.127	150.853	149.797	-	153.136	150.853	-	-	1.352.395
2	5	4	7	91.681	88.956	88.956	93.951	88.956	91.681	90.626	91.681	-	122.403	-	-	848.292
3	5	3	17	200.705	200.705	203.758	200.705	-	200.705	-	200.705	-	200.705	-	-	1.407.986
4	6	5	21	173.894	171.169	171.169	175.564	171.169	173.894	226.602	227.657	229.941	-	-	227.657	1.948.715
5	6	6	19	216.016	218.648	216.016	218.648	219.240	216.016	220.260	-	218.648	217.628	-	216.016	2.177.137
6	5	5	19	207.394	216.066	219.119	216.066	-	216.066	-	-	219.119	216.066	-	-	1.509.884
7	4	3	10	126.123	128.755	126.123	128.755	129.346	126.123	130.367	-	128.755	127.735	-	-	1.152.082
8	5	5	29	312.588	315.220	312.588	315.220	315.812	312.588	316.832	-	315.220	314.200	-	312.588	3.142.858
9	5	4	19	235.784	238.416	235.784	238.416	239.007	235.784	240.027	-	238.416	237.395	-	235.784	2.374.811
10	4	5	17	118.443	128.755	126.123	128.755	129.346	126.123	176.449	-	174.838	173.818	-	-	1.282.650
11	5	4	18	228.103	230.735	228.103	230.735	231.327	228.103	232.347	229.715	-	229.715	-	228.103	2.296.986
12	7	5	17	200.591	200.591	203.644	200.591	-	200.591	-	-	-	200.591	-	-	1.206.600
13	5	5	12	149.851	147.126	127.358	131.754	155.808	158.533	157.477	-	160.817	158.533	-	158.533	1.664.323
14	5	6	21	204.110	212.792	215.845	212.792	-	212.792	-	-	254.247	251.194	-	256.117	1.819.887
15	6	7	20	189.255	217.251	217.251	221.647	225.933	228.659	227.603	228.659	230.943	228.659	-	228.659	2.444.519
16	6	4	19	196.298	196.298	199.351	196.298	-	196.298	-	197.861	-	197.861	-	-	1.380.266
17	4	3	17	191.973	194.605	191.973	194.605	195.197	191.973	196.217	192.023	-	192.023	-	-	1.740.589
18	5	5	17	233.727	233.695	233.836	235.161	235.156	233.727	236.393	234.265	236.383	234.265	-	235.368	2.581.976
19	5	5	28	298.785	296.059	296.059	254.641	296.059	298.785	297.729	-	301.068	298.785	-	298.785	2.936.755
20	4	5	25	251.063	251.063	254.116	251.063	-	251.063	-	251.063	254.116	251.063	-	255.986	2.270.597
21	3	3	0	197.598	-	197.706	199.031	199.026	197.598	200.263	198.135	200.253	198.135	-	-	1.787.744
22	6	6	27	289.547	292.179	289.547	292.179	300.451	297.227	301.471	298.839	-	298.839	-	297.227	2.957.506
23	5	5	23	246.674	246.674	249.727	246.674	-	246.674	-	246.788	249.841	246.788	-	251.710	2.231.549
24	3	4	26	269.780	272.411	269.780	272.411	273.003	269.780	274.023	271.391	-	271.391	-	289.547	2.733.517
25	5	5	21	240.059	242.691	240.059	242.691	243.283	240.059	244.303	240.109	243.162	240.109	-	-	2.416.525
26	4	5	25	-	-	-	-	-	-	-	259.745	-	-	-	264.668	784.158
27	3	6	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	5	5	25	269.465	266.739	266.739	271.134	266.739	269.465	268.409	269.465	271.748	-	-	278.147	2.698.049
29	5	7	25	254.104	251.378	251.378	255.773	251.378	254.104	253.048	254.104	271.748	-	-	278.147	2.575.161
30	5	5	17	208.021	189.934	205.295	209.691	205.295	208.021	206.965	208.021	210.304	-	-	208.021	2.059.569

E/S	N° Tanques	N° Surtidores	N° Bocas	Costo de mano de obra, mantenimiento preventivo (\$)												Total
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
31	5	6	17	196.936	194.210	194.210	198.605	194.210	196.936	195.880	196.936	199.219	196.936	-	-	1.964.076
32	4	2	16	189.255	186.529	186.529	190.925	186.529	189.255	188.199	-	191.539	189.255	-	189.255	1.887.271
33	5	5	0	295.171	295.139	295.280	296.805	296.600	295.171	297.836	295.708	297.826	295.708	-	296.811	3.257.857
34	5	5	21	208.538	203.087	279.892	288.882	279.892	285.343	283.231	285.343	-	284.025	-	294.025	2.702.059
35	4	5	27	277.396	277.396	280.449	277.396	-	277.396	-	-	280.449	277.396	-	282.432	2.230.309
36	6	6	27	305.910	308.541	305.910	308.541	309.133	305.910	310.153	305.959	309.012	305.959	-	-	3.385.908
37	4	3	0	205.278	-	205.387	206.712	206.707	205.278	207.943	205.815	207.933	205.815	-	206.918	2.063.786
38	4	6	31	305.828	305.828	308.881	305.828	-	305.828	-	305.828	308.881	305.828	-	310.751	2.763.480
39	4	3	16	173.257	173.257	176.310	173.257	-	173.257	-	174.819	-	174.819	-	-	1.218.976
40	6	7	33	332.161	332.161	335.214	332.161	-	332.161	-	373.371	374.391	-	-	371.760	2.783.379
41	5	6	11	150.853	148.127	148.127	152.523	148.127	150.853	149.797	150.853	153.136	-	-	150.853	1.503.248
42	6	3	12	158.533	155.808	155.808	160.203	155.808	158.533	157.477	158.533	160.817	-	-	158.533	1.580.053
43	6	5	22	267.507	270.139	267.507	270.139	270.731	267.507	271.751	267.789	250.842	-	-	272.479	2.656.391
44	7	6	25	262.149	281.916	284.969	281.916	-	281.916	-	283.478	284.498	-	-	281.867	2.242.708
45	6	5	34	304.908	307.540	304.908	345.942	346.534	343.310	347.554	359.722	362.775	359.722	-	364.645	3.747.559
46	6	5	30	348.718	351.350	348.718	351.350	351.942	348.718	352.962	329.000	-	329.000	-	333.923	3.445.682
47	7	7	23	271.468	268.742	268.742	273.138	268.742	262.786	270.412	262.786	249.708	263.787	-	-	2.660.311
48	7	5	20	243.464	246.096	243.464	246.096	246.688	243.464	247.708	245.076	246.096	-	-	243.464	2.451.616
49	7	7	41	459.250	461.881	479.017	481.649	482.240	479.017	483.260	480.629	481.649	-	-	479.017	4.767.609
50	8	6	11	201.869	201.837	201.978	203.303	203.298	201.869	204.535	202.407	204.525	202.407	-	203.509	2.231.538
51	5	5	15	218.367	218.334	218.475	219.800	219.795	218.367	221.032	218.904	221.022	218.904	-	220.007	2.413.006
52	3	3	0	205.278	205.246	205.387	206.712	206.707	205.278	207.943	205.815	207.933	205.815	-	206.918	2.269.032
53	5	4	26	288.627	288.595	288.736	290.061	290.056	288.627	291.292	289.164	291.282	289.164	-	290.267	3.185.870
54	6	5	14	210.686	210.654	210.795	212.120	212.115	210.686	213.351	211.223	213.341	211.223	-	212.326	2.328.521
55	6	5	14	210.686	210.654	210.795	212.120	212.115	210.686	213.351	211.223	213.341	211.223	-	212.326	2.328.521
56	5	5	15	218.367	218.334	218.475	219.800	219.795	218.367	221.032	218.904	221.022	218.904	-	220.007	2.413.006
57	6	5	0	210.686	210.654	210.795	212.120	212.115	210.686	213.351	211.223	213.341	211.223	-	212.326	2.328.521
58	5	4	7	142.698	142.666	142.807	144.132	144.127	142.698	145.363	143.235	145.353	143.235	-	144.338	1.580.653
59	5	5	14	210.686	210.654	210.795	212.120	212.115	210.686	213.351	211.223	213.341	211.223	-	212.326	2.328.521
60	5	4	13	188.781	188.749	188.890	190.215	190.210	188.781	191.446	189.318	191.436	189.318	-	190.421	2.087.564

E/S	Nº Tanques	Nº Surtidores	Nº Bocas	Costo de mano de obra, mantenimiento preventivo (\$)												Total
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
61	5	4	20	242,544	242,512	242,653	243,978	243,973	242,544	245,209	243,081	245,199	243,081	-	244,184	2,678,960
62	6	6	14	224,911	224,879	225,019	226,345	226,340	224,911	227,576	225,448	227,566	225,448	-	226,551	2,484,993
63	4	2	17	209,337	211,969	200,655	203,287	203,879	200,655	204,899	202,267	203,287	-	-	200,655	2,040,892
64	4	5	33	303,775	306,407	303,775	326,775	326,766	323,543	327,786	325,155	326,175	325,155	-	343,310	3,338,022
65	7	6	21	259,827	262,458	259,827	262,458	263,050	259,827	264,070	261,438	262,458	261,438	-	259,827	2,876,679
66	6	6	22	239,107	239,107	242,160	239,107	-	239,107	-	240,669	241,690	240,669	-	239,058	2,160,674
67	5	7	34	352,042	359,722	362,775	359,722	-	359,722	-	359,722	362,775	359,722	-	364,645	3,240,847
68	7	5	21	231,377	234,009	231,377	234,009	234,601	231,377	235,621	251,194	254,247	-	-	-	2,137,812
69	4	4	19	203,614	200,889	181,121	185,517	209,571	212,297	211,241	204,616	214,580	212,297	-	-	2,035,742
70	8	6	22	240,109	247,789	250,842	247,789	-	247,789	-	247,789	250,842	247,789	-	252,712	2,233,451
71	6	5	27	257,693	260,324	257,693	260,324	260,916	257,693	261,936	259,304	260,324	259,304	-	257,693	2,853,204
72	5	5	15	156,781	156,781	159,834	156,781	-	156,781	-	158,457	159,477	158,457	-	-	1,263,347
73	8	7	22	267,443	267,443	270,496	267,443	-	267,443	-	267,443	270,496	-	-	272,479	2,150,666
74	9	7	24	274,186	276,818	274,186	276,818	277,409	274,186	278,430	275,798	276,818	275,798	-	274,186	3,034,632
75	5	3	9	102,130	102,130	105,182	102,130	-	102,130	-	102,130	105,182	102,130	-	115,734	938,877
76	5	5	0	264,449	264,417	264,558	265,883	265,878	264,449	267,114	264,987	267,105	264,987	-	266,089	2,919,917
77	3	4	19	234,864	234,832	234,972	236,297	236,293	234,864	237,529	235,401	237,519	235,401	-	236,504	2,594,474
78	6	6	14	224,911	224,879	225,019	226,345	226,340	224,911	227,576	225,448	227,566	225,448	-	226,551	2,484,993
79	8	4	17	219,503	219,471	219,611	220,937	220,932	219,503	222,168	220,040	222,158	220,040	-	221,143	2,425,504
80	6	6	28	321,270	343,670	333,357	335,989	336,581	333,357	337,601	334,969	335,989	334,969	-	333,357	3,681,110
81	7	7	29	312,588	315,220	312,588	315,220	315,812	312,588	316,832	314,200	315,220	314,200	-	312,588	3,457,058
82	8	7	19	244,402	244,402	247,454	244,402	-	244,402	-	246,077	247,098	246,077	-	244,466	2,208,779
83	3	1	16	164,575	164,575	167,628	164,575	-	164,575	-	164,575	167,628	164,575	-	178,180	1,500,884
84	5	5	27	262,149	277,509	280,562	277,509	-	277,509	-	277,509	280,562	277,509	-	282,432	2,493,253
85	4	5	13	166,214	163,488	163,488	167,883	163,488	166,214	165,158	166,214	-	166,214	-	166,214	1,654,574
86	5	4	13	166,214	163,488	163,488	167,883	163,488	166,214	165,158	166,214	168,497	-	-	166,214	1,656,857
87	6	4	0	234,864	234,832	234,972	236,297	236,293	234,864	237,529	235,401	237,519	235,401	-	236,504	2,594,474
88	9	8	32	349,274	346,548	346,548	350,944	346,548	349,274	348,218	340,592	342,876	349,274	-	340,592	3,810,689
89	5	4	19	212,297	209,571	209,571	213,966	209,571	212,297	211,241	212,297	214,580	212,297	-	-	2,117,685
90	5	3	17	180,888	183,520	180,888	183,520	184,111	180,888	185,131	180,937	-	-	-	-	1,640,821

E/S	N° Tanques	N° Surtidores	N° Bocas	Costo de mano de obra, mantenimiento preventivo (\$)												Total
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
91	5	4	23	265.586	265.553	265.694	267.019	267.014	265.586	268.251	266.123	268.241	266.123	267.226	2.992.2415	
92	9	6	22	239.744	237.019	237.019	233.734	229.338	239.744	246.369	-	249.708	247.425	255.105	2.415.206	
93	5	4	11	150.853	148.127	148.127	152.523	148.127	150.853	149.797	-	153.136	150.853	150.853	1.503.248	
94	5	5	28	298.785	296.059	296.059	300.455	296.059	298.785	297.729	298.785	-	298.785	298.785	2.990.285	
95	6	5	19	212.297	209.571	209.571	213.966	209.571	212.297	211.241	212.297	-	212.297	-	1.903.105	
96	6	5	15	218.367	218.334	218.475	219.800	219.795	218.367	221.032	218.904	221.022	218.904	220.007	2.413.006	
97	7	6	13	217.230	217.198	217.339	218.664	218.659	217.230	219.895	217.768	219.886	217.768	218.870	2.400.508	
98	6	5	19	215.952	215.952	219.005	215.952	-	215.952	-	237.395	238.416	237.395	235.784	2.031.803	
99	5	4	12	158.533	155.808	155.808	160.203	155.808	158.533	157.477	158.533	160.817	-	-	1.421.520	
100	6	5	21	240.059	242.691	240.059	242.691	243.283	240.059	244.303	240.109	243.162	-	245.031	2.421.447	
101	6	5	17	233.727	233.695	233.836	235.161	235.156	233.727	-	-	-	234.265	-	1.639.569	
102	6	5	20	212.297	209.571	209.571	213.966	217.251	219.977	218.921	-	214.580	212.297	212.297	2.140.727	
103	5	2	13	132.851	132.851	135.904	132.851	-	132.851	-	132.851	135.904	-	146.456	1.082.522	
104	7	5	8	164.603	164.571	164.712	166.037	166.032	164.603	167.268	165.140	167.259	165.140	166.243	1.821.610	
105	3	2	10	137.290	137.258	137.399	138.724	138.719	137.290	139.955	137.827	139.945	137.827	138.980	1.521.164	
106	6	6	23	294.035	294.003	294.144	295.469	295.464	294.035	296.700	294.572	296.690	294.572	295.675	3.245.359	
107	6	6	13	217.230	217.198	217.339	218.664	218.659	217.230	219.895	217.768	219.886	217.768	218.870	2.400.508	
108	6	7	25	323.621	323.589	323.729	325.054	325.050	323.621	326.286	324.158	326.276	324.158	325.261	3.570.801	
109	2	5	0	233.727	233.695	233.836	235.161	235.156	233.727	236.393	234.265	236.383	234.265	235.368	2.581.976	
110	4	4	6	135.018	134.986	135.126	136.451	136.447	135.018	137.683	135.555	137.673	135.555	136.658	1.496.168	
111	7	7	23	308.260	308.228	308.368	309.694	309.689	308.260	310.925	308.797	310.915	308.797	309.900	3.401.831	
112	4	7	0	323.621	323.589	323.729	325.054	325.050	323.621	326.286	324.158	326.276	324.158	325.261	3.570.801	
113	6	6	29	340.118	340.086	340.226	341.552	341.547	340.118	342.783	340.655	342.773	340.655	341.758	3.752.270	
114	6	4	17	219.503	219.471	219.611	220.937	220.932	219.503	222.168	220.040	222.158	220.040	221.143	2.425.504	
115	6	5	28	298.785	296.059	296.059	300.455	296.059	298.785	297.729	298.785	-	298.785	298.785	2.990.285	
116	5	6	0	340.118	340.086	340.226	341.552	341.547	340.118	342.783	340.655	342.773	340.655	341.758	3.752.270	
117	7	6	36	393.881	393.849	393.990	395.315	395.310	393.881	396.546	394.418	396.536	394.418	395.521	4.343.665	
118	6	4	26	269.829	269.829	272.882	269.829	-	269.829	-	269.829	272.882	269.829	274.752	2.439.489	
119	4	4	0	188.781	188.749	188.890	190.215	190.210	188.781	191.446	189.318	191.436	189.318	190.421	2.087.564	
120	4	3	17	205.278	205.246	205.387	206.712	206.707	205.278	207.943	205.815	207.933	205.815	206.918	2.269.032	
121	5	5	27	294.824	297.456	294.824	297.456	298.047	294.824	299.068	-	297.926	294.874	299.796	2.969.096	
Total	654	596	2208	27.823.921	27.525.196	27.992.027	28.171.893	28.118.511	28.121.049	22.622.306	24.826.935	24.723.435	24.360.743	-	283.414.763	

Anexo 3.2 - Costos de repuestos, mantenimiento preventivo

N° E/S	N° Tanques	N° Surtidores	N° Bocas	Costo repuestos, mantenimiento preventivo (\$)
1	5	4	11	80.296
2	5	4	7	51.098
3	5	3	17	87.663
4	6	5	21	153.293
5	6	6	19	138.694
6	5	5	19	138.694
7	4	3	10	72.997
8	5	5	29	211.690
9	5	4	19	138.694
10	4	5	17	124.094
11	5	4	18	131.394
12	7	5	17	65.746
13	5	5	12	87.596
14	5	6	21	153.293
15	6	7	20	145.993
16	6	4	19	85.729
17	4	3	17	124.094
18	5	5	17	124.094
19	5	5	28	204.391
20	4	5	25	182.492
21	3	3	0	116.795
22	6	6	27	197.091
23	5	5	23	167.892
24	3	4	26	189.791
25	5	5	21	153.293
26	4	5	25	48.344
27	1	6	0	-
28	5	5	25	182.492
29	5	7	25	182.492
30	5	5	17	124.094
31	5	6	17	124.094
32	4	2	16	116.795
33	5	5	0	182.492
34	5	5	21	153.293
35	4	5	27	197.091
36	6	6	27	197.091
37	4	3	0	124.094
38	4	6	31	226.290
39	4	3	16	72.193
40	6	7	33	240.889

N° E/S	N° Tanques	N° Surtidores	N° Bocas	Costo repuestos, mantenimiento preventivo (\$)
41	5	6	11	80.296
42	6	3	12	87.596
43	6	5	22	160.593
44	7	6	25	182.492
45	6	5	34	248.189
46	6	5	30	218.990
47	7	7	23	167.892
48	7	5	20	145.993
49	7	7	41	299.286
50	8	6	11	80.296
51	5	5	15	109.495
52	3	3	0	124.094
53	5	4	26	189.791
54	6	5	14	102.195
55	6	5	14	102.195
56	5	5	15	109.495
57	6	5	0	102.195
58	5	4	7	51.098
59	5	5	14	102.195
60	5	4	13	94.896
61	5	4	20	145.993
62	6	6	14	102.195
63	4	2	17	124.094
64	4	5	33	240.889
65	7	6	21	153.293
66	6	6	22	160.593
67	5	7	34	248.189
68	7	5	21	153.293
69	4	4	19	138.694
70	8	6	22	160.593
71	6	5	27	197.091
72	5	5	15	109.495
73	8	7	22	160.593
74	9	7	24	175.192
75	5	3	9	65.697
76	5	5	0	153.293
77	3	4	19	138.694
78	6	6	14	102.195
79	8	4	17	124.094
80	6	6	28	204.391

N° E/S	N° Tanques	N° Surtidores	N° Bocas	Costo repuestos, mantenimiento preventivo (\$)
81	7	7	29	211.690
82	8	7	19	138.694
83	3	1	16	116.795
84	5	5	27	197.091
85	4	5	13	94.896
86	5	4	13	94.896
87	6	4	0	138.694
88	9	8	32	233.589
89	5	4	19	138.694
90	5	3	17	124.094
91	5	4	23	167.892
92	9	6	22	160.593
93	5	4	11	80.296
94	5	5	28	204.391
95	6	5	19	138.694
96	6	5	15	109.495
97	7	6	13	94.896
98	6	5	19	138.694
99	5	4	12	87.596
100	6	5	21	153.293
101	6	5	17	124.094
102	6	5	20	145.993
103	5	2	13	67.036
104	7	5	8	58.397
105	3	2	10	72.997
106	6	6	23	167.892
107	6	6	13	94.896
108	6	7	25	182.492
109	2	5	0	124.094
110	4	4	6	43.798
111	7	7	23	167.892
112	4	7	0	182.492
113	6	6	29	211.690
114	6	4	17	124.094
115	6	5	28	204.391
116	5	6	0	211.690
117	7	6	36	262.788
118	6	4	26	189.791
119	4	4	0	94.896
120	4	3	17	124.094
121	5	5	27	197.091
Total	652	596	2191	17.194.054

Anexo 3.3 - Aspectos específicos sobre el diseño, construcción y operación de una E/S exigidos por la SEC

Soportes, fundaciones y anclajes

Artículo 48°.- Todo tanque enterrado deberá descansar en arena de río o arena continental.

Artículo 50°.- Las fundaciones de acero que soporten el tanque a un nivel superior a 30 cm de una base de concreto, albañilería o del terreno, deberán estar protegidas contra la acción del fuego directo.

Artículo 51°.- Las fundaciones deben estar diseñadas para evitar corrosión y asentamiento disperejo del tanque.

Artículo 52°.- Los soportes del tanque se deben diseñar de modo de evitar excesivas concentraciones de carga en el tanque y utilizar en su diseño prácticas recomendadas de ingeniería. Los soportes, conexiones y anclajes deberán estar diseñados de modo de considerar las cargas causadas por efectos sísmicos y en las zonas en que se produzcan inundaciones se deberán considerar las cargas causadas por éstas.

Del diseño de venteos para tanques enterrados

Artículo 61°.- Los sistemas de venteo de tanques enterrados deberán ser construidos y su capacidad ser calculada, de modo que no produzcan presiones interiores mayores a 17 kPa (0,175 kgf/cm²). Para el diseño de los sistemas de venteo de tanques que cuenten con sistemas de recuperación de vapor debe utilizarse como presión interior máxima la indicada por el fabricante del sistema recuperador de vapores. En todo caso, los diámetros nominales mínimos de venteo no pueden ser inferiores a los establecidos en la Tabla 2.

Artículo 62°.- Además, deberán cumplir con lo siguiente:

Las salidas de los venteos deberán estar ubicadas fuera de los edificios, debidamente protegidas, a fin de impedir la entrada de materiales extraños o de aguas lluvia, a una altura mínima de 3,7 m sobre el nivel del terreno circundante y a más de 1,5 m de cualquier ventana, abertura de edificios cercanos o del límite de la propiedad. La evacuación de los vapores de CL deberá ser de forma tal, que éstos se mezclen rápidamente con el aire ambiente, sin afectar edificios o estructuras vecinas.

El tramo de la tubería de venteo, desde el tanque hasta el vertical, deberá tener una pendiente continua positiva mínima de 1%.

Bajo ninguna circunstancia se deberán interconectar venteos de tanques que almacenen CL de distinta Clase.

En el caso de tanques de CL de Clase I, el sistema de venteo deberá contar con válvulas de presión y vacío, asegurando que la presión interior del tanque no sobrepase su presión de diseño.

Tabla 2 - Diámetros nominales mínimos para venteos.

Flujo máximo (m^3/h)	Longitud de la tubería de venteo		
	15 m	30 m	60 m
22	30 mm (1 1/4")	30 mm (1 1/4")	30 mm (1 1/4")
45	30 mm (1 1/4")	30 mm (1 1/4")	30 mm (1 1/4")
68	30 mm (1 1/4")	30 mm (1 1/4")	30 mm (1 1/4")
90	30 mm (1 1/4")	38mm (1 1/2")	50mm (2")
113	38mm (1 1/2")	38mm (1 1/2")	50mm (2")
136	50mm (2")	50mm (2")	50mm (2")
158	50mm (2")	50mm (2")	50mm (2")
181	50mm (2")	50mm (2")	76mm (3")
204	50mm (2")	50mm (2")	76mm (3")
227	50mm (2")	50mm (2")	76mm (3")

Fuente: D/S 160.

Instalación de tanques enterrados

Artículo 72°.- Los tanques enterrados deberán estar protegidos para resistir la carga exterior a la que puedan estar sometidos, mediante una cubierta o capa protectora que en ningún caso deberá ser de un espesor inferior a 60 cm de material estabilizado o compactado. Alternativamente se podrá utilizar material estabilizado o compactado con un espesor mínimo de 30 cm y sobre ésta una plancha de hormigón armado de un espesor de 10 cm u otra capa protectora con una resistencia mecánica equivalente a éstas.

Artículo 73°.- La profundidad del tanque no deberá ser superior a aquella en la cual la altura del CL, medida desde el fondo del tanque, pueda generar una presión igual o superior a la presión de diseño del tanque.

Artículo 74°.- Los tanques enterrados deberán estar rodeados con una capa, de un espesor mínimo de 15 cm, de material inerte, no corrosivo y que no pueda dañar la capa de protección del tanque, entre otros, arena de río o arena continental.

Artículo 75°.- Todo tanque enterrado que esté sujeto a la acción del tránsito deberá estar protegido mediante una cubierta de material estabilizado o compactado de 90 cm de espesor, o de 46 cm de tierra bien apisonada más 15 cm de concreto reforzado o 20 cm de

concreto asfáltico. Cuando se utilice pavimento de concreto reforzado o asfáltico como parte de la protección, éste se deberá extender horizontalmente 30 cm más allá del contorno del tanque, en todas las direcciones.

Artículo 76°.- Se deberá reforzar todo tanque cuyo espesor de la capa protectora señalada en los artículos anteriores sea superior al diámetro del tanque o si la presión al fondo de éste es superior a 69 kPa (0,7 kgf/cm²), medida con la tubería de llenado o de venteo llena con CL, a menos que se cuente con un certificado del fabricante que acredite que está calificado para operar bajo tales presiones.

Artículo 77°.- La excavación en que se deposite el tanque y sus conexiones deberá quedar aislada de elementos o componentes del terreno que puedan producir corrosión, entre otros, azufre, sal.

Artículo 78°.- Las conexiones flexibles, cabezal de bomba sumergida, entre otras, deberán ubicarse en una cámara estanca a los combustibles (SUMP), con el objetivo de contener cualquier derrame que se produzca en esa zona.

Artículo 79°.- Previo a cubrir el tanque con material de relleno, deberá ser ensayado hidrostáticamente en terreno, a una presión comprendida entre 20,6 kPa (0,21 kgf/cm²) y 34,5 kPa (0,35 kgf/cm²), la que se deberá mantener durante una (1) hora, a fin de detectar posibles filtraciones. Alternativamente a ello, se puede ensayar con aire, a una presión comprendida entre 20,6 kPa (0,21 kgf/cm²) y 34,5 kPa (0,35 kgf/cm²), la cual se deberá mantener durante 12 horas, tiempo durante el cual se deberán considerar las variaciones de temperatura al interior del tanque.

Artículo 80°.- En el caso de tanques con contención secundaria, también se deberá ensayar el espacio intersticial, hidrostática o neumáticamente a una presión manométrica comprendida entre 20,6 kPa (0,21 kgf/cm²) y 34,5 kPa (0,35 kgf/cm²) o con un vacío de 17.9 kPa, o según las instrucciones del fabricante. La presión o vacío se debe mantener durante una hora.

Artículo 81°.- Todo tanque enterrado y sus tuberías deberán ser protegidos contra la corrosión. La protección contra la corrosión externa podrá estar constituida por cualquiera de los siguientes sistemas:

- ♦ Un recubrimiento y/o revestimiento, según corresponda, basado en normas nacionales, y a falta de éstas en normas extranjeras o prácticas recomendadas de ingeniería, reconocidas internacionalmente. El recubrimiento y/o revestimiento se considera como parte integrante de la fabricación del tanque, por lo tanto la certificación del mismo deberá incluirlo. En caso de aplicarse protección exterior de capas asfálticas, éstas deberán ser de un espesor mínimo de 3 mm, y aplicadas sobre la superficie debidamente preparada del tanque.

- ♦ Un sistema de protección catódica instalado y mantenido en concordancia con la norma NACE Standard RP0285-2002, "Corrosión Control of Underground Storage Tanks System by Cathodic Protection".

El sistema de protección deberá ser determinado en base a un estudio practicado por un profesional competente.

Artículo 82º.- En caso de instalar tanques en zonas donde existan napas de agua, los tanques deberán ser anclados a una fundación de concreto que impida su flotación.

Artículo 83º.- Todo tanque y sus cañerías anexas, previo a su cubrimiento, deberá contar con sus respectivas certificaciones de hermeticidad, protección contra la corrosión y anclaje, si corresponde.

Artículo 84º.- Sin perjuicio de lo establecido en el presente párrafo, se deberá cumplir con lo establecido en las normas API RP 1615 "Installation of Underground Petroleum Storage.

Aspectos de diseño de la red de tuberías

Artículo 119º.- Las tuberías y demás elementos de la red, sobre superficie o enterrados, deberán ser de material(es) compatible(s) con el CL a contener, entre otros, acero, y con un espesor adecuado a la presión y temperatura de operación de la red, así como de otros requerimientos que pudieran existir.

Artículo 121º.- El espesor mínimo para las tuberías de acero de un diámetro igual o inferior a 75 mm (3"), deberá ser el correspondiente a la serie denominada serie 40 (Schedule 40).

Artículo 122º.- Las válvulas principales de tanques y aquellas de un diámetro igual o superior a 63 mm (2½"), deberán ser de acero, fundición nodular o material de similares características, de cierre hermético y para una presión manométrica de operación de 882 kPa (9 kgf/cm²).

Artículo 124º.- Se deberán proveer sistemas de protección contra golpes de ariete y sobrepresiones, que puedan afectar adversamente la instalación, basados en un estudio técnico, consignado en un documento escrito, que deberá permanecer en la instalación de CL.

Artículo 125º.- Para las conexiones de tuberías, se deberán utilizar elementos de unión que soporten presiones de trabajo mínimas de 882 kPa (9 kgf/cm²), a temperatura

ambiente, como bridas (flanches), codos, tes, uniones o coplas, ya sean de acero, o de otro material apto para este uso.

Artículo 126°.- Las uniones de tuberías deberán ser herméticas, soldadas, termofusionadas o con bridas (flanches) o, en caso de diámetros nominales menores que 50 mm (2"), con hilo.

En las uniones con hilo se deberán utilizar sellantes que sean compatibles con los CL, como asimismo las empaquetaduras de las uniones del tipo brida y los sellantes de las uniones roscadas deberán ser compatibles para el uso con CL.

Protecciones de Tuberías

Artículo 127°.- Las tuberías y elementos de la red de tuberías deberán ser protegidos contra la corrosión externa, ya sea a través de un recubrimiento con materiales resistentes a la corrosión, y/o mediante un sistema de protección catódica diseñado de acuerdo, a la norma NACE Standard RP0169-2002. "Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping System".

Artículo 128°.- El tipo de protección contra la corrosión deberá ser determinada en base a un estudio practicado en cada caso, consignado en un documento escrito.

Anexo 3.4 – Hojas de información RCM II

Hoja de información RCM II, subsistema Medidor volumétrico

Hoja de Información RCM II		Sistema: Succión e impulsión		
Subsistema: Medidor volumétrico		Sistema: Succión e impulsión		
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla	
1 Medir flujo de combustible con exactitud (rango de tolerancia, +- 0,3%).	A Mide el flujo con dificultad.	1 Partículas metálicas en el disco magnético.	Alteran el campo magnético del disco, causando movimientos irregulares del pulsador e impidiendo la correcta medición del flujo de combustible. ♦ Revisión y limpieza disco magnético: 20 min.	
		2 Bomba ineficaz.	Altera el flujo de combustible que llega hasta el surtidor, provocando movimientos irregulares en el pulsador. ♦ Cambio de bomba: 120 min.	
		3 Suciedad en filtro. ♦ Saturación media, provoca un flujo de 32.1 lts/min. ♦ Saturación alta: 18,9 lts/min.	Impide el paso expedito de combustible a través del filtro, alterando la continuidad del flujo a través del pulsador, lo que puede generar un desgaste prematuro del mismo. ♦ Cambio de filtro: 20 min.	
		4 Filtro ineficaz.	No retiene todas las partículas sólidas que contiene el combustible, las que podrían alojarse en las partes del medidor volumétrico, impidiendo su correcto funcionamiento. ♦ Cambio de filtro: 20 min.	
		5 Bajo volumen de combustible en el tanque.	Al fondo del tanque hay un exceso de material sólido que es succionado por el surtidor al comenzar el despacho. Estas partículas dificultan el proceso de filtración y pueden alojarse al interior del medidor volumétrico. ♦ Carga de combustible: 60 min.	
B No mide el flujo.	1 Pulsador desconectado.	Impide la comunicación del pulsador con el controlador del surtidor de combustible, por lo que es imposible que envíe la información de los pulsos marcados para detener el flujo de combustible al cumplir con el volumen requerido, esto conlleva a que el surtidor despache más combustible del solicitado por el cliente. ♦ Revisión y cambio de cableado: 20 min.		
	2 Cable del pulsador averiado.	Impide la comunicación del pulsador con el controlador del surtidor de combustible, por lo que es imposible que envíe la información de los pulsos requeridos para detener el flujo de combustible al cumplir con el volumen solicitado por el cliente. ♦ Revisión y cambio de cableado: 20 min.		

Hoja de Información RCM II		Sistema: Componentes y accesorios		
Subsistema: Medidor volumétrico		Efecto de falla		
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla	
1 Medir flujo de combustible con exactitud (rango de tolerancia, +- 0,3%).	B No mide el flujo.	3 Pulsador dañado.	Impide la medición de centímetros cúbicos de combustible que pasan a través de él, lo que impide saber el volumen despachado. ♦ Cambio de pulsador: 45 min.	
		1 Cable del pulsador averiado.	Impide la comunicación del pulsador con el controlador del surtidor de combustible, por lo que, es imposible que envíe la información de los pulsos marcados para detener el flujo de combustible al cumplir con el volumen requerido, esto conlleva a que el surtidor despache más combustible del solicitado por el cliente. ♦ Revisión y cambio de cableado: 20 min.	
	C Interrupción de la medición del flujo durante la transacción.	2 Pulsador desconectado.	Impide la medición de centímetros cúbicos de combustible que pasan a través de él, lo que impide saber el volumen despachado. ♦ Revisión y conexión de cableado: 20 min.	
		1 Medidor fuera de medida.	No tiene la cuenta correcta a cerca de cuántos centímetros cúbicos de combustible deben pasar a través de él por pulso, impidiendo que la cantidad de combustible despachado sea realmente la que marca el visualizador. Esto conlleva a un despacho menor o mayor al requerido. ♦ Calibración de pulsador: 20 min.	
		2 Pulsador desconectado.	No es posible la medición de centímetros cúbicos de combustible que pasan a través de él, lo que impide saber el volumen de salida de combustible. ♦ Revisión y conexión de cableado: 20 min.	
	D Las ventas preestablecidas se exceden o no alcanzan el monto deseado.	3 Pulsador dañado.	Por encontrarse dañado ya no cumple con la función de marcar un pulso por cada cc. de combustible que pasa a través de él de una manera eficaz. ♦ Cambio de pulsador: 45 min.	

Hoja de información RCM II. subsistema Bomba

Hoja de información RCM II		Sistema: Succión e impulsión		
Función		Subsistema: Bomba		
Falla funcional		Modo de falla		
		Efecto de falla		
<p>Impulsión de combustible.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Presión máxima 45 PSI ◆ Flujo máximo: 37.8 lts/min ◆ Potencia de motor de 2 a 5 HP ◆ Voltaje 380 volt, 50 Hz. 	<p>A</p> <p>Problema de suministro de combustible.</p>	1	<p>Suciedad en filtro.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Saturación media, provoca un flujo de 32.1 lts/min. ◆ Saturación alta: 18.9 lts/min. 	<p>Reducción de la velocidad de flujo lo que implica problemas con el calibrador y los litros por minuto que deberían pasar en el flujo determinado.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de filtro: 20 min.
		2	<p>Palas de la hélice o engranaje de bomba de impulsión dañados.</p>	<p>Reducción o impedimento de la impulsión de combustible, provocando demoras en el flujo y un uso de electricidad mayor, debido al aumento energético necesario para las otras palas de hélice. De no detectarse a tiempo se puede producir la falla total de la bomba debido al sobreuso de las palas en buen estado, una falla eléctrica por uso excesivo de motor de bomba.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de bomba: 120 min.
		3	<p>Bomba de baja potencia, con un motor menor a 2 HP, según modelo.</p>	<p>Flujo lento o ausente debido a que no es posible impulsar la cantidad de combustible requerida.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de bomba: 120min.
		4	<p>Cableado de alimentación eléctrica en mal estado.</p>	<p>El motor no arranca con la energía necesaria y por ende la bomba no puede iniciar sus actividades.</p> <p>A su vez podría provocar fallas eléctricas debido a que el set de cables no estaría correctamente aislado.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de cableado: 180 min.
		5	<p>Baja presión en la línea, debido a que la válvula de retención no cierra herméticamente.</p>	<p>Uso innecesario de la bomba, debido a que el combustible que debería quedar hermético en la manguera debe volver a ser impulsado, generando un desgaste de la bomba.</p> <p>Además el próximo cliente deba esperar alrededor de 10 a 15 seg. adicionales, para que el combustible ascienda desde el tanque.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de válvula de retención: 20 min.
		6	<p>Palanca de partida dañada.</p>	<p>Impide el accionamiento de la motobomba, por ende no llega combustible al dispensador.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de palanca: 20 min.
		7	<p>Controlador desconfigurado o dañado.</p>	<p>Impide determinar posibles fugas en la línea.</p> <p>Impide determinar incidencias de sobrevoltaje.</p> <p>No almacena ni transfiere datos de partes del surtidor.</p> <p>No acciona funcionamiento ante posibles apagones.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Reprogramación: 60 min. ◆ Arreglo: Tiempo indeterminado.

Hoja de Información RCM II		Sistema: Succión e Impulsión	
Función		Subsistema: Bomba	
Falla funcional		Modo de falla	
<p>Impulsión de combustible.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Presión máxima 45 PSI ◆ Flujo máximo: 37.8 lts/min ◆ Potencia de motor de 2 a 5 HP ◆ Voltaje 380 volt, 50 Hz. 	<p>B Bomba detenida.</p>	1	<p>Rotura de material.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de bomba: 120 min.
		2	<p>Motor detenido.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Impide el funcionamiento de la bomba y por ende detiene la venta de combustible. ◆ Revisión de conexión eléctrica: 20 min. ◆ Cambio de motor: 90 min.
		3	<p>Sobrecorriente.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Si se detectan cinco ocurrencias, la bomba se detiene automáticamente, impidiendo el movimiento de combustible, por ende le funcionamiento de surtidor y la venta. ◆ Revisión de conexión eléctrica: 20 min. ◆ Arreglos necesarios: 90 min.
		4	<p>Ventilador interno de surtidor averiado.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Genera sobretemperatura. Si la temperatura aumenta a más de 100°C, se envía una señal a la bomba y esta se detiene de inmediato, impidiendo el funcionamiento del surtidor. ◆ Revisión de conexión eléctrica: 20 min. ◆ Arreglos necesarios: 90 min.
		5	<p>Correa de transmisión averiada.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Impide la transmisión de energía desde al motor a la bomba, impidiendo su accionar y por ende la succión de combustible. ◆ Cambio de correa de transmisión: 20 min.
		6	<p>Cableado eléctrico dañado.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Se produce una disminución de la corriente de salida del motor, impidiendo el accionar de la bomba o apagándola si ésta se encuentra en funcionamiento. ◆ Revisión y cambio de cableado: 180 min.
		7	<p>Rotor trabado.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Genera una sobrecorriente en la línea, impidiendo el accionar de la bomba o apagándola si ésta se encuentra en funcionamiento. ◆ Cambio de motor: 90 min.

Hoja de información RCM II, subsistema Tanque de almacenamiento de CL

Hoja de Información RCM II		Sistema: Succión e Impulsión		
Subsistema: Tanque		Falla funcional		
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla	
1 Almacenamiento de combustible herméticamente.	A Hermeticidad defectuosa.	1 Rotura de material.	Filtraciones de agua o escombros al combustible y a su vez provoca posibles daños medio ambientales lo que genera multas de la SEC. ♦ Cambio de tanque: 60 días.	Contaminación del combustible. En caso de que quede poco combustible en el tanque, este se podría combinar con el agua y dañar el motor de los vehículos, lo que conlleva a multas o indemnizaciones. ♦ Extracción de agua: 120 min.
		2 Venteo obstruido.	Los gases de combustión que se generan dentro del tanque no pueden liberarse al exterior, generando un aumento de presión provocado por los gases, que podría provocar una explosión o trizaduras en el tanque, ocasionando derrames, fugas y filtraciones de agua o escombros, lo que generaría multas de la SEC. ♦ Limpieza de venteo: 60 min.	
		3 Detector de fuga y derrames defectuoso.	El sistema electrónico no da aviso ante estos desperfectos impidiendo un mantenimiento inmediato de la avería. Este desperfecto eventualmente generaría contaminación y por ende multas de la SEC. ♦ Cambio de detector de fugas y derrames: 180 min.	
		4 Caño de carga y descarga averiado.	Implica derrames y filtraciones al ducto de combustible, contaminando el interior del tanque y provocando posibles daños medioambientales y accidentes laborales, lo que genera multas de la SEC. ♦ Arreglo de caño de carga y descarga: 90 min.	
		5 Caño de telemetración dañado.	El dispositivo no da aviso cuando el nivel de combustible ha sobrepasado el límite seguro y por ende los gases de combustión podrían aumentar la presión soportada, provocando explosiones o trizaduras dañando el medio ambiente causando posibles accidentes laborales. Esto generaría graves sanciones y multas de la SEC. ♦ Cambio de caño de telemetración: 150 min.	
		6 Sistema de prevención de sobrellenado, dañado o ausentes.	Provoca que el tanque no sea llenado hasta un 90% de su capacidad, que es lo adecuado para no provocar derrames por sobrellenado, lo que a su vez provocaría una cantidad de gas de combustión mayor al esperado provocando posibles explosiones, derrames, filtraciones y daños ambientales. ♦ Cambio de caño de telemetración: 150 min.	
B Composición de combustible alterada por exceso de agua en tanque. (Sobre 200 lts.).	1 Filtraciones por rotura de material de tanque.			

Hoja de Información RCM II		Sistema: Almacenamiento	
Subsistema: Tanque		Sistema: Almacenamiento	
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla
1 Almacenamiento de combustible herméticamente.	B Composición de combustible alterada por exceso de agua en tanque. (Sobre 200 lts.).	2 Filtraciones de agua por falta de hermeticidad en caño de carga y descarga.	Contaminación del combustible. En caso de que quede poco combustible en el tanque, este se podría combinar con el agua y dañar el motor de los vehículos, lo que conlleva a multas o indemnizaciones ◆ Extracción de agua: 150 min. Contaminación del combustible. En caso de que quede poco combustible en el tanque, este se podría combinar con el agua y dañar el motor de los vehículos, lo que conlleva a multas o indemnizaciones. ◆ Extracción de agua: 150 min. ◆ Impide el libre acceso al tanque, dificultando la carga de combustible. ◆ Limpieza de caño: 30 min.
		3 Condensación de gases de combustible de tanque.	
		1 Caño de carga y descarga obstruido.	
2 Acceso combustible.	A Acceso dificultoso.	2 Cámara obstruida	Impide el cierre hermético de la cámara domo, produciendo filtraciones de agua y/o escombros a interior del tanque, dificultando el acceso a éste. ◆ Limpieza cámara domo: 15 min.

Hoja de información RCM II, subsistema Tuberías

Hoja de información RCM II		Sistema: Succión e impulsión		
Subsistema: Tuberías				
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla	
1 Conducir el combustible desde el tanque hasta las unidades de suministro.	A Ausencia de flujo.	1 Tubería desconectada.	Escape del flujo de combustible. ♦ Revisión y conexión de cañerías: 60 min.	
		1 Corrosión de la tubería.	Genera desgaste de la cañería que puede producir fugas de combustible, disminuyendo el flujo. ♦ Cambio de cañerías: 60 días.	
	B Disminución de flujo.	2 Pérdida de hermeticidad en la conexión de las tuberías.	Produce filtraciones de combustible hacia el exterior de la cañería, lo que conlleva a una disminución de la presión en la línea, aumentando el tiempo de atención al cliente. ♦ Revisión y ajuste de cañerías: 60 min.	
3 Generación de suciedad en la entrada de las tuberías.		Genera un aumento de presión en las cañerías, la que puede ocasionar una rotura de la línea de suministro. ♦ Limpieza de cañerías: 30 min.		

Hoja de información RCM II, subsistema Pistola

Hoja de información RCM II		Sistema: Componentes y accesorios		
Función		Subsistema: Pistola	Modo de falla	Efecto de falla
1 Suministrar combustible a los clientes.	A Surtidor despacha combustible. no B Surtidor despacha combustible pero a una velocidad menor a la requerida.	1 Gatillo defectuoso. 2 Válvula breakaway activada. 3 Falta de combustible en el tanque. 4 Bomba defectuosa. 5 Programación errónea.	1	No es posible abrir la válvula de corte que permite el expendio de combustible por la pistola del surtidor. ♦ Cambio de pistola: 20 min.
			2	Deiene por completo la salida de combustible por la manguera. Una vez activada debe ser reemplazada por una nueva válvula. ♦ Cambio de válvula breakaway: 15 min.
			3	La bomba funciona en seco, es decir sin impulsar o succionar combustible del tanque, como consecuencia, las unidades de suministro no podrán despachar combustible. ♦ Carga de tanque de combustible: 60 min.
			4	Produce flujo de combustible lento o ausente. ♦ Cambio de bomba: 120 min.
			5	El Software de Gestión no autoriza la venta, impidiendo el despacho de combustible. ♦ Reprogramación: 20 min.
			1	Suciedad en filtro. ♦ Saturación media, provoca un flujo de 32.1 lts/min. ♦ Saturación alta: 18.9 lts/min.
2	Bomba de baja potencia.	Flujo lento debido a que no es posible impulsar la cantidad de combustible requerida. ♦ Cambio de bomba: 120 min.		
3	Válvula de retención no cierra herméticamente.	El combustible que debería quedar hermético en la manguera debe volver a ser impulsado, generando un desgaste de la bomba. Además el próximo cliente debe esperar alrededor de 10 a 15 seg. adicionales, para que el combustible ascienda desde el tanque. ♦ Cambio de la válvula de retención: 20 min.		

Hoja de información RCM II		Sistema: Componentes y accesorios		
Subsistema: Pistola		Efecto de falla		
Función	Falla funcional	Modo de falla		
1 Suministrar combustible a los clientes.	C Surtidor despacha combustible, pero se realiza con malas prácticas operacionales.	1 Atendedor no extrae pistola desde estanco de auto de cliente.	<p>Arranque del vehículo con la pistola en el estanco del mismo. Activación de la válvula beakaway lo que impide el paso del flujo de combustible por la manguera. Rotura de la pistola. Derrames de combustible. Accidentes laborales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de pistola: 20 min. ◆ Limpieza de derrame de combustible: 15 min. ◆ Cambio de la válvula breakaway: 15 min. 	
		2 Atendedor no deposita pistola en el contenedor.	<p>Puede generar rotura de la pistola al ser aplastada por los vehículos. Accidentes laborales por tropiezo. Derrame de combustible.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de pistola: 20 min. ◆ Limpieza de derrame de combustible: 15 min. 	
2 Accionar el corte de flujo automático.	A Surtidor no corta el despacho de combustible automáticamente.	1 Sensor del caño de la pistola averiado.	<p>El sensor no activa el corte automático al contacto con el combustible del estanco del vehículo, por lo que no envía la señal de "estanco lleno", provocando un derrame de combustible, para lo cual se deben tomar acciones inmediatas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de pistola: 20 min. 	
		2 Gatillo defectuoso.	<p>Impide accionar la válvula de corte, por lo que la pistola seguirá despachando combustible. También puede suceder que se cierre, pero no lo haga herméticamente, generando pequeñas filtraciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de pistola: 20 min. 	
3 Permitir el corte manual del flujo de combustible.	A Surtidor no corta el despacho de combustible.	1 Gatillo defectuoso.	<p>Impide el accionar la válvula de corte, por lo que la pistola seguirá despachando combustible. También puede suceder que se cierre, pero no lo haga herméticamente, generando pequeñas filtraciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cambio de pistola: 20 min. 	

Hoja de información RCM II, subsistema Controlador de surtidores

Hoja de Información RCM II		Sistema: Electrónico – computacional	
Subsistema: Controlador de surtidores		Sistema: Electrónico – computacional	
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla
1 Programar flujo de combustible solicitado por el cliente.	A Despacho de combustible distinto al solicitado.	1 Tarjeta lógica de control dañada.	Desbalances en el flujo programado que implicaría un despacho mayor o menor al solicitado por el cliente. Problemas en el registro de ventas y problemas en la información presentada en la pantalla de precios y volumen de venta. A su vez esto genera posibles sanciones e indemnizaciones al cliente. ♦ Cambio de tarjeta dañada: 20 min.
		2 Teclado predeterminador dañado.	Alteraciones en la información ingresada por el atendedor, presentando diferencias entre el producto vendido y el solicitado por el cliente. A su vez esto genera posibles sanciones e indemnizaciones al cliente. ♦ Cambio de teclado predeterminador: 20 min.
		3 Medidor volumétrico dañado.	No cumple con la función de medir el flujo de combustible. ♦ Cambio de medidor volumétrico: 90 min.
		4 Medidor volumétrico fuera de medida.	No tiene la cuenta correcta a cerca de cuántos centímetros cúbicos de combustible deben pasar a través de él por pulso. Esto conlleva a un despacho menor o mayor al requerido. ♦ Calibración de pulsador: 20 min.
		5 Avería intencional de predeterminador durante calibración.	Se producen ventas desbalanceadas entre litros solicitados y litros entregados, lo que genera posibles sanciones e indemnizaciones al cliente. ♦ Calibración de pulsador: 20 min.
		6 Precio unitario mal configurado por parte del mecánico, en el software de gestión.	Desequilibrios entre la cantidad solicitada por el cliente y la venta real, debido a que el precio configurado es diferente al expuesto en la publicidad. A su vez esto genera posibles sanciones e indemnizaciones al cliente. ♦ Reprogramación de precios: 15 min.
B Venta no autorizada.		1 Precio unitario no ingresado en el software de gestión por mecánico.	Software no autoriza la venta. ♦ Reprogramación de precios: 15 min.
		2 Error de software de gestión.	Desbalance entre la venta solicitada y los litros realmente entregados, problemas en la información entregada en pantalla, errores en el almacenamiento de información y/o teclado predeterminador no operativo. A su vez esto genera posibles sanciones e indemnizaciones al cliente. ♦ Reprogramación de software de gestión: 120 min.

Hoja de Información RCM II		Sistema: Electrónico – computacional	
Subsistema: Controlador de surtidores		Sistema: Electrónico – computacional	
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla
1 Programar flujo de combustible solicitado por el cliente.	C No hay comunicación con punto de venta (Terminal POS).	1 Falla en cable comunicador.	No hay transmisión de electricidad, por ende no habrá conexión entre las partes del sistema. ♦ Revisión y cambio de cableado: 20 min.
		2 Falla en tarjeta de control	Incongruencia entre la información de litros programados con información de venta al cliente y registro del Software de Gestión. A su vez esto genera posibles sanciones e indemnizaciones al cliente. ♦ Cambio tarjeta de control: 20 min.
D Lector de tarjetas defectuoso.	D Lector de tarjetas defectuoso.	1 Conjunto de cables del lector desconectados.	El lector no funcionara al insertar tarjetas, impidiendo la transacción. ♦ Revisión y cambio de cableado: 20 min.
		2 Tarjeta dañada.	Las tarjetas no pueden ser leídas por el lector de tarjetas, impidiendo la transacción. ♦ Cambio de tarjeta: 20 min.
		1 Tarjeta dañada.	Información errónea, números poco visibles o ausencia de información. ♦ Cambio de tarjeta: 20 min.
		2 Cableado dañado.	Impide conexión de pantalla y por ende no se observa información de litros y precio. ♦ Revisión y cambio de cableado: 20 min.
		3 Filtraciones de agua.	Provoca cortocircuitos, que podrían dañar la parte electrónica de la pantalla impidiendo la visualización de la información, haciendo necesaria una limpieza y posible cambio de partes dañadas. ♦ Revisión y limpieza: 30 min.
2 Entrega de información de precios y litro de combustible (pantalla de surtidor).	A Pantalla muestra información.	4 Pantalla titila.	No permite observar de manera adecuada la información de la pantalla, por lo que es necesario cambiar tarjeta o cambio de pantalla. ♦ Cambio de pantalla: 20 min.
		5 Teclado defectuoso.	Impide acceso a la información al surtidor. Detención del surtidor para realizar el cambio de teclado o tarjeta. ♦ Revisión y cambio de tarjeta: 30 min. ♦ Cambio de teclado: 15 min.
3 Programación de Mezcla de combustible (95 octanos).	A El producto 1 0 usado para la mezcla despacha muy	1 Suciedad en filtro. ♦ Saturación media, provoca un flujo de 32.1 lts/min ♦ Saturación alta: 18.9 lts/min	Provoca un flujo más lento debido a que los escombros cubren la malla de filtro. Es necesario el cambio inmediato del filtro. ♦ Cambio de filtro: 20 min.
		2 Bomba dañada.	Implica una impulsión o succión defectuosa o nula de combustible, por lo que en caso de la mezcla de combustible provocaría una mezcla defectuosa que no cumpliría con las especificaciones. ♦ Cambio bomba: 120 min.

Hoja de Información RCM II		Sistema: Electrónico – computacional	
Subsistema: Controlador de surtidores		Sistema: Electrónico – computacional	
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla
3 Programación de Mezcla de combustible (95 octanos).	A El producto 1 o producto 2 usado para la mezcla despacha muy despacio.	3 Tarjeta de control de mezcla defectuosa.	Genera un desbalance en la mezcla de 95 octanos (50% de 93 octanos, 50% de 97 octanos). ♦ Cambio de tarjeta: 20 min.
		B El producto 2 se está fugando al producto 1 cuando no se necesita una mezcla.	1 Tarjeta de control de mezclas defectuosa.
	C Producto 1 o producto 2 usado para la mezcla despacha.	1 Tarjeta de control de mezclas defectuosa.	Genera un desbalance en la mezcla de 95 octanos (50% de 93 octanos, 50% de 97 octanos). ♦ Cambio de tarjeta: 20 min.
		2 Bomba defectuosa.	Baja impulsión o succión de producto, lo que implicaría una llegada tardía de alguno de los componentes de la mezcla, demorando el proceso o incluso entregando un octanaje desbalanceado. ♦ Cambio de bomba: 120 min.
		3 Suciedad en filtro. ♦ Saturación media, provoca un flujo de 32.1 lts/min. ♦ Saturación alta: 18.9 lts/min.	Impide el paso expedito de combustible a través del filtro, demorando la mezcla. Cambio de filtro: 20 min.
	D No hay comunicación con el coprocesador de mezclas.	1 Tarjeta de control de mezclas defectuosa.	El controlador no autoriza el inicio de mezcla, impidiendo la venta de gasolina de 95 octanos. ♦ Cambio de tarjeta: 20 min.
4 Detección de fallas mecánicas y eléctricas del sistema.	A No entrega información de fallas mecánicas o eléctricas del sistema.	1 Luz led de emergencia, se encuentra quemada.	Imposibilidad de detectar el aviso de fallas críticas, o no críticas, evitando una rápida acción correctiva de la falla. ♦ Cambio de luz led de emergencia: 5 min.
		2 Cableado en mal estado o dañado.	El controlador no funciona. No alerta ante fugas, sobrecorrientes, sobrevoltajes, etc. Por otro lado, cableado en mal estado puede provocar accidentes debido al el voltaje almacenado en los capacitores. ♦ Revisión y cambio de cableado: 20 min.

Hoja de Información RCM II		Sistema: Electrónico – computacional		Subsistema: Controlador de surtidores		
Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla			
5	Trasferencia de datos entre las partes del sistema.	A	Memoria interna de controlador no almacena los datos.	1	No se ha realizado las actualizaciones de memoria.	Fallas en la información necesaria para las funciones del sistema, como por ejemplo los datos de mezcla, precios, flujo de combustible, medidor volumétrico, entre otros. ♦ Actualización de software: 120 min.
6	Supresión de sobrevoltajes.	A	No suprime las incidencias de sobrevoltaje.	1	Protecciones contra sobrevoltaje dañada.	Aumento de voltaje en el controlador, lo que genera graves problemas al personal por el nulo manejo de incidencias eléctricas. Además, esto puede dañar las partes del sistema.
7	Protección contra apagones parciales.	A	No protege contra apagones.	1	Mecanismo de protección dañado, no asegura los 40 milisegundos de funcionamiento que el sistema asegura después de un apagón.	Daño a los equipos ante apagones de electricidad inesperados. Pérdida de información de ventas y flujo de combustible vendido.

Anexo 3.5 – Hojas de decisión RCM II

Hoja de decisión RCM II, subsistema Medidor volumétrico

Hoja de decisión RCM II		Sistema: Succión e impulsión										Facilitador: Silvana Cortez - Consuelo Ayala	Fecha: Octubre - 2014									
		Subsistema: Medidor volumétrico										Auditor: Jefe de operaciones										
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			H1			H2			H3			Acción a falta de	H4	H5	S4	Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
				H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	N1	N2							
1	A		1	N						S										Revisar si existe la presencia de partículas metálicas en el disco magnético.	Cada 3 meses	Mecánico
1	A		2	S	N	N	S	S												Revisar el flujo de combustible.	Cada 3 meses	Mecánico
1	A		3	S	N	N	S	S	N	N	N									Ningún mantenimiento programado. Sustitución de bomba en caso de deterioro.		
1	A		4	S	N	N	S	S	N	N	S									Realizar sustitución de filtro.	Cada 1 mes	Mecánico
1	A		5	S	N	N	S	S	S											Realizar sustitución de filtro.	Cada 1 mes	Mecánico
1	B		1	S	N	N	S	S	N	N	N									Revisar el nivel de combustible de los tanques en el software.	Cada 24 hrs.	Jefe de playa
1	B		2	S	N	N	S	S	N	N	N									Ningún mantenimiento programado. Inspeccionar conexión del pulsador cuando se encuentre desconectado.		
1	B		3	S	N	N	S	S	N	N	N									Crear un procedimiento de revisión de cableado general.	Solo 1 vez	Depto. Operaciones
1	B		3	S	N	N	S	S	N	N	N									Aplicar procedimiento descrito anteriormente en cableado de pulsador.	Cada 3 meses	Mecánico
1	C		1	S	N	N	S	S	N	N	N									Crear un procedimiento de revisión de cableado general.	Solo 1 vez	Depto. Operaciones
1	C		1	S	N	N	S	S	N	N	N									Aplicar procedimiento descrito anteriormente en cableado de pulsador.	Cada 3 meses	Mecánico

Hoja de decisión RCM II, subsistema Bomba

Hoja de decisión		Sistema: Succión e impulsión										Facilitador: Silvana Cortez - Consuelo Ayala	Fecha: Octubre 2014					
RCM II		Subsistema: Bomba										Auditor: Jefe de operaciones						
Referencia de información	Evaluación de consecuencias	H	S	E	O	H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por			
						S1	S2	S3	H4	H5	S4							
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S							Realizar sustitución de filtro.	1 vez al mes	Mecánico
1	A	2	S	N	N	S	N	N	N							Ningún mantenimiento programado. Sustituir bomba.		
1	A	3	S	N	N	S	N	N	N							Ningún mantenimiento programado, cambio de bomba de entre 2 o 4 HP, dependiendo de requerimientos.		
1	A	4	S	N	N	S	N	N	N							Crear procedimiento de revisión de cableado.	Solo una vez	Depto. Operaciones
	A	4	S	N	N	S	S									Aplicar procedimiento descrito anteriormente en cableado de bomba.	Cada 3 meses	Mecánico
1	A	5	S	N	N	S	S									Verificar funcionamiento de impulsión - succión completo.	1 vez al año	Mecánico
1	A	6	S	N	N	S	N	N	N							Ningún mantenimiento programado, cambio de estructura.		
1	A	7	S	N	N	S	S									Revisar configuración de controlador según área a analizar.	Cada 3 meses	Mecánico
1	B	1	S	N	N	S	N	N	N							Ningún mantenimiento programado. Cambio de bomba.		
1	B	2	S	N	N	S	S									Revisar estado del motor.	Cada 3 meses	Mecánico
1	B	3	S	N	N	S	N	N	N							Ningún mantenimiento programado.		
1	B	4	S	N	N	S	S									Revisar mecanismo de ventilación de surtidor.	Cada 3 meses	Mecánico

Hoja de decisión		Sistema: Succión e impulsión										Facilitador: Silvana Cortez - Consuelo Ayala		Fecha:				
RCM II		Subsistema: Bomba										Auditor: Jefe de operaciones		Octubre 2014				
Referencia de Información	Evaluación de consecuencias	H1			H2			H3			Acción a falta de				Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por	
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	S4								
1	B	S	N	N	S	S										Revisar estado de la correa del motor. Sustituir en caso de que se encuentre dañada.	Cada 3 meses	Mecánico
1	B	6	S	N	N	S	N	N	N							Crear procedimiento de revisión de cableado.	Solo 1 vez	Depto. Operaciones
			S	N	N	S	S									Aplicar procedimiento descrito anteriormente en cableado de motor.	Cada 3 meses	Mecánico
1	B	7	S	N	N	S	N	N	N							Revisar estado del motor.	Cada 3 meses	Mecánico

Hoja de decisión RCM II, subsistema Tanque de almacenamiento de CL

Hoja de decisión RCM II				Sistema: Almacenamiento										Facilitador: Silvana Cortez - Consuelo Ayala		Fecha: Octubre - 2014				
				Subsistema: Tanque										Auditor: Jefe de operaciones						
Referencia de información	F	FF	FM	H	S	E	O	H1			H2			H3			Acción a falta de	Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
								S1	O1	N1	S2	O2	N2	S3	O3	N3				
1	A	1	S	N	S		S											Realizar pruebas hermeticidad.	Depende de matriz de riesgos de cada tanque	Laboratorio
1	A	2	S	N	S		S											Realizar inspección visual de venteo.	Cada 3 meses	Mecánico
1	A	3	N				S											Revisión del sistema detector de fugas.	1 vez al año	Mecánico
1	A	4	S	N	S		S											Revisión del caño de carga y descarga.	Cada 3 meses	Mecánico
1	A	5	S	N	S		S											Revisar estado del caño de telemedición.	1 vez al año	Mecánico
1	A	6	S	N	S		S											Revisar sistema de prevención de sobrellenado.	1 vez al año	Mecánico
1	B	1	N				S											Realizar prueba de presencia de agua en el tanque.	Cada 3 meses	Mecánico
1	B	2	S	N	S		S											Realizar prueba de presencia de agua en el tanque.	Cada 3 meses	Mecánico
1	B	3	N				S											Realizar prueba de presencia de agua en el tanque.	Cada 3 meses	Mecánico
2	A	1	S	N	S		S											Inspección caño de carga y descarga.	Cada 3 meses	Mecánico
2	A	2	S	N	S		S											Inspección visual de cámara domo.	Cada 3 meses	Mecánico

Hoja de decisión RCM II, subsistema Pistola

Hoja de decisión RCM II		Sistema: Componentes y accesorios										Facilitador: Silvana Cortez - Consuelo Ayala		Fecha: Octubre - 2014
		Subsistema: Pistola										Auditor: Jefe de operaciones		
Referencia de Información	F	FF	FM	H	S	E	O	H1	H2	H3	Acción a falta de	Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
								S1	S2	S3				
1	A	1	1	S	N	N	S	N	N	N		Ningún mantenimiento programado. Cambiar gatillo en caso de desgaste.		
1	A	2	2	S	N	N	S	N	N	N		Ningún mantenimiento programado. Cambiar válvula breakaway una vez activada.		
1	A	3	3	S	N	N	S	S				Revisar el nivel de combustible de los tanques en el software.	Cada 24 hrs.	Jefe de playa
1	A	4	4	S	N	N	S	N	N	N		Ningún mantenimiento programado. Sustitución de la bomba en caso de deterioro.		
1	A	5	5	S	N	N	S	S				Realizar reinstalación a operadores.	Una vez al año	Depto. Operaciones
1	B	1	1	S	N	N	S	N	N	S		Realizar sustitución de filtro.	Cada 3 meses	Jefe de playa
1	B	2	2	S	N	N	S	N	N	N		Ningún mantenimiento programado. Cambio de la bomba.	1 vez al mes	Mecánico
1	B	3	3	S	N	N	S	S				Verificar funcionamiento de impulsión- succión completo.	Cada 3 meses	Mecánico
1	C	1	1	S	S			S				Supervisar operaciones aleatoriamente.	Cada 3 meses	Jefe de playa
1	C	2	2	S	S			S				Supervisar operaciones aleatoriamente.	Cada 3 meses	Jefe de playa
2	A	1	1	S	N	S		S				Realizar pruebas de corte automático.	Cada 3 meses	Mecánico
2	A	2	2	S	N	S		S				Realizar pruebas de activación/desactivación de gatillo.	Cada 3 meses	Mecánico
3	A	1	1	S	N	S		S				Realizar pruebas de activación/desactivación de gatillo.	Cada 3 meses	Mecánico

Hoja de decisión RCM II, subsistema Controlador de surtidores

Hoja de decisión		Sistema: Electrónico - computacional										Facilitador: Silvana Cortez - Consuelo Ayala		Fecha: Octubre - 2014			
RCM II		Subsistema: Controlador de surtidores										Auditor: Jefe de operaciones					
Referencia de Información	F	FF	FM	H	S	E	O	H1	H2	H3	Acción a falta de	H4	H5	S4	Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
								S1	S2	S3							
1	A	1	1	S	N	N	S	S							Verificar el funcionamiento de tarjeta de control.	Cada 3 meses	Mecánico
1	A	2	2	S	N	N	S	N	N	N					Ningún mantenimiento programado. Cambio de teclado.		
1	A	3	3	S	N	N	S	N	N	N					Ningún mantenimiento programado. Cambio de medidor volumétrico.		
1	A	4	4	N				N	S						Realizar calibración de medidor volumétrico.	Cada 3 meses	Mecánico
1	A	5	5	N				N	S						Realizar calibración de medidor volumétrico en presencia de jefe de playa.	Cada 3 meses	Mecánico
1	A	6	6	S	N	N	S	S							Realizar reinstrucción a operadores.	1 vez al año	Depto. Operaciones
				S	N	N	S	S							Supervisar operaciones aleatoriamente.	Cada 3 meses	Jefe de playa
1	B	1	1	S	N	N	S	S							Realizar reinstrucción a operadores.	1 vez al año	Depto. Operaciones
				S	N	N	S	S							Supervisar operaciones aleatoriamente.	Cada 3 meses	Jefe de playa
1	B	2	2	S	N	N	S	S							Realizar pruebas para determinar el estado de software de controlador.	Cada 3 meses	Mecánico
				S	N	N	S	S							Crear procedimiento de revisión de cableado.	Solo una vez	Depto. Operaciones
1	C	1	1	S	N	N	S	S		N	N				Aplicar procedimiento descrito anteriormente en cableado de Terminal POS.	Cada 3 meses	Mecánico
				S	N	N	S	S							Verificar el funcionamiento de tarjeta de control.	Cada 3 meses	Mecánico
1	C	2	2	S	N	N	S	S							Crear procedimiento de revisión de cableado.	1 sola vez	Depto. Operaciones
				S	N	N	S	S		N	N				Aplicar procedimiento descrito anteriormente en cableado de lector de tarjetas.	Cada 3 meses	Mecánico

Hoja de decisión RCM II			Sistema: Electrónico - computacional Subsistema: Controlador de surtidores										Facilitador: Silvana Cortez - Consuelo Ayala		Fecha: Octubre - 2014	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de			Tarea propuesta				Intervalo inicial	A realizarse por		
F	FF	FM	H	S	E	O	H1 S1	H2 S2	H3 S3	H4	H5	S4				
1	D	2	S	N	N	S	S							Verificar el funcionamiento de tarjeta.	Cada 3 meses	Mecánico
2	A	1	S	N	N	S	S							Verificar el funcionamiento de tarjeta.	Cada 3 meses	Mecánico
2	A	2	S	N	N	S	N	N	N					Crear procedimiento de revisión de cableado.	1 sola vez	Depto. Operaciones
2	A	3	S	N	N	S	S							Aplicar procedimiento descrito anteriormente en cableado de lector de tarjetas.	Cada 3 meses	Mecánico
2	A	4	S	N	N	S	S							Realizar inspección visual. Proceder a secar y reparar filtración en caso de presencia de agua.	1 vez al mes	Mecánico
2	A	5	S	N	N	S	N	N	N					Ningún mantenimiento programado, cambio de pantalla.		
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S					Ningún mantenimiento programado.	1 vez al mes	Mecánico
3	A	2	S	N	N	S	N	N	N					Realizar sustitución de filtro.		
3	A	3	S	N	N	S	S							Ningún mantenimiento programado. Cambio de bomba.		
3	B	1	S	N	N	S	S							Verificar el funcionamiento de tarjeta.	Cada 3 meses	Mecánico
3	C	1	S	N	N	S	S							Verificar el funcionamiento de tarjeta.	Cada 3 meses	Mecánico
3	C	2	S	N	N	S	N	N	N					Ningún mantenimiento programado. Cambio de bomba.		
3	C	3	S	N	N	S	N	N	S					Realizar sustitución de filtro.	1 vez al mes	Mecánico
3	D	1	S	N	N	S	S							Verificar el funcionamiento de tarjeta.	Cada 3 meses	Mecánico
4	A	1	S	N	N	S	S							Verificar estado de luces led de emergencia de controlador, en caso de que estén dañada, cambiar.	Cada 3 meses	Mecánico

Anexo 3.6 – Procedimientos Operativos Estándar (POE)

POE subsistema Medidor volumétrico

Procedimiento Operativo Estándar	
Medidor Volumétrico	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
<u>Inspección visual</u>	
1. Delimitar la zona a intervenir.	
2. Quitar el panel inferior del surtidor.	
3. Cortar suministro eléctrico.	
4. Realizar una inspección visual de los componentes externos y realizar una limpieza en caso de haber suciedad.	
5. Si hay filtraciones aplicar procedimiento de mantenimiento interno del medidor volumétrico descrito en el POE trimestral del mismo.	
6. Restablecer suministro eléctrico.	
7. Despejar zona de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Medidor Volumétrico	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Mantenimiento interno</u>	
1. Delimitar la zona a intervenir.	
2. Quitar el panel inferior del surtidor.	
3. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del dispensador.	
4. Levantar la palanca de partida.	
5. Ubicar la pistola dentro de un contenedor designado y vaciar todo el producto restante dentro de la manguera. Posteriormente ubicarla en su lugar.	
6. Realizar una inspección visual de los componentes externos y realizar una limpieza en caso de haber suciedad.	
7. Abrir el medidor, separando la parte inferior de la parte superior desatornillando los pernos del plano horizontal.	
8. Realizar una inspección visual de los componentes internos y realizar una limpieza en caso de haber suciedad.	
9. Si se visualiza alguno de los componentes dañados, se debe sustituir el medidor volumétrico completo (ver POE sustitución de medidor volumétrico)	
<u>Revisión de cableado</u>	
10. Realizar inspección visual del estado del set de cables.	
11. En caso de encontrar cables desconectados, proceder a su reconexión.	
12. En caso de encontrar cables expuestos o cortados, extraerlos e instalar un nuevo set.	

13. Limpiar cables.
14. Medir nivel de aislamiento de cableado, mediante multítester, el cual debe arrojar una medición de 220 vca, en caso de presentar mediciones diferentes, solicitar mantenimiento eléctrico.
15. Cerrar el medidor atornillando la parte superior y la parte inferior.
16. Cerrar el panel inferior del surtidor.
<u>Calibración del medidor volumétrico</u>
17. Ubicar el matraz en una superficie completamente horizontal, utilizando un nivel para corroborarlo.
18. Climatizar el matraz haciendo un lavado con el combustible de la pistola a calibrar.
19. Llenar el matraz con 20 litros de combustible en tres ocasiones. La primera vez se utiliza flujo alto, las dos siguientes con flujo alto y medio alternado.
20. Si las mediciones son consistentes, no se interviene el medidor volumétrico. Si las primeras dos medidas resultan inconsistentes, se procede a resetear el medidor volumétrico.
<u>Reseteo del medidor volumétrico</u>
21. Acceder al controlador de surtidores y poner el pulsador inteligente en modo calibración.
22. Llenar el matraz con 20 litros. Cerrar el modo calibración en el software.
23. Tomar otras tres muestras de 20 litros cada una para verificar la exactitud de la calibración.
24. Si no es posible calibrar el medidor en cuanto a lo que la norma exige, se debe efectuar el reemplazo del medidor volumétrico completo.
25. Reinsertar el combustible extraído en el proceso de calibración al tanque correspondiente.
26. Depositar combustible de prueba en tanque.
27. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Medidor Volumétrico	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
<u>Sustitución del medidor volumétrico</u>	
1. Delimitar la zona a intervenir.	
2. Quitar el panel inferior del surtidor.	
3. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del dispensador.	
4. Desconectar cableado del medidor volumétrico a remover.	
5. Instalar el nuevo medidor volumétrico.	
6. Realizar calibración del nuevo medidor volumétrico. (ver POE trimestral de medidor volumétrico)	
7. Cerrar el panel inferior del surtidor.	
8. Despejar el área de trabajo.	

POE subsistema Bomba

Procedimiento Operativo Estándar	
Bomba	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Revisión de cableado</u>	
1. Revisar diagrama disponible en estación de servicio de conexión general, y determinar la parte del diagrama del cual depende la bomba.	
2. Delimitar zona a intervenir.	
3. Cortar suministro eléctrico a surtidor intervenido.	
4. Abrir área de bomba en cámara domo.	
5. Realizar inspección visual del estado de set de cables (cable a tierra, neutro, cables motor-bomba).	
6. En caso de encontrarse cables desconectados, proceder a conectar.	
7. En caso de que se encuentren cables dañados, extraer cables dañados e instalar nuevos cables.	
8. Limpiar cables.	
9. Revisar estado de cañerías de metal que contiene el cableado.	
10. Medir nivel de aislamiento de cableado, mediante multímetro, el cual debe arrojar una medición de 220 vca, en caso de presentar mediciones diferentes, solicitar mantenimiento eléctrico.	
11. Cerrar área de bomba en cámara domo.	
12. Restablecer suministro eléctrico.	
13. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Bomba	
Intervalo	Realizado por
Semestral	Mecánico
<u>Funcionamiento impulsión/succión</u>	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Cortar suministro eléctrico	
3. Abrir área de bomba en cámara domo.	
4. Realizar inspección visual de bomba.	
5. En caso de observar rotura de material o daño aparente, realizar cambio de bomba (revisar procedimiento de cambio de bomba)	
6. Realizar inspección visual y corrección general de posibles fugas (detector de fuga)	
7. Revisar acople de bomba, rectificar en caso de no estar bien acoplada.	
8. Realizar limpieza de sector de bomba	
9. Realizar prueba de impulsión de combustible, de modo de determinar el estado del funcionamiento del controlador del dispensador (palanca de partida, bomba, detector de fuga y válvula de retención.)	
Prueba de control de presión de flujo, detección de fugas	
a) Ajuste de la presión de control de bomba	

- i. Arrancar el controlador
 - ii. El controlador iniciará una secuencia de auto-diagnóstico y de chequeo de rotación en reverso por aproximadamente un minuto.
 - iii. Ajustar el dial rotatorio a la presión necesaria para mantener 10 gpm en una pistola.
- b) Purga de aire en la línea
- i. Después de confirmar que toda la línea ha sido evaluada a presión antes de introducir producto, cerrar la válvula de esfera en la salida de la bomba.
 - ii. Encender la bomba. Lentamente abrir la válvula de esfera para presurizar la línea gradualmente.
 - iii. Abrir la pistola más alejada de la bomba, dispensando unos 50 litros de producto.
 - iv. Purgar TODO el aire restante en el sistema, dispensando unos 30 litros de cada manguera restante, comenzando con el dispensador más alejado de la bomba.
 - v. Inspeccionar el sistema en busca de fugas.
- c) Ajuste del elemento funcional
- i. Retirar la tapa hexagonal de bronce del elemento funcional ajustable.
 - ii. Regular la presión de retención, ajustando el tornillo de ajuste de presión:
 - Para aumentar la presión, girar el tornillo en sentido horario.
 - Para disminuir la presión, girar el tornillo en sentido contra horario.
 - iii. Después de ajustar el tornillo, encender y apagar la bomba; después, observar la presión estática. Existen tres métodos para verificar el ajuste de la presión de alivio:
 - Tomando la presión desde el controlador.
 - Observando los ajustes de presión de alivio usando las consolas de detección electrónica de fugas en la línea (ver el manual de instrucciones de operación correspondientes).
 - Observando la presión con el manómetro conectado a la válvula de impacto o a la puerto de prueba de línea en la bomba.
 - iv. Si la presión es incorrecta, ajustar nuevamente el tornillo, como se explica en el paso ii.
 - v. Cuando la presión está correcta, volver a colocar la tapa de latón hasta que toque el cuerpo del elemento funcional.
- d) Medición de volumen de flujo

<p>i. Con la manguera más cercana a la bomba totalmente abierta, y surtiendo a un recipiente de 5 galones aprobado o al tanque de gasolina de un automóvil, bombear combustible por un intervalo cronometrado de 15 segundos, usando un cronómetro.</p> <p>ii. Anotar los galones bombeados durante el intervalo cronometrado.</p> <p>iii. Para calcular el flujo, multiplicar por 4 la cantidad de galones bombeados durante el intervalo de 15 segundos. El resultado da el caudal en galones por minuto (gal/min).</p> <p>iv. Si es necesario, ajustar la presión de la bomba:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor que 10 gal/min: aumentar el ajuste de presión. • Mayor que 10 gal/min: disminuir el ajuste de presión. • 10 gal/min: no cambiar el ajuste de presión. <p>v. Ajustar la presión deseada rotando el dial. En sentido horario para aumentar la presión, y en sentido contra-horario para disminuirla</p> <p>vi. Repetir esta prueba de calibración hasta lograr el caudal deseado, pero sin exceder de 10 gal/min, o sea el caudal aprobado por los reglamentos de EPA.</p>
10. Depositar el combustible utilizado para realizar la prueba en tanque correspondiente.
11. Cerrar cámara domo.
12. Restablecer suministro eléctrico.
13. Despejar el área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Bomba	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
<u>Cambio de bomba</u>	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Cortar suministro eléctrico	
3. Abrir área de la bomba en cámara domo.	
4. Retirar el perno de desconexión de la bayoneta eléctrica	
5. Girar el conector eléctrico hacia un lado.	
6. Si está colocado un sistema de sifón, desconectar la tubería del sifón. Si hay válvulas de globo instaladas, cerrarlas.	
7. Retire los dos pernos de seguridad. Para aliviar la presión retirar el tornillo ajustador del elemento funcional, entonces aplique movimiento vertical alternativo a la bomba para permitir que el exceso de presión fluya en el tanque.	
8. Levante la unidad que se puede extraer	
9. Permita que la bomba drene en el tanque antes de completar la extracción	
10. Instalar bomba nueva	
11. Restablecer suministro eléctrico.	

12. Cerrar cámara domo.

13. Despejar la zona de trabajo.

POE subsistema Tanque de almacenamiento de CL

Procedimiento Operativo Estándar	
Tanque de almacenamiento de CL	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Prueba de presencia de agua en tanque</u>	
1. Delimitar zona de trabajo	
2. Cortar suministro eléctrico	
3. Abrir tapa de carga/descarga o cámara domo	
4. La varilla debe estar seca cada vez que se introduce al tanque	
5. Introducir cuidadosamente al tanque la varilla de medida, conservándola en posición vertical hasta que toque el fondo de éste. Debe introducirse en el mismo punto cada vez que se toma una lectura.	
6. Se deben registrar los niveles de agua en el tanque. En éste caso se aplica la pasta para detección de agua en la parte final de la varilla, aproximadamente en los últimos 15 cm. Al entrar en contacto con el agua la pasta cambia de color y registra el nivel de agua	
7. Retirar la varilla lentamente.	
8. Las lecturas deben realizarse con exactitud por lo cual se recomienda tomar varias veces la misma lectura para obtener un promedio de ellas (por lo menos dos veces)	
9. Cerrar tapas de carga/descarga o cámara domo	
10. Restablecer suministro eléctrico.	
11. Despejar zona de trabajo	

POE subsistema Tuberías

Procedimiento Operativo Estándar	
Tuberías	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
1. Delimitar la zona a intervenir.	
2. Quitar el panel inferior del surtidor.	
3. Inspeccionar visualmente el estado de la conexión de las cañerías.	
4. Cerrar el panel inferior del surtidor.	
5. Abrir manhole del tanque de combustible.	
6. Realizar una inspección visual del estado de la conexión en la entrada de las cañerías y limpiarlas en caso de encontrarse sucias u obstruidas.	
7. Accionar la palanca de partida manteniendo la válvula de corte cerrada. Proceder a medir la presión en la línea. Esta debe ser constante (45 PSI). En caso de haber alteraciones de presión proceder a buscar la fuga en la línea de suministro.	
8. Cerrar manhole del tanque de combustible.	

POE subsistema Pistola

Procedimiento Operativo Estándar	
Pistola	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Prueba de corte automático y hermeticidad de pistola</u>	
1. Delimitar la zona a intervenir.	
2. Durante el proceso de calibración del medidor volumétrico, sumergir en tres ocasiones el caño de la pistola en el combustible del matraz. Si no se activa el corte automático, proceder al cambio de pistola.	
3. Levantar la pistola de despacho y accionar la palanca de partida.	
4. Mantener la válvula de corte cerrada y esperar durante dos minutos.	
5. Detener la bomba y observar durante un minuto si existen fugas de combustible a través de la manguera, válvula breakaway o pistola.	
6. Si hay fugas, revisar los elementos y proceder a cambiar el que se encuentre defectuoso.	
7. Despejar el área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Pistola	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
<u>Para el cambio de pistola, manguera o breakaway</u>	
1. Quitar el panel inferior del surtidor.	
2. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del surtidor.	
3. Realizar un proceso de sangrado de combustible del dispensador de la siguiente forma: levantar la palanca de partida, ubicar la pistola dentro de un contenedor designado, dispensar todo el producto restante dentro de la manguera, bajar la palanca de partida y ubicar la pistola de vuelta.	
4. Cortar suministro eléctrico.	
5. Retirar elemento en malas condiciones.	
6. Instalar elemento nuevo.	
7. Restablecer suministro eléctrico.	
8. Probar el sistema despachando combustible en el contenedor designado y verificar que el despacho sea fluido y que no se produzcan filtraciones.	
9. Depositar combustible de prueba en tanque.	
10. Abrir la válvula de paso que se encuentra en la base del surtidor.	
11. Cerrar panel inferior del surtidor.	
12. Despejar el área de trabajo.	

POE subsistema Controlador de surtidores

Procedimiento Operativo Estándar	
Controlador de Surtidor	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Cortar suministro eléctrico, luego dejar pasar de 2 a 5 minutos hasta que la luz roja indicadora de carga del capacitor se apague en la tarjeta de inversor, antes de reparar o sacar el controlador.	
3. Quitar panel superior de surtidor.	
4. Extraer gabinete de metal que contiene las tarjetas electrónicas y determinar su estado mediante inspección visual, en caso de suciedad acumulada, proceder a limpiar.	
5. Revisar estado físico de las 3 tarjetas de controlador.	
6. En caso de daño físico, proceder a retiro y nueva instalación de tarjeta.	
7. Restablecer suministro eléctrico.	
8. Realizar inspección visual del estado de las luces led, en caso de encontrar alguna quemada, proceder a cambiarlas.	
9. Revisar luces Led de fallas, determinar según la cantidad de parpadeos si hubo problemas en el sistema que está bajo el mando del controlador, en caso de alguna incidencia proseguir con acción correctiva.	
10. Realizar pruebas de para determinar funcionamiento de tarjeta, utilizar manual de surtidor.	
11. Determinar si se presentan errores.	
12. En caso de que existan, establecer código de error, para luego buscar solución en manual de códigos de error de surtidor.	
13. Realizar pruebas para determinar un correcto funcionamiento.	
14. Cerrar de surtidor.	
15. Despejar el área de trabajo.	

POE cambio de filtro

Procedimiento Operativo Estándar	
Filtro	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Quitar el panel inferior del surtidor.	
3. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del surtidor.	
4. Realizar un proceso de sangrado de combustible del dispensador de la siguiente forma: levantar la palanca de partida, ubicar la pistola dentro de un contenedor designado, dispensar todo el producto restante dentro de la manguera, bajar la palanca de partida y ubicar la pistola de vuelta.	
5.	
6. Cortar suministro eléctrico.	
7. Desenroscar el filtro en contra de las manecillas del reloj y desecharlo en un contenedor designado para desechos tóxicos.	
8. Instalar el nuevo filtro, enroscándolo en sentido de las manecillas del reloj.	
9. Restablecer suministro eléctrico.	
10. Revisar alrededor del filtro que haya quedado instalado herméticamente.	
11. Cerrar el panel inferior del surtidor.	

POE supervisión de atendedores

Procedimiento Operativo Estándar	
Supervisión de atendedores	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Jefe de playa
El día de la aplicación de éste procedimiento debe ser determinado de manera aleatoria por el jefe de playa. Se deben observar los siguientes puntos:	
1. El ingreso de información de la venta en el teclado predeterminador debe ser realizado cuidadosamente, sin presionar en exceso las teclas.	
2. El accionamiento de la palanca de partida al comenzar el despacho debe ser realizado con la mano, de ninguna manera con el caño de la pistola.	
3. El atendedor deberá estar atento mientras se carga combustible al vehículo y esperar alrededor de 10 segundos una vez finalizada la carga, para asegurar que haya escurrido todo el combustible de la pistola.	
4. En caso de encontrarse enrollada la manguera de la pistola, el atendedor debe proceder a desenrollarla al finalizar cada despacho.	
5. Finalmente, la pistola debe ser depositada de manera cuidadosa en el receptáculo.	

POE ventilador del surtidor

Procedimiento Operativo Estándar	
Ventilador	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Inspección del ventilador</u>	
1. Delimitar zona a intervenir.	
2. Cortar suministro eléctrico.	
3. Abrir el panel superior del surtidor.	
4. Realizar inspección visual de ventilador de surtidor.	
5. Revisar cableado y el estado de aislación.	
6. En caso de daño, realizar acción correctiva, y proceder al cambio de ventilador.	
7. Cerrar el panel superior del surtidor.	
8. Restablecer suministro eléctrico.	
9. Despejar zona de trabajo.	

Anexo 3.7 - Propuesta Plan de mantenimiento preventivo para equipos de almacenamiento y suministro de CL de las estaciones de servicio Copec OZC



**Procedimiento estándar de mantenimiento preventivo para los equipos de almacenamiento y suministro de CL de las Estaciones de Servicio
Copec Oficina Zona Central**

**Departamento de Operaciones
Copec Oficina Zonal Central**

Chile – 2015

Índice

1.	Preámbulo	3
2.	Terminología	4
3.	Definición de las obligaciones y responsabilidades básicas del operador del personal, en materia de seguridad y riesgos	6
4.	Organigrama del personal relacionado al mantenimiento de E/S	8
5.	Supervisión de Operaciones	9
5.1.	Del concesionario	9
5.2.	Del jefe de playa o jefe de turno	10
5.3.	Del Departamento de Operaciones	10
5.4.	De la empresa contratista	11
5.5.	De los atendedores	11
6.	Actividades Generales	12
6.1.	Coordinación de mantenimiento programado	12
6.1.1.	Actividades Iniciales	12
6.1.2.	Inicio de actividades de mantenimiento	12
6.1.3.	Implementos de seguridad	13
7.	Actividades de Área de Mantenimiento Mecánico	14
7.1.	Mantenimiento preventivo Medidor volumétrico	14
7.2.	Mantenimiento preventivo Bomba	17
7.3.	Mantenimiento preventivo Tanque de almacenamiento de CL	21
7.4.	Mantenimiento preventivo Tuberías	23
7.5.	Mantenimiento preventivo Pistola	23
7.6.	Mantenimiento preventivo Controlador de surtidores	25
7.7.	Cambio de filtro	27
7.8.	Supervisión de atendedores	28
	Anexo 1 – Comprobante de trabajo mantenimiento preventivo	29
	Anexo 2 – Comprobante de trabajo calibración de surtidores	30
	Anexo 3 – Comprobante de trabajos correctivos realizados en mantenimiento preventivo	31
	Anexo 4 – Comprobante de trabajo mantenimiento correctivo	32

1. Preámbulo

El Decreto Supremo N° 160/08 del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, publicado en el Diario Oficial del 7 de Julio de 2009 reglamenta la seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos.

Artículo 1°. Este reglamento establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones de combustibles líquidos derivados del petróleo y biocombustibles, en adelante e indistintamente CL, y las operaciones asociadas a la producción, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de CL que se realicen en tales instalaciones, así como las obligaciones de las personas naturales y jurídicas que intervienen en dichas operaciones, a objeto de desarrollar dichas actividades en forma segura, controlando el riesgo de manera tal que no constituyan peligro para las personas y/o cosas.

Artículo 23°.- El operador de las instalaciones de CL deberá disponer de manuales que contengan procedimientos para efectuar la operación, mantenimiento e inspección de dichas instalaciones, los que deberán ser revisados anualmente y actualizados, si corresponde. El personal encargado de dichas actividades deberá conocer y estar capacitado en la ejecución de tales procedimientos.

Artículo 24°.- El operador deberá contar con un Plan de Mantenimiento e Inspección, elaborado de acuerdo a las disposiciones establecidas en el presente reglamento y demás disposiciones legales, reglamentarias y técnicas sobre la materia. Los procedimientos de mantenimiento e inspección de las instalaciones deberán ser parte del Sistema de Gestión de Seguridad y Riesgo o del Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos (MSCL), según corresponda. Mientras las instalaciones se encuentren en servicio, el operador deberá llevar un registro, en el cual conste el mantenimiento, reparación e inspección de los diversos equipos.

2. Terminología

Accidente: Suceso eventual que altera el orden regular de la actividad asociada a una instalación de CL, que genera un daño a las personas y/o cosas.

Área clasificada: Es aquella zona implementada con medidas de seguridad especiales para impedir la ignición de polvos, vapores o gases.

Dispensador: Unidad de suministro de CL con motobomba remota, generalmente en el interior del tanque en las E/S.

CL: Combustibles Líquidos.

E/S: Estación de Servicio (no incluido en el D.S. N° 160/08).

Fuente de ignición: Todo elemento o dispositivo, que por su modo de uso u operación es capaz de proveer la energía térmica necesaria para encender mezclas de vapores de combustibles en el aire.

Instalación de CL: Bien mueble o inmueble destinado a realizar las operaciones de refinación, producción, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de CL.

Mantenimiento: Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones de CL se conserven y funcionen adecuadamente.

Modificación: Variación introducida a una instalación de CL respecto de la inscripción de la misma en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Operador: Persona natural o jurídica, que administra una instalación de CL a cualquier título, sea concesionario, consignatario, arrendatario, mero tenedor u otro.

Programa de Seguridad: Es el conjunto ordenado de actividades sistemáticas, debidamente formalizadas y documentadas, destinadas a controlar o eliminar los riesgos de accidentes y daños a las personas o cosas, que una organización se propone cumplir en un período determinado.

Reparación: Trabajo necesario para mantener o restablecer una instalación o un componente de ella, a una condición adecuada para una operación segura.

Surtidor: Unidad de suministro de CL con bomba incorporada en el artefacto en las E/S (no incluido en el D.S. N° 160/08).

Unidad de suministro de combustible: Conjunto de elementos, dispensador o surtidor, que permiten el abastecimiento de CL, constituido, en general, por la pistola, mangueras, totalizador, medidor, bombas y motor, dispositivos de corte para prevención de derrames, separador y sistema recuperador de vapores de CL, según corresponda.

3. Definición de las obligaciones y responsabilidades básicas del operador del personal, en materia de seguridad y riesgos

Los propietarios y operadores de las instalaciones de CL, según corresponda, serán responsables de dar cumplimiento a las disposiciones generales y específicas que regulen materias propias de la instalación de su propiedad o a su cargo, establecido en el presente Reglamento.

Deberán, asimismo, mantener las instalaciones en buen estado y en condiciones de impedir o reducir cualquier filtración, emanación o residuo que pueda causar peligro, daños o molestias a las personas y/o cosas, cursos de aguas superficiales, subterráneas, lagos o mares (Art. 13° D.S. N° 160/08).

Los operadores de las instalaciones de CL, deberán velar por su correcta operación, mantenimiento e inspección, a objeto de desarrollar las actividades en forma segura, eliminando o controlando los eventuales riesgos que la operación presente para las personas y cosas (Art. 15° D.S. N° 160/08).

Los operadores de las instalaciones de CL de almacenamiento para consumo y abastecimiento a vehículos, naves y envases deberán contar con un Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos, en adelante e indistintamente MSCL (Art. 18° D.S. N° 160/08).

El operador de las instalaciones de CL deberá contar, en materias de seguridad de las instalaciones, con la asesoría de un experto en prevención de riesgos, en los términos establecidos en el Título III, Capítulo 1, párrafo 5 "Del Experto Profesional y Técnico en Prevención de Riesgos" (Art. 19° D.S. N° 160/08).

En el caso de Estaciones de Servicio, el tiempo mínimo de inspección por el experto en seguridad será de 8 horas cada dos meses, que para el caso de las Estaciones de Servicios de Copec, podrán realizarse 4 horas por mes.

El operador deberá mantener un archivo de planos "As Built" de las instalaciones que opera (Art. 20° D.S. N° 160/08).

El operador de las instalaciones de CL deberá disponer de manuales que contengan procedimientos para efectuar la operación, mantenimiento e inspección de dichas instalaciones, los que deberán ser revisados anualmente y actualizados, si corresponde.

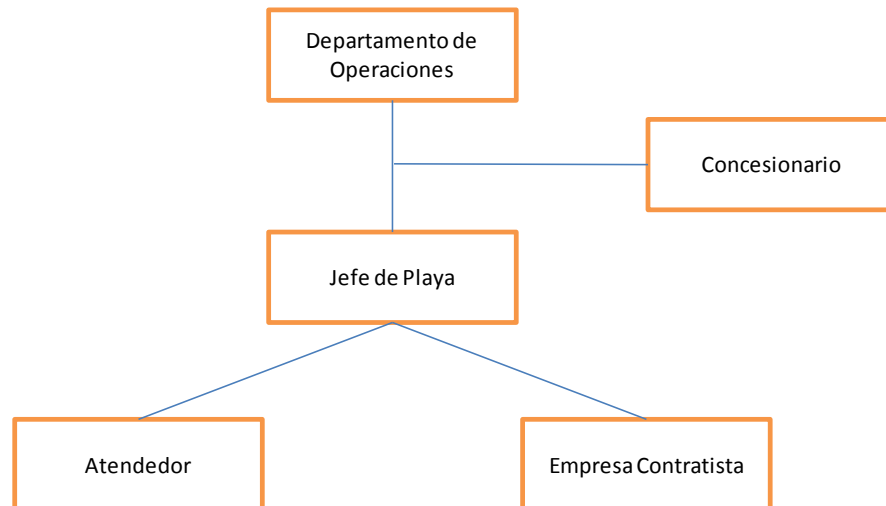
El personal encargado de dichas actividades deberá conocer y estar capacitado en la ejecución de tales procedimientos (Art. 23° D.S. N° 160/08).

El operador deberá contar con un Plan de Mantenimiento e Inspección, elaborado de acuerdo a las disposiciones establecidas en el presente reglamento y demás disposiciones legales, reglamentarias y técnicas sobre la materia.

Mientras las instalaciones se encuentren en servicio, el operador deberá llevar un registro, en el cual conste el mantenimiento, reparación e inspección de los diversos equipos (Art. 24° D.S. N° 160/08).

4. Organigrama del personal relacionado al mantenimiento de E/S

En el siguiente organigrama se observa el personal relacionado al proceso de mantenimiento del área mecánica de E/S.



5. Supervisión de Operaciones

Mientras la Instalación esté en operación, ya sea en recepción de combustibles o insumos varios (lubricantes, agua destilada, etc.) expendio, mantenimiento o renovación, debe estar supervisado por una persona responsable designada por el Concesionario.

5.1. Del concesionario

- ♦ Es responsable de supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Manual y asegurar la adecuada gestión de mantenimiento de las instalaciones, de supervisar la buena operación de las instalaciones y equipos existentes en el recinto y supervisar que se efectúe el mantenimiento de los equipos propios.
- ♦ Solicitar asistencia técnica y de seguridad a COPEC en caso de dudas para el correcto cumplimiento de la operación de la Instalación.
- ♦ Informar de inmediato todo accidente relacionado con los CL o de accidentes personales graves en el recinto de la instalación a Copec en Línea (800-200-220) y a su Jefe de Zona COPEC.
- ♦ Mantener accesible el libro de visitas de los expertos en prevención de riesgos en cualquier momento a los representantes de autoridades, debidamente identificadas (Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Servicio de Salud del Ambiente, Inspección del Trabajo).
- ♦ Mantener actualizado un archivo con los siguientes documentos (o fotocopias):
 - ♦ Inscripción de la E/S en SEC.
 - ♦ Inscripción Concesionario en SEC.
 - ♦ Croquis de la E/S indicando islas, tanques y sus ventilaciones y Planos As Built.
 - ♦ Certificados vigentes de tanques.
 - ♦ Análisis de riesgo de tanques.
 - ♦ Certificado eléctrico.
 - ♦ Autorización sanitaria de la Instalación.
 - ♦ Registro de mantención surtidores.
 - ♦ Registro mantención extintores.
 - ♦ Manual de Operación y Seguridad para Instalaciones Expendedoras de Combustible Copec.
 - ♦ Manual de Emergencia en Estaciones de Servicio Copec.
 - ♦ Manual de Seguridad Combustibles Líquidos (MSCL).
 - ♦ Control diario y acumulado mensual de existencias y fluctuaciones de los combustibles en cada tanque de los últimos 12 meses (impreso).
 - ♦ Capacitación a los Jefes de Servicio y/o Jefes de Turno en los procedimientos de operación segura y de emergencia asesorados por el experto en prevención de riesgos o Mutualidad Adherida.
 - ♦ Procedimiento de descarga de camiones de combustible.
 - ♦ Procedimiento de emergencia de la E/S (Establecido en el Manual de Emergencia).

- ♦ Constancia de entrega al personal de la E/S del Reglamento Interno de Higiene y Seguridad.
- ♦ Constancia de entrega al personal de la E/S de los apuntes sobre “El Derecho a Saber”.
- ♦ Constancia de la capacitación al personal de la E/S en Seguridad y especialmente en el uso de extintores y Primeros Auxilios.
- ♦ Constancia de entrega de Elementos de Protección Personal a los funcionarios de la E/S.

5.2. Del jefe de playa o jefe de turno

- ♦ Conocer el D.S. N° 160/08, Manuales de Operaciones y Procedimientos de Seguridad y Emergencias.
- ♦ Supervisar y/o capacitar al personal de Atendedores en los procedimientos de operación segura y de emergencias.
- ♦ Inspeccionar diariamente el buen estado y uso de los equipos de operación, extintores, baldes con arena y uso de elementos de seguridad, corregir lo que esté a su alcance y reportar al Concesionario lo que requiera corrección.
- ♦ Controlar que las empresas contratistas de mantenimiento cumplan con los procedimientos de trabajo seguro establecidos.
- ♦ Controlar que las personas que ingresen a la Instalación respeten las normas de internas de seguridad.
- ♦ Controlar que se mantengan secas las antecámaras de los tanques.
- ♦ Controlar el expendio de combustibles en recipientes portátiles autorizados y en las cantidades permitidas.
- ♦ Verificar el uso de Elementos de Protección Personal.
- ♦ Verificar diariamente que las instalaciones de la E/S estén funcionando normalmente (surtidores o dispensadores, extintores [estado y ubicación], compresor [drenaje semanal], tablero eléctrico, baños, etc.).
- ♦ Informar de inmediato todo accidente relacionado con los CL o de accidentes personales graves en el recinto de la instalación al Concesionario además a Copec en Línea (800-220-220) y a su Jefe de Zona COPEC, según lo establecido en el Manual de Emergencia de la Estación de Servicios.

5.3. Del Departamento de Operaciones

- ♦ Seleccionar y contratar empresas externas que realicen el mantenimiento mecánico de E/S.
- ♦ Revisar y supervisar el cumplimiento de la calendarización de mantenimiento preventivo en conjunto con el concesionario.
- ♦ Controlar la realización y calidad del mantenimiento.
- ♦ Supervisar y coordinar en conjunto con el call center, la asistencia mecánica ante emergencias.

- ♦ Realizar pago de honorarios a empresas contratistas.

5.4. De la empresa contratista

- ♦ Realizar calendarización de las actividades de mantenimiento en conjunto con el concesionario y el Departamento de Operaciones.
- ♦ Asistir a la cita de mantenimiento acordada en la hora y día indicado, y en caso de eventualidad, dar aviso al concesionario con anticipación.
- ♦ Contar con los manuales de seguridad y procedimientos necesarios y capacitar a sus trabajadores según corresponda.
- ♦ Contar con implementos necesarios para la realización de los trabajos.
- ♦ Contar con los implementos de seguridad indicados por el ente regulador, necesario para el manejo de CL y maquinaria asociada.
- ♦ Realizar los procedimientos en base al manual entregado.
- ♦ Dejar en condiciones adecuadas a los implementos de seguridad y accesos a tanque, como baldes de arena, tapas de carga y descarga, extintores, entre otros.
- ♦ Indicar a concesionario las eventualidades de emergencia que se presenten en el mantenimiento correctivo.
- ♦ Indicar a atendedores la correcta manipulación de los artefactos de venta de combustible.
- ♦ Registrar en hojas de trabajo las acciones realizadas y los repuestos utilizados en mantenimiento preventivo.
- ♦ Registrar en hoja de trabajo las acciones correctivas y los repuestos utilizados en la mantención preventiva.
- ♦ Registrar en hoja de trabajo las acciones correctivas y repuestos utilizados ante una emergencia
- ♦ Ingresar al software SAP los trabajos realizados y el movimiento de repuestos.
- ♦ Solicitar firma de hoja de trabajo al finalizar las labores, por el concesionario o encargado de turno.

5.5. De los atendedores

- ♦ Cumplir con los procedimientos de trabajo seguro establecidos.
- ♦ Cumplir con el protocolo de atención exigido por Copec.
- ♦ Usar los equipos de seguridad asignados.
- ♦ Reportar a su superior cualquier deficiencia detectada en los equipos y elementos de seguridad.
- ♦ Estar en conocimiento de los procedimientos de emergencia establecidos para la E/S.

6. Actividades Generales

La planificación de las actividades de mantenimiento, deberá realizarse al inicio de cada año, en el cual se calendarizara las mantenciones a las diferentes estaciones de servicio de la zona.

Dicho calendario tendrá las siguientes frecuencias:

- ♦ Mensual: cambio de filtro
- ♦ Trimestral: calibración, inspecciones visuales del estado del surtidor (parte mecánica y electrónica)
- ♦ Semestral: inspección bomba.

Es relevante que el calendario de mantenimiento se cumpla a cabalidad por las partes involucradas, para evitar retrasos en la planificación y un desfase del proceso de mantenimiento, por lo mismo, la planificación debe realizarse en conjunto para evitar trabajos en horas punta en E/S, de modo de generar la menor pérdida por dejar de vender.

Esta calendarización debe ser entregada a cada empresa contratista, concesionario E/S y al Dpto. de Operaciones para coordinar cuando se presenten problemas de organización.

6.1. Coordinación de mantenimiento programado

Las visitas de mantenimiento preventivo deben ser planificadas con anticipación, para ello se debe considerar lo siguiente:

6.1.1. Actividades Iniciales

- ♦ Coordinación con concesionario para determinar la frecuencia de mantenimiento, y establecer un calendario que se distribuya a la empresa contratista, Dpto. de Operaciones y E/S.
- ♦ Determinar un horario conveniente para no incidir de manera negativa en las ventas de cada estación al momento de realizar el mantenimiento.
- ♦ Entregar una copia de este procedimiento a la empresa contratista, Dpto. de Operaciones y concesionario.

6.1.2. Inicio de actividades de mantenimiento

- a) Revisar calendarización y horario de mantenimiento a la E/S seleccionada.

- b) Dar aviso vía telefónica o vía e-mail el día anterior al concesionario y al Dpto. de Operaciones el horario del mantenimiento, de modo de dar seguridad que no se presentaran problemas a la llegada de la empresa contratista
- c) Al llegar a la E/S, dirigir a la oficina para dar aviso de la llegada y del inicio de actividades.
- d) Registrar las actividades por equipo.
- e) Registrar las actividades de mantenimiento correctivo necesario por equipo y los repuestos que se utilizaron.
- f) Entregar una copia de la hoja de mantenimiento correctivo y preventivo al concesionario y al Dpto. de Operaciones, con la respectiva firma del concesionario de la E/S.
- g) Registrar hora de inicio y hora de término de trabajos.

6.1.3. Implementos de seguridad

La empresa contratista deberá contar con todos los implementos de seguridad personal necesarios, así como también los elementos de seguridad destinados a controlar o eliminar el riesgo de accidentes y daños a las personas o bienes.

Elementos de seguridad personal (EPP)

- ♦ Calzado de seguridad
- ♦ Vestimenta de material no inflamable
- ♦ Chaqueta reflectante
- ♦ Gafas de seguridad

Elementos de seguridad

- ♦ Extintores
- ♦ Baldes de arena
- ♦ Implementos para demarcar zona de seguridad

7. Actividades de Área de Mantenimiento Mecánico

El mantenimiento preventivo debe realizarse de acuerdo a los estándares establecidos en el presente manual.

Los trabajos realizados por el mecánico deberá llenar obligatoriamente el registro correspondiente al tipo de mantención realizada, los cuales se observan en los Anexos 1, 2 y 3.

A continuación se describen los procedimientos de mantenimiento mecánico preventivo a equipos de E/S.

7.1. Mantenimiento preventivo Medidor volumétrico

El medidor volumétrico consta de dos partes conectadas, el medidor y el pulsador y regula el pasaje de combustible para entregar información de cuantos litros de combustible se dispensan en cada transacción

El líquido que viaja hacia arriba en el dispensador, pasa a través de una válvula reguladora que mide la velocidad del flujo de combustible. Esto lo hace a través de una membrana de plástico que se comprime más y más estrechamente por el tubo conforme el flujo de combustible aumenta, dejando siempre espacio suficiente para que la cantidad correcta pase a través de él. Si se ha establecido una cantidad predeterminada de combustible a bombear, el flujo se reducirá a medida que se aproximan al límite. En la Figura 1 se observa el exterior de un medidor volumétrico.

Pulsador Inteligente

Componente electrónico conectado al medidor volumétrico, el cual emite señales a la placa lógica traduciéndose en dígitos. El pulsador conecta al medidor electrónico del surtidor y consta de sensores de efecto "hall" (magnético). UN juego para cada medidor en el interior del domo del medidor, un disco magnético de rotación genera un campo magnético cambiante, convirtiendo dichos cambios en pulsos digitales. La cuenta de pulsos actual se modifica por el factor de calibración del pulsador antes de ser enviado a la computadora del surtidor.



Figura 1 – Medidor volumétrico
Fuente: Catálogo Bozza.

Procedimiento operativo estándar Medidor volumétrico

Procedimiento Operativo Estándar	
Medidor Volumétrico	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
<u>Inspección visual</u>	
8. Delimitar la zona a intervenir.	
9. Quitar el panel inferior del surtidor.	
10. Cortar suministro eléctrico.	
11. Realizar una inspección visual de los componentes externos y realizar una limpieza en caso de haber suciedad.	
12. Si hay filtraciones aplicar procedimiento de mantenimiento interno del medidor volumétrico descrito en el POE trimestral del mismo.	
13. Restablecer suministro eléctrico.	
14. Despejar zona de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Medidor Volumétrico	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Mantenimiento interno</u>	
28. Delimitar la zona a intervenir.	
29. Quitar el panel inferior del surtidor.	
30. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del dispensador.	
31. Levantar la palanca de partida.	
32. Ubicar la pistola dentro de un contenedor designado y vaciar todo el producto restante dentro de la manguera. Posteriormente ubicarla en su lugar.	
33. Realizar una inspección visual de los componentes externos y realizar una limpieza en caso	

de haber suciedad.
34. Abrir el medidor, separando la parte inferior de la parte superior desatornillando los pernos del plano horizontal.
35. Realizar una inspección visual de los componentes internos y realizar una limpieza en caso de haber suciedad.
36. Si se visualiza alguno de los componentes dañados, se debe sustituir el medidor volumétrico completo (ver POE sustitución de medidor volumétrico)
<u>Revisión de cableado</u>
37. Realizar inspección visual del estado del set de cables.
38. En caso de encontrar cables desconectados, proceder a su reconexión.
39. En caso de encontrar cables expuestos o cortados, extraerlos e instalar un nuevo set.
40. Limpiar cables.
41. Medir nivel de aislamiento de cableado, mediante multímetro, el cual debe arrojar una medición de 220 vca, en caso de presentar mediciones diferentes, solicitar mantenimiento eléctrico.
42. Cerrar el medidor atornillando la parte superior y la parte inferior.
43. Cerrar el panel inferior del surtidor.
<u>Calibración del medidor volumétrico</u>
44. Ubicar el matraz en una superficie completamente horizontal, utilizando un nivel para corroborarlo.
45. Climatizar el matraz haciendo un lavado con el combustible de la pistola a calibrar.
46. Llenar el matraz con 20 litros de combustible en tres ocasiones. La primera vez se utiliza flujo alto, las dos siguientes con flujo alto y medio alternado.
47. Si las mediciones son consistentes, no se interviene el medidor volumétrico. Si las primeras dos medidas resultan inconsistentes, se procede a resetear el medidor volumétrico.
<u>Reseteo del medidor volumétrico</u>
48. Acceder al controlador de surtidores y poner el pulsador inteligente en modo calibración.
49. Llenar el matraz con 20 litros. Cerrar el modo calibración en el software.
50. Tomar otras tres muestras de 20 litros cada una para verificar la exactitud de la calibración.
51. Si no es posible calibrar el medidor en cuanto a lo que la norma exige, se debe efectuar el reemplazo del medidor volumétrico completo.
52. Reinsertar el combustible extraído en el proceso de calibración al tanque correspondiente.
53. Depositar combustible de prueba en tanque.
54. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Medidor Volumétrico	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
<u>Sustitución del medidor volumétrico</u>	
9. Delimitar la zona a intervenir.	
10. Quitar el panel inferior del surtidor.	

11. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del dispensador.
12. Desconectar cableado del medidor volumétrico a remover.
13. Instalar el nuevo medidor volumétrico.
14. Realizar calibración del nuevo medidor volumétrico. (ver POE trimestral de medidor volumétrico)
15. Cerrar el panel inferior del surtidor.
16. Despejar el área de trabajo.

7.2. Mantenimiento preventivo Bomba

La bomba es dirigida mediante el sistema electrónico por el controlador de surtidores.

Bomba de succión

Este tipo de bomba se utiliza solo en equipos surtidores de combustible. Es un elemento incorporado en el surtidor el cual succiona el combustible, por intermedio de la tubería, desde el tanque correspondiente. La cañería se conecta desde la base del surtidor hasta la boca del tanque donde se halla alojado el caño de succión el cual en su base se encuentra conectado a la válvula de retención.

Bomba de impulsión

Este tipo de bomba solo es utilizada en los dispensadores. En este sistema, la bomba se encuentra alojada sobre el lomo del tanque dentro de un sumidero llamado sump riser. Al accionar la palanca de partida del dispensador, se activa un contactor en el tablero eléctrico para dispensadores, el cual envía alimentación eléctrica trifásica a la bomba, ésta al ponerse en marcha impulsa combustible por todas las líneas del producto correspondiente a ese tanque hacia todas las mangueras que expenden ese mismo producto, sin embargo, sólo la manguera que está suministrando en ese momento permite el paso de combustible hasta la pistola.

La bomba de impulsión tiene un motor de 2 hp, con bomba de dos pasos en el extremo. La presión máxima es de 45 psi. En la Figura 2 se muestra una bomba de impulsión de combustible.

Características principales

- ♦ Salida de Presión Constante

La Bomba Sumergible con Turbina de Presión Constante (CPT por sus siglas en inglés) utiliza tecnología de presión controlada. Esta tecnología mide la presión abajo de la

línea de la bomba con un transductor de presión. El controlador lee la presión directamente desde el transductor y varía la velocidad de la bomba para mantener el flujo de combustible constante. Durante su instalación, el instalador regula la presión requerida en el controlador para mantener la descarga a un máximo de 10 gpm en el puesto de distribución sin importar el número de toberas operando.

- ♦ Detección de Fuga de Línea

La bomba utiliza tecnología de presión controlada no únicamente para controlar el régimen de descarga de la bomba sino también para detectar fuga de línea. El transductor de presión detecta la presión de la línea para controlar el régimen de descarga cuando la bomba esté encendida, también mide la presión de la línea cuando la bomba está apagada para determinar si existen fugas.



Figura 2 – Bomba de impulsión.
Fuente: Catálogo Red Jacket.

Procedimiento operativo estándar Bomba

Procedimiento Operativo Estándar	
Bomba	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Revisión de cableado</u>	
14. Revisar diagrama disponible en estación de servicio de conexión general, y determinar la parte del diagrama del cual depende la bomba.	
15. Delimitar zona a intervenir.	
16. Cortar suministro eléctrico a surtidor intervenido.	
17. Abrir área de bomba en cámara domo.	
18. Realizar inspección visual del estado de set de cables (cable a tierra, neutro, cables motor-bomba).	
19. En caso de encontrarse cables desconectados, proceder a conectar.	
20. En caso de que se encuentren cables dañados, extraer cables dañados e instalar nuevos cables.	
21. Limpiar cables.	
22. Revisar estado de cañerías de metal que contiene el cableado.	
23. Medir nivel de aislamiento de cableado, mediante multímetro, el cual debe arrojar una	

medición de 220 vca, en caso de presentar mediciones diferentes, solicitar mantenimiento eléctrico.
24. Cerrar área de bomba en cámara domo.
25. Restablecer suministro eléctrico.
26. Despejar zona de trabajo

Procedimiento Operativo Estándar	
Bomba	
Intervalo	Realizado por
Semestral	Mecánico
<u>Funcionamiento impulsión/succión</u>	
14. Delimitar la zona a intervenir	
15. Cortar suministro eléctrico	
16. Abrir área de bomba en cámara domo.	
17. Realizar inspección visual de bomba.	
18. En caso de observar rotura de material o daño aparente, realizar cambio de bomba (revisar procedimiento de cambio de bomba)	
19. Realizar inspección visual y corrección general de posibles fugas (detector de fuga)	
20. Revisar acople de bomba, rectificar en caso de no estar bien acoplada.	
21. Realizar limpieza de sector de bomba	
22. Realizar prueba de impulsión de combustible, de modo de determinar el estado del funcionamiento del controlador del dispensador (palanca de partida, bomba, detector de fuga y válvula de retención.)	
Prueba de control de presión de flujo, detección de fugas	
e) Ajuste de la presión de control de bomba	
iv. Arrancar el controlador	
v. El controlador iniciará una secuencia de auto-diagnóstico y de chequeo de rotación en reverso por aproximadamente un minuto.	
vi. Ajustar el dial rotatorio a la presión necesaria para mantener 10 gpm en una pistola.	
f) Purga de aire en la línea	
vi. Después de confirmar que toda la línea ha sido evaluada a presión antes de introducir producto, cerrar la válvula de esfera en la salida de la bomba.	
vii. Encender la bomba. Lentamente abrir la válvula de esfera para presurizar la línea gradualmente.	
viii. Abrir la pistola más alejada de la bomba, dispensando unos 50 litros de producto.	
ix. Purgar TODO el aire restante en el sistema, dispensando unos 30 litros de cada manguera restante, comenzando con el dispensador más alejado de la bomba.	
x. Inspeccionar el sistema en busca de fugas.	

g) Ajuste del elemento funcional

- vi. Retirar la tapa hexagonal de bronce del elemento funcional ajustable.
- vii. Regular la presión de retención, ajustando el tornillo de ajuste de presión:
 - Para aumentar la presión, girar el tornillo en sentido horario.
 - Para disminuir la presión, girar el tornillo en sentido contra horario.
- viii. Después de ajustar el tornillo, encender y apagar la bomba; después, observar la presión estática. Existen tres métodos para verificar el ajuste de la presión de alivio:
 - Tomando la presión desde el controlador.
 - Observando los ajustes de presión de alivio usando las consolas de detección electrónica de fugas en la línea (ver el manual de instrucciones de operación correspondientes).
 - Observando la presión con el manómetro conectado a la válvula de impacto o a la puerto de prueba de línea en la bomba.
- ix. Si la presión es incorrecta, ajustar nuevamente el tornillo, como se explica en el paso ii.
- x. Cuando la presión está correcta, volver a colocar la tapa de latón hasta que toque el cuerpo del elemento funcional.

h) Medición de volumen de flujo

- vii. Con la manguera más cercana a la bomba totalmente abierta, y surtiendo a un recipiente de 5 galones aprobado o al tanque de gasolina de un automóvil, bombear combustible por un intervalo cronometrado de 15 segundos, usando un cronómetro.
- viii. Anotar los galones bombeados durante el intervalo cronometrado.
- ix. Para calcular el flujo, multiplicar por 4 la cantidad de galones bombeados durante el intervalo de 15 segundos. El resultado da el caudal en galones por minuto (gal/min).
- x. Si es necesario, ajustar la presión de la bomba:
 - Menor que 10 gal/min: aumentar el ajuste de presión.
 - Mayor que 10 gal/min: disminuir el ajuste de presión.
 - 10 gal/min: no cambiar el ajuste de presión.
- xi. Ajustar la presión deseada rotando el dial. En sentido horario para aumentar la presión, y en sentido contra-horario para disminuirla
- xii. Repetir esta prueba de calibración hasta lograr el caudal deseado, pero sin exceder

de 10 gal/min, o sea el caudal aprobado por los reglamentos de EPA.
23. Depositar el combustible utilizado para realizar la prueba en tanque correspondiente.
24. Cerrar cámara domo.
25. Restablecer suministro eléctrico.
26. Despejar el área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Bomba	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
<u>Cambio de bomba</u>	
14. Delimitar zona a intervenir	
15. Cortar suministro eléctrico	
16. Abrir área de la bomba en cámara domo.	
17. Retirar el perno de desconexión de la bayoneta eléctrica	
18. Girar el conector eléctrico hacia un lado.	
19. Si está colocado un sistema de sifón, desconectar la tubería del sifón. Si hay válvulas de globo instaladas, cerrarlas.	
20. Retire los dos pernos de seguridad. Para aliviar la presión retirar el tornillo ajustador del elemento funcional, entonces aplique movimiento vertical alternativo a la bomba para permitir que el exceso de presión fluya en el tanque.	
21. Levante la unidad que se puede extraer	
22. Permita que la bomba drene en el tanque antes de completar la extracción	
23. Instalar bomba nueva	
24. Restablecer suministro eléctrico.	
25. Cerrar cámara domo.	
26. Despejar la zona de trabajo.	

7.3. Mantenimiento preventivo Tanque de almacenamiento de CL

El tanque de combustible es el encargado de almacenar los distintos productos de venta de las estaciones de servicio Copec (gasolinas de 93, 95, 97 octanos, Kerosene y Petróleo Diesel).

El tanque de combustible consta de las siguientes partes:

- ♦ Tapas y conductos de carga y descarga: por dichas tapas se deposita el combustible desde los camiones mediante mangueras. Las tapas tienen un color característico según tipo de combustible, como se observa en la Figura 3.






Gasolina 93	
Gasolina 95	
Gasolina 97	
Petróleo Diesel	
Kerosene	

Figura 3 – Identificación de las tapas de los tanques de almacenamiento según producto.
Fuente: Copec.

- ♦ Venteo: es un dispositivo utilizado para el alivio de la presión del tanque de CL. Se utiliza válvula de presión/vacío que permite cerrar el tanque herméticamente mientras no entra y sale producto del mismo, permitiendo la evacuación de gases en los rangos de presión y vacío mostrados en la válvula cuando en el tanque se considere sistema de recuperación de vapores, de lo contrario se utilizara válvula tradicional.
- ♦ Caño de Recuperación de Vapores: este caño se instala en todos los tanques. Su uso dependerá de la situación medioambiental de la ciudad en que se encuentre la E/S. Se utiliza para evitar que los vapores generados durante el proceso de trasvasije de CL se liberen a la atmosfera, permitiendo que sean almacenados en el mismo camión de transporte del CL. En caso de que el estanque disponga de recuperación de vapores se utiliza un adaptador para instalar la manguera hacia el camión, de lo contrario se instala una tapa y los vapores son eliminados directamente mediante el sistema de venteo hacia la atmosfera. Cuando la instalación dispone de varios estanques de gasolina con sistema de recuperación de vapores, con sus venteos conectados, podrá instalarse un solo adaptador, el cual se identifica pintando de color azul la tapa de caja vereda.
- ♦ Pozo de Observación: se utiliza para instalar detectores de fuga y derrames desde el sistema de almacenamiento y distribución. Su utilización, cantidad y ubicación se define en el proyecto de ingeniería respectivo. Los pozos se identifican mediante un triángulo equilátero color negro sobre un fondo blanco.
- ♦ Caño Carga/Medición: es utilizado para la descarga de camiones y para efectuar la medición de nivel del producto y agua. Este caño está ubicado en el centro del estanque y debe disponer siempre de un contenedor de derrames.
- ♦ Caño de Telemedición: es un sistema digital usado para controlar el nivel del líquido en el tanque de CL, mediante un sistema que registra la presión generada por la altura del líquido mediante un tubo introducido en el depósito y visualiza su volumen. Se instala solo cuando es necesario un equipo de telemedición.

Procedimiento operativo estándar Tanque de almacenamiento de CL

Procedimiento Operativo Estándar	
Tanque de almacenamiento de CL	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Prueba de presencia de agua en tanque</u>	
12. Delimitar zona de trabajo	
13. Cortar suministro eléctrico	
14. Abrir tapa de carga/descarga o cámara domo	
15. La varilla debe estar seca cada vez que se introduce al tanque	
16. Introducir cuidadosamente al tanque la varilla de medida, conservándola en posición vertical hasta que toque el fondo de éste. Debe introducirse en el mismo punto cada vez que se toma una lectura.	
17. Se deben registrar los niveles de agua en el tanque. En éste caso se aplica la pasta para detección de agua en la parte final de la varilla, aproximadamente en los últimos 15 cm. Al entrar en contacto con el agua la pasta cambia de color y registra el nivel de agua	
18. Retirar la varilla lentamente.	
19. Las lecturas deben realizarse con exactitud por lo cual se recomienda tomar varias veces la misma lectura para obtener un promedio de ellas (por lo menos dos veces)	
20. Cerrar tapas de carga/descarga o cámara domo	
21. Restablecer suministro eléctrico.	
22. Despejar zona de trabajo	

7.4. Mantenimiento preventivo Tuberías

La red de tuberías conduce el CL desde el tanque de almacenamiento hasta las correspondientes unidades de suministro. Las tuberías seleccionados para una E/S, depende de las condiciones ambientales donde serán instalados, de los efectos sísmicos, presiones máximas de operación, vientos y esfuerzos originados por los soportes. Sin embargo, generalmente están construidas de acero y deberán tener recubrimientos que los protejan de golpes, sobrepresiones, corrosión externa y condiciones medioambientales adversas. Además las uniones entre tuberías deben ser herméticas y utilizar sellantes compatibles con el combustible, para evitar filtraciones.

Procedimiento operativo estándar Tuberías

Procedimiento Operativo Estándar	
Tuberías	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
9. Delimitar la zona a intervenir.	
10. Quitar el panel inferior del surtidor.	
11. Inspeccionar visualmente el estado de la conexión de las cañerías.	
12. Cerrar el panel inferior del surtidor.	
13. Abrir manhole del tanque de combustible.	
14. Realizar una inspección visual del estado de la conexión en la entrada de las cañerías y limpiarlas en caso de encontrarse sucias u obstruidas.	
15. Accionar la palanca de partida manteniendo la válvula de corte cerrada. Proceder a medir la presión en la línea. Esta debe ser constante (45 PSI). En caso de haber alteraciones de presión proceder a buscar la fuga en la línea de suministro.	
16. Cerrar la manhole del tanque de combustible.	

7.5. Mantenimiento preventivo Pistola

Permite el expendio de combustible, por medio de una manguera que por el extremo opuesto se encuentra conectada al surtidor. Está construida de acero inoxidable y es recubierta por una funda de plástico.

Existen diferentes tamaños, dependiendo del grosor del caño se clasifican en puntera gruesa (3/4”), puntera fina (5/8”) y alto caudal (1”).

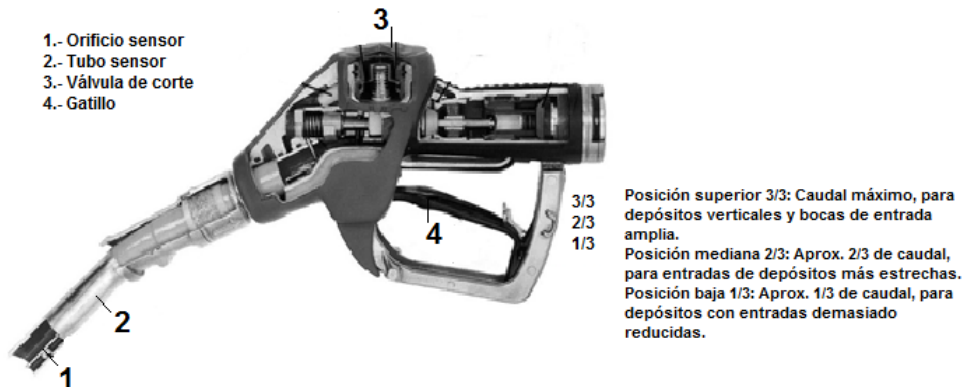


Figura 4 – Partes que componen la pistola.

Fuente: <http://teoriaytecnicadelautomovil.blogspot.com/2010/09/como-funciona-el-corte-automatico-en-el.html>.

Como se observa en la Figura 4, las partes de la pistola son las siguientes:

(1) Caño: es la parte metálica que se coloca directamente en contacto con el vehículo para permitir el traspaso de combustible.

(2) Sensor de corte automático: al entrar en contacto con el combustible del estanque del vehículo acciona inmediatamente el gatillo para detener el despacho de combustible.

(3) Válvula de corte: cierra herméticamente impidiendo el paso del combustible. Esta válvula puede ser accionada mediante el gatillo o gracias al sensor de corte automático.

(4) Gatillo: mediante su activación se da la orden de apertura o de cierre de la válvula de corte. La posición en la que se encuentre regula la salida de combustible y su corte automático al cumplir con el volumen solicitado por el cliente o al llenarse el estanque del vehículo.

Procedimiento operativo estándar Pistola

Procedimiento Operativo Estándar	
Pistola	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
<u>Prueba de corte automático y hermeticidad de pistola</u>	
8. Delimitar la zona a intervenir.	
9. Durante el proceso de calibración del medidor volumétrico, sumergir en tres ocasiones el caño de la pistola en el combustible del matraz. Si no se activa el corte automático, proceder al cambio de pistola.	
10. Levantar la pistola de despacho y accionar la palanca de partida.	
11. Mantener la válvula de corte cerrada y esperar durante dos minutos.	
12. Detener la bomba y observar durante un minuto si existen fugas de combustible a través de la manguera, válvula breakaway o pistola.	
13. Si hay fugas, revisar los elementos y proceder a cambiar el que se encuentre defectuoso.	
14. Despejar el área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Pistola	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
<u>Para el cambio de pistola, manguera o breakaway</u>	
13. Quitar el panel inferior del surtidor.	
14. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del surtidor.	
15. Realizar un proceso de sangrado de combustible del dispensador de la siguiente forma: levantar la palanca de partida, ubicar la pistola dentro de un contenedor designado, dispensar todo el producto restante dentro de la manguera, bajar la palanca de partida y ubicar la pistola de vuelta.	
16. Cortar suministro eléctrico.	

17. Retirar elemento en malas condiciones.
18. Instalar elemento nuevo.
19. Restablecer suministro eléctrico.
20. Probar el sistema despachando combustible en el contenedor designado y verificar que el despacho sea fluido y que no se produzcan filtraciones.
21. Depositar combustible de prueba en tanque.
22. Abrir la válvula de paso que se encuentra en la base del surtidor.
23. Cerrar panel inferior del surtidor.
24. Despejar el área de trabajo.

7.6. Mantenimiento preventivo Controlador de surtidores

El controlador de surtidores está ubicado en el surtidor y mediante el uso de tarjetas electrónicas incorporadas controla las funciones de la bomba y la venta de combustible.

En la Figura 5 se pueden observar los componentes externos del controlador de surtidores. Consta de un gabinete que contiene ranuras para tarjetas electrónicas que manejan el funcionamiento de sistema, dichas tarjetas son las siguientes:

- ♦ Tarjeta Convertidora: contiene un módulo convertidor de alta potencia que convierte el voltaje rectificado por la tarjeta de capacitores a un voltaje trifásico que alimenta al motor de la bomba. Este convertidor tiene la capacidad de modular la frecuencia y la duración de los pulsos trifásicos de tal manera que la velocidad y potencia del motor puedan ser ajustados. (Gilbarco)
- ♦ Tarjeta de Capacitores: el cable eléctrico de llegada está conectado a la tarjeta de capacitor. Esta tarjeta contiene cuatro capacitores que almacenan energía. (Gilbarco)
- ♦ Tarjeta de Procesador: esta tarjeta contiene dos microprocesadores. Estos microprocesadores controlan la frecuencia de la potencia enviada a los bobinados del motor, procesan la información sobre presión del transductor y la analizan de acuerdo con el programa de detección de fugas en la línea de alta presión.

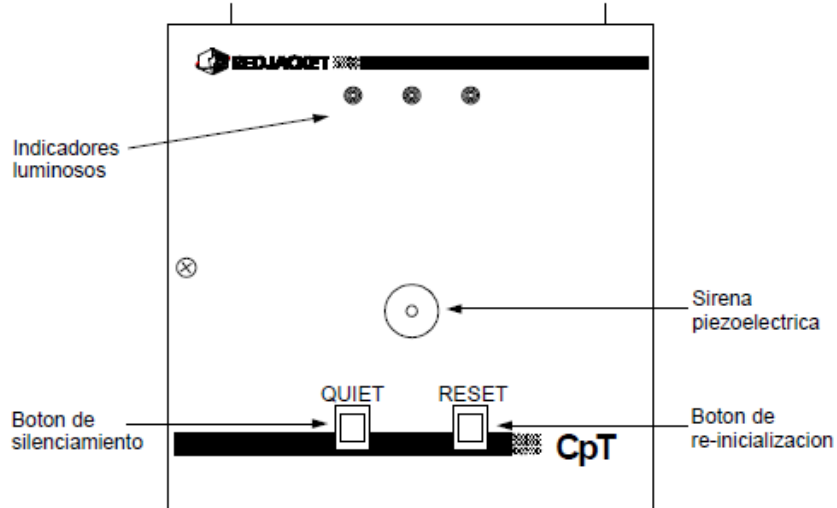


Figura 5 – Componentes externos del controlador de surtidores.

Fuente: Manual de usuario Gilbarco.

Procedimiento operativo estándar Controlador de surtidores

Procedimiento Operativo Estándar	
Controlador de Surtidor	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
16. Delimitar zona a intervenir	
17. Cortar suministro eléctrico, luego dejar pasar de 2 a 5 minutos hasta que la luz roja indicadora de carga del capacitor se apague en la tarjeta de inversor, antes de reparar o sacar el controlador.	
18. Quitar panel superior de surtidor.	
19. Extraer gabinete de metal que contiene las tarjetas electrónicas y determinar su estado mediante inspección visual, en caso de suciedad acumulada, proceder a limpiar.	
20. Revisar estado físico de las 3 tarjetas de controlador.	
21. En caso de daño físico, proceder a retiro y nueva instalación de tarjeta.	
22. Restablecer suministro eléctrico.	
23. Realizar inspección visual del estado de las luces led, en caso de encontrar alguna quemada, proceder a cambiarlas.	
24. Revisar luces Led de fallas, determinar según la cantidad de parpadeos si hubo problemas en el sistema que está bajo el mando del controlador, en caso de alguna incidencia proseguir con acción correctiva.	
25. Realizar pruebas de para determinar funcionamiento de tarjeta, utilizar manual de surtidor.	
26. Determinar si se presentan errores.	
27. En caso de que existan, establecer código de error, para luego buscar solución en manual de códigos de error de surtidor.	
28. Realizar pruebas para determinar un correcto funcionamiento.	
29. Cerrar de surtidor.	
30. Despejar el área de trabajo.	

7.7. Cambio de filtro

Los filtros de surtidores y dispensadores deben ser sustituidos con una frecuencia mensual, para asegurar la calidad del CL despachado e impedir que se provoque una disminución en el caudal del flujo de salida, la cual dependerá del nivel de saturación del filtro.

Caudal de salida:

- ♦ Filtro nuevo, máximo caudal: 10 (GPM)
- ♦ Filtro con saturación media: 8,5 (GPM)
- ♦ Filtro con saturación alta: 5 (GPM)

(GPM: Galones por minuto)

Procedimiento operativo estándar cambio de filtro

Procedimiento Operativo Estándar	
Filtro	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
12. Delimitar la zona a intervenir	
13. Quitar el panel inferior del surtidor.	
14. Cerrar la válvula de paso que se encuentra en la base del surtidor.	
15. Realizar un proceso de sangrado de combustible del dispensador de la siguiente forma: levantar la palanca de partida, ubicar la pistola dentro de un contenedor designado, dispensar todo el producto restante dentro de la manguera, bajar la palanca de partida y ubicar la pistola de vuelta.	
16. Cortar suministro eléctrico.	
17. Desenroscar el filtro en contra de las manecillas del reloj y desecharlo en un contenedor designado para desechos tóxicos.	
18. Instalar el nuevo filtro, enroscándolo en sentido de las manecillas del reloj.	
19. Restablecer suministro eléctrico.	
20. Revisar alrededor del filtro que haya quedado instalado herméticamente.	
21. Cerrar el panel inferior del surtidor.	
22.	

7.8. Supervisión de atendedores

La supervisión se puede realizar por igual en todas las E/S, debido a que el procedimiento que sigue un atendedor debe ser por igual en todos los casos.

Gran parte de las fallas de emergencia se deben a una manipulación inadecuada de los componentes por parte de los atendedores, por lo que una evaluación inesperada de su

trabajo por parte del jefe de playa, llevaría a que los trabajadores cumplan con los procedimientos como corresponde y no cometan errores como dejar puesta la pistola en el vehículo una vez finalizado el despacho, no desenrollar la manguera, presionar el teclado bruscamente, entre otros.

Se recomienda que las supervisiones sean realizadas trimestralmente, sin previo aviso con el fin de que los atendedores se comporten de manera cotidiana, de manera que las observaciones se registren de forma verídica.

Procedimiento operativo estándar supervisión de atendedores

Procedimiento Operativo Estándar	
Supervisión de atendedores	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Jefe de playa
El día de la aplicación de éste procedimiento debe ser determinado de manera aleatoria por el jefe de playa. Se deben observar los siguientes puntos:	
6. El ingreso de información de la venta en el teclado predeterminador debe ser realizado cuidadosamente, sin presionar en exceso las teclas.	
7. El accionamiento de la palanca de partida al comenzar el despacho debe ser realizado con la mano, de ninguna manera con el caño de la pistola.	
8. El atendedor deberá estar atento mientras se carga combustible al vehículo y esperar alrededor de 10 segundos una vez finalizada la carga, para asegurar que haya escurrido todo el combustible de la pistola.	
9. En caso de encontrarse enrollada la manguera de la pistola, el atendedor debe proceder a desenrollarla al finalizar cada despacho.	
10. Finalmente, la pistola debe ser depositada de manera cuidadosa en el receptáculo.	

Anexo 3 – Comprobante de trabajo mantenimiento correctivo

COPEC		COMPROBANTE DE TRABAJO MANTENIMIENTO CORRECTIVO MECANICOS DE BOMBA		N°	
N° DE AVISO		FECHA		HORA	
PRIORIDAD					
FECHA		HORA			
NOMBRE DEL CLIENTE		RUT		INSTALACION	
NOMBRE DEL MECANICO				CODIGO	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO					
EQUIPO CON FALLA					
DESCRIPCION FALLA:					
INFORMACION E/S					
REPUESTOS		CANTIDAD		CANTIDAD	
INFORMACION E/S					
SUPERVISOR		TRABAJO APROBADO		SI NO	
OBSERVACIONES					
TRABAJOS INCOMPLETOS		FECHA		HORA	
REGRESO A OPERACIÓN		FECHA		HORA	
FIRME Y TIMBRE SUPERVISOR			FIRMA Y TIMBRE MECANICO		

Anexo 4.1 - Tabla de prioridad y frecuencia de los modos de falla

Prioridad y frecuencia de los modos de falla del subsistema Medidor volumétrico

Medidor volumétrico			
Modo de falla	Efecto de falla	Clasificación	Frecuencia
Partículas metálicas en el disco magnético	♦ Alteraciones en la medición del flujo.	P2	F2
Bomba ineficaz	♦ Movimientos irregulares del pulsador.	P3	F2
Suciedad en filtro	♦ Desgaste prematuro del medidor volumétrico.	P3	F5
Filtro ineficaz	♦ Desgaste prematuro del medidor volumétrico.	P3	F2
Bajo volumen de combustible en el tanque	♦ Desgaste prematuro del medidor volumétrico.	P2	F3
Pulsador desconectado	♦ Imposibilidad de medir el flujo de combustible.	P1	F1
Cable del pulsador averiado	♦ Alteraciones en la medición del flujo.	P2	F2
Medidor volumétrico dañado	♦ Imposibilidad de medir el flujo de combustible.	P1	F3
Medidor fuera de medida	♦ Alteraciones en la medición del flujo.	P2	F4
Pulsador dañado	♦ Alteraciones en la medición del flujo.	P2	F3

Prioridad y frecuencia de los modos de falla del subsistema Bomba

Bomba			
Modo de falla	Efecto de falla	Calificación	Frecuencia
Palas de la hélice o engranajes de bomba de impulsión dañados	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Fallas eléctricas. ♦ Flujo lento o ausente. 	P1	F3
Bomba de baja potencia, con un motor de potencia menor a la requerida.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Flujo lento o ausente. 	P1	F1
Cableado de alimentación eléctrica en mal estado.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Fallas eléctricas. ♦ Flujo lento o ausente. 	P1	F3
Baja presión en la línea, debido a que la válvula de retención no cierra herméticamente.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Desgaste de la bomba. ♦ Retraso en el despacho de combustible. 	P2	F3
Palanca de partida dañada.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Surtidor no despacha combustible. 	P2	F4
Controlador desconfigurado o dañado.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impide determinar incidencias de sobrecorriente o sobrevoltaje. 	P1	F3
Rotura de material	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Surtidor no despacha combustible. 	P1	F2
Motor detenido	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Surtidor no despacha combustible. 	P1	F3
Sobrecorriente	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Si se detectan cinco ocurrencias, la bomba se detiene. 	P1	F3
Ventilador interno de surtidor averiado	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Genera sobretemperatura. Si la temperatura aumenta a más de 100°C, la bomba se detiene. 	P2	F3
Correa de transmisión averiada	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Surtidor no despacha combustible. 	P1	F3
Cableado eléctrico dañado	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Bomba detenida. 	P1	F3
Rotor trabado	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Bomba detenida 	P1	F2

Prioridad y frecuencia de los modos de falla del subsistema Tanque de almacenamiento de CL

Tanque de almacenamiento de CL			
Modo de falla	Efecto de falla	Calificación	Frecuencia
Ventoso obstruido	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Aumento de presión. ♦ Posibles trizaduras en el tanque. ♦ En el peor de los casos, podría ocasionar una explosión. 	P2	F3
Detector de fuga y derrames defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impide el aviso oportuno frente a fugas o averías. 	P2	F2
Caño de carga y descarga averiado.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Implica derrames y filtraciones al ducto de combustible. 	P1	F3
Caño de tele medición dañado	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impedimento al visualizar el nivel de combustible en el tanque. 	P3	F1
Sistema de prevención de sobrellenado, dañado o ausentes	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Derrame por sobrellenado. ♦ Aumento de presión en la línea. 	P3	F2
Rotura de material.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Composición del combustible alterada. ♦ Filtraciones al exterior del tanque. 	P1	F1
Filtraciones de agua por falta de hermeticidad en caño de carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Composición del combustible alterada. 	P1	F3
Condensación de gases de combustible de tanque.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Composición del combustible alterada. 	P1	F3
Caño de carga y descarga obstruido	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impide el libre acceso al tanque, dificultando la carga de combustible. 	P2	F2
Cámara domo obstruida	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Filtraciones de agua y/o escombros a interior del tanque, dificultando el acceso a éste. 	P2	F2

Prioridad y frecuencia de los modos de falla del subsistema Tubería

Tubería			
Modo de falla	Efecto de falla	Clasificación	Frecuencia
Cañería desconectada	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Escape del flujo de combustible. 	P1	F2
Corrosión de la cañería	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Fugas de combustible. ♦ Disminución de flujo. 	P4	F2
Pérdida de hermeticidad en la conexión de las cañerías	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Filtraciones de combustible. ♦ Disminución de flujo. 	P2	F2
Generación de suciedad en la entrada de las cañerías	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Aumento de presión. ♦ Rotura de la línea de suministro. 	P3	F3

Prioridad y frecuencia de los modos de falla del subsistema Pistola

Pistola				
Modo de falla	Efecto de falla	Calificación	Frecuencia	
Gatillo defectuoso	♦ Pistola no despacha combustible.	P2	F5	
Válvula breakaway activada.	♦ Pistola no despacha combustible.	P2	F5	
Falta de combustible en el tanque	♦ Pistola no despacha combustible	P2	F3	
Bomba defectuosa	♦ Flujo lento o ausente.	P2	F3	
Programación errónea	♦ Pistola no despacha combustible.	P2	F3	
Suciedad en filtro	♦ Flujo lento.	P3	F5	
Bomba de baja potencia	♦ Flujo lento.	P2	F1	
Válvula de retención no cierra herméticamente	♦ Desgaste de la bomba. ♦ Retraso en el despacho de combustible.	P3	F3	
Atendedor no extrae pistola desde estanque de auto de cliente	♦ Rotura de válvula breakaway. ♦ Rotura de pistola. ♦ Derrames de combustible. ♦ Accidentes laborales.	P1	F4	
Atendedor no deposita pistola en el contenedor	♦ Rotura de pistola. ♦ Accidentes laborales por tropiezo. ♦ Derrame de combustible.	P2	F4	
Atendedor no desenrolla manguera.	♦ Rotura de material. ♦ Filtraciones de combustible.	P2	F4	
Sensor del caño de la pistola averiado.	♦ Derrame de combustible.	P1	F3	
Gatillo defectuoso	♦ Filtraciones de combustible. ♦ Derrame de combustible.	P1	F5	

Prioridad y frecuencia de los modos de falla del subsistema Controlador de surtidores

Controlador de surtidores			
Modo de falla	Efecto de falla	Calificación	Frecuencia
Tarjeta lógica de control dañada	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Alteraciones en el despacho de combustible. ♦ Problemas de registro y visualización de información. 	P1	F3
Teclado predeterminador dañado	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Dificultad o imposibilidad en el ingreso de datos. 	P1	F3
Avería intencional de predeterminador durante calibración.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Alteraciones en el despacho de combustible. 	P2	F1
Precio unitario mal configurado, en el software de gestión.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Alteraciones en el despacho de combustible. 	P2	F3
Precio unitario no ingresado en el Software de gestión por mecánico.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Alteraciones en el cobro del combustible despachado. 	P2	F3
Error de software.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Alteraciones en el despacho de combustible. ♦ Problemas de registro y visualización de información. 	P1	F2
Falla en cable comunicador del POS.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Permite sólo ventas en efectivo. 	P2	F5
Falla en tarjeta de control	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Alteraciones en el despacho de combustible. ♦ Alteraciones en el registro de información. 	P1	F3
Conjunto de cables del lector de tarjetas de programación desconectados	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impedimento al realizar la transacción. 	P1	F2
Tarjeta de programación dañada	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impedimento al realizar la transacción. 	P1	F2
Tarjeta de pantalla dañada	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Problemas de registro y visualización de información. 	P1	F3
Cableado de pantalla dañado	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impide la visualización de información. 	P1	F3
Filtraciones de agua a la pantalla.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impide la visualización de información. 	P2	F3
Pantalla titila	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impide la visualización de información. 	P2	F3
Teclado defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impide acceso e ingreso de información. 	P2	F3

Controlador de surtidores			
Modo de falla	Efecto de falla	Calificación	Frecuencia
Tarjeta de control de mezcla defectuosa	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Genera un desbalance en la mezcla de 95 octanos. ♦ Ordena inicio de mezclas cuando no se ha solicitado. ♦ No autorizará el inicio de mezcla. 	P1	F2
Luz led de emergencia quemada.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Impide una rápida acción correctiva de la falla. 	P1	F3
No se ha realizado las actualizaciones de memoria.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Alteraciones en datos de mezcla, precios, flujo de combustible. 	P2	F2
Protecciones contra sobrevoltaje dañada	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Detención del sistema por sobrevoltaje. 	P1	F2
Mecanismo de protección dañado.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Dañaría equipos ante apagones de electricidad inesperados. 	P3	F2