



Universidad Nacional de
Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



Plan de Mantenimiento Preventivo

Planta Productora de CO₂

Autor

Gribodo, Ezequiel

Matrícula 200104895

Tutor

Gangi, Sergio

Córdoba, Diciembre 2015

RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito diseñar un Programa de Mantenimiento Preventivo para optimizar el proceso productivo de una planta generadora de gas carbónico. Con base en el análisis del equipamiento, el tiempo en uso de los equipos y el mantenimiento que se le ha realizado desde su adquisición hasta la fecha de estudio, se analizaron las condiciones de los equipos, con el fin de determinar cuáles necesitarían la implementación de este tipo de plan: un Plan de Mantenimiento Preventivo que detalle una serie de acciones que se programen y ejecuten, de modo tal que permitan que no se vea afectada la producción de manera imprevista.

Con el objetivo de determinar cuáles eran los equipos que necesitarían la aplicación de este tipo de plan, se estudió y evaluó la criticidad de los equipos que componen el proceso productivo desde diferentes perspectivas. Los resultados de dicho estudio determinaron que el equipo crítico en la planta generadora de gas carbónico era la caldera, encargada de la generación de los gases de donde se extrae el dióxido de carbono, y que a su vez genera el vapor que impulsa a los diferentes equipos que componen el sistema.

Tras la selección del equipo se procedió a determinar los estándares de mantenimiento y a elaborar el Plan, estipulando los tiempos de cambio de los componentes, basados en el historial de fallo y la experiencia de los miembros de mantenimiento.

Para finalizar, realizamos el análisis de costos asociados a la implementación de este Plan, y los comparamos con otros escenarios en los que no se realiza mantenimiento, para demostrar la rentabilidad y justificar la realización del proyecto.

ABSTRACT

This project aims to design a preventive maintenance program to optimize the production process of a carbon dioxide generating plant. Based on the analysis of equipment, time in use of the equipment and maintenance that has been done from acquisition to the date of study, we analyzed the conditions of equipment, in order to determine which were the ones that need implementation this type of plan: Preventive Maintenance plan detailing a series of actions that are planned and implemented so as to allow not affected production unexpectedly.

In order to determine which teams need the implementations of such plan were, study and evaluate the criticality of the equipment making up the production process from different perspectives. The results of this study found that the critical equipment in the power plant gas carbon was boiler, responsible for the generation of gas where carbon dioxide is removed, and that in turn generates steam that drives the different teams that make up the system.

After selecting the team we proceeded to determine maintenance standards and to develop the Plan, stipulating the changing times of the components based on failure history and experience of the members of maintenance.

Finally, we perform the analysis of costs associated with the implementation of this Plan, and compared with other scenarios in which no maintenance is performed to demonstrate the profitability and justify the project.

ÍNDICE

Capítulo 1

1.1	Introducción	Pág.01
1.1.1.	Presentación de la organización / Reseña histórica	Pág.01
1.2.	Desarrollo	Pág.01
1.2.1.	Situación actual	Pág.02
1.2.2.	Análisis situacional de la empresa.....	Pág.03
1.2.3.	Proceso productivo.....	Pág.04
1.2.4.	Esquema del proceso productivo	Pág.07
1.3.	Descripción de equipos	Pág.08

Capítulo 2

2.1.	Problemática relevada.....	Pág.18
2.2.	Datos históricos de la compañía	Pág.18
2.3.	Organización y funcionamiento del servicio de mantenimiento en planta	Pág.28
2.3.1.	Registro de actividades.....	Pág.29
2.3.2.	Actividades de mantenimiento programadas (frecuencia diaria).....	Pág.30
2.3.3.	Actividades de mantenimiento programadas (frecuencia anual).....	Pág.30
2.3.4.	Plan de Mantenimiento preventivo	Pág.31
2.3.5.	Indicadores de mantenimiento.....	Pág.32
2.3.6.	Indicadores de Gestión de Mantenimiento año 2013.....	Pág.33
2.4.	Objetivos Generales y Específicos	Pág.34
2.5.	Clasificación de los equipos por criticidad	Pág.35

Capítulo 3

3.1.	Creación del estándar de mantenimiento preventivo predictivo para la caldera	Pág.38
3.1.1.	Plan de revisión y limpieza de caldera H20.....	Pág.39
3.1.2.	Mantenimiento semanal	Pág.40
3.1.3.	Mantenimiento mensual	Pág.41
3.1.4.	Mantenimiento semestral	Pág.42

3.1.5. Mantenimiento anual.....	Pág.42
3.1.6. Mantenimiento quemador	Pág.43
3.1.7. Ejemplo estándar de mantenimiento	Pág.43
3.2. Procedimiento de limpieza de fogón y tuberías.....	Pág.44

Capítulo 4

4.1. Gestión de repuestos.....	Pág.51
4.1.1. Partes integrales del equipo.....	Pág.51
4.2. Ejemplo de procedimiento estándar reparación de válvula esférica	Pág.52

Capítulo 5

5.1. Resultado de desempeño	Pág.59
5.2. Indicadores de Gestión de Mantenimiento año 2014.....	Pág.62
5.3. Estudio de costos	Pág.65
5.4. Resultados y Conclusiones	Pág.68

6. Bibliografía.....	Pág.70
-----------------------------	---------------

7. Anexos.....	Pág.72
-----------------------	---------------

7.1. Organigrama	
7.2. Registros y gráficos de paradas no programadas	
7.3. Registros y gráficos de paradas programadas	
7.4. Plan de mantenimiento preventivo Caldera H20	
7.5. Clasificación de equipos	
7.6. Dióxido de Carbono.	
7.7. Anexo Monoetanolamina.	
7.8. Anexo Filtros y Válvulas.	
7.9. Estándar de mantenimiento preventivo para Caldera H20	
7.10. Gestión de repuestos- Partes Caldera H20	

Índice de tablas y gráficos

Esquema del proceso productivo.....	Pág.07
Esquema caldera pirotubular	Pág.08
Tabla N° 2.2 paradas no programadas.....	Pág.20
Gráfico N° 2.2 paradas no programadas	Pág.21
Figura N° 2.3 Diagrama de resultados.....	Pág.22
Tabla N° 2.4 Registro de Paradas Programadas	Pág.23
Figura N° 2.4 Grafico de Paradas Programadas	Pág.23
Tabla N° 2.5 Registro horas de Producción	Pág.24
Figura N° 2.5 Registro horas de Producción	Pág.24
Figura N° 2.6 Grafico comparativo horas de mantenimiento	Pág.25
Tabla N° 2.6 Paradas Programadas	Pág.26
Figura N° 2.6 Paradas Programadas.....	Pág.27
Tabla N° 2.7 Tabla Mantenimiento Preventivo Caldera H2O.....	Pág.28
Tabla N° 2.10 Clasificación ABC.....	Pág.36
Tabla N° 3.3 Estándar de Mantenimiento	Pág.40
Tabla N° 3.4 Procedimiento Limpieza de Fogón y Tuberías	Pág.47
Tabla N° 3.5 / 3.6 Diagrama de Flujo Procedimiento Limpieza	Pág.48
Tabla N° 4.2 Descripción de Actividades Desmontaje Válvula 1”	Pág.52
Tabla N° 4.3 Diagrama de Flujo Desmontaje Válvula 1”	Pág.53
Tabla N° 4.4 Descripción de Actividades Montaje Válvula 1”	Pág.54
Tabla N° 4.5 Diagrama de Flujo Montaje Válvula 1”	Pág.55
Tabla N° 5.1 Paradas No Programadas 2014	Pág.59
Figura N° 5.1 Paradas No Programadas 2014	Pág.60

Glosario

Mantenimiento: “Conjunto de acciones técnicas, administrativas y de management durante el ciclo de vida de un activo, destinadas a conservarlo o restaurarlo para que cumpla con las funciones requeridas”.

Definición extraída de norma AFNOR FD X 60-000 Maintenance industrielle.

Mantenimiento a rotura: Tareas de reparación de equipos o componentes averiados.

Mantenimiento predictivo: Tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, que determinen el punto exacto de su sustitución.

Mantenimiento preventivo: Tareas de inspección, control y conservación de un equipo/componente con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente.

Disponibilidad: La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad de un Ítem no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar.

Factor de Utilización: Relación entre el Tiempo de Operación de un Ítem y su Tiempo Disponible.

Informe de Trabajo: Comunicación escrita informando del trabajo realizado y del estado en que queda el Ítem objeto de una intervención de mantenimiento o reparación.

Orden de Trabajo: Instrucción detallada y escrita que define el trabajo que debe realizarse por la organización de Mantenimiento en la Planta.

Inspección: Tareas/Servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizados por la alta frecuencia y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos de

medición electrónica, térmica y/o los sentidos humanos, normalmente sin provocar indisponibilidad del equipo.

Mantenimiento en Parada: Tareas de Mantenimiento que solamente pueden realizarse cuando el Ítem está parado y/o fuera de servicio.

Plan de Mantenimiento: Relación detallada de las actuaciones de Mantenimiento que necesita un Ítem o elemento y de los intervalos temporales con que deben efectuarse.

Tiempo Medio entre Fallos “MTBF”: Intervalo de tiempo medio entre un arranque y la aparición de un fallo. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

Tiempo Promedio para Reparar “MTTR”: Es la media del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad.

Índice de abreviaturas, definiciones y siglas

Definiciones:

Dióxido de carbono: Gas incoloro, inodoro y vital para la vida en la Tierra. Este compuesto químico encontrado en la naturaleza está compuesto de un átomo de carbono unido con enlaces covalentes dobles a dos átomos de oxígeno.

Alcanolamina: Compuestos orgánicos que son una amina primaria, debido al grupo funcional amino y al grupo funcional hidroxilo.

Permanganato de potasio: Compuesto químico formado por iones potasio (K^+) y permanganato (MnO_4^-). Es un fuerte agente oxidante. Tanto sólido como en solución acuosa presenta un color violeta intenso.

Silicagel: Es una forma granular y porosa de dióxido de silicio fabricado sintéticamente a partir de silicato sódico.

Monoetanolamina: También llamada aminoetanol o etanolamina, es un compuesto químico orgánico que es tanto una amina primaria, (debido a un grupo amino en su molécula) como un alcohol primario (debido a un grupo hidroxilo). La etanolamina es un líquido tóxico, inflamable, corrosivo, incoloro y viscoso, con un olor similar al amoníaco.

Abreviaturas

CO₂: Dióxido de carbono.

MEA: Monoetanolamina.

MEA rica: Monoetanolamina con alto contenido de dióxido de carbono.

MEA pobre: Monoetanolamina con bajo o nulo contenido de dióxido de carbono.

Bar: Unidad de presión equivalente a un millón de barias, aproximadamente igual a una atmósfera.

CA: Corriente alterna.

Int.: Interno.

Ext.: Externo.

Inox.: Inoxidable.

Siglas

S.A.I.: Sociedad Anónima Industrial.

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio está enmarcado en la problemática de una compañía productora de gas carbónico, su finalidad es la reducción de las horas perdidas por indisponibilidad de equipos.

En busca de una solución viable se comenzó con la selección y organización de la información histórica de la empresa en tablas de datos anuales, acompañado de gráficos de Pareto para su mejor comprensión, se establecieron objetivos generales y específicos y se realizó una clasificación de los equipos del sistema de producción según su importancia dentro del proceso productivo y se calcularon los principales índices de mantenimiento.

El resultado de dicho análisis fue la detección de los elementos con mayores periodos de inactividad. Posteriormente se procedió a la elección del equipo con mayor incidencia por paros no programados, estableciendo para el mismo, estándares de mantenimiento y procedimientos.

El autor incluye en el trabajo el despiece del equipo crítico, identificando la parte componente y los repuestos, así como también un ejemplo de procedimiento de reparación de válvula esférica.

1.2. DESARROLLO



Figura N°1

1.2.1. Presentación de la organización / Reseña histórica

Chiantore S.A.I. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de gas carbónico licuado. En el año 1958 Don Miguel Chiantore es dueño de una embotelladora de bebidas gasificadas, ese mismo año junto a sus hijos: Juan y Victorio, deciden instalar una Planta que produzca gas carbónico.

La planta original contaba con un predio de 700 m² ubicada en lo que hoy mismo es el centro de la ciudad de Villa María. Debido a la demanda de CO₂ deciden trasladarse y abrir otra planta en la zona industrial. En 1964 comienzan las pruebas en la nueva planta y dos años más tarde ya se encuentran trabajando las dos sucursales (centro y parque industrial) a pleno.

En el año 1965 se concentra toda la producción en la nueva dependencia [450 Kg/Hora]. Entre 1968 y 1984 se producen grandes cambios en el proceso productivo, el más importante de ellos fue el paso de la utilización de combustibles líquidos al uso de gas natural para la alimentación de la caldera. Desde el año 1985 al 2001 se afianza plenamente la estructura de la compañía sostenida por la calidad de su producto.

A partir del 2002, y hasta la fecha, la empresa pudo incrementar notablemente su rentabilidad. Introdujo nuevas tecnologías al proceso productivo, la más destacada fue la incorporación de una caldera piro-tubular de mayor volumen de producción de CO₂ al sistema, lo que elevó la capacidad de la planta. Otra gran incorporación fue la de una segunda torre de permanganato, conectada en paralelo a la anterior, con el propósito de elevar la producción de CO₂. Con el paso de los años, y el advenimiento de nuevos enfoques estratégicos de la dirección, la compañía comenzó a estandarizar los procesos de producción y a incursionar en nuevas aplicaciones para el producto, entre ellos CO₂ para soldaduras y CO₂ para aplicaciones en medicina.

1.2.2. Situación actual

Actualmente la compañía opera en la planta ubicada en la zona industrial de la ciudad de Villa María, su estructura organizacional esta desglosada según un

escalafón jerárquico (Anexo N° 1), cuenta con un total de 25 empleados, (Administración y RRHH 6 operarios, Gestión comercial 1 operario, Producción e Ingeniería 8 operarios, Ventas y Expedición 3 operarios, División equipos e instalaciones 7 operarios y 2 socios).

El proceso productivo está destinado a la producción de dióxido carbónico en forma continua. Esto se realiza a través de una secuencia de operaciones en las que se comienza con la quema de gas natural para obtener CO₂, agua y otros componentes, para luego extraer el anhídrido, purificarlo y finalmente almacenarlo.

El área de producción cuenta con un amplio recinto donde se encuentran ubicados los elementos del sistema de fabricación. Los diferentes espacios ocupados por los equipos están señalizados a nivel de piso con cinta adhesiva bicolor (negro-amarillo), así como también cuenta con cartelería que identifica los equipos. La antigüedad de la maquinaria varía, algunas cuentan con más de dos décadas y otras han sido adquiridas recientemente.

La empresa cuenta con Manuales de Procedimientos y Mapa de Procesos, los que permiten conocer los lineamientos generales para la ejecución de las actividades. No cuenta con Manuales de Mantenimiento, y a ello se suma la ausencia de Planos de los elementos que componen el sistema de producción, ya que con el paso del tiempo dicho material se ha extraviado.

La cantidad de operarios que actualmente se encuentran afectados al área de producción es la mínima necesaria para cumplir con los turnos de trabajo.

No existe Departamento o Área de Mantenimiento y el personal del Área de Producción es quien debe encargarse del mantenimiento de planta.

La compañía no cuenta con cálculo de índices de mantenimiento. Dispone de un historial de fallos, en el que se detalla el elemento intervenido y el tiempo requerido para su reparación.

1.2.3. Análisis situacional de la empresa

Las instalaciones, a través de los años, han sido modificadas, con el fin de aumentar la capacidad de generación de gas, en el marco de las posibilidades físicas del lugar y la situación económica de los socios.

El aumento de la capacidad se logró con el cambio de las dos calderas chicas, cuello de botella, por una caldera de mayor producción de CO₂. Otro avance fue la incorporación de un compresor de tres etapas a la línea de producción, éste suplantó a dos compresores que comprimían el gas con menor eficiencia. Los antiguos equipos siguen en la línea de producción en una conexión paralela con el nuevo compresor, para ser usados en caso de que el nuevo necesite mantenimiento.

En sus principios la compañía no contaba con ningún Plan de Mantenimiento, sólo se realizaban reparaciones a rotura; con el tiempo, impulsados por las pérdidas productivas, la poca confiabilidad en el proceso y los déficit en las instalaciones que ocasionaba este método de mantenimiento, se comenzó a realizar un mantenimiento periódico a las máquinas con mayor historial de fallos.

Posteriormente se implementó un Plan de Mantenimiento, basado en la experiencia del personal a cargo, con el objetivo de erradicar los paros de producción no programados. Actualmente la compañía realiza un mantenimiento periódico en las máquinas críticas del sistema de producción, buscando estabilizar el proceso y reducir la ocurrencia de fallas.

1.2.4. Proceso productivo

Existen diversos procesos que pueden ser empleados en la captura del dióxido de carbono obtenidos de los gases de combustión: absorciones químicas y físicas, uso de membranas, etc. Numerosos estudios comparativos han demostrado que la mejor opción es el proceso de absorción basado en solventes químicos, dado que estos procesos ofrecen una alta eficiencia de captura y selectividad al utilizar el carácter reversible de la reacción química entre el solvente acuoso alcalino con el gas ácido. Ésta es la tecnología de captura empleada por CHIANTORE S.A.I. en su proceso, utilizando como solvente químico la monoetanolamina.

El proceso productivo en la planta de dióxido de carbono comienza con la quema de gas licuado en la caldera. La energía en forma de calor es aprovechada para la producción de vapor, el que luego es utilizado para la generación de energía eléctrica, mecánica y el paso de energía calórica a puntos específicos del proceso productivo.

Los gases de combustión contienen nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, pequeñas cantidades de óxidos de azufre, además de otros componentes, por lo que son forzados a pasar por la torre de lavado, lugar donde se remueven estos óxidos.

Los compuestos sulfurados deben ser eliminados del proceso, debido a que reaccionan con la monoetanolamina de una manera similar que el dióxido de carbono, lo que es indeseable en el producto final. La reacción entre estos óxidos y la monoetanolamina es irreversible, provocando la desactivación del absorbente.

La eliminación de los compuestos sulfurados se realiza mediante la absorción por soluciones líquidas (lavado en húmedo), proceso que se lleva a cabo en la torre de lavado antes mencionada, a partir del contacto directo en contracorriente entre los gases de combustión (flujo ascendente) y la solución líquida (flujo descendente). Este proceso tiene una eficiencia superior al 95%, debido a que existe un excelente contacto entre los gases y el líquido dentro de la torre de lavado, siendo adecuado para el tratamiento de los gases con alto contenido de azufre.

Luego de la torre de lavado, los gases ingresan a la torre de absorción en flujo ascendente, donde a una temperatura aproximada de 50 [°C] el dióxido de carbono es absorbido por una solución de monoetanolamina alimentada en contra flujo con los gases de combustión; la amina reacciona químicamente con el dióxido de carbono para recuperar aproximadamente el 98% del dióxido de carbono del gas de combustión. El resto de los gases salen por la parte superior del absorbedor, siendo liberados a la atmósfera.

El solvente que ha absorbido el dióxido de carbono (MEA rica), abandona por la parte inferior el absorbedor y se bombea hacia la parte superior de la torre de desorción a través de un intercambiador de calor, en este intercambiador la MEA rica es calentada y la MEA pobre es enfriada. En la torre de desorción se produce la regeneración del solvente a una temperatura más alta, aproximadamente 110 °C. Para mantener las condiciones de regeneración es necesario suministrar energía térmica al sistema, provocando que gran cantidad de energía se consuma principalmente en el calentamiento del solvente para la desorción del dióxido de carbono.

La monoetanolamina que se encuentra libre de dióxido de carbono, se bombea desde la torre a través del intercambiador de calor donde se disminuye su temperatura y se devuelve al absorbedor.

El dióxido de carbono, junto con una elevada cantidad de vapor, sale por la parte superior de la torre de desorción y se dirige al enfriador de gases, donde el vapor se condensa y el dióxido de carbono se enfría. Del enfriador de gases, el dióxido de carbono pasa a través de un compresor de tres etapas, que eleva la presión del gas desde 4 hasta 70 [bar], cuando pasa por la primera etapa del compresor, el gas es enviado a la torre de permanganato de potasio. Luego, el gas pasa nuevamente por el compresor de dióxido de carbono, donde se eleva hasta una presión aproximada de 70 [bar] en las últimas dos etapas del compresor.

En la segunda etapa del compresor, el dióxido de carbono ingresa a la torre de secado, lugar en donde se remueve toda la humedad. Posteriormente en la tercera etapa, el dióxido de carbono pasa a través de un filtro de carbono activado, que remueve cualquier olor, y luego al condensador, donde se enfría y es licuado por la planta de refrigeración. De aquí, el dióxido de carbono líquido va a los tanques de almacenamiento.

A continuación se muestra el esquema general del proceso productivo de Chiantore S.A.I. Figura N° 1.1.

ESQUEMA GENERAL DE PROCESO PRODUCTIVO

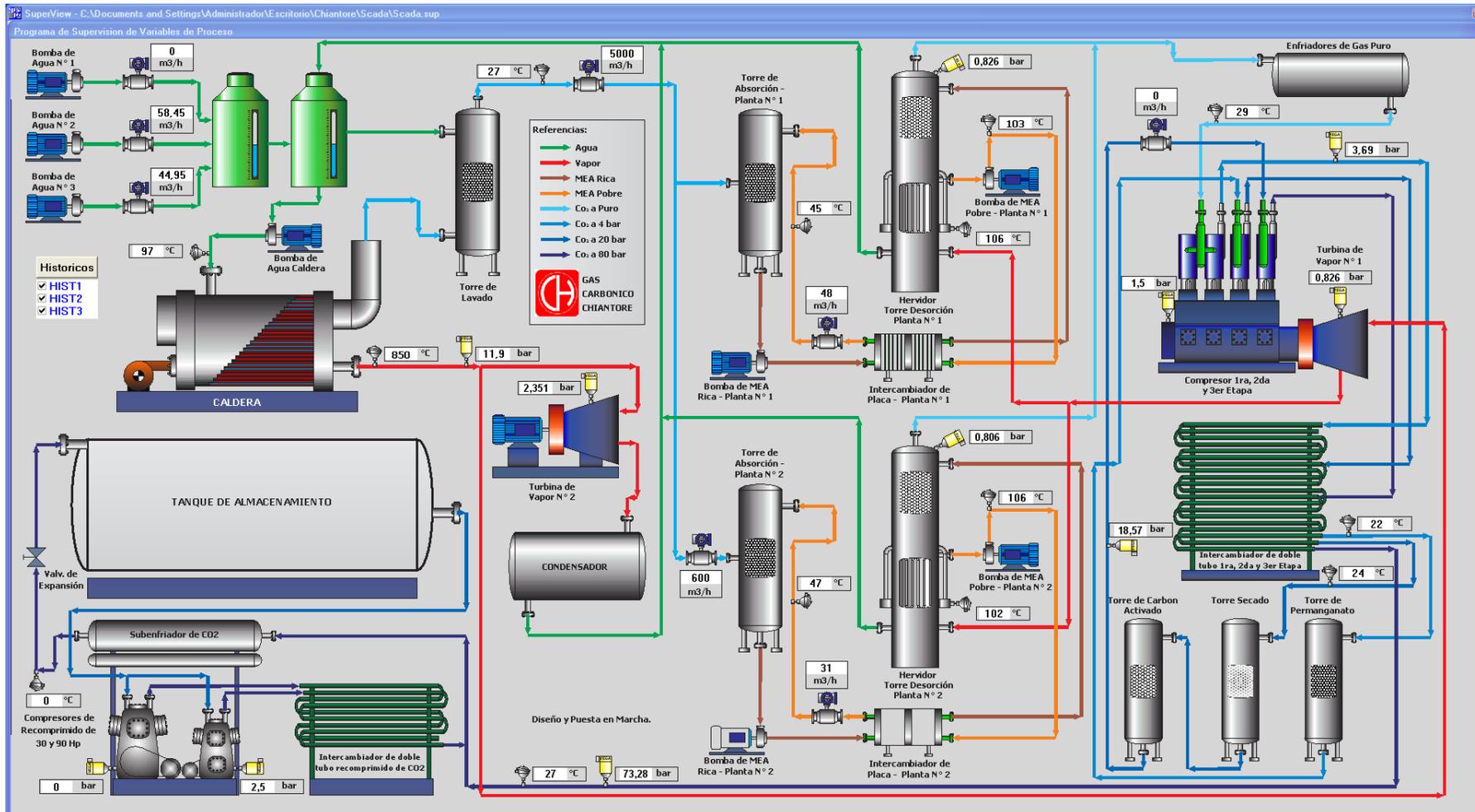


Figura N°1.1

1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Caldera Piro-tubular

Está al principio del proceso productivo, consta de dos procesos: principal y secundario. En el proceso principal se quema gas natural para la producción de gases, entre ellos CO_2 para su posterior extracción; en el proceso secundario se produce vapor, el que es utilizado para generación de corriente alterna, brindar temperatura a los hervidores y hacer funcionar los compresores.

Es una caldera de tres pasos representada en la figura N° 1.2, sus dimensiones aproximadas son de 10 metros de largo, 4 metros de ancho por 5 metros de alto. Está provista de dos quemadores de gas natural, al quemar los gases éstos pasan, en dos tramos, por tubos rodeados por agua (de allí el origen del nombre piro-tubular o humo-tubular, el gas es el que pasa por los tubos, los tres pasos son uno en los quemadores y dos por las cañerías).

De forma alternativa puede funcionar quemando fueloil, en dicho caso se inyecta el combustible, precalentado a una temperatura de $60\text{ }^\circ\text{C}$ aproximadamente, a presión por dos copas rotantes (una para cada quemador) Figura N°1.3 / 1.4.

Consta de seguridad fotosensible de llama, presión de gas y válvulas de alivio de presión. Anualmente es inspeccionada por miembros de la Cámara de la Industria de Córdoba, quienes realizan pruebas de funcionamiento a 20 kg/cm^2 de presión para otorgarle la habilitación que permita operarla, y verifica el estado de los sistemas de protección.

Esquema Caldera de tres pasos Piro-tubular

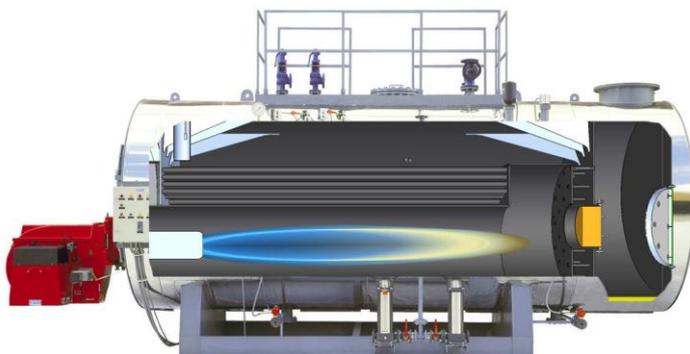


Figura N° 1.2



Figura N° 1.3



Figura N° 1.4

Torre de lavado:

Está conformada por un cilindro de 16 metros de largo con un diámetro de aproximadamente 2 metros; en su parte inferior está conectada a las tuberías de escape de la caldera, los gases llegan hasta una cámara de ladrillos con la parte superior abierta, esta cámara está dentro del cilindro metálico y sirve para evitar el impacto directo de los gases calientes con el metal.

A tres cuartos de su largo ingresa una tubería de agua, la que en su punta lleva una válvula que pulveriza agua que es utilizada para separar el gas de los demás componentes de la combustión que puede venir desde la caldera. Dentro del cilindro hay dos receptáculos con relleno plástico que sirven de tamices para lograr un mejor lavado del gas, posterior a esta válvula existe un ramal, el cual deriva a la operación 30.

Sistema Motor Belliss – Exhaustor

Este sistema es el encargado del transporte de los gases desde la torre de lavado a las torres de absorción, está compuesta por un motor a vapor unido a una polea y por medio de una correa plana mueve el ventilador de paletas planas (Exhaustor).

Foto Exhaustor



Figura N° 1.5

Torre de absorción

Antes de que ingresar a esta operación se chequean los gases electrónicamente, comparándolos con gases patrones. En caso de que la combustión sea incompleta (presencia de gases ácidos), se activa una alarma para dar aviso y revertir dicha situación.

Es importante que no ingrese gran cantidad de estos gases al compartimiento de monoetanolamina ya que estas sustancias deterioran la amina dejándola inutilizable.

La torre consta de un cilindro de 13 metros de alto, con un diámetro de 2 metros. Procesa los gases limpios de la siguiente manera: el producto de la combustión ingresa por la parte baja del cilindro y desde la parte alta se le pulveriza una solución de agua con monoetanolamina (MEA o MEA pobre), a una temperatura de entre 45°C y 55°C, temperatura a la cual la MEA reacciona químicamente con el CO₂ dando como resultado MEA rica, en la parte alta los gases no atrapados por la monoetanolamina salen a la atmosfera. En la actualidad se dispone de un sensor que testea los gases que escapan para llevar un control de la eficiencia en la captura del gas. El escape de CO₂ a la atmosfera no es mayor al 0,01%.

Trabajar con este tipo de amina trae aparejado un problema adicional que es la oxidación de los compartimentos metálicos con las que tiene contacto, así como también la

introducción de sustancias extrañas dentro del sistema. (Mayor información en anexo N° 7 Monoetanolamina - MEA).

Foto Torre de Absorción y Desorción.



Figura N° 1.6

Bombas de MEA

Son seis bombas eléctricas, tres para cada planta, encargadas del traslado de la MEA rica a los hervidores desde la torre de absorción, haciéndolos pasar por los intercambiadores de calor "MEITAR". Están conectados en paralelo y funcionan con la energía generada por los generadores de vapor.

En caso de que dejen de funcionar las 6 bombas se imposibilitaría el acceso de la monoetanolamina a la torre de absorción haciendo que todo el proceso se detenga.

Intercambiadores de calor

Cada planta de extracción (absorción y desorción) cuenta con tres intercambiadores en paralelo, los cuales constan de dos secuencias: en la primera (primer tramo de intercambiador) se cruzan los conductos de MEA rica, proveniente de la base de la torre de absorción a una temperatura aproximada de 60°C, con los de MEA pobre, proveniente de los hervidores a una temperatura de 110 °C. De esta forma se incrementa la temperatura de

la MEA rica y se baja la temperatura de la MEA pobre que sale del hervidor, ocasionando un ahorro de energía y su consecuente incremento en la eficiencia general de la planta. En la segunda etapa del intercambiador se baja la temperatura de la MEA pobre a aproximadamente 50 °C temperatura a la cual se encuentra el punto más alto de reacción con el CO₂.

Foto intercambiadores



Figura N° 1.7

Hervidor “Torre de desorción”

En esta etapa se procede a la extracción del CO₂ de la MEA rica aplicándole calor, proveniente del vapor generado por la caldera en un circuito único. Esta torre está compuesta en su interior por un conjunto de cañerías y rejillas, que transportan el vapor desde la caldera y alrededor vertido el MEA rico, al alcanzar los 100°C el CO₂ se desprende en forma gaseosa de la monoetanolamina, resultando MEA pobre a elevada temperatura, el cual es bombeado a los intercambiadores de calor y CO₂ en forma gaseosa, que es absorbido hasta la primera etapa del compresor. Inmediatamente después de ser extraído el CO₂ es enfriado.

Compresor Deutz

Este compresor es el encargado de elevar la presión del gas en tres etapas. En la primera etapa se eleva a 4 bar, luego se le baja la temperatura haciéndolo pasar por el intercambiador de calor (Serpentina), vuelve a pasar por el compresor realizando la segunda etapa, elevando la presión del gas a 20 bar, seguidamente el gas es pasado por un segundo intercambiador de calor y llevado a la tercera etapa del compresor alcanzando una presión de 70 bar.

El compresor es alimentado con el vapor generado por la caldera, está conectado en paralelo con otros dos compresores más antiguos que realizaban la compresión del CO₂. Estos antiguos compresores están en condiciones de ser operados pero sólo funcionan cuando por motivos de mantenimiento o rotura se detiene el principal.

Foto compresor Deutz



Figura N° 1.9

Torre de permanganato de potasio [KMnO₄]

En esta torre se elimina cualquier impureza que pudiera quedar en el gas, ya sea por deficiencia para eliminarlos en procesos anteriores o impureza agregada por el proceso mismo.

El gas llega a esta etapa con un alto grado de pureza pero al igual que la torre de carbón activo se filtran para garantizar la pureza del gas. Un fallo en esta etapa puede ocasionar disconformidades con los clientes.

Esta operación es la última en que se libera el acceso en la puesta en marcha de la fábrica por su criticidad en calidad del producto, deducimos entonces que la empresa tiene una sola calidad gas carbónico.

El proceso de tratamiento consiste en hacer burbujear el CO₂ en una solución de permanganato de potasio (KMnO₄) y carbonato de sodio (Na₂CO₃). El permanganato oxida las impurezas y se reduce a dióxido de manganeso (MnO₂); el carbonato de sodio se agrega para regular el pH de la solución. Cuando se agota la solución de KMnO₄, debe ser recambiada.

El proceso de puesta en marcha de la fábrica tiene una duración de aproximadamente dos horas, desde que se prenden los calentadores de la caldera se eleva la presión del gas y se purgan los equipos. Durante una hora aproximadamente después de empezar a generar CO₂, no se hace pasar el gas por el permanganato, hasta este momento el gas es depositado únicamente en el depósito N°1, este CO₂ se utiliza para generar hielo seco de uso interno, para soldadura, o es eliminado.

Torre de secado

Está compuesta por dos torres, cilindros de acero inoxidable de tres metros de alto con un diámetro no superior a metro, conectados en paralelo, funcionan con silicagel blanco de diámetro entre 4 y 8 milímetros.

Funciona solamente una torre a la vez y el paso entre torres se realiza controlando las horas de producción de la cada una. Al dejar de prestar servicio una torre se debe poner a regenerar el silicagel de la misma, ésto se logra haciendo pasar aire caliente durante 15 horas seguidas, pasado este tiempo se deja reposar la torre hasta que la otra cumpla las horas de servicio pautadas.

Foto torres de secado y torre de carbón activo



Figura N° 1.10

Torre de carbón activo

Esta torre, al igual que la de permanganato, filtra el CO₂ para asegurar la calidad del producto final. Está constituida por una sola torre de 3,5 metros de alto y un diámetro de 0,9 metros.

Enfriador

Es la última etapa del proceso antes de almacenar el gas en los tanques de almacenamiento, en ella se baja la temperatura del gas a una temperatura bajo cero, para que al pasar por una válvula de expansión se licue.

Foto enfriador - Figura N° 1.11



Compresores de 30 y 90 HP (proceso de re-comprimido)

Estos dos compresores están conectados a los tanques de almacenamiento y se utilizan para mantener el gas en forma líquida, al ser almacenados al aire libre el gas va cambiando de estado pasando a estado gaseoso, en este estado es absorbido por el compresor de baja presión, comprimido en una primera etapa, enfriado por medio de un intercambiador serpentina, comprimido otra vez a 70 bar, pasado por otro intercambiador y llevado al enfriador.

Fotos de compresor de 30HP y 90HP (proceso de re-comprimido)



Figura N° 1.12

Figura N° 1.13

Proceso de producción de energía eléctrica

El proceso de generación de energía para la planta es sencillo, se produce a través de una usina a vapor, alimentada por la caldera refrigerada al igual que todas las máquinas a vapor de la planta por agua. En total se disponen de dos usinas conectadas en paralelo, se utiliza una dejando la otra para cuando se requiere hacer mantenimiento.

Alternativamente y en puesta en marcha se conecta la planta a EPEC, a través de un tablero general. En la puesta en marcha se realiza el cambio una vez que el sistema ha alcanzado el equilibrio, ya que de no ser así la generación no sería estable.

Fotos usinas



Figura N° 1.14

Fotos intercambiadores serpentina



Figura N° 1.15



Figura N° 1.16

CAPÍTULO 2

2.1. PROBLEMÁTICA RELEVADA

La empresa Chiantore S.A.I., a lo largo del tiempo, ha incorporado nuevas tecnologías con el objeto de conseguir una mayor eficiencia e incrementar la capacidad productiva de la planta productora de gas. Pese a esto, la compañía sufre pérdidas de horas productivas, debido a la indisponibilidad de los equipos por paradas no programadas. Trabajando actualmente al máximo de su capacidad es menester reducir las fallas, a fin de aprovechar el total de horas a la producción de gas carbónico.

La indisponibilidad de los equipos y detención de los mismos puede deberse a ajustes de larga duración o pérdidas por paro de equipos. Estos dos casos se analizan a continuación.

Ajustes de larga duración (Puesta a punto)

Estos ajustes son necesarios para intervenir el equipo adecuándolo a las condiciones establecidas en los estándares de calidad y/o seguridad. Para que el ajuste esté dentro de esta categoría, la máquina debe permanecer parada por 30 minutos o más. La frecuencia de ocurrencia aproximada es de 1 parada semanal.

Pérdidas por paro de equipos

Estas pérdidas están relacionadas con las paradas repentinas de los equipos debido a que pierden su función específica, se detienen súbitamente y detienen el proceso.

En la tabla número 2.1 se muestra una comparativa de los tiempos de las paradas no programadas, medidos en horas en diferentes años, con su correspondiente gráfico de barras para facilitar su comprensión.

2.2. DATOS HISTÓRICOS DE LA COMPAÑÍA

Dentro del presente informe se presentan datos de la compañía Chiantore, desde el año 2009 hasta el año 2013, para establecer una base de la situación de la empresa antes

de la implementación del plan de mantenimiento a partir de 2014. Utilizaremos esta base histórica para comparar con los resultados obtenidos durante el año 2014 en el que se realizan importantes mejoras. Tabla N° 2.1 Registro de paradas No Programadas y Tabla N° 2.4 Registro de paradas Programadas.

2.2.1. Paradas no programadas

*Datos extraídos de los informes de mantenimiento.

Registro de Paradas No Programadas			
Año	Horas Totales	Horas de Produccion	Indisponibilidad por Mantenimiento
2009	116,5	5805	2,01%
2010	165	5831	2,83%
2011	106	6532	1,62%
2012	151	6711	2,25%
2013	183	6286	2,91%
2014	76	6711	1,13%

Tabla N° 2.1

Fórmula porcentual "indisponibilidad por mantenimiento": $\frac{\text{Horas Paradas No Programadas}}{\text{Horas de Produccion}} \times 100$.

Gráfico de Barras Paradas No Programadas



Figura N° 2.1

Desglose Paradas no programadas según equipos.

En la tabla N° 2.2 se listan los principales elementos del proceso productivo, distinguiendo para cada equipo las horas perdidas por desperfectos, porcentaje acumulado de horas y porcentaje acumulado por equipo del año 2009, los datos de los siguientes años se encuentran en el anexo N° 2.

Fórmula “Porcentaje Acumulado de Horas”: $\frac{\sum \text{Horas}}{\text{Horas Totales}}$

Fórmula “Porcentaje Acumulado por Equipo”: $\frac{\sum N^{\circ} \text{Equipo}}{N^{\circ} \text{Equipos Totales}}$

Paradas no programadas año 2009		% Acumulado Horas	% Acumulado por Equipo
Equipo	Horas		
Caldera	30	26%	4%
Turbina1	18	41%	7%
Compresor 2 etapas	13	52%	11%
Exaustor Bellis	9	60%	14%
Compresor chico	8	67%	18%
Torre de Absorción 1	8	74%	21%
Bomba 1	8	81%	25%
Usina Bellis	7	87%	29%
Torre de Absorción 2	5	91%	32%
Equipo de frío 1	4	94%	36%
Compresor Deutz	4	98%	39%
Exaustor	1	99%	43%
Gasometro	1	100%	46%
Equipo de frío 2	0,5	100%	50%
Turbina2	0	100%	54%
Intercambiador Planta 1	0	100%	57%
Intercambiador Planta 2	0	100%	61%
Torre de Carbon Activado	0	100%	64%
Torre de desorción 1	0	100%	68%
Torre de desorción 2	0	100%	71%
Torres de secado 1	0	100%	75%
Reductor Usina	0	100%	79%
Torres de secado 2	0	100%	82%
Torre de Purificación 1 y 2	0	100%	86%
Bomba 2	0	100%	89%
Bomba 3	0	100%	93%
Serpentinas	0	100%	96%
Torre de Enfriamiento	0	100%	100%
Horas totales	116,5		

Tabla N° 2.2

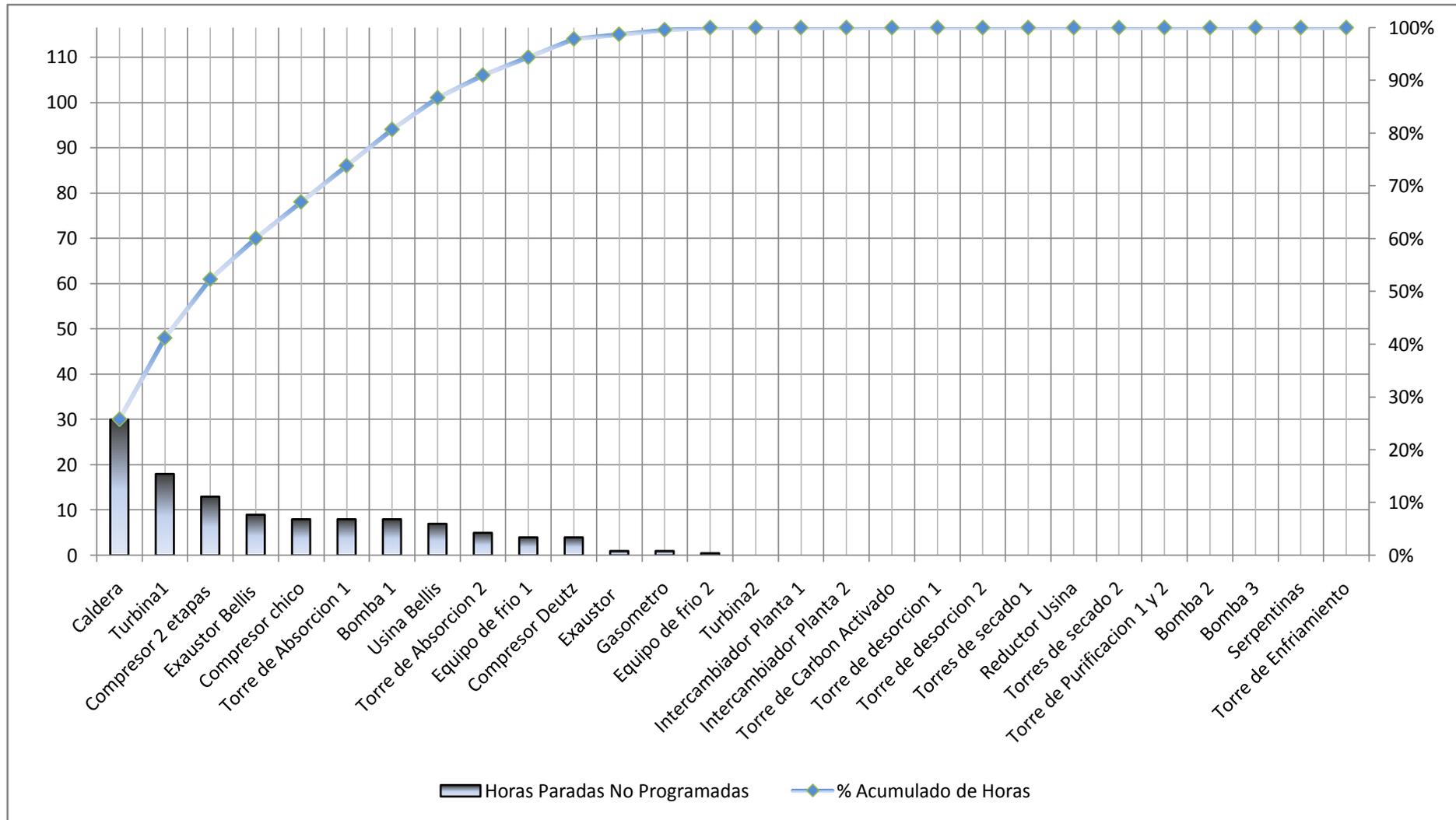


Figura N° 2.2 - Gráfico de Pareto Paradas No Programadas año 2009

Analizando los datos anteriores verificamos que aproximadamente el 80% del tiempo perdido por paradas no programadas corresponden al 20% de los elementos del sistema. Es importante destacar los altos niveles de paradas del principal componente del sistema: “Caldera Piro-tubular”.

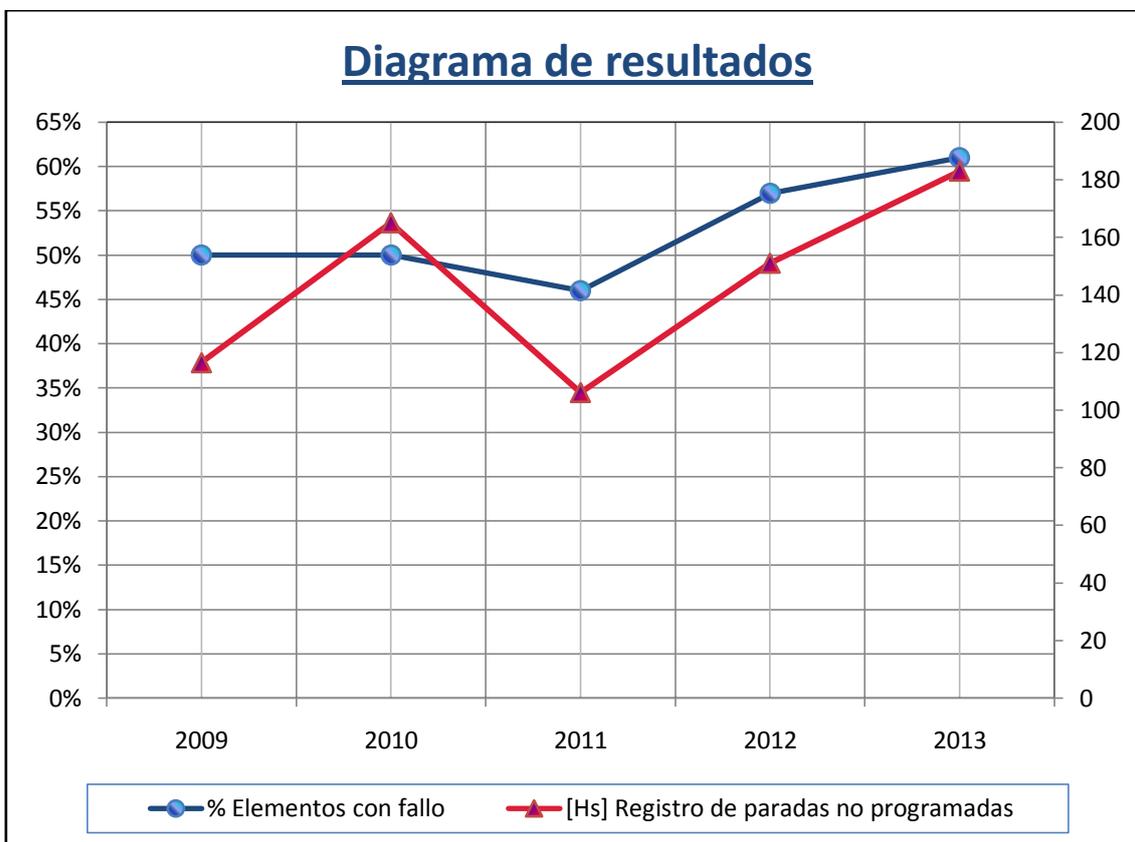


Figura N° 2.3

Como se aprecia en la figura N°2.3, en los últimos años la compañía a registrado mayor porcentaje de elementos con fallo al igual que se nota un incremento en las paradas no programadas.

Paradas no programadas			
Año	% Elementos con fallo	Relación de Pareto	Registro P. No Prog.
2009	50%	81-25	116,5 Hs.
2010	50%	83-32	165 Hs.
2011	46%	83-21	106 Hs.
2012	57%	81-29	151 Hs.
2013	61%	80-21	183 Hs.

Tabla N° 2.3 Tabla de datos “Diagrama de Resultados”

2.2.2. Paradas programadas

Se continua el análisis detallando el tiempo que la compañía invierte en mantenimiento programado (Tabla N° 2.4).

*Datos extraídos de los informes de mantenimiento.

Registro de paradas programadas	
Año	Duración [Hs]
2009	596
2010	942
2011	403,5
2012	946,25
2013	984,75
2014	653,25

Tabla N° 2.4

Gráfico de Barras



Figura N° 2.4 Gráfico Paradas Programadas

La tabla y gráfico 2.4 detallan las horas invertidas en mantenimiento programado por la compañía, se puede observar la amplia diferencia en los lapsos a través de los años.

Continuando con el análisis situacional de la compañía, se enumeran en la tabla N° 2.5, las horas productivas desde el año 2009 al 2014. Se amplía información en Anexo N° 3.

Para su posterior comparación se muestra en el grafico N° 2.5 un diagrama de barras de los datos de la tabla N° 2.5.

En la figura N° 2.6 se muestra una grafica comparativa de horas utilizadas para Mantenimiento programado y no programado de la compañía.

Registro de Horas de Produccion	
Año	Duracion [Hs]
2009	5805
2010	5831
2011	6532
2012	6711
2013	6286
2014	6711

Tabla N° 2.5

Diagrama

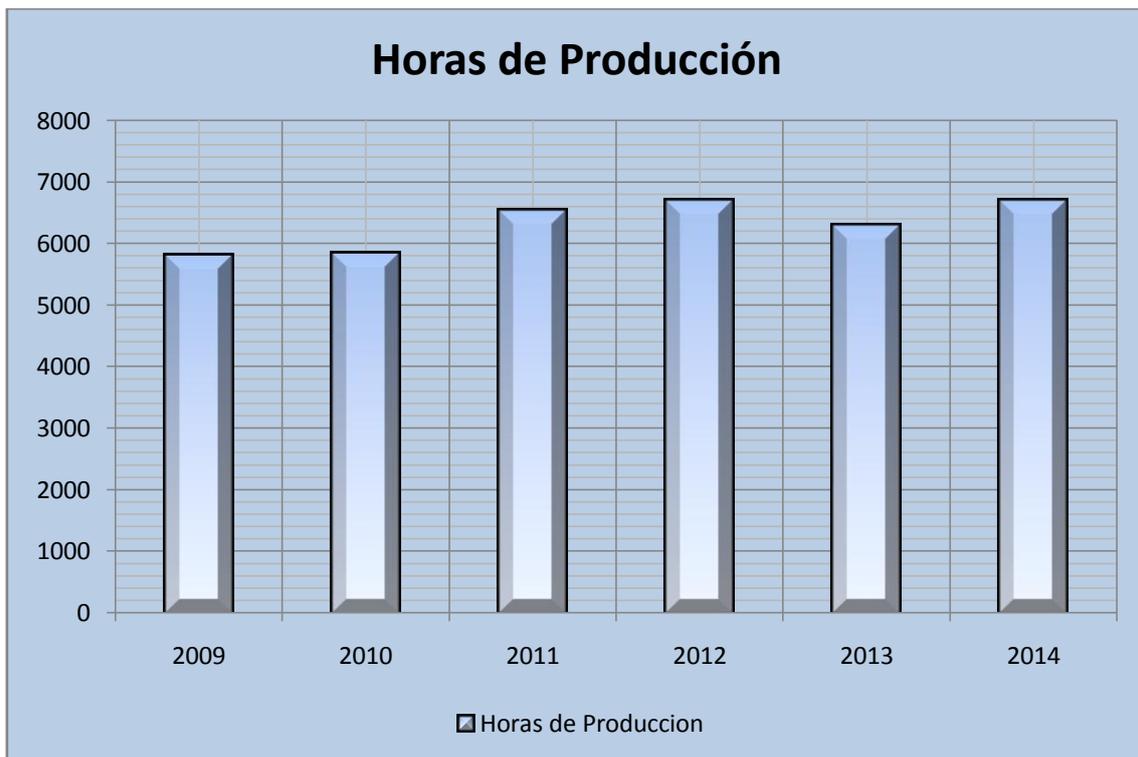


Figura N° 2.5

Gráfico comparativo de horas utilizadas para Mantenimiento programado y no programado de la compañía.

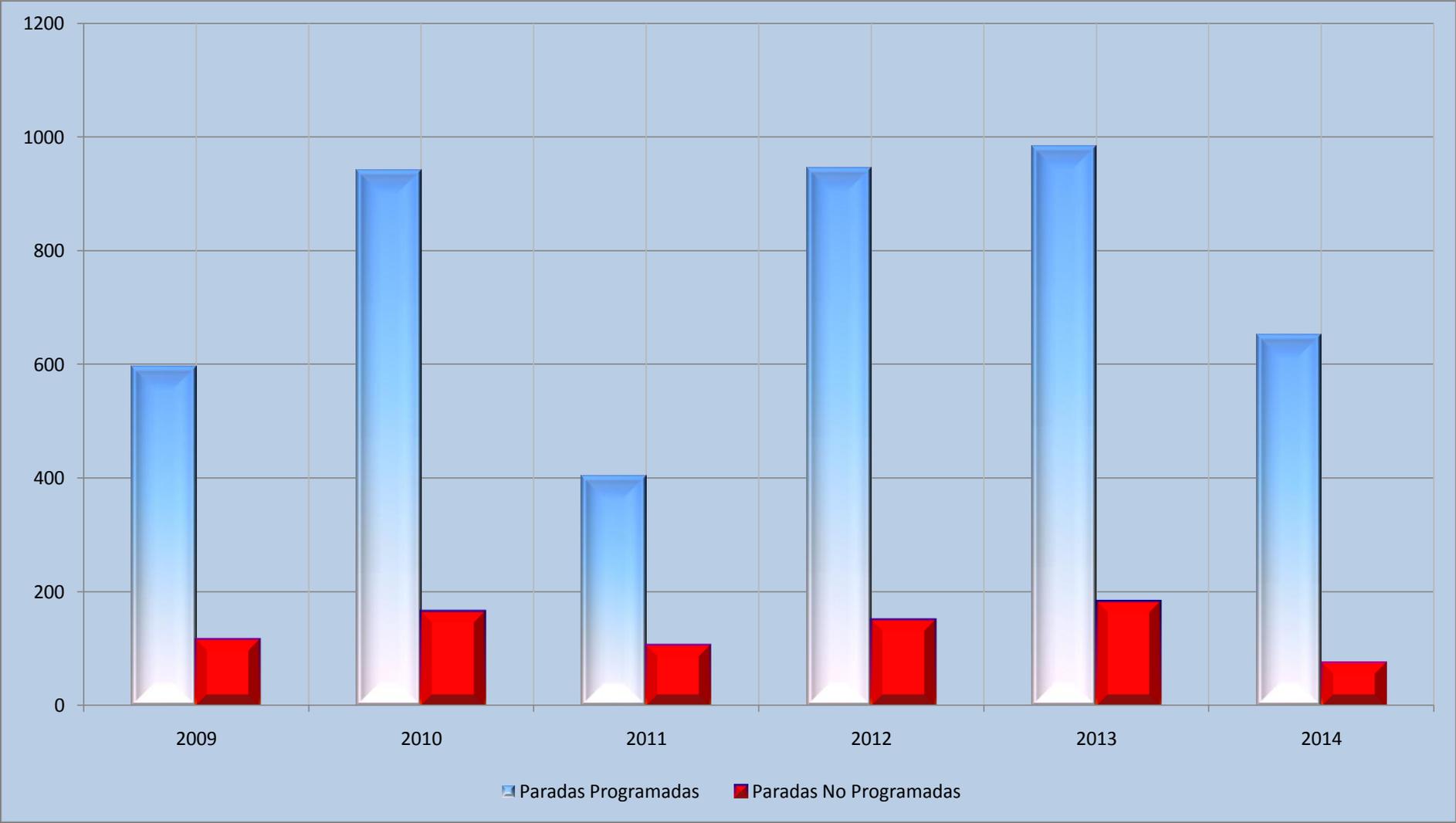


Figura N° 2.6

Paradas Programadas según equipos.

En la tabla N° 2.6 se listan los principales elementos del proceso productivo, distinguiendo para cada equipo las horas utilizadas para mantenimiento, porcentaje acumulado de dichas horas y porcentaje acumulado por equipo del año 2009, los datos de los años siguientes se encuentran en el anexo N° 3.

Paradas Programadas Año 2009		% Acumulado	% Acumulado
EQUIPO	HORAS	Horas	Equipo
Intercambiador Pta 2	168	28,2%	4%
Intercambiador Pta 1	96	44,3%	7%
Torre de Purificacion	72	56,4%	11%
Caldera	43	63,6%	14%
Compresor Deutz	32	69,0%	18%
Motor Exsautor	22	72,7%	21%
Bomba 3	16	75,3%	25%
Eq. Frio 2	15	77,9%	29%
Torre Secado 1	14	80,2%	32%
Torre Secado 2	14	82,6%	36%
Torre Absorcion Pta. 1	13	84,7%	39%
Serpentinas	12	86,7%	43%
Turbina 2	12	88,8%	46%
Turbina 1	11	90,6%	50%
Bomba 1	8	91,9%	54%
Compresor chico	8	93,3%	57%
Reductor usina	8	94,6%	61%
Torre de Carbon activado	8	96,0%	64%
Usina	7	97,1%	68%
Compresor grande	6	98,2%	71%
Torre Absorcion Pta. 2	5	99,0%	75%
Eq. Frio 1	4	99,7%	79%
Exsautor	1	99,8%	82%
Gasometro	1	100,0%	86%
Bomba 2	0	100,0%	89%
Torre Desorcion Pta.1	0	100,0%	93%
Torre Desorcion Pta.2	0	100,0%	96%
Torre Enfriamiento	0	100,0%	100%
TIEMPO TOTAL	596		

Tabla N° 2.6

La figura N° 2.7 representa el diagrama de Pareto de los datos de la tabla N° 2.6.

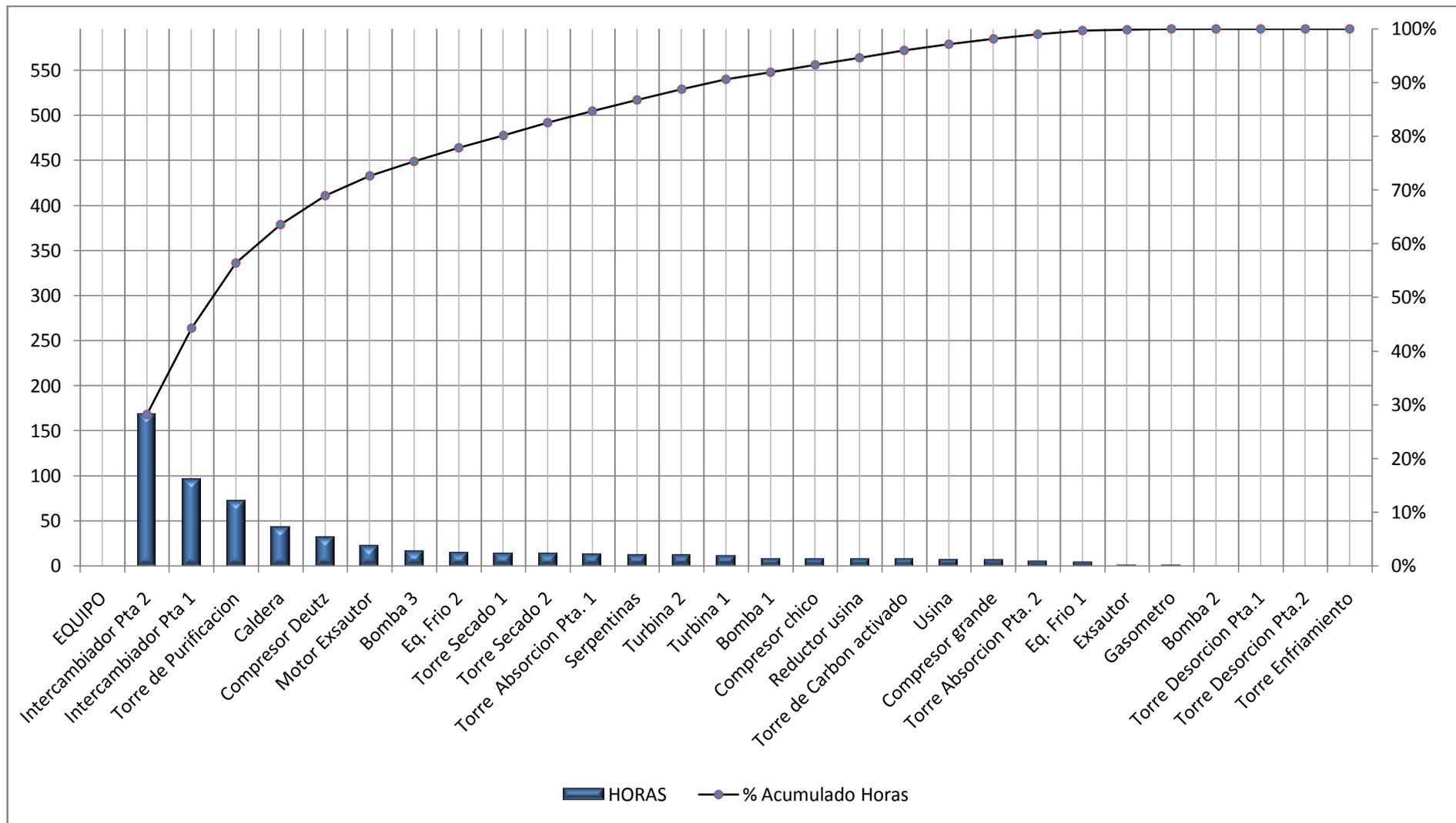


Figura N° 2.7 Gráfico de Pareto Paradas Programadas 2009

2.3. ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN PLANTA

Chiantore S.A.I. cuenta para la realización del mantenimiento de planta con 2 personas por turno de 8 horas, siendo 6 los operarios en total, y en caso de ser requerido personal especializado para trabajos mayores se los terceriza. Los operarios de mantenimiento tienen una sólida formación y su experiencia en la planta supera los 10 años, por lo que tienen pleno conocimiento del proceso y las maquinarias para realizar correctamente el servicio.

Al tratarse de una producción semi-automática, el equipo de trabajo se dedica a hacer rutinas de relevamiento de datos productivos y equipo.

La fábrica trabaja desde las 00:00 del lunes hasta las 12:00 del sábado. En caso de requerir algún mantenimiento programado se ubica en las primeras horas del lunes; si se necesita más de un turno para realizar el mantenimiento se pactan horas extras, empezando el domingo, o bien, dependiendo del stock de CO₂ que se tenga en ese momento, se puede optar por extender el horario de puesta en marcha.

El área de mantenimiento depende jerárquicamente del departamento de producción, siendo éste quien designa los días para realizar el mantenimiento programado.

Como ya mencionamos anteriormente, los procesos principales se fueron actualizando con la incorporación de nuevos equipos y se conectaron en paralelo (stand by) con los existentes, esto posibilitó realizar el mantenimiento en producción, disminuyendo la producción pero sin detener la planta, o bien en caso de necesitar la detención de un equipo por rotura, realizar el paso correspondiente para seguir con la producción hasta solucionar el inconveniente.

La empresa cuenta con un programa para la supervisión del proceso (SCADA) en todo momento, los diferentes componentes son testeados electrónicamente reflejando los resultados en los diferentes paneles.

En caso de alguna anomalía en las mediciones se libera una señal audiovisual (alarma con luz led roja), el operario de mantenimiento de turno debe verificar dicha

medición y en el caso de ser necesario cambiar los parámetros para normalizar la situación.

Las máquinas del proceso son, en esencia, las mismas máquinas con la que se abrió la planta. El compresor de tres etapas fue hecho a medida por una persona que trabajaba en la planta.

2.3.1. Registro de Actividades

En la actualidad se lleva un control técnico - productivo. Este control se realiza al finalizar el turno de trabajo, anotando las temperaturas, presiones, kilogramos producidos, acumulado de horas de trabajo de planta, etc. Se llena una planilla de producción diaria en la cual se detallan, aparte de las temperaturas y presiones, las horas de producción de la planta. Estos datos sirven para saber cuándo se deben hacer cambios dentro del sistema productivo, así como también para que los operarios de mantenimiento conozcan las horas que lleva funcionando cada máquina componente. Estos datos son archivados en formato papel dentro del área de mantenimiento y producción.

El operario, en caso de encontrar una anomalía en el funcionamiento de una máquina o componente, da aviso al encargado de mantenimiento para que programe el mantenimiento y avisa a los demás operarios para que estén alertas al funcionamiento. No se utilizan órdenes de trabajo.

El software de supervisión cuenta con una plataforma remota por lo que puede ser visto desde internet en cualquier momento, recolecta información detallada en forma continua y se almacena en una base de datos electrónica.

No se dispone de manuales y planos de la maquinaria, debido a que en su mayor parte, la maquinaria fue realizada por torneros y mecánicos y no adquirida a compañías del rubro. Además debemos tener en cuenta que se trata de máquinas de antigüedad considerable.

Este los últimos años se invirtió mucho esfuerzo en realizar el despiece correspondiente de la maquinaria, y esta inversión ha dado buenos resultados. Dio acceso a un control del desgaste de cada componente, para poder así anticiparse a las fallas.

2.3.2. Actividades de mantenimiento programadas (frecuencia diaria)

Las actividades de mantenimiento preventivo que se realizan, en los equipos que intervienen directamente con el proceso productivo, son las de: lubricación, revisión y limpieza.

En primera instancia las actividades que se realizan en instalaciones de distribución de agua, vapor o gases son a rotura en su totalidad.

La modalidad implementada es la de realizar recorridos por el proceso productivo, verificando su funcionamiento y ajustando el proceso en caso de ser necesario, usualmente dos veces por turno, luego al final de la jornada se registran los datos de las instalaciones en ese momento. En el caso que necesitan reparación o cambio se da aviso al encargado de mantenimiento para realizar el correspondiente plan de mantenimiento.

2.3.3. Actividades de mantenimiento programadas (frecuencia anual)

Las actividades de mantenimiento con planta parada se realizan a lo largo del año según conveniencia, de esta forma se trata de evitar períodos de inactividad prolongados. Usualmente se realizan en épocas invernales cuando, por mayor demanda de la población, se corta el servicio de gas natural a la empresa.

Las intervenciones van desde unas pocas horas anuales, en gasómetro y torres de desorción, a prolongados mantenimientos, en los que se desarman y vuelven a armar partes del sistema de producción, como es el caso de los intercambiadores de calor, torres de purificación y caldera.

2.3.4. Plan de mantenimiento preventivo de las partes componentes de la caldera existente en Chiantore S.A.I.

A continuación la tabla N° 2.7 muestra un ejemplo de la planilla de mantenimiento predictivo de la caldera H2O utilizado por Chiantore S.A.I., el plan completo se adjunta en anexo N° 4.

PARTES	TAREAS A REALIZAR/CARACTERISTICAS	REPUESTOS	HORAS DE TRABAJO MAXIMAS DE LAS PARTES
Horno N° 1	Revisión y limpieza. Hogar tipo FOX	Refractario	3000
Horno N° 2	Revisión y limpieza. Hogar tipo FOX	Refractario	3000
Hornos N°1 y 2	Reconstrucción de refractarios	Cemento refractario 80 % alúmina	30000
Cámara de agua	Revisión y limpieza – lavado con agua a presión	-----	3000
Cámara de humo	Revisión y limpieza	-----	3000
Tubos de humo	Revisión	-----	3000
Tubos de humo	Limpieza - tubos	Cepillos de acero	30000
3 portinas de inspección	Cambio de juntas. Chapa de 1''	Junta teflón expandido 30 x 40	3000
Bomba de agua N° 1	Revisión y limpieza. Bomba tipo W-L 50/8 marca KSB 30 m3/h.	Empaquetadura de teflón	3000
Bomba de agua N° 2	Revisión y limpieza. Bomba centrífuga vertical tipo CR-20-17 marca Grundfoss 21 m3/h a 202 mts.	Sellos mecánicos	18000
1 Válvula de alivio	Revisión y limpieza. Válvula de 1 ½''	-----	3000
2 Válvulas de retención	Revisión y limpieza. Válvula pistón Klinger de 2''	Pistón , resorte	3000
1 Válvula	Revisión y limpieza. Válvula Klinger de pistón tipo KVRL	Pistón, anillos, linterna, usillo, volante	3000

Válvula de purga Nº 1	Revisión y limpieza. Válvula neumática Worcester modelo 20395	-----	3000
Válvula de purga Nº 2	Revisión y limpieza. Válvula neumática Worcester modelo AP 3 S 6 CA 3 S	-----	3000
Bomba de fuel oil Nº 1	Revisión y limpieza. Bomba tipo a engranajes	Engranaje, manchón de goma, polea.	6000

Tabla N° 2.7

Para completar este análisis inicial a continuación se procederá a establecer los índices de mantenimiento, estos índices serán la base de medición de la evolución del sistema de mantenimiento.

2.3.5. Indicadores de Mantenimiento

- Tiempo medio entre fallas [MTBF]

Relación entre la suma de todos los tiempos de operación y la cantidad de fallas en ese periodo.

$$MTBF = \frac{\sum Ti}{n} [\text{días}]$$

Donde

$\sum Ti$ es la suma de los tiempos de operación.

n es la cantidad de fallas en el periodo en estudio.

- Tiempo medio para reparación [MTTR]

Relación entre la suma de todos los tiempos empleados para las intervenciones por rotura y la cantidad de fallas en ese período.

$$MTTR = \frac{\sum ti}{n} [\text{Horas}]$$

Donde

$\sum ti$ es la suma de los tiempos empleados para intervenciones por rotura.

n es la cantidad de fallas en el período en estudio.

- Índice de mantenimiento programado

Relación entre las horas dedicadas a mantenimiento programado y las horas totales de mantenimiento.

$$IMP = \frac{\text{Horas Mantenimiento Programado}}{\text{Horas Mantenimiento}}$$

- Índice de mantenimiento No Programado

Relación entre las horas dedicadas a mantenimiento No programado y las horas totales de mantenimiento.

$$IMC = \frac{\text{Horas Mantenimiento No Programado}}{\text{Horas Mantenimiento}}$$

2.3.6. Indicadores de Gestión de Mantenimiento “año 2013”

La compañía no registra hasta el momento indicadores normalizados, por este motivo se procedió al cálculo de dichos índices en el año inmediato anterior a la incorporación del plan de mantenimiento, sirviendo estos datos para una comparación posterior.

Indicadores Primarios

- Tiempo medio entre fallas

$$MTBF = 6,39 \text{ [días]}$$

- Tiempo medio entre reparación

$$MTTR = 4,46 \text{ [Horas]}$$

Indicadores Secundarios

- Índice de Mantenimiento Programado

$$\text{IMP} = 84\%$$

- Índice de Mantenimiento No Programado

$$\text{IMC} = 16\%$$

De los anteriores ratios se derivan las siguientes conclusiones

- El tiempo medio entre fallas nos indica que la empresa ha sufrido en promedio una detención no programada de producción cada 6 días.
- Por cada detención, la compañía fue incapaz de producir CO₂ por un tiempo medio de cuatro horas treinta minutos, no incluyendo este tiempo el requerido para puesta a punto.
- El porcentaje de tiempo invertido en reparar los elementos del sistema en situación de emergencia supera el 15%.

De acuerdo a los datos se pone en manifiesto la necesidad de la empresa en reducir los niveles de Paradas No Programadas.

2.4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

2.4.1. Objetivo General

- Aumentar la confiabilidad de los equipos.
- Aumentar el tiempo de producción de los equipos críticos.
- Disminuir riesgos para operadores

Bajo la supervisión de la Gerencia de Mantenimiento se debe iniciar el desarrollo de un Plan de Mantenimiento predictivo / preventivo para los equipos críticos, actualizando y mejorando los planes vigentes, establecer rutinas de inspección que acompañe el mantenimiento de los equipos críticos, para reducir de esta manera la tasa de fallas.

2.4.2. Objetivos Específicos

- Reducir el 15% sobre las horas de Paradas No Programadas.
- Reducir un 10% el número de paradas no programadas.
- Establecer la criticidad de los equipos que componen el proceso productivo.

2.4.3. Objetivos derivados

- Reducir la tasa de fallas.
- Alargar la vida del equipo.

Comenzando con el análisis de paradas no programadas se procederá a evaluar la criticidad de los equipos.

2.5. CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS POR CRITICIDAD

Se clasificaron los equipos de la planta por criticidad, con el fin de proporcionar una visión estática de la importancia del equipo en sí mismo. Esto permitió determinar la conveniencia de realizar mantenimiento preventivo a ciertos equipos.

Valores asignados a probabilidad y gravedad de ocurrencia de una falla.

PROBABILIDAD		GRAVEDAD	
Alta	5	Muy Grave	5
Media	3	Grave	3
Baja	1	Leve	1

Tabla N° 2.8

Clasificación del equipo en función de la ponderación de las máximas condiciones de cada sector.

PONDERACION DE CONDICIONES	CLASIFICACIÓN DE EQUIPO
ENTRE 90 Y 150	A
ENTRE 70 Y 89	B
HASTA 69	C

Tabla N° 2.9

A continuación se muestra la tabla N° 2.16, la misma presenta las puntuaciones de las ponderaciones realizadas, las planillas de criticidades se muestran en el anexo N° 5.

Clasificación A-B-C de equipos.

PROCESO N°	MAQUINA	PUNTUACIÓN	CLASE
10	CALDERA OPERADA CON GAS NATURAL	104	A
10	CALDERA OPERADA CON FUELOIL	110	A
20	TORRE DE LAVADO	64	C
30	TORRE DE ABSORCIÓN	52	C
40	BOMBAS DE MEA	84	B
50	INTERCAMBIADORES	68	C
60	TORRE DE DESORCIÓN	88	B
70 ~100~ 140	COMPRESOR	66	C
80 ~110~ 150	SERPENTINAS / INTERCAMBIADOR	52	C
90	TORRE DE PERMANGANATO DE POTASIO	62	C
120	TORRE DE SECADO	68	C
130	TORRE DE CARBÓN ACTIVO	50	C
160	ENFRIADOR DE CO ₂	54	C
170	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	68	C
-	GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA	54	C
-	CAÑERÍAS	84	B
-	SISTEMA MOTOR BELLISS - POLEA - VENT.	76	B

Tabla N° 2.10

2.5.1 CONCLUSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE CRITICIDADES

Esta clasificación es de índole tecnológica, toma en consideración aspectos de la actividad de producción en planta, y su clasificación resulta importante para determinar la criticidad de los equipos para mantenimiento.

Se observa en dicha clasificación que la caldera, ya sea operada con gas natural o fueloil, es el equipo de mayor complejidad tecnológica, por lo que resulta con una criticidad superior al resto.

Entre los equipos con alta criticidad frente al proceso productivo, y a los que sería conveniente hacerle mantenimiento preventivo podemos señalar: Motor Belliss / Exhaustor, Caldera, Compresor Deutz (tres etapas), Bombas de MEA, Usina.

Dentro de este grupo, la principal pérdida se detecta en la caldera, tomando en cuenta solamente el marco económico, se requiere una intervención de urgencia y el enfriamiento parcial de la misma para poder repararla, lo que significa entre seis u ocho horas de inactividad productiva. Es por esto que consideramos de gran conveniencia la aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo a este equipo que permita prevenir pérdidas en la productividad.

Al ser la caldera un equipo crítico, tanto desde el Área de Producción como desde el Sector de Mantenimiento, es escogido para realizar un Plan de Mantenimiento Predictivo / Preventivo, a fin de evaluar los resultados y desarrollar este procedimiento en otras máquinas del proceso productivo.

CAPÍTULO 3

3.1. CREACIÓN DEL ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PREDICTIVO PARA LA CALDERA

Recapitulando los datos de “Paradas No Programadas” extraemos los datos del elemento Caldera - gráficos de Pareto año 2009 al 2013- resultando.

Registro de paradas no programadas de Caldera H20

Equipo	Caldera
Año	Horas
2009	30
2010	46
2011	34
2012	47
2013	68,5

Tabla N° 3.1

Porcentaje de incidencia de la caldera sobre el total de horas de paradas no programadas de toda la planta:

Porcentaje de incidencia Equipo Caldera			
Año	Horas Equipo	Horas Totales	Porcentaje
2009	30	116,5	26%
2010	46	165	28%
2011	34	106	32%
2012	47	151	31%
2013	68,5	183	37%

Tabla N° 3.2

Se observa en la tabla anterior que la incidencia de este elemento en el total de horas ronda el 30%, teniendo un pico del 37% en el año 2013.

Sin lugar a dudas la reducción de paradas no programadas de este equipo significaría un ahorro para la compañía, al mismo tiempo incrementaría la fiabilidad en el sistema y mejoraría de forma notable los índices.

Se procederá a confeccionar un estándar de revisión y limpieza de la caldera, estimando que ello permitirá una reducción considerable de las Paradas No Programadas de la misma. Dichos estándares serán ejecutados en todos los casos por personal especializado y con conocimiento de las partes intervinientes.

3.1.1. Plan de revisión y limpieza de caldera H2O

Planilla de Inspección diaria.

Objetivos generales de la inspección:

- Detectar ruidos anormales.
- Detectar olores anormales.
- Medir vibraciones anormales.
- Inspeccionar visual y auditivamente en busca de fugas de fluidos: gas / lubricantes / Vapor.
- Inspeccionar visualmente en busca de daños y fisuras en estructura y mecanismo.
- Inspeccionar visual y auditivamente en busca de juegos anormales en el mecanismo.

La revisión diaria y semanal es responsabilidad del maquinista de caldera.

Protocolo para completar el documento de inspección diaria:

La nomenclatura utilizada en el llenado de las casillas correspondiente a la lista de inspección se corresponderá con las siguientes abreviaturas:

- Correcto [C].
- No Correcto [NC]. Informar la desviación al final del informe de inspección.
- Observación [OB]. Detalle de desviación o anomalía.

Basado en la experiencia y utilizando sus sentidos, el operario inspeccionará la caldera buscando situaciones de funcionamientos anormales.

En los ítems en los que se haya detectado alguna anomalía en su funcionamiento se realizará, al final del documento, una descripción/observación de la anomalía encontrada.

En caso de proceder en el futuro a confeccionar una Orden de Trabajo se deberá registrar el número de orden en las casillas destinadas, a tal fin identificando el ítem con su número y realizando una breve descripción de la falla.

	Gas Carbónico Chiantore S.A.I.	ESTANDAR DE MANTENIMIENTO	RC- 6.03.01.03
	Av. Gral. Savio 2952		Fecha de vigencia:
	Villa María - Cba		Página 1 de 5
PLANILLADE INSPECCIÓN DIARIA			
Fecha:		Maquinista:	
Hora:		Operario:	
<ul style="list-style-type: none"> Todo el personal debe llevar al momento de realizar la inspección los elementos de protección personal designados por el área de seguridad de la planta. 			
Id Parte	Inspección visual de quemador 1 Observación del color de la llama.	Azul Combustión completa	
		Verde Presencia de zinc/cobre/bronce	
		Amarilla Faltante de Oxígeno	
79		Roja Presencia de óxidos	
Id Parte	Inspección visual de quemador 2 Observación del color de la llama.	Azul Combustión completa	
		Verde Presencia de zinc/cobre/bronce	
		Amarilla Faltante de Oxígeno	
80		Roja Presencia de óxidos	
Id Parte	Inspección visual de filtro de fuel oil N°1		
42			
Id Parte	Inspección visual de filtro de fuel oil N°2		
43			
Id Parte	Inspección visual de filtro de fuel oil N°3		
44			
Id Parte	Inspección visual de filtro de fuel oil N°4		
45			
Id Parte	Inspección visual de filtro línea de alimentación de agua N°1		
86			
Id Parte	Inspección visual de filtro línea de alimentación de agua N°2		
212			

Tabla N° 3.3

A continuación se detallan los ítems de los estándares de inspección semanal, mensual, semestral y anual respectivamente.

3.1.2. Mantenimiento Semanal

- Revisar el sistema de alarma y desconexión por bajo del nivel de agua, en condiciones de trabajo normal. Una forma práctica de chequear este control es suspender la alimentación de agua a la caldera, y dejar que continúe la evaporación, observar cuidadosamente el cristal que indica el nivel de agua y marcar sobre el primero el punto exacto en el cual la alarma comenzó a sonar y donde fue interrumpido el funcionamiento de la caldera. Esto dará un punto de

referencia para chequeos posteriores. Este punto de control debe ser siempre el mismo, en caso de que exista una variación pronunciada, debe revisarse el control y sustituirlo de ser necesario.

- Inspeccionar las válvulas de seguridad y asegurarse de que están en perfectas condiciones.
- Verificar el adecuado cierre de válvula combustible.
- Examinar conexiones de aire y combustible.
- Controlar luces indicadoras y alarma.
- Revisar controles limitadores y de operación.
- Verificar controles de seguridad y conexiones.

3.1.3. Mantenimiento mensual

- Inspeccionar: quemador, fugas de gases de combustión, puntos calientes.
- Verificar el adecuado cierre de la válvula de combustible.
- Detectar filtraciones de aire o combustible.
- Controlar luces indicadoras y alarmas.
- Verificar controles limitadores y de operación.
- Verificar controles de seguridad y conexiones.
- Detectar filtraciones, ruido, vibraciones, condiciones anormales, etc.
- Determinar condiciones de combustión.

3.1.4. Mantenimiento semestral

- Verificar estado del refractario.
- Verificar componentes eléctricos.
- Limpieza de llave de bajo nivel de agua.
- Inspeccionar bomba de aceite, colador y filtro.
- Verificar depurador de aire y separador aire / aceite.

3.1.5. Mantenimiento Anual

Este mantenimiento es responsabilidad del operador que realiza el control y del electricista:

- Inspeccionar la superficie interior del recipiente.
- Limpiar las superficies del hogar.
- Limpiar los tubos de la caldera interiormente, así como las placas tubulares utilizando cepillo de alambre.
- Sacar las tapas de los registros y ponerles empaquetaduras nuevas, eliminando todos los depósitos en las orillas de los mismos.
- Lubricar las empaquetaduras con grafito.
- Eliminar los depósitos de lodo e incrustaciones en el interior de la caldera utilizando chorros de agua y medios mecánicos. (Si en el interior del cuerpo existen excesivas incrustaciones hay que atacarlas con un producto químico adecuado para el tipo de incrustaciones, o quitarlas mediante un procedimiento mecánico.)
- Revisar los refractarios y la tapa trasera, si tienen grietas, taparlas con cemento refractario, eliminando antes el hollín que esté depositado.
- Revisar el aislante de la caldera. Reparar cuando sea necesario.
- Revisar el interior de la caldera por fugas. En caso de fugas reparar de inmediato o cambiar los tubos.
- Examinar el interior de la caldera para determinar la acción corrosiva.
- Abrir la válvula para purgar los depósitos en el tanque de condensado
- Limpiar la turbina de aire del quemador.
- Revisar las válvulas de seguridad y sus conexiones.
- Limpiar la célula fotoeléctrica (ojo electrónico) con un trapo limpio
- Limpiar con tetra cloruro de carbono u otro solvente adecuado, todos los contactos de los diversos accesorios eléctricos de la caldera.
- Revisar la empaquetadura del eje de la bomba de alimentación de agua, reemplazar en caso necesario.
- Lubricar la bomba de alimentación de agua.
- Limpiar el filtro de la bomba de alimentación.
- Ver las condiciones de funcionamiento de la válvula de retención de la tubería de agua de alimentación, desarmarla para su limpieza y ajuste interior, en caso necesario reemplácese.
- Lubricar las levas del motor del control electrónico.
- Revisar la chimenea por fugas y corrosión. Limpiar y pintar si es necesario con pintura resistente al calor.

- Limpiar exteriormente la caldera.
- Sacar los tapones de inspección y proceder a limpiar las tuberías accesibles, procurando que las incrustaciones sean eliminadas.
- Inspeccionar y ajustar el manómetro principal.
- Revisar y ajustar las válvulas de seguridad.
- Destapar el tanque de condensado y el tanque de combustible, para efectuar una limpieza interna.
- Desarmar el sistema de control de nivel limpiarlo y hacer las reparaciones necesarias. En caso que se usen electrodos, verificar su condición, reemplazarlos si es necesario.
- Observación: Nunca quitar el vidrio de protección.

3.1.6. Mantenimiento Quemador

- Limpiar las boquillas. Debe tomarse especial cuidado cuando se efectúe la limpieza de utilizar un solvente apropiado y tener cuidado de no dañarlas.
- Limpiar el conjunto del quemador, se debe sacar de la cámara de aire, desarmarlo y limpiarlo perfectamente.
- Inspeccionar las puntas de los electrodos y ajustarlas de ser necesario, para tal efecto siga las recomendaciones del fabricante.
- Verificar que los terminales de los cables de encendido están suficientemente apretados.
- Revisar la condición de la porcelana de los electrodos, en caso de estar dañados, deberán ser sustituidos.
- Desarmar el mezclador de gas-aire y limpiar los conductos internos. El taponamiento a obstrucción en la tubería de aire de gas producirá una mezcla demasiado rica para el piloto y el encendido defectuoso o irregular.

Antes de comenzar con las inspecciones se deberá revisar las hojas de procedimiento de cada inspección a realizar.

Al finalizar se completará una planilla con los detalles de cada operación, estas planillas deben ser archivadas para su posterior análisis.

En el futuro se desarrollaran estándares específicos de mantenimiento por equipo con el formato que se muestra a continuación como ejemplo.

3.2 EJEMPLO DE ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO

El hollín y no combustibles son aislantes efectivos y si se permite que se acumulen, reducirán la transferencia de calor al agua e incrementarán el consumo de combustible. El hollín y otros depósitos pueden absorber la humedad, la combinación de hollín con el agua, proveniente de la humedad, forma ácidos corrosivos que deteriorarán el metal.

Se debe realizar una limpieza en intervalos regulares y frecuentes, dependiendo de la carga, tipo y calidad de combustible, temperatura interna de la caldera y eficiencia de combustión. Se puede usar un termómetro de temperatura de chimenea como guía para conocer los intervalos de limpieza, ya que la acumulación de hollín elevará la temperatura de gas de chimenea.

La limpieza de las tuberías se logra abriendo las puertas frontal y trasera. Los tubos pueden cepillarse por cualquiera de los dos lados. Debe quitar todo el hollín suelto y acumulaciones del horno y superficies de tubería.

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE FOGON Y TUBERIAS

Seguridad:

Desconectar el suministro de energía eléctrica.

Cerrar válvulas de entrada de agua, suministro de combustible y válvulas de salida de vapor.

Uso obligatorio de elementos de protección personal:

Elementos de protección respiratoria.

Elementos de protección ojos.

Elementos de protección de manos.

Elementos de protección cutánea.

Herramientas requeridas:

Llave N° 22 - portinas de inspección posterior
Pinza.
Uña / destornillador.
Linterna.
Cepillo.

Repuestos

Soga de fibra de vidrio / teflón 40x30mm - Cantidad 3 metros.
Sellador.
Empaques portinas posteriores.

Procedimiento de seguridad:

Este procedimiento tiene como objetivo minimizar los riesgos en la realización del trabajo.

Antes de realizar el control se deberán efectuar las siguientes medidas de protección colectivas:

- **Desconectar el suministro de energía eléctrica.**
- **Cerrar válvulas de entrada de agua, suministro de combustible y válvulas de salida de vapor.**

Protección personal:

Información general: Todas las medidas de protección colectiva deben estar instaladas e implementadas antes de contemplar el uso de equipos de protección personal.

Protección respiratoria: Es obligatorio el uso de mascarillas apropiadas certificadas. En el caso de formación de vapor usar una mascarilla con filtro modelo: tipo A. En caso de formación de vapores y aerosoles: respirador con filtro combinado para vapores/partículas: tipo A/P2.

Protección de los ojos: Es obligatorio el uso de gafas protectoras con cubiertas laterales.

Protección de las manos: Es obligatorio la utilización de guantes impermeables y resistentes a los hidrocarburos. Se aconseja, observar las instrucciones en cuanto a la permeabilidad y el tiempo de adelanto indicados por el proveedor de los guantes.

Protección cutánea: Úsese indumentaria protectora adecuada. Zapatos protectores o botas.

Disposiciones de ingeniería: Aplicar las medidas técnicas para cumplir con los límites profesionales de exposición. Al trabajar en espacios cerrados asegurarse que exista suficiente aire para respirar y usar el equipo recomendado.

Medidas de higiene: Lávese las manos, antebrazos y cara completamente, antes de comer, fumar y usar el lavabo y al finalizar el trabajo. Usar las técnicas apropiadas para eliminar la ropa contaminada. Lavar la ropa contaminada antes de reutilizar.

Procedimiento de limpieza de fogón y tuberías

La limpieza se realizará abriendo las dos puertas de las cámaras, delantera y trasera, el cepillado se realizará desde la parte delantera, por ser la que otorga mayor comodidad debido al espacio que otorga. Todo el hollín suelto debe ser removido del horno, tubos y tapas refractarias.

Acceso frontal, está compuesto de dos compuertas, una por cada hogar, el acceso se logra mediante el retiro de una tuerca tipo mariposa de accionamiento manual y posterior apertura de compuerta de acceso.

Acceso posterior, el acceso se logra retirando el conjunto válvula de alivio de vapor / visor, mediante el retiro de ocho tornillos, hexagonales N° 22, desde este acceso se procederá al retiro del hollín arrastrado en el paso del cepillo.

En la tabla N° 3.4 se muestra el procedimiento descrito anteriormente, las tablas N° 3.5 y 3.6 constituyen el diagrama de bloques del proceso.

Procedimiento de trabajo

Antes de comenzar con las aperturas de los accesos asegurarse que la caldera no esté caliente, ya que un cambio brusco en el material refractario puede ocasionar deformaciones, grietas o rotura del mismo.

	Gas Carbónico Chiantore S.A.I. Av. Gral Savio 2952 Villa María – Cba		PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE FOGON Y TUBERIAS	
	PROCESO DE GENERACIÓN DE CO₂			
Emitido:		Revisado:		Aprobado:
Fecha de emisión:		Nº de Revisión:	Fecha de revisión:	Fecha de aprobación:
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				
Nº TAREA	RESPONSABLE	ACTIVIDAD		
10	Área Mantenimiento	Aflojar la tuerca mariposa de las compuertas delanteras lo suficiente para proceder con la apertura.		
20	Área Mantenimiento	Abrir las compuertas cuidando que los cables de los motores tengan la suficiente reserva para llevar a cabo esta operación.		
30	Área Mantenimiento	Retirar del conjunto válvula de alivio y visor de la parte posterior y tapa trasera sin refractario, retirando las tuercas hexagonales N° 22. “Ver esquema punto C y punto E”		
40	Área Mantenimiento	Proceder con la limpieza del entubado con el cepillo, forzando a las partículas a depositarse en la cámara posterior, una vez finalizada la limpieza del entubado se debe comenzar con la limpieza de los refractarios, retirar el hollín alojado en la cámara trasera considerando que se está trabajando con material volátil por lo que se deben tomar las precauciones adecuadas al realizar la tarea.		
50	Área Mantenimiento	Antes de cerrar las compuertas posteriores inspeccionar el estado de los empaques y superficies selladoras, si el empaque está duro o quebradizo deberá ser reemplazado. Cierre de compuertas posteriores, corroborando su estanqueidad cuando la caldera este en régimen.		
60	Área Mantenimiento	Las cuerdas de fibra de vidrio / teflón utilizadas para el sello deflector y para el sello del empaque de la compuerta frontal no deben ser reutilizadas, remueva la cuerda vieja y el sellador utilizando las herramientas adecuadas para este trabajo, la brida de la puerta y el área de la placa tubular deben estar libre de material sellante viejo, incrustaciones, hollín, etc., la cuerda debe colocarse en la parte superior de la loseta deflectora. Cierre de compuerta frontal ajustando la tuerca tipo mariposa de forma manual.		

Tabla N° 3.4

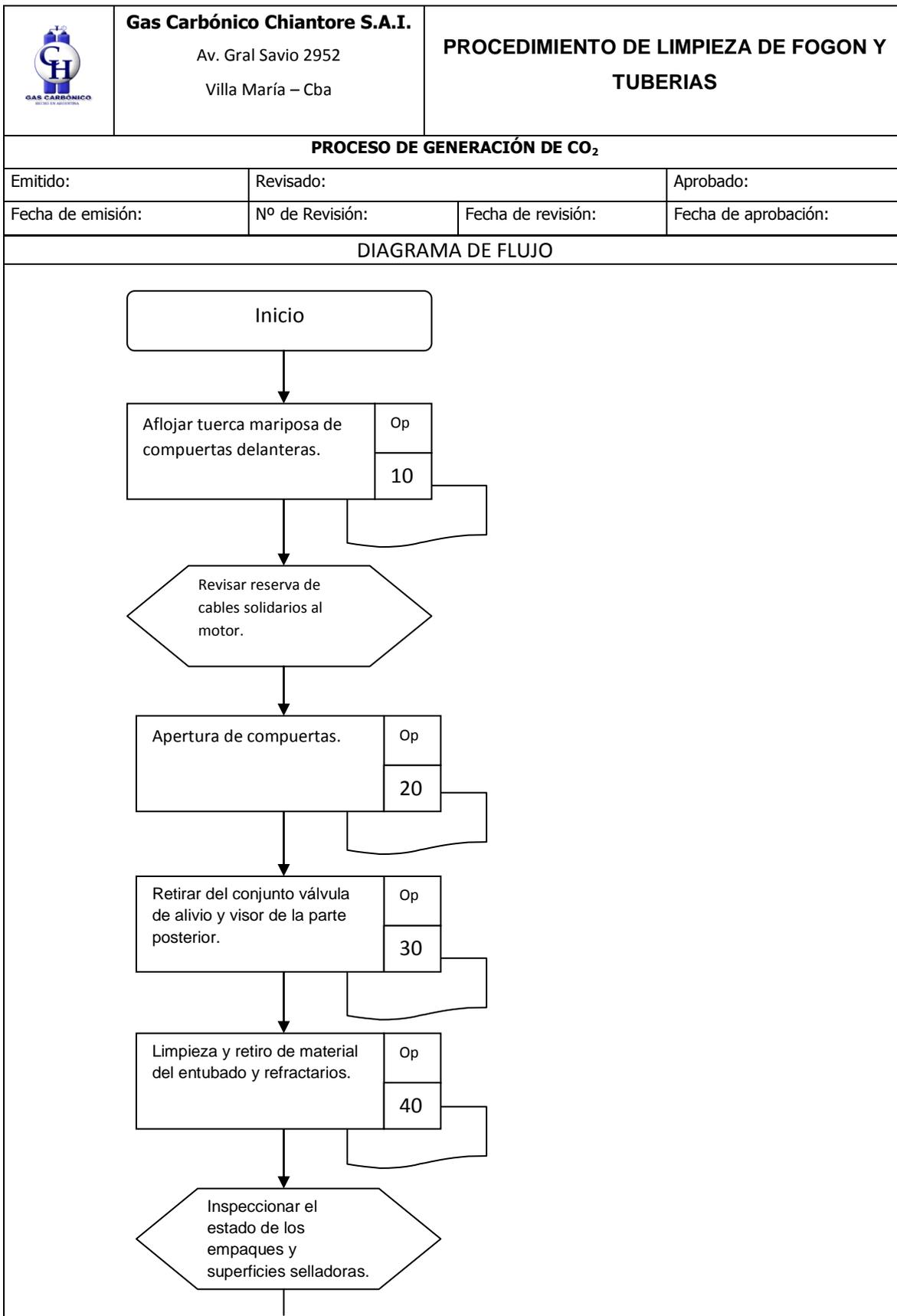


Tabla N° 3.5

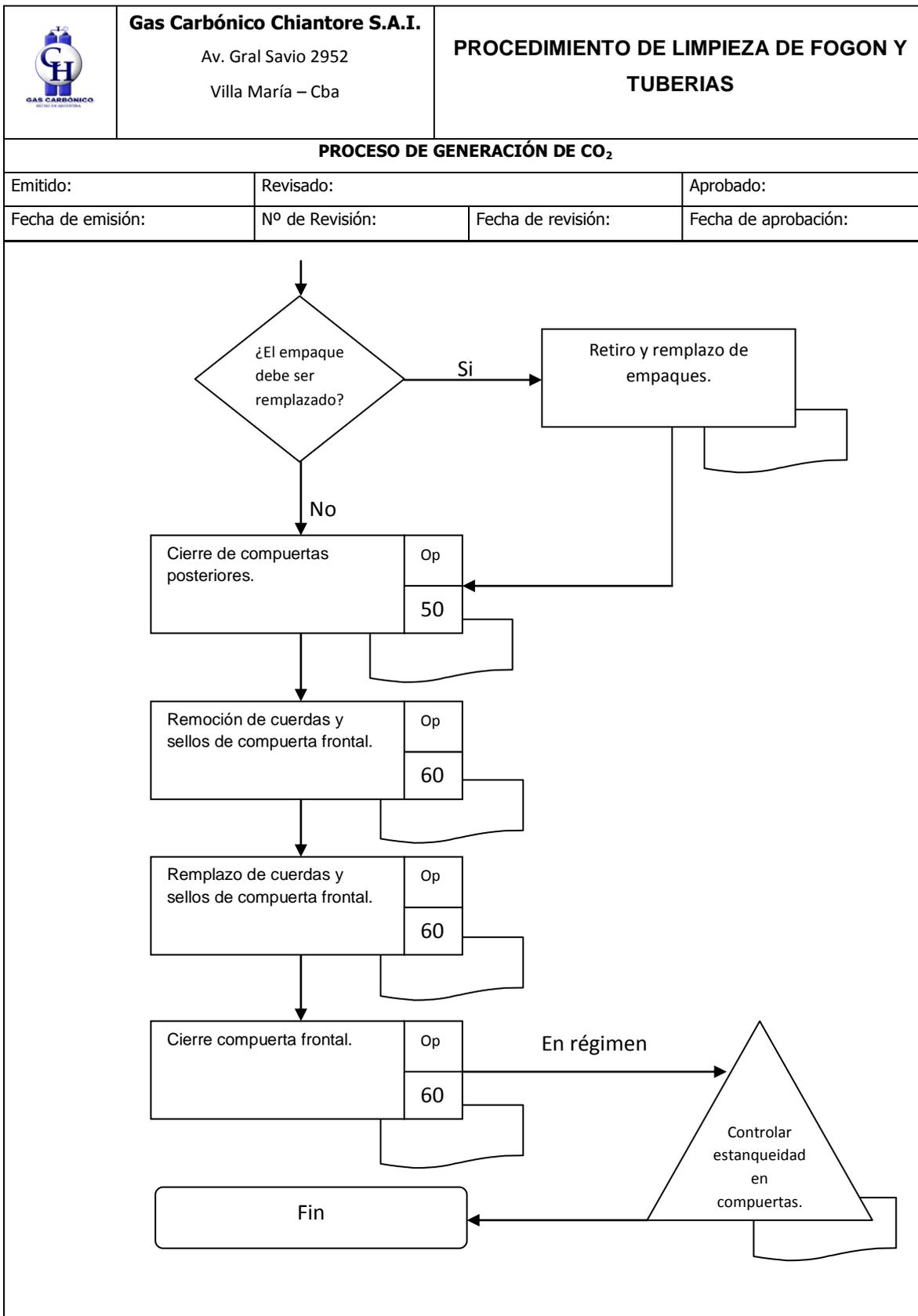


Tabla N° 3.6

Esquema Caldera

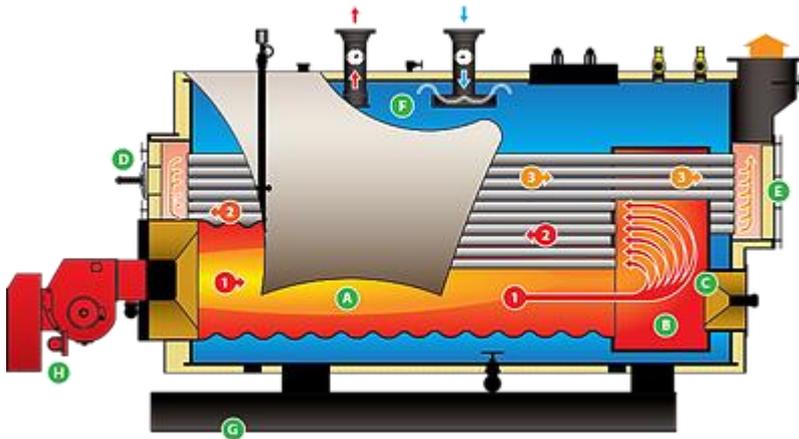


Figura N° 3.1

- A. Tubería cañón corrugado
- B. Cámara de retorno
- C. Registro Pasa-hombre para acceso a cámara.
- D. Válvulas de alivio en el lado gases.
- E. Tapas trasera sin refractarios.
- F. Entrada y salida de agua caliente.
- G. Base de acero estructural.
- H. Quemadores.

- 1. Primer paso.
- 2. Segundo paso.
- 3. Tercer paso.

CAPITULO 4

4.1. GESTIÓN DE REPUESTOS

Al realizar el plan de revisión para la caldera H20, se hizo necesario complementar el análisis con un listado de las partes integrales de la caldera así como también de los repuestos de dichas partes, esto derivó en una gestión de repuestos.

4.1.1. Partes integrales del equipo

En el esquema siguiente se muestra un ejemplo de despiece de caldera H20, donde se lista cada parte con el nombre de sus accesorios y su identificación numérica.

Nombre Equipo: <u>Caldera H20</u>
Id Equipo: <u>06</u>

Id Parte	Nombre Parte	Id Acc.	Nombre Accesorio
16	Válvula de seguridad de vapor N° 1	194	Resorte
		195	Cuerpo
		196	Juntas
		197	Bulones
		198	Tapeta
		199	Varilla roscada
		200	Perno
		201	Punta de brida
		202	Palanca
17	Válvula de seguridad de vapor N° 2	262	Resorte
		263	Cuerpo
		264	Juntas
		265	Bulones
		266	Tapeta
		267	Varilla roscada
		268	Perno
		269	Punta de brida
		270	Palanca

Tabla N° 4.1

4.2. EJEMPLO PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE REPARACIÓN DE VÁLVULA ESFÉRICA 1”.

Cumplimentando la gestión de repuestos se procede con la elaboración de los procedimientos de reparación de los elementos componentes de la caldera, a continuación se da un ejemplo de dichos procedimientos.

ID Parte	PARTE	MARCA
72	VALVULA ESFERICA 1”	INOXPA

Montaje y desmontaje de válvula esférica

Proceder con cuidado. Pueden producirse daños personales. El montaje y desmontaje de las válvulas (con o sin accionamiento neumático) sólo debe realizarlo el personal cualificado.

Para el desmontaje de la válvula se necesitan las siguientes herramientas:

- Llave allen 4mm
- 2 llaves fijas 13mm

Desmontaje de válvula esférica.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESMONTAJE		
Nº TAREA	RESPONSABLE	ACTIVIDAD
10	Área Mantenimiento	Sacar el tapón (7) situado en la parte superior de la maneta (11A).
20	Área Mantenimiento	Desenroscar el tornillo (23) y sacar la maneta completa (11A+55).
30	Área Mantenimiento	Quitar los tornillos (26) y las tuercas (22) que unen los laterales (2).
40	Área Mantenimiento	Separar los laterales (2) y sacar el casquillo (17).
50	Área Mantenimiento	Quitar la bola (3) y la junta (5) con el eje (8).
60	Área Mantenimiento	Desmontar las guías de teflón (11) y las juntas tóricas (20) de los laterales (2).
70	Área Mantenimiento	Sacar la junta (5) del eje (8).

Tabla N° 4.2

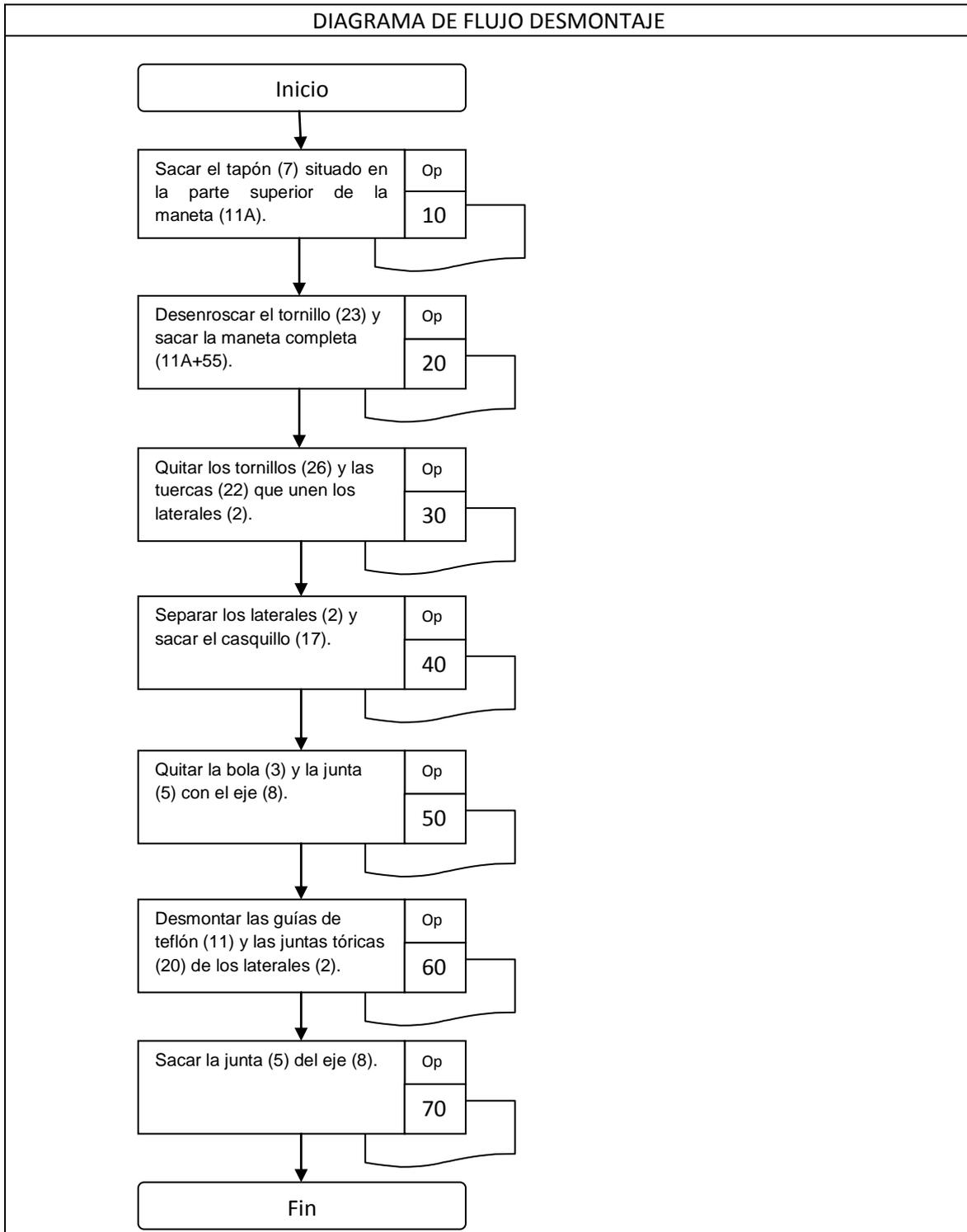


Tabla N° 4.3

Esquema válvula 1"

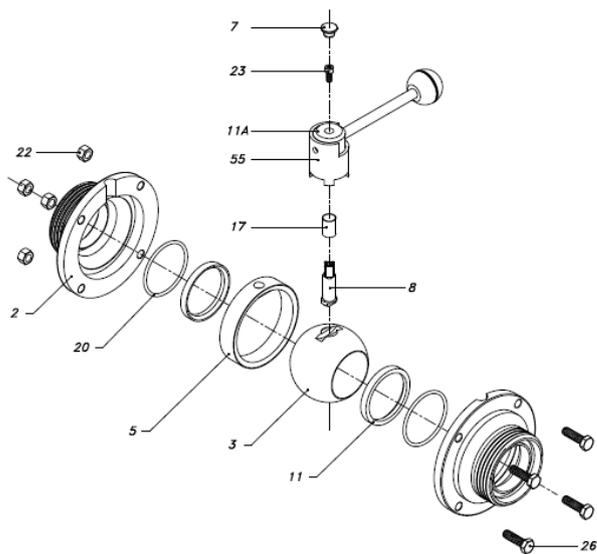


Figura N° 4.1

Montaje de válvula esférica.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES MONTAJE		
N° TAREA	RESPONSABLE	ACTIVIDAD
10	Área Mantenimiento	Montar el eje de la bola (8) y la junta (5) con grasa adecuada y colocar en la bola (3).
20	Área Mantenimiento	Colocar las juntas tóricas (20) y las guías (11) en los laterales (2) y lubricarlos.
30	Área Mantenimiento	Montar el conjunto bola, eje y junta entre los dos laterales (2) y colocar el casquillo (17). PRECAUCION! Al montar el conjunto bola, eje y junta en los laterales, dejar la bola en posición abierta, para evitar dañar las guías.
40	Área Mantenimiento	Colocar los tornillos (26) y las tuercas (22), atornillar (según el par de apriete indicado en el apartado 8.1) en cruz, procurando que las guías (11) queden bien colocadas. Par de apriete 21 [Nm]
50	Área Mantenimiento	Montar la maneta (55+11A) en el eje de la bola (8) en posición abierta (alineada con el agujero pasante de la bola) y apretar el tornillo (23).
60	Área Mantenimiento	Colocar el tapón en la parte superior (7) de la maneta.

Tabla N° 4.4

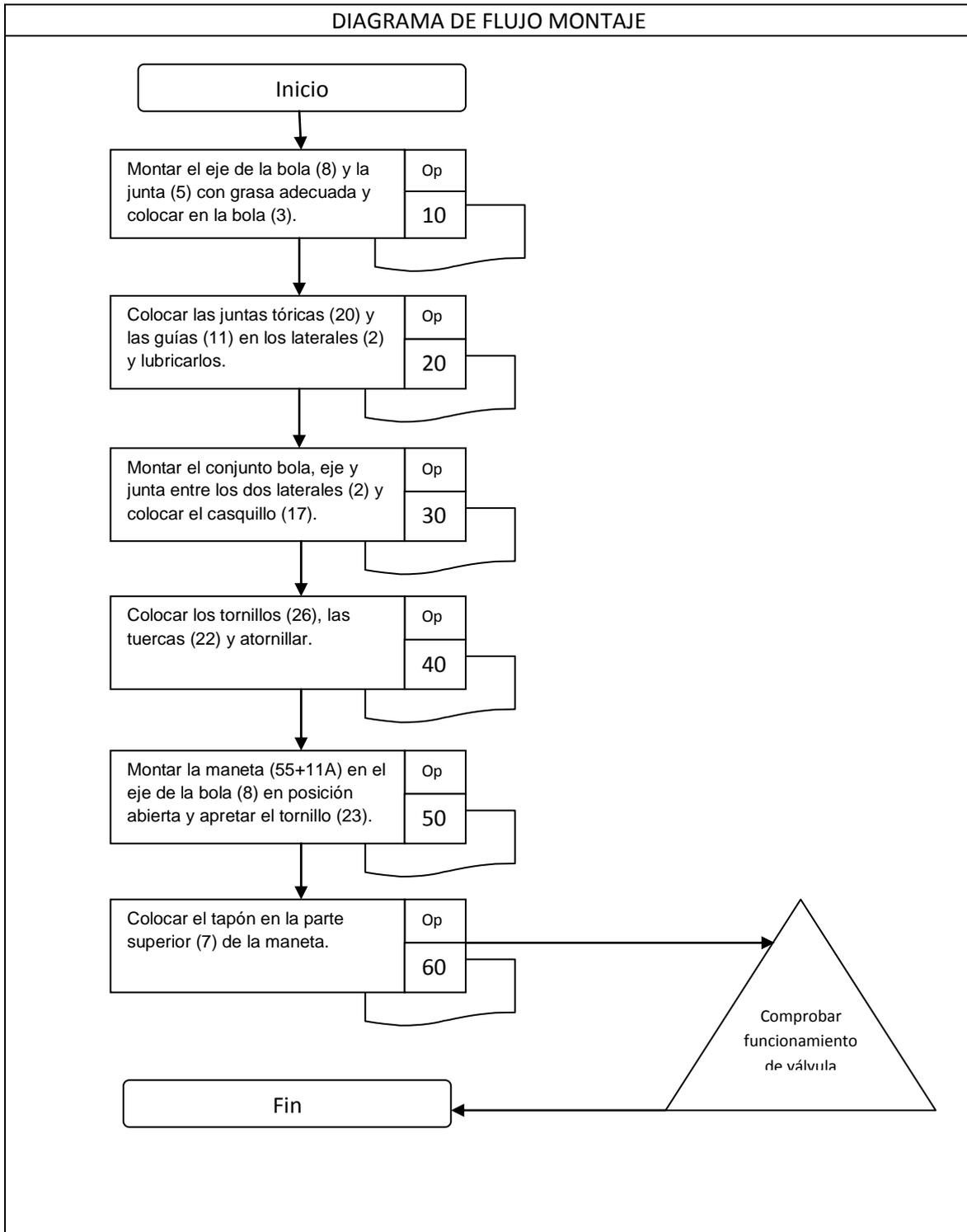


Tabla N° 4.5

Esquema válvula 1"

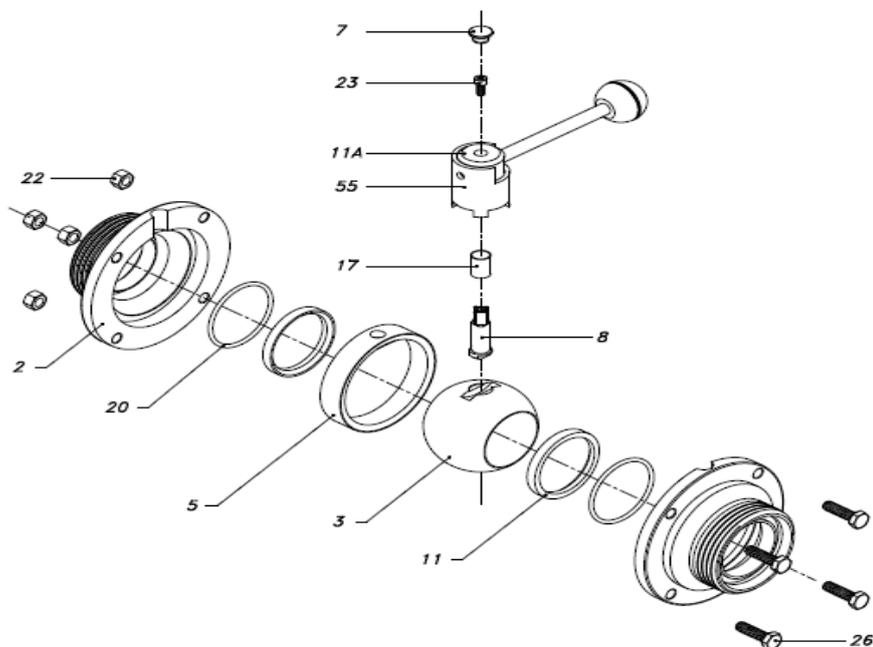


Figura N° 4.2

- Antes de poner la válvula en funcionamiento abrir y cerrar la bola varias veces para comprobar que se mueve suavemente contra la guías de teflón.

Sección y lista de piezas

POSICION	DESIGNACION	MATERIAL	CANTIDAD
2	Lateral	AISI 304L/316L	2
3	Bola	AISI 304/316	1
4	Conjunto maneta	AISI 303	1
5	Junta	EPDM	1
8	Eje	AISI 316L	1
11	Guía bola	PTFE	2

17	Casquillo guía	PTFE	1
20	Junta tórica	EPDM	2
22	Tornillo hexagonal	A-2	4
26	Tuerca	A-2	4

Tabla N° 4.6

Lista de piezas

DN	02	03	04	05	08	11	17	20
								
1"	350214A	450576A	4510011	450572A	450572A.6	450573A	-	04028030

Figura N° 4.3

Especificaciones técnicas

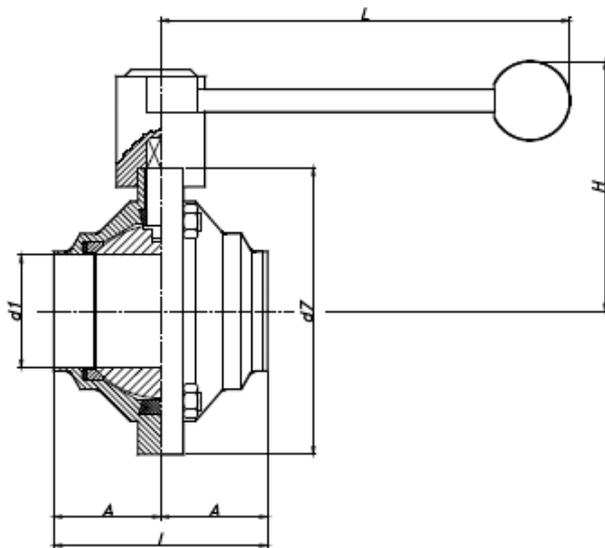
Tabla N° 4.7

DATOS GENERALES DE LA VALVULA	
Presión máxima de trabajo	DN-1": 10 bar
Temperatura máxima de trabajo	121°C Juntas estándar EPDM (Para temperaturas superiores se adaptaran otras calidades de juntas)
Par de maniobra	8 [Nm]
Acabado superficial	En contacto con el producto: Ra ≤0,8 μm Superficies externas: acabado mecanizado (torneado)

MATERIALES VALVULA	
Piezas en contacto con el producto	AISI 316L (1.4404)
Otras piezas de acero	AISI 304 (1.4301)
Juntas en contacto con el producto	EPDM (Estándar) - NBR - VITON - SILICONA.
Acabado superficial	Piezas en contacto con el producto. $Ra \leq 0,8 \mu m$
Tipo de conexiones	DIN 11851 (Standard)

Tabla N° 4.8

Dimensiones de la válvula



DN	1"
d1	22,1
d7	94 mm
A	36 mm
l	72 mm
H	95 mm
L	150 mm
AISI-316L	26400010EB

Tabla N° 4.9

Figura N° 4.4

CAPÍTULO 5

5.1. RESULTADOS DE DESEMPEÑO

Luego de la implementación de las tareas de revisión y mantenimiento preventivo en la empresa se registraron los siguientes datos de paradas no programadas durante el año 2014.

Paradas no programadas año 2014		% Acumulado Horas	% Acumulado por Equipo
Equipo	Horas		
Caldera	15	20%	4%
Torre de Desorcion 1	11	34%	7%
Compresor Deutz	9	46%	11%
Torre de Absorcion 2	9	58%	14%
Torre de Absorcion 1	7	67%	18%
Compresor chico	6,5	76%	21%
Exautor Bellis	5	82%	25%
Intercambiadores	4	88%	29%
Turbinas	4	93%	32%
Equipo de frio 2	3,5	97%	36%
Equipo de frio 1	2	100%	39%
Usina Bellis	0	100%	43%
Compresor 2 etapas	0	100%	46%
Exaustor	0	100%	50%
Torre de Carbono Activado	0	100%	54%
Torre de Desorcion 2	0	100%	57%
Torre de Secado	0	100%	61%
Turbina 2	0	100%	64%
Bomba 1	0	100%	68%
Bomba 2	0	100%	71%
Bomba 3	0	100%	75%
Serpentina	0	100%	79%
Gasometro	0	100%	82%
Torre de Enfriamiento	0	100%	86%
Reductor Usina	0	100%	89%
Torre de Secado 2	0	100%	93%
Torre de Purificacion	0	100%	96%
Intercambiadore planta 2	0	100%	100%
Horas Totales	76		

Tabla N° 5.1

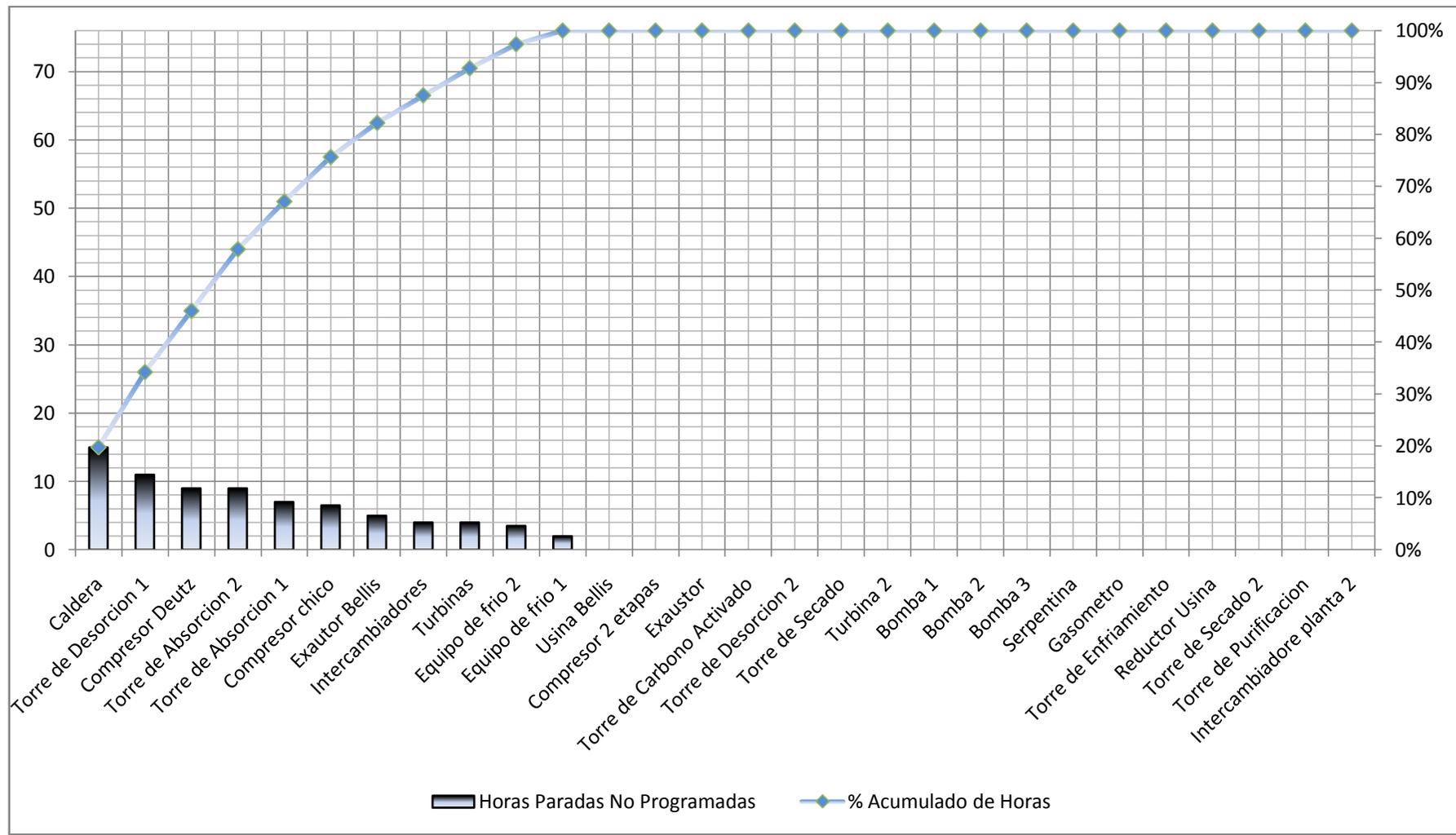


Figura N° 5.1 - Grafico de Pareto Paradas No Programadas año 2014

5.1.1. Indicadores de Gestión de Mantenimiento “año 2014”

Indicadores Primarios

- Tiempo medio entre fallas

$$\text{MTBF} = 20 \text{ [días]}$$

- Tiempo medio entre reparación

$$\text{MTTR} = 5,4 \text{ [Horas]}$$

Indicadores Secundarios

- Índice de Mantenimiento Programado

$$\text{IMP} = 89\%$$

- Índice de Mantenimiento No Programado

$$\text{IMC} = 11\%$$

Datos indicadores Primarios y Secundarios año 2013

- Tiempo medio entre fallas

$$\text{MTBF} = 6,39 \text{ [días]}$$

- Tiempo medio entre reparación

$$\text{MTTR} = 4,46 \text{ [Horas]}$$

- Índice de Mantenimiento Programado

$$\text{IMP} = 84\%$$

- Índice de Mantenimiento No Programado

$$\text{IMC} = 16\%$$

Cotejando los datos de los años 2013 y 2014 resulta evidente la mejora en el tiempo medio de fallas elevando de 6 días a 20 días dicho índice.

El tiempo medio de reparación creció debido a la reducción del número de fallas. El próximo objetivo será el de reducir en tiempo medio de fallas.

Elemento Caldera

HORAS PARADAS NO PROGRAMADAS			
Porcentaje de incidencia Equipo Caldera			
Año	Horas Equipo	Horas Totales	Porcentaje
2009	30	116,5	26%
2010	46	165	28%
2011	34	106	32%
2012	47	151	31%
2013	68,5	183	37%
2014	15	76	20%

Tabla N° 5.2

Apreciando la tabla anterior se advierte la reducción del tiempo no productivo de la caldera de 68,5 a 15 hs. Lo que significa una importante mejora en la indisponibilidad por mantenimiento.

Otro punto a tener en cuenta es la reducción de la incidencia de las fallas en el total de horas de paradas no programadas, siendo este el mínimo registrado desde el 2009 hasta el momento.

Gracias al esfuerzo del Área de Mantenimiento se pudo bajar de 44 fallas registradas en el año 2013 a sólo 16 fallas registradas en el año 2014, lo que derivó en una producción más estable, con menos imprevistos, incrementando de esta forma las horas teóricamente productivas.

De modo que se cumplieron los objetivos establecidos, registrando una reducción 63,4%, sobre el número de fallas, y una caída 58,5% en las horas de las paradas no programadas.

5.2. ESTUDIO DE COSTOS

Para completar el análisis es necesario contemplar los costos a los que se incurrirá llevando adelante el plan de revisión y mantenimiento así como también los beneficios monetarios resultantes de su aplicación.

5.2.1. Costo de Inspecciones:

Los costos asociados a las inspecciones son los siguientes:

- Mano de obra directa / indirecta [$\frac{\$}{Hs Hombre} * Hs Empleadas$]
 - Repuestos [\$]
 - Materiales fungibles [\$]
- Mano de obra - Tiempo de Inspecciones: [Hs Empleadas]

Horas Diarias:

Tiempo promedio empleado en la realización de la inspección 53 minutos por día.

Equivalencia: 0,89 [$\frac{Hs}{Día}$]

Horas Semanales:

Tiempo promedio empleado en la realización de la inspección 85 minutos semanales.

Equivalencia: 1,42 [$\frac{Hs}{Semana}$]

Horas Mensuales:

Tiempo promedio empleado en la realización de la inspección 130 minutos mensuales.

Equivalencia: 2,16 [$\frac{Hs}{Mes}$]

Horas Semestrales:

Tiempo promedio empleado en la realización de la inspección 360 minutos por semestre.

Equivalencia: 6 [$\frac{Hs}{Semestre}$]

Uniformidad de medidas: [$\frac{Hs}{Día}$]

$$(0,89) + (1,42/5,5) + (2,16/24) + (6/144) = 1,28 [\frac{Hs}{Día}]$$

Costo Hora Hombre

17.000 [$\frac{\$}{Mes}$]

708,3 [$\frac{\$}{Día}$]

88,5 [$\frac{\$}{Hs}$]

Erogación anual en mano de obra de Inspecciones:

$$88,5 * 1,28 * 288 \left[\frac{\$}{Hs} * \frac{Hs}{Dia} * Dia \right] = \boxed{\$ 32.624,6}$$

5.2.2. Mano de obra de mantenimiento preventivo de caldera

Para poder realizar un cálculo estimado de las horas que se emplean en el mantenimiento de la caldera se tomó el historial de horas utilizadas entre los años 2009 a 2014

Año	Horas
2009	45
2010	94
2011	24
2012	46
2013	141
2014	60
Promedio	68,3

Tabla N° 5.3

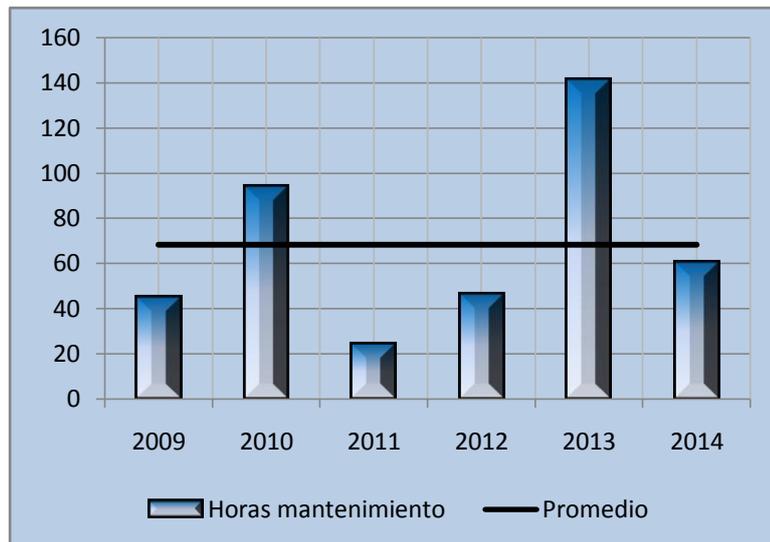


Figura N° 5.2

5.2.2.1 Costo MO mantenimiento

$$68,3 * 88,5 \left[\frac{\$}{Hs} \right] = \boxed{\$ 6.044,5} \text{ Por cada operario.}$$

El mantenimiento es realizado por dos operarios quedando

$$2 * 68,3 * 88,5 \left[\frac{\$}{Hs} \right] = \boxed{\$ 12.089}$$

5.2.2.2 Repuestos y materiales fungibles

Tomando como referencia el Plan de Mantenimiento Preventivo, el costo de los repuestos teniendo en cuenta los materiales para llevar a cabo las operaciones es el siguiente:

Precio estimado anual: **\$ 11.500,0**

5.2.2.3 Costo Total de Mantenimiento sin imprevistos

\$ 56.213,0

Para que resulte más práctico se puede convertir el costo de mantenimiento en Kg de producción, para ello consideramos \$ 57.000 de costo de mantenimiento a fin de evitar decimales:

$$\frac{57.000}{15} \left[\frac{\text{Kg}}{\$} * \$ \right] = 3.800 \text{ [Kg]}$$

Esto es equivalente a 152 minutos de producción.

Tabla de costos	
Costo de Inspecciones	\$ 32.624,60
Costo MO Mantenimiento Preventivo	\$ 12.089,00
Costo Repuestos y Fungibles M.Preventivo	\$ 11.500,00
Total	\$ 56.213,60

Tabla N° 5.4

5.3. ANÁLISIS DE LOS COSTOS

El presente estudio tomará las horas ahorradas en la caldera, se tomará para el caso un promedio del tiempo de paradas no programadas de años anteriores.

Horas Paradas No Programadas en Caldera	
Promedio Años 2009 al 2013	45,1 horas
Año 2014	15 horas

Tabla N° 5.5

El ahorro de tiempo de la caldera en paradas no programadas es de 30 horas respecto al promedio y 58,5 horas respecto al año anterior.

Por otra parte el ahorro del mantenimiento programado entre el año 2013 y 2014 fue de 81 horas, quedando un total de 111 horas de producción luego de la aplicación del plan.

Paradas Programadas Totales	
Año 2013	984,75 [Hs]
Año 2014	653,25 [Hs]
Ahorro	331,50 [Hs]

Paradas No Programadas Totales		
Año 2013	183,00	[Hs]
Año 2014	76,00	[Hs]
Ahorro	107,00	[Hs]
Paradas Programadas Caldera		
Año 2013	141,00	[Hs]
Año 2014	60,00	[Hs]
Ahorro	81,00	[Hs]
Paradas No Programadas Caldera		
Año 2013	68,50	[Hs]
Año 2014	15,00	[Hs]
Ahorro	53,50	[Hs]

Tabla N° 5.6

5.3.1. Cálculo estimado de costo de fallas

Presentamos el análisis de dos casos diferentes: en el primero se considerara que la compañía trabaja al máximo de su capacidad, vende el total de su producción, convirtiendo las horas ahorradas en beneficios, y en el segundo caso la compañía no trabaja a capacidad máxima, por lo que las horas ahorradas se utilizan para re-alcanzar la producción realizando horas extras. Cabe destacar que el primer caso corresponde al de la compañía en estudio, se presenta el segundo caso sólo para exponer las diferencias.

Nota: Al tratarse de una comparación para demostrar la importancia de la aplicación del mantenimiento no se tomarán en cuenta los costos adicionales de repuestos, materiales fungibles, materia prima perdida, pérdidas por puesta a punto o parada de planta, costos por calidad que serían necesarios en caso de tratarse de una detención real.

Caso N° 1 El volumen de producción no puede ser re-alcanzado

Los costos de falla que se estudiarán en este caso son:

-Costo de ingresos no percibidos

Considerando las antes mencionadas 30 horas de ahorradas en mantenimiento no programado:

La planta elabora en promedio $1500 \left[\frac{Kg}{Hs} \right]$ de CO₂.

$$1.500 * 30 \left[\frac{Kg}{Hs} * Hs \right] = 45.000 \left[Kg \right]$$

En el caso en el que no pueda realizar sobre-producción para alcanzar los nivel de producción y siendo \$ 15 el precio medio de venta de 1 [Kg] de CO₂ enfrentaríamos una pérdida de beneficios de \$ 675.000,0. Monto en extremo superior al costo de mantenimiento.

En caso de considerar el total de horas ahorradas, esto seria, paradas programadas y no programadas tenemos.

$$1.500 * 111 \left[\frac{Kg}{Hs} * Hs \right] = 166.500 \text{ [Kg]}$$

Lo que representa para la compañía un ingreso de \$2.497.500,0.

Caso N° 2 El volumen de producción puede ser re-alcanzado

Los costos de falla que se estudiaran en este caso son:

-Incremento de los costos necesarios para alcanzar el nivel de producción.

En este caso se trata de recuperar la producción de las 100 horas perdidas.

El incremento de costos viene dado por el incremento en los costos de mano de obra por horas extras, según convenio colectivo son un 50% en días hábiles y 100% sábados después de las 13 horas, domingos y feriados, y los costos de mano de obra ociosa por no producción.

El costo de mano de obra por hora estipulado en el estudio es de $88,5 \left[\frac{\$}{Hs} \right]$.

Al operar la planta en los horarios de lunes desde la 00:00hs hasta los sábados a las 13:00hs las horas extras se computan en un 100% para poder alcanzar el nivel de producción.

Quedando: $177 \left[\frac{\$}{Hs} \right]$ por operario.

En la actualidad la planta es operada por dos operarios por lo que los costos son:

Costo extra en Mano de obra:

$$111 * 2 * 177 \left[\frac{Hs * \$}{Hs} \right] = \boxed{\$ 39.294,0}$$

Perdida por mano de obra ociosa

$$111 * 2 * 88,5 \left[\frac{Hs * \$}{Hs} \right] = \boxed{\$ 39.294,0}$$

Los incrementos en los costos en este caso son: $\boxed{\$ 78.588,0}$

5.4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El objetivo del sistema de producción de la compañía es la elaboración de CO₂, conforme al paso del tiempo y debido a la degradación de la maquinaria del área productiva, el sistema incrementó el número de paradas no programadas, y en consecuencia las horas perdidas por tales fallas; sumando a lo anterior una creciente demanda del producto, la empresa se vio obligada a trabajar a capacidad máxima, por lo que es necesaria la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, para reducir las horas de paradas y dar paso a un incremento de horas de producción.

Considerando lo antes expuesto se valoraron los diferentes elementos del sistema para determinar los componentes con mayor índice de fallos, a fin de trabajar en ellos como primera instancia, logrando resultados visibles en un lapso de tiempo moderado, por medio del cálculo de criticidades de los diferentes partes del proceso productivo se pudo distinguir la importancia de los equipos.

Con la ayuda de los diagramas de Pareto se observó el consumo del tiempo destinado a las operaciones de mantenimiento programado y no programado en los diferentes años, se analizó el historial de fallos y se seleccionó el equipo crítico cuyas condiciones eran las adecuadas para la implementación del plan de mantenimiento.

Con los resultados obtenidos de las diferentes tablas, se calcularon ratios de mantenimiento de años anteriores, éstos servirán de base de comparación para cálculos posteriores y serán una herramienta para la toma de decisiones; se establecieron objetivos medibles y metas para alcanzarlos.

Se cotejó la evolución, no siempre favorable, del equipo crítico seleccionado para el estudio en diferentes años (2009-2013), estableciendo qué porcentaje sobre el total de horas perdidas representa, mostrando así la importancia de cada elemento del sistema y cómo impacta en el proceso.

Se calcularon los ratios de mantenimiento en el año tomado como testigo, verificando las mejoras obtenidas con respecto a los calculados en años anteriores.

Con la reducción de las horas de paradas no programadas, se mejoró el porcentaje de indisponibilidad de equipos por mantenimiento, logrando bajar de 2,91% en el año 2013 a 1,13% en 2014.

El porcentaje de incidencia del equipo crítico seleccionado para realizar los estándares de mantenimiento, sobre el total de horas de mantenimiento no programado, se redujo un 17% respecto al año anterior de la aplicación.

Llegado a este punto se realizó un análisis de los gastos en los que se incurriría con la aplicación del Plan de Mantenimiento en los dos diferentes escenarios, cuando el volumen de producción puede o no puede ser re-alcanzado; comparándolos con los costos asociados de la implementación y concluyendo que resulta favorable la implementación del Plan para obtener beneficios.

Concluimos en que el informe aquí presentado contribuye en esencia al cumplimiento de los objetivos planteados, y es en sí mismo, una herramienta práctica para alcanzar las metas propuestas, así como también, un instrumento más para la toma de decisiones a la hora de su aplicación.

6. Bibliografía

GALLARÁ Iván, PONTELLI, GANGI, et al. 2012. *Mantenimiento Industrial*. Córdoba. Universitas.

Manual del ingeniero de mantenimiento [on line]

[http://www.pcmmanagement.es/editorial/management_sp/Manual%20ingeniero%20mantenimiento.pdf]

Dióxido de Carbono [on line] [<http://archive-pr.com/page/1365460/2013-02-11/http://www.praxair.pr/eu/es/esp.nsf/1928438066cae92d85256a63004b880d/5f34378f83a4f32e85256c09005ce8bd?OpenDocument>] [Octubre 2015]

[<http://www.praxair.pr/eu/es/esp.nsf/1928438066cae92d85256a63004b880d/5f34378f83a4f32e85256c09005ce8bd?OpenDocument>] [Octubre 2015]

ASESOR LEGAL. *Convenio horas extras*. [on line]

[http://www.asesorlaboral.com.ar/?page_id=58] [Diciembre 2015]

CAROLINA A. SAN MARTÍN. 2013. *Corrosión y degradación de monoetanolamina*. Santiago de Chile.

WIKIPEDIA. *Dióxido de Carbono*. [on line]

[https://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono] [Octubre 2015]

WIKIPEDIA. *Monoetanolamina*. [on line] [<https://es.wikipedia.org/wiki/Etanolamina>] [Octubre 2015]

GOOGLE. *Diagrama de fases de Dióxido de Carbono*. [on line]

[<https://www.google.com.ar/search?q=diagrama+de+fases+del+co2&biw=1024&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiOs6K-wuXJAhXlG5AKHVojAQMMAUIBigB>] [Octubre 2015]

WIKIPEDIA. *Permanganato de Potasio*. [on line]

[https://es.wikipedia.org/wiki/Permanganato_de_potasio] [Octubre 2015]

WIKIPEDIA. *Alcanolamina* [on line]

[<https://translate.google.com.ar/translate?hl=es&sl=pt&u=https://pt.wikipedia.org/wiki/Alcanolamina&prev=search>] [Octubre 2015]

WIKIPEDIA. *Silicagel*. [on line]. [https://es.wikipedia.org/wiki/Gel_de_s%C3%ADlice]

[Octubre 2015]

GOOGLE. *Diagrama Caldera pirotubular*. [on line].

[<https://www.google.com.ar/search?q=caldera+pirotubular&biw=1024&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjogpaH5-XJAhWHW5AKHXfjBw4QAUIBigB&dpr=1>] [Octubre 2015]

GOOGLE. *Imagen filtro Y*. [on line].

[https://www.google.com.ar/search?q=filtro+Y&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjXwryj6eXJAhVCiJAKHW_vCUYQAUIBigB] [Noviembre 2015]

GOOGLE. *Imagen Válvula Esclusa*. [on line].

[<https://www.google.com.ar/search?q=valvula+esclusa&hl=es&biw=1024&bih=643&site=web>

hp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjM0MX-6eXJAhVEhJAKHZxVB9gQ_AUIBigB] [Noviembre 2015]

GOOGLE. *Imagen Válvula Esférica*. [on line].

[[https://www.google.com.ar/search?q=valvula+esferica&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjCk9Ca6uXJAhXCgZAKHwoWBh8Q_AUIBigB \]](https://www.google.com.ar/search?q=valvula+esferica&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjCk9Ca6uXJAhXCgZAKHwoWBh8Q_AUIBigB]) [Noviembre 2015]

GOOGLE. *Imagen Válvula Klinger*. [on line].

[[https://www.google.com.ar/search?q=valvula+klinger&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQruiw6uXJAhVGvZAKHb-TCswQ_AUIBigB \]](https://www.google.com.ar/search?q=valvula+klinger&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQruiw6uXJAhVGvZAKHb-TCswQ_AUIBigB]) [Noviembre 2015]

GOOGLE. *Imagen Válvula Saunders*. [on line].

[[https://www.google.com.ar/search?q=valvula+saunders&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi4yqLW6uXJAhXFjpAKHXZfcQUQ_AUIBigB \]](https://www.google.com.ar/search?q=valvula+saunders&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi4yqLW6uXJAhXFjpAKHXZfcQUQ_AUIBigB]) [Noviembre 2015]

GOOGLE. *Imagen Válvula Mariposa*. [on line].

[[https://www.google.com.ar/search?q=valvula+mariposa&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjd1MWI6-XJAhWGipAKHQsgBwMQ_AUIBygB \]](https://www.google.com.ar/search?q=valvula+mariposa&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjd1MWI6-XJAhWGipAKHQsgBwMQ_AUIBygB]) [Noviembre 2015]

GOOGLE. *Imagen Válvula Retención*. [on line].

[[https://www.google.com.ar/search?q=valvula+retencion&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjUvfCf6-XJAhVED5AKHUE3ANAQ_AUIBygB \]](https://www.google.com.ar/search?q=valvula+retencion&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjUvfCf6-XJAhVED5AKHUE3ANAQ_AUIBygB]) [Noviembre 2015]

GOOGLE. *Imagen Válvula Alivio*. [on line].

[[https://www.google.com.ar/search?q=valvula+alivio+presion&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjx2OnF6-XJAhXHEZAKHW1gDOEQ_AUIBygB \]](https://www.google.com.ar/search?q=valvula+alivio+presion&hl=es&biw=1024&bih=643&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjx2OnF6-XJAhXHEZAKHW1gDOEQ_AUIBygB]) [Noviembre 2015]

Tabla propiedades químicas Monoetanolamina. [on line].

[<http://www.oxiteno.com.br/cms/media/42730/ethanolamine-organic-inter-esp.pdf>] [Octubre2015]

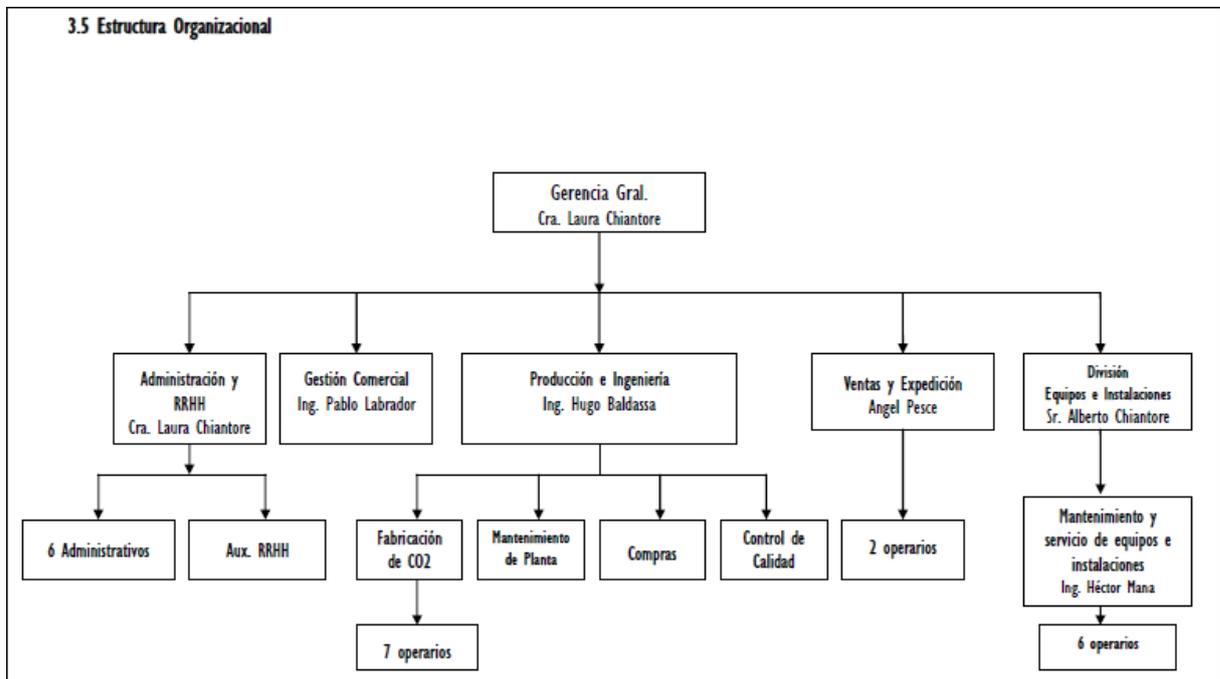
JOSÉ M. DOMINGUEZ, et al. 2013. *Guía Básica de Calderas*. Madrid.

LENNTech. *Dióxido de carbono*. [on line]. [<http://www.lenntech.es/dioxido-de-carbono.htm>]

Anexos

Anexo N°1.

Organigrama



Anexo N°2.

Registro y gráficos de paradas no programadas

Paradas no programadas año 2010		% Acumulado Horas	% Acumulado por Equipo
Equipo	Horas		
Caldera	46	28%	4%
Compresor 2 etapas	21	41%	7%
Equipo de frio 1	15	50%	11%
Torre de Desorcion 1	12	57%	14%
Compresor Deutz	10	63%	18%
Compresor chico	9	68%	21%
Turbina 1	8	73%	25%
Torre de Absorcion 1	8	78%	29%
Torre de Absorcion 2	8	83%	32%
Turbina 2	8	88%	36%
Exaustor Bellis	6	92%	39%
Bomba 3	6	95%	43%
Exaustor	4	98%	46%
Equipo de frio 2	4	100%	50%
Usina Bellis	0	100%	54%
Torre de Desorcion 2	0	100%	57%
Torre de secado 1	0	100%	61%
Intercambiadore planta 1	0	100%	64%
Torre de Carbono Activado	0	100%	68%
Bomba 1	0	100%	71%
Bomba 2	0	100%	75%
Serpentina	0	100%	79%
Gasometro	0	100%	82%
Torre de Enfriamiento	0	100%	86%
Reductor Usina	0	100%	89%
Torre de Secado 2	0	100%	93%
Torre de Purificacion	0	100%	96%
Intercambiadore planta 2	0	100%	100%
Horas totales	165		

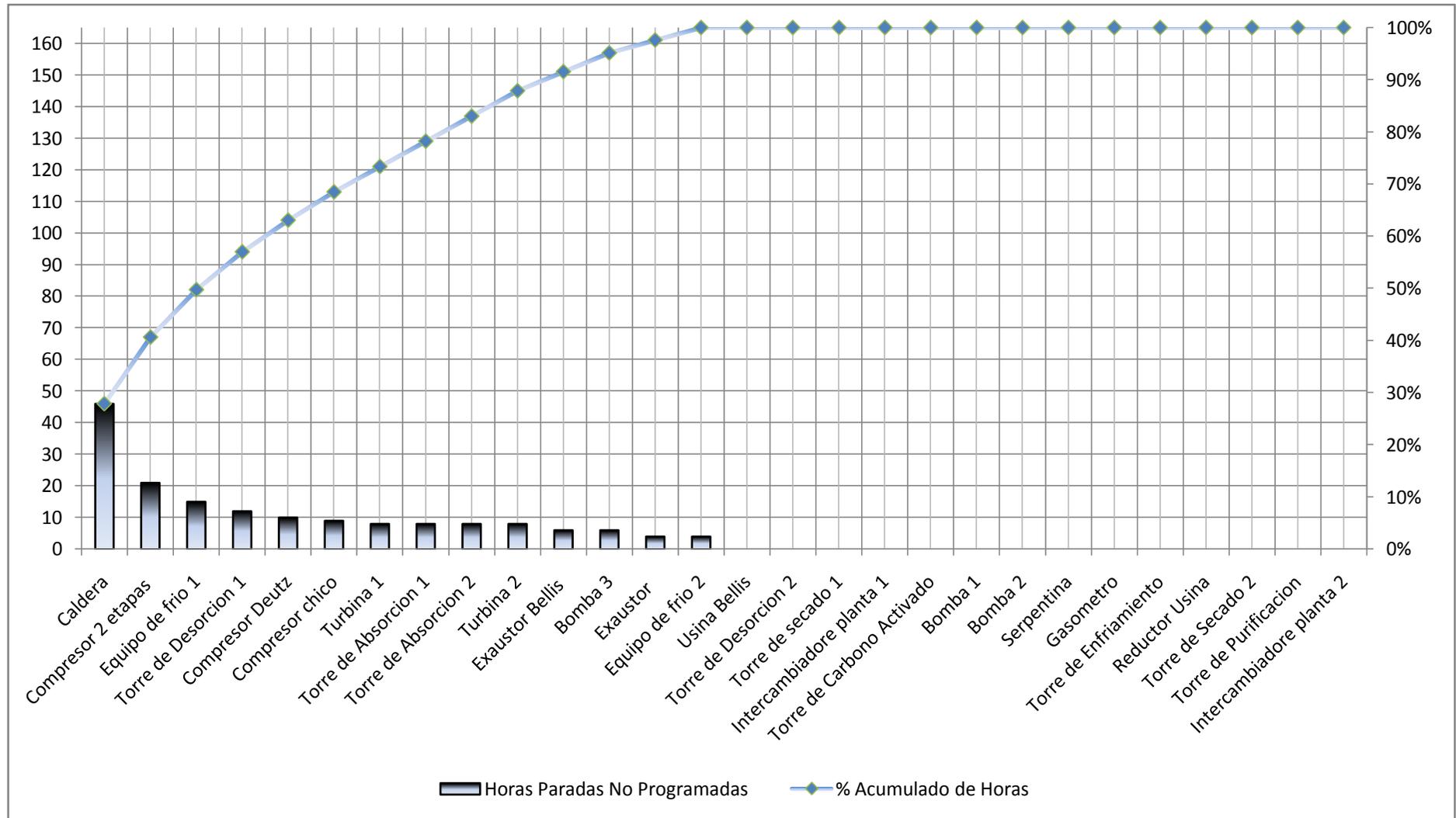


Gráfico de Pareto Paradas No Programadas año 2010

Paradas no programadas año 2011		% Acumulado Horas	% Acumulado por Equipo
Equipo	Horas		
Caldera	34	32%	4%
Compresor 2 etapas	23	54%	7%
Turbinas	12	65%	11%
Compresor Deutz	8	73%	14%
Torre de Absorción 1	6	78%	18%
Torre de Absorción 2	5	83%	21%
Turbina 2	5	88%	25%
Exaustor Bellis	4	92%	29%
Equipos de frío	3	94%	32%
Bomba 2	2	96%	36%
Bomba 3	2	98%	39%
Compresor chico	1,5	100%	43%
Equipo de frío 2	0,5	100%	46%
Usina Bellis	0	100%	50%
Exaustor	0	100%	54%
Intercambiadores	0	100%	57%
Torre de Carbono Activado	0	100%	61%
Torre de Desorción 1	0	100%	64%
Torre de Desorción 2	0	100%	68%
Bomba 1	0	100%	71%
Serpentina	0	100%	75%
Gasometro	0	100%	79%
Torre de Enfriamiento	0	100%	82%
Reductor Usina	0	100%	86%
Torre de Secado 2	0	100%	89%
Torre de Purificación	0	100%	93%
Intercambiadore planta 2	0	100%	96%
Torre de Secado	0	100%	100%
Horas Totales	106		

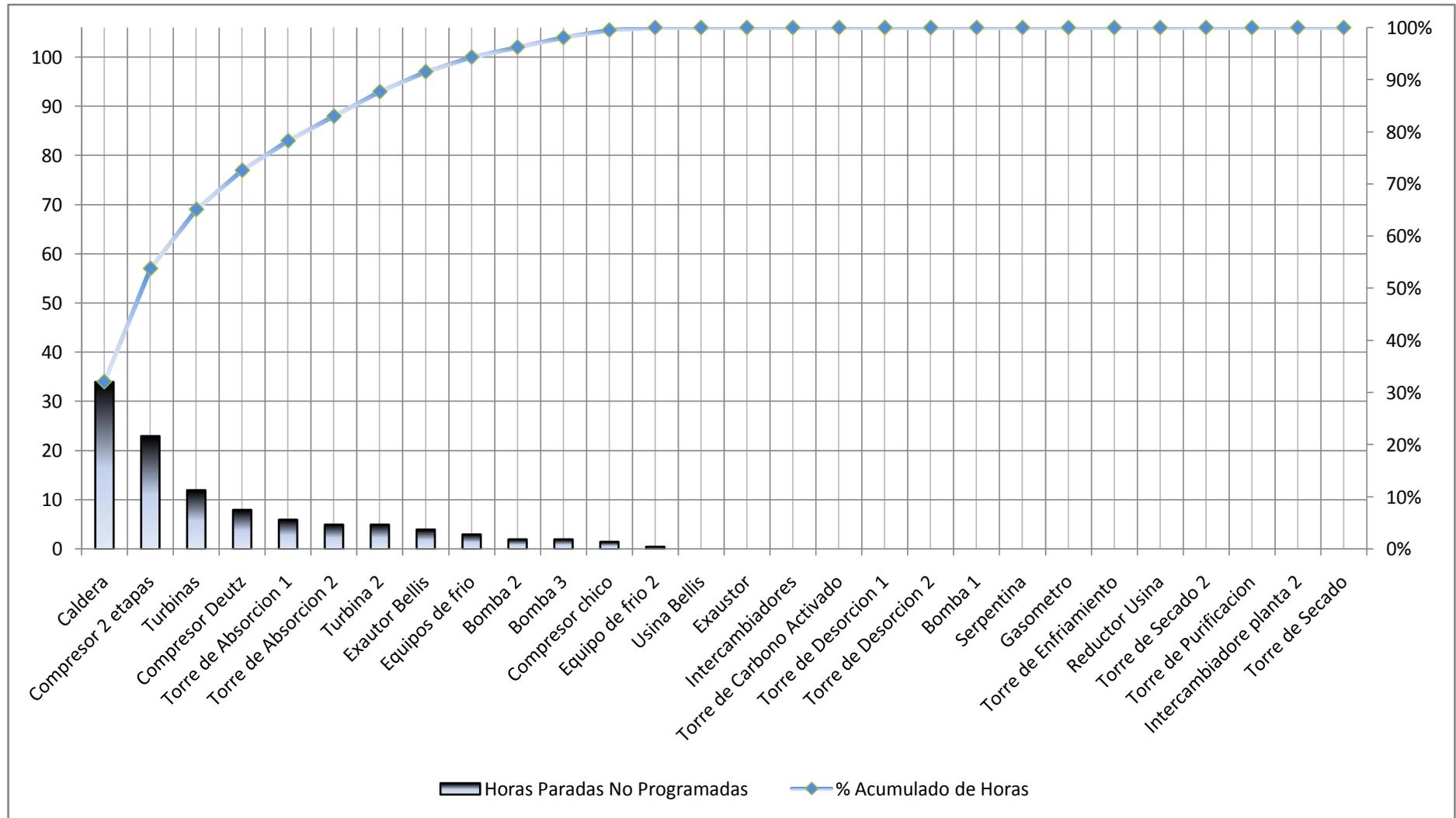


Gráfico de Pareto Paradas No Programadas año 2011

Paradas no programadas año 2012		% Acumulado Horas	% Acumulado por Equipo
Equipo	Horas		
Caldera	47	31%	4%
Turbina 1	14,5	41%	7%
Torre de Absorcion 1	12,5	49%	11%
Compresor Deutz	11	56%	14%
Intercambiadores	10	63%	18%
Torre de Absorcion 2	10	70%	21%
Compresor chico	9	75%	25%
Torre de Desorcion 1	9	81%	29%
Turbina 2	7	86%	32%
Torre de Desorcion 2	6	90%	36%
Exautor Bellis	4	93%	39%
Compresor 2 etapas	4	95%	43%
Serpentina	4	98%	46%
Equipos de frio	1	99%	50%
Usina Bellis	1	99%	54%
Equipo de frio 2	1	100%	57%
Exaustor	0	100%	61%
Torre de Carbono Activado	0	100%	64%
Bomba 1	0	100%	68%
Bomba 2	0	100%	71%
Bomba 3	0	100%	75%
Gasometro	0	100%	79%
Torre de Enfriamiento	0	100%	82%
Reductor Usina	0	100%	86%
Torre de Secado 2	0	100%	89%
Torre de Purificacion	0	100%	93%
Intercambiadore planta 2	0	100%	96%
Torre de Secado	0	100%	100%
Horas Totales	151		

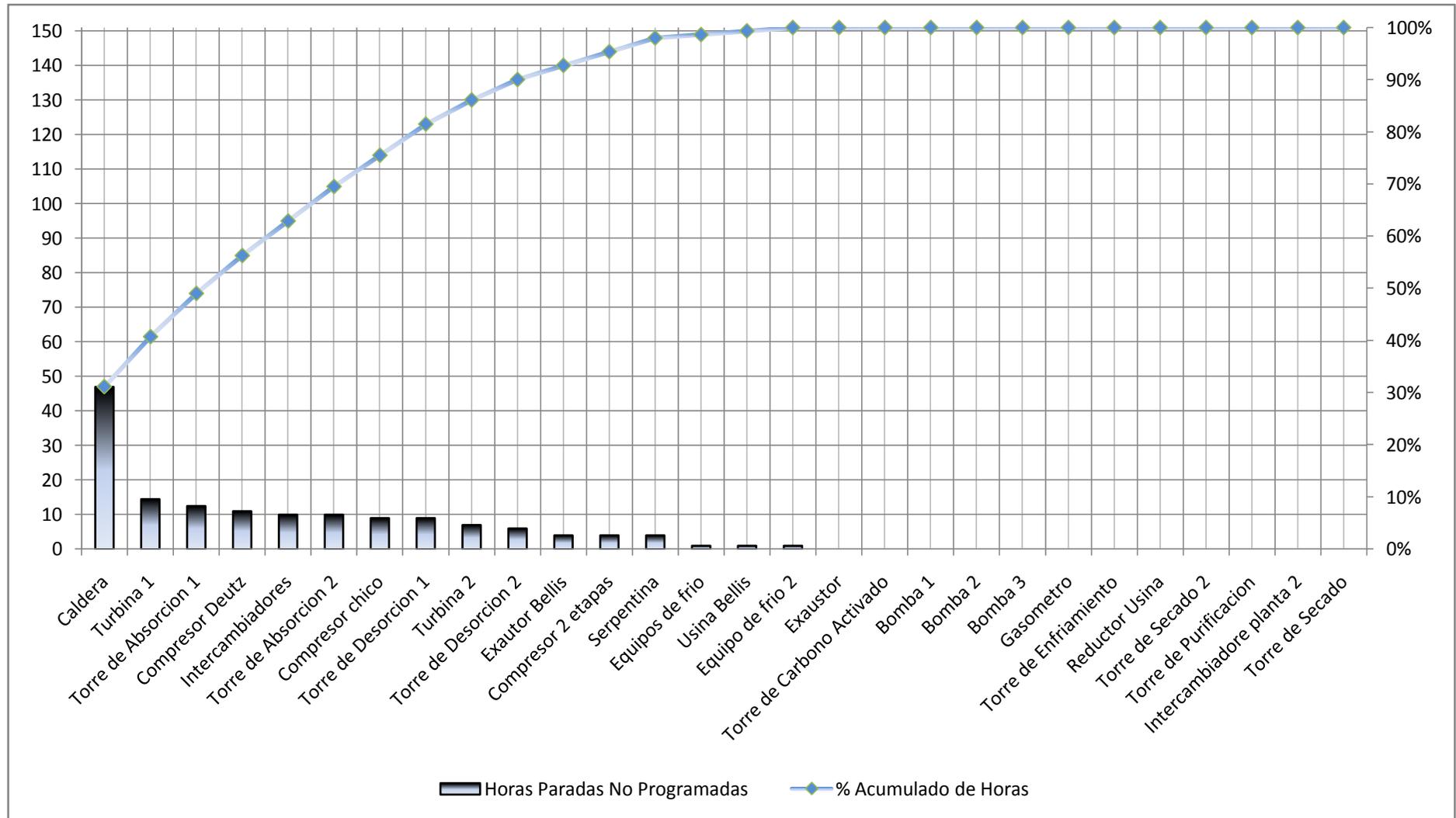


Grafico de Pareto Paradas No Programadas año 2012

Paradas no programadas año 2013		% Acumulado Horas	% Acumulado por Equipo
Equipo	Horas		
Caldera	68,5	37%	4%
Usina Bellis	24	51%	7%
Compresor Deutz	24	64%	11%
Torre de Desorcion 2	12	70%	14%
Torre de Desorcion 1	10	76%	18%
Torre de Absorcion 1	8	80%	21%
Torre de Absorcion 2	8	84%	25%
Serpentina	6	88%	29%
Reductor Usina	6	91%	32%
Exautor Bellis	4	93%	36%
Turbina 2	3	95%	39%
Bomba 2	3	96%	43%
Equipo de frio 1	2	98%	46%
Gasometro	2	99%	50%
Torre de Secado	1	99%	54%
Bomba 3	1	100%	57%
Equipo de frio 2	0,5	100%	61%
Compresor 2 etapas	0	100%	64%
Compresor chico	0	100%	68%
Exaustor	0	100%	71%
Intercambiadores	0	100%	75%
Torre de Carbono Activado	0	100%	79%
Bomba 1	0	100%	82%
Torre de Enfriamiento	0	100%	86%
Torre de Secado 2	0	100%	89%
Torre de Purificacion	0	100%	93%
Intercambiadore planta 2	0	100%	96%
Turbina 1	0	100%	100%
Horas Totales	183		

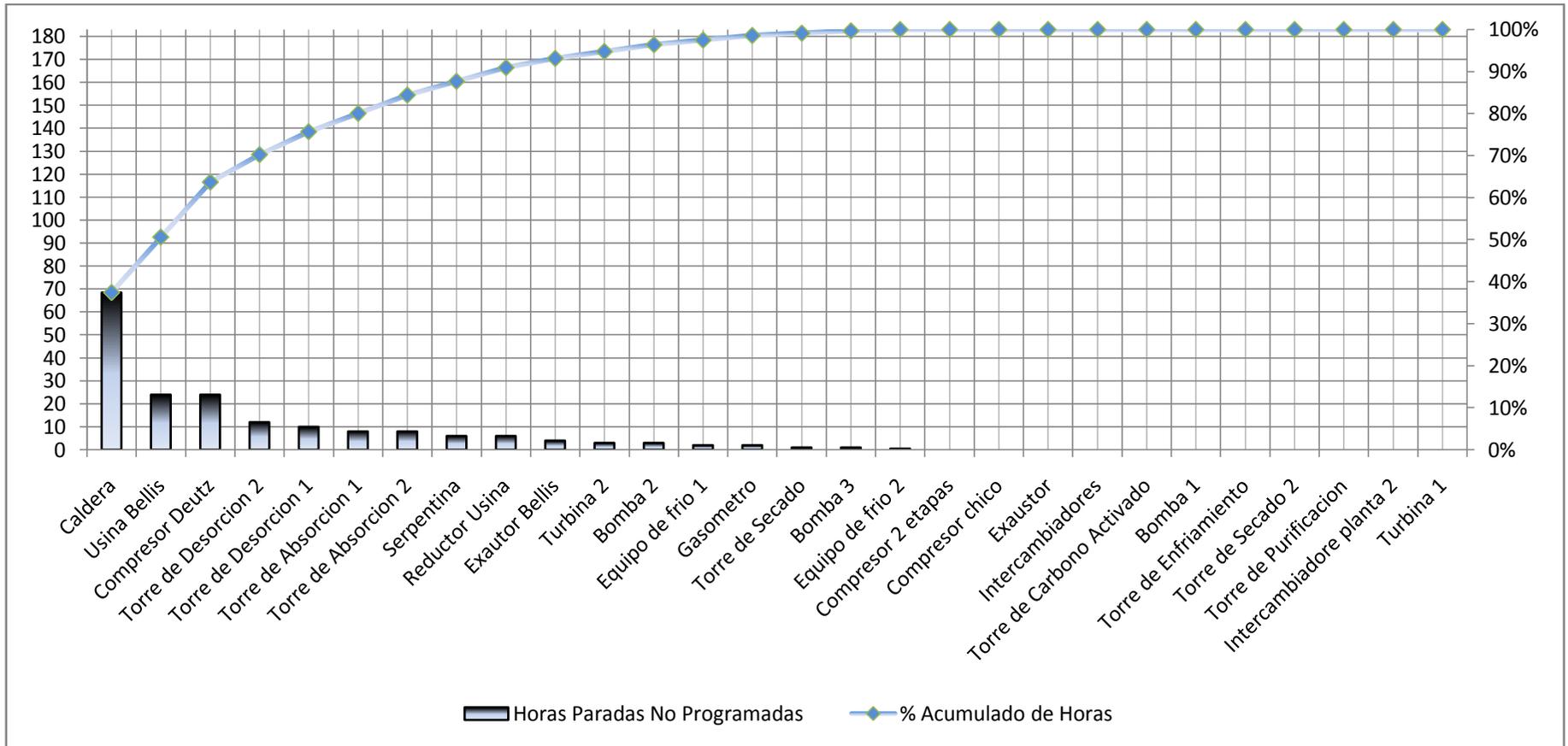


Gráfico de Pareto Paradas No Programadas año 2013

Anexo N°3.

Registro y gráficos de paradas programadas.

Paradas Programadas Año 2010		% Acumulado	% Acumulado
EQUIPO	HORAS	Horas	Equipo
Intercambiador Pta 2	156	16,6%	4%
Torre Purificacion 1 y 2	144	31,8%	7%
Torre Enfriamiento	124	45,0%	11%
Intercambiador Pta 1	96	55,2%	14%
Caldera	94	65,2%	18%
Exsautor	72	72,8%	21%
Torre Absorcion Pta. 2	60	79,2%	25%
Equipo de Frio 2	53	84,8%	29%
Torre Absorcion Pta. 1	38	88,9%	32%
Compresor Deutz	37	92,8%	36%
Torre Desorcion Pta.1	12	94,1%	39%
Compresor chico	11	95,2%	43%
Motor Exsautor	10	96,3%	46%
Compresor grande	8	97,1%	50%
Turbina 2	8	98,0%	54%
Reductor usina	8	98,8%	57%
Equipo Frio 1	7	99,6%	61%
Turbina 1	4	100,0%	64%
Serpentinas	0	100,0%	68%
Gasometro	0	100,0%	71%
Torre de Carbon activado	0	100,0%	75%
Bomba 3	0	100,0%	79%
Bomba 1	0	100,0%	82%
Torre Desorcion Pta.2	0	100,0%	86%
Usina	0	100,0%	89%
Torre Secado 1	0	100,0%	93%
Torre Secado 2	0	100,0%	96%
Bomba 2	0	100,0%	100%
TIEMPO TOTAL	942		

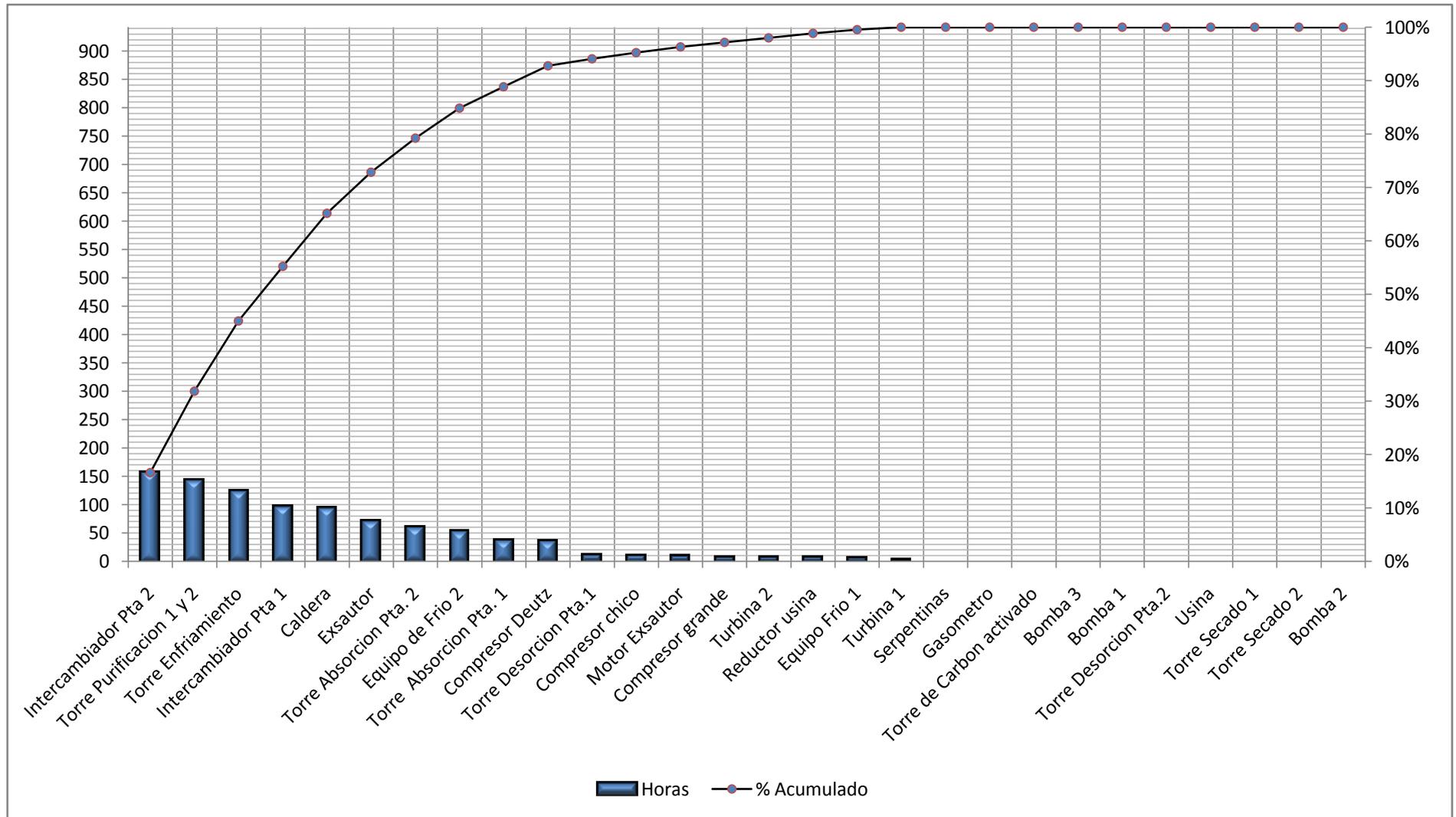


Gráfico de Pareto Paradas Programadas 2010

Paradas Programadas Año 2011		% Acumulado Horas	% Acumulado Equipo
EQUIPO	HORAS		
Intercambiador Pta 1	96	23,8%	4%
Torre de Purificacion	75	42,4%	7%
Equipo de Frio 1	58	56,8%	11%
Compresor Deutz	34	65,2%	14%
Caldera	24	71,1%	18%
Motor Exsautor	12	74,1%	21%
Torre Enfriamiento	12	77,1%	25%
Usina	10	79,6%	29%
Torre Secado 1	10	82,0%	32%
Torre Secado 2	10	84,5%	36%
Compresor chico	8	86,5%	39%
Gasometro	8	88,5%	43%
Reductor usina	8	90,5%	46%
Turbina 1	8	92,4%	50%
Turbina 2	8	94,4%	54%
Torre Absorcion Pta. 1	6,5	96,0%	57%
Torre Absorcion Pta. 2	6	97,5%	61%
Intercambiador Pta 2	4	98,5%	64%
Equipo de Frio 2	3	99,3%	68%
Bomba 2	2	99,8%	71%
Bomba 1	1	100,0%	75%
Bomba 3	0	100,0%	79%
Compresor grande	0	100,0%	82%
Exsautor	0	100,0%	86%
Serpentinas	0	100,0%	89%
Torre de Carbon activado	0	100,0%	93%
Torre Desorcion Pta.1	0	100,0%	96%
Torre Desorcion Pta.2	0	100,0%	100%
TIEMPO TOTAL	403,5		

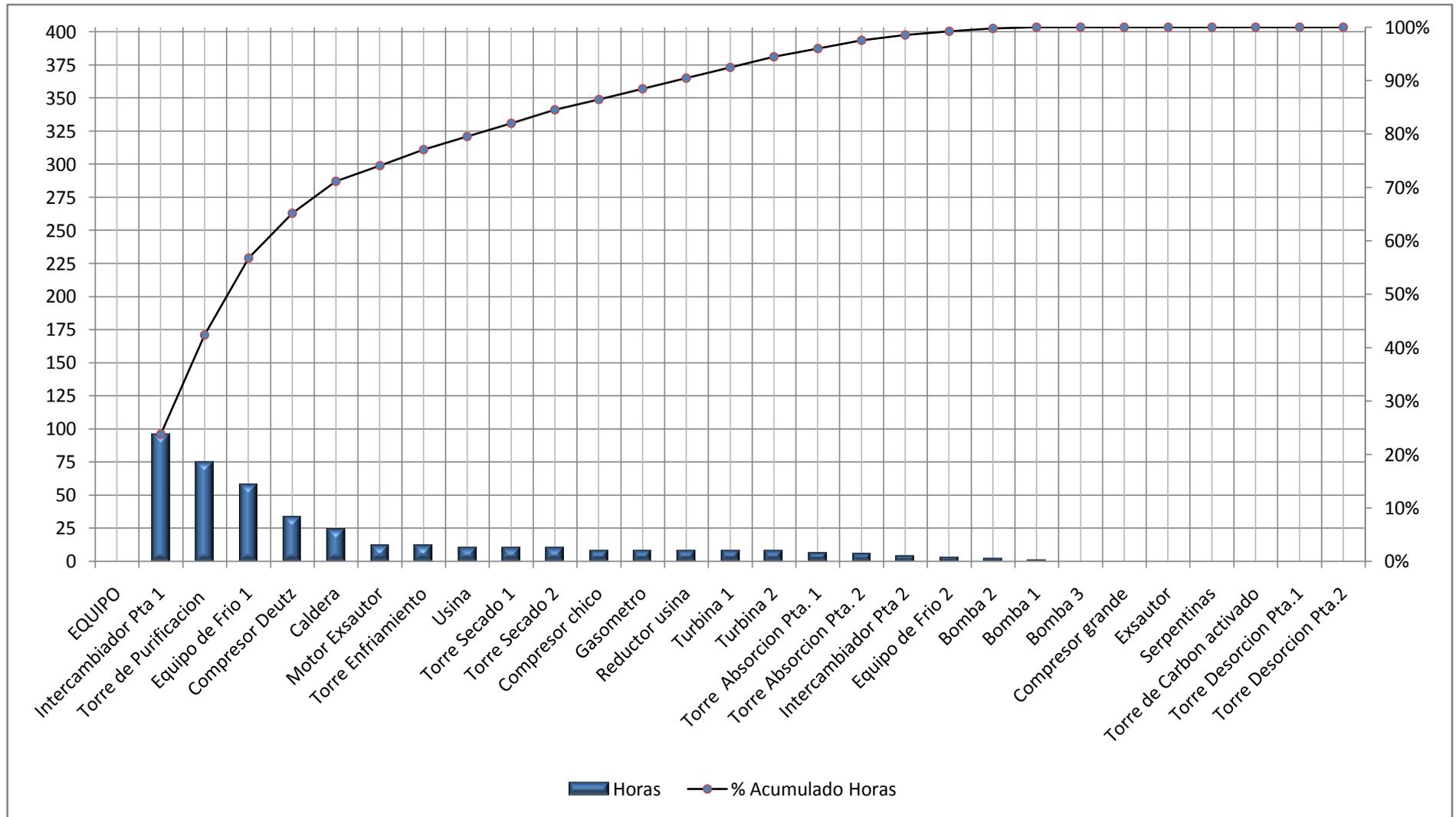


Gráfico de Pareto Paradas Programadas 2011

Paradas Programadas Año 2012		% Acumulado	% Acumulado
EQUIPO	HORAS	Horas	Equipo
Intercambiador Pta 1	168	17,75%	4%
Intercambiador Pta 2	156	34,24%	7%
Torre Enfriamiento	124	47,34%	11%
Torre Secado 1	84	56,22%	14%
Torre Secado 2	84	65,10%	18%
Torre Purificacion 1 y 2	75	73,03%	21%
Caldera	46	77,89%	25%
Torre Absorcion Pta. 1	37	81,80%	29%
Compresor Deutz	33	85,28%	32%
Turbina 1	25	87,93%	36%
Serpentinas	12	89,19%	39%
Torre Absorcion Pta. 2	12	90,46%	43%
Turbina 2	12	91,73%	46%
Motor Exsautor	12	93,00%	50%
Usina Reductor	12	94,27%	54%
Compresor chico	9	95,22%	57%
Torre Desorcion Pta.1	9	96,17%	61%
Usina	8	97,01%	64%
Equipo de Frio 1	6	97,65%	68%
Exsautor	6	98,28%	71%
T. Desorcion Pta.2	6	98,92%	75%
Equipo de Frio 2	5,5	99,50%	79%
Compresor grande	4	99,92%	82%
Torre de Carbon activado	0,5	99,97%	86%
Bomba 1	0,25	100,00%	89%
Bomba 2	0	100,00%	93%
Bomba 3	0	100,00%	96%
Gasometro	0	100,00%	100%
TIEMPO TOTAL	946,25		

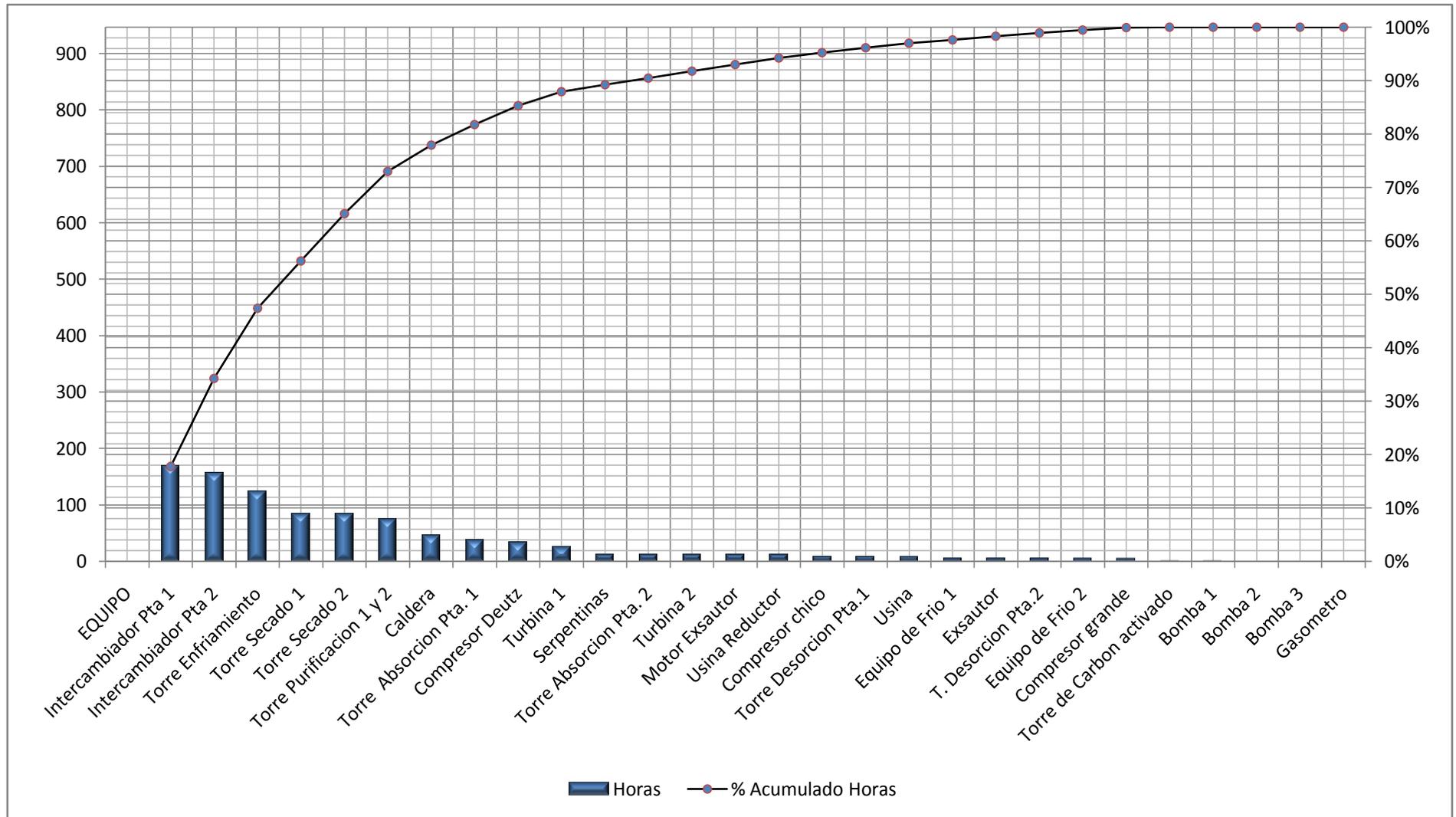


Gráfico de Pareto Paradas Programadas 2012

Paradas Programadas Año 2013		% Acumulado Horas	% Acumulado Equipo
EQUIPO	HORAS		
Intercambiador Pta 1	192	19,5%	4%
Intercambiador Pta 2	144	34,1%	7%
Caldera	141	48,4%	11%
Torre Enfriamiento	132	61,8%	14%
Torre Purificacion 1 y 2	75	69,5%	18%
Torre Absorcion Pta. 2	54,75	75,0%	21%
Compresor Deutz	49	80,0%	25%
Torre Absorcion Pta. 1	49	85,0%	29%
Motor Exsautor	23	87,3%	32%
Torre Desorcion Pta.2	16	88,9%	36%
Turbina 2	16	90,6%	39%
Turbina 1	15	92,1%	43%
Compresor chico	13	93,4%	46%
Usina Reductor	11	94,5%	50%
Torre Desorcion Pta.1	10	95,5%	54%
Usina	8	96,3%	57%
Bomba 1	6	97,0%	61%
Equipo de Frio 1	6	97,6%	64%
Equipo de Frio 2	5,5	98,1%	68%
Torre Secado 2	5	98,6%	71%
Gasometro	4	99,0%	75%
Torre Secado 1	4	99,4%	79%
Exsautor	2	99,6%	82%
Serpentinas	2	99,8%	86%
Bomba 2	1	99,9%	89%
Torre de Carbon activado	0,5	100,0%	93%
Bomba 3	0	100,0%	96%
Compresor grande	0	100,0%	100%
TIEMPO TOTAL	984,75		

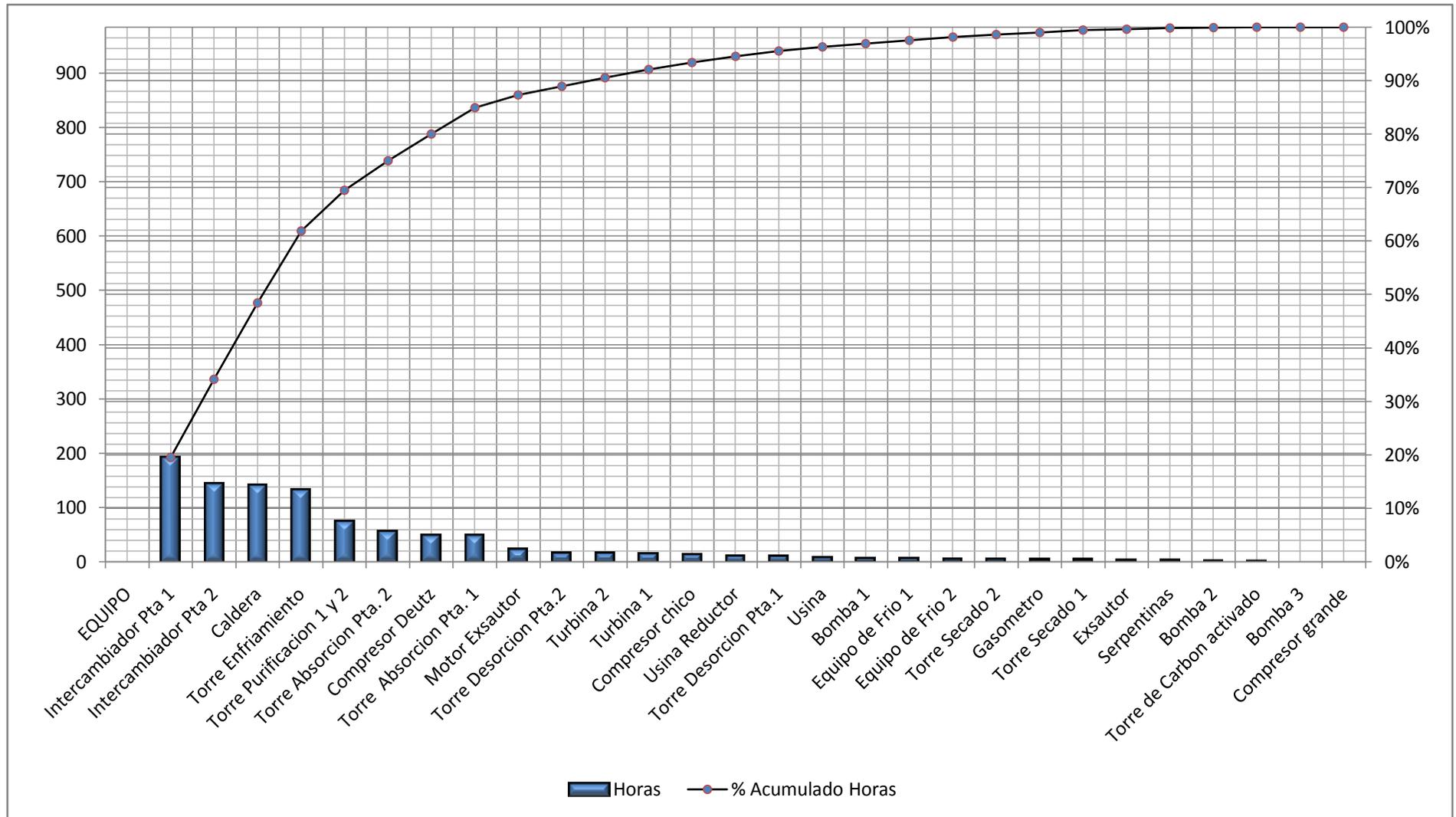


Gráfico de Pareto Paradas Programadas 2013

Paradas Programadas Año 2014		% Acumulado	% Acumulado
EQUIPO	HORAS	Horas	Equipo
Torre Enfriamiento	124	19,0%	4%
Intercambiador Pta 1	105	35,1%	7%
Torre de Purificacion	75	46,5%	11%
Intercambiador Pta 2	72	57,6%	14%
Caldera	60	66,7%	18%
Compresor Deutz	46	73,8%	21%
Torre Absorcion Pta. 1	37,25	79,5%	25%
Torre Absorcion Pta. 2	31	84,2%	29%
Torre Desorcion Pta.2	16	86,7%	32%
Turbina 2	11	88,4%	36%
Compresor chico	10	89,9%	39%
Torre de Carbon activado	8,5	91,2%	43%
Turbina 1	8,5	92,5%	46%
Motor Exsautor	8	93,7%	50%
Torre Desorcion Pta.1	8	94,9%	54%
Usina	7	96,0%	57%
Compresor grande	4	96,6%	61%
Usina Reductor	4	97,2%	64%
Torre de Secado 1	4	97,9%	68%
Torre de Secado 2	4	98,5%	71%
Equipo de Frio 1	3,5	99,0%	75%
Equipo de Frio 2	3,5	99,5%	79%
Bomba 2	2	99,8%	82%
Gasometro	1	100,0%	86%
Bomba 1	0	100,0%	89%
Bomba 3	0	100,0%	93%
Exsautor	0	100,0%	96%
Serpentinas	0	100,0%	100%
TIEMPO TOTAL	653,25		

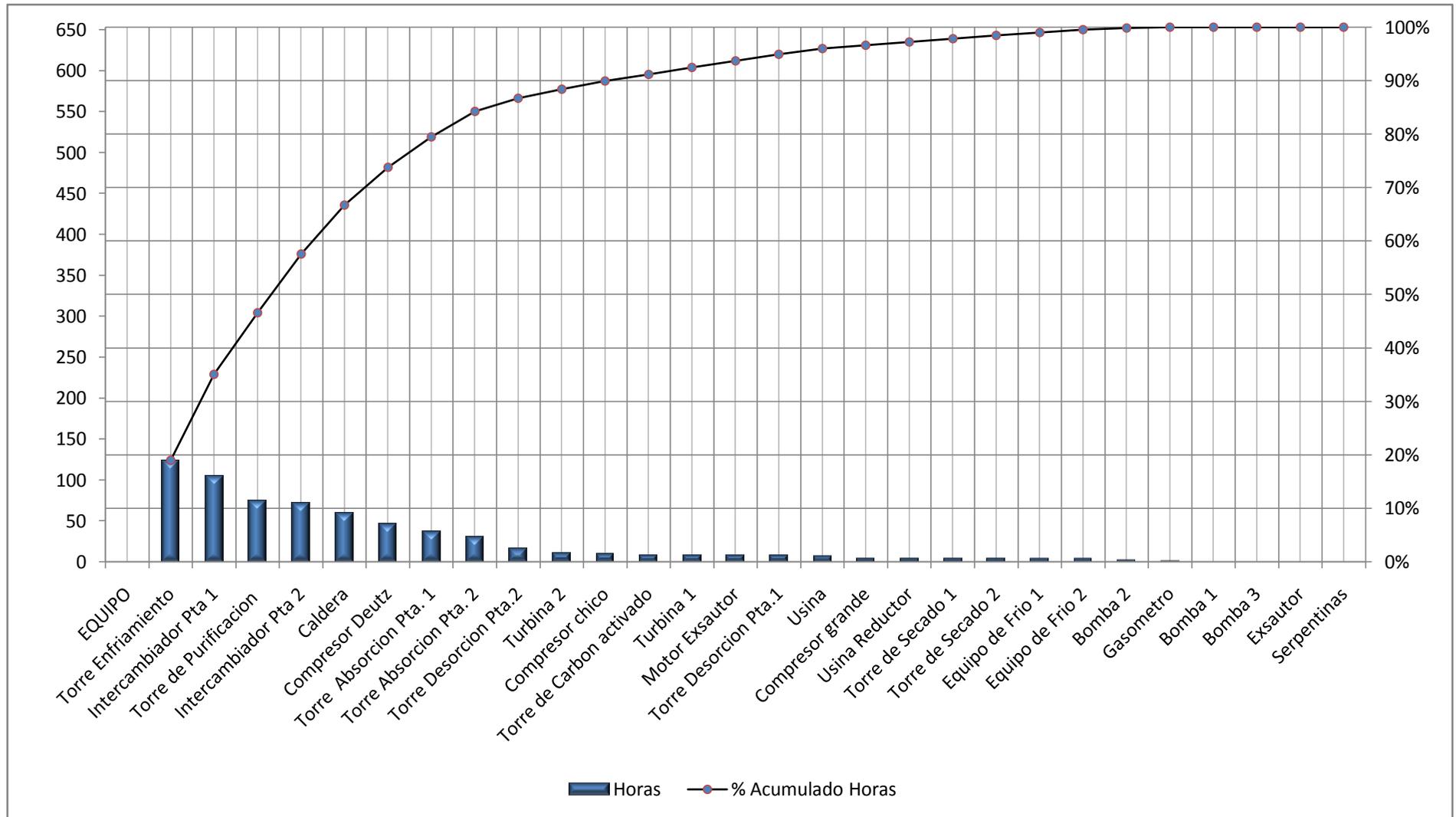


Gráfico de Pareto Paradas Programadas 2014

Anexo N°4.

Plan de Mantenimiento Preventivo Caldera H20

PARTES	TAREAS A REALIZAR/CARACTERISTICAS	REPUESTOS	HORAS DE TRABAJO MAXIMAS DE LAS PARTES
Horno N° 1	Revisión y limpieza. Hogar tipo FOX	Refractario	3000
Horno N° 2	Revisión y limpieza. Hogar tipo FOX	Refractario	3000
Hornos N°1 y 2	Reconstrucción de refractarios	Cemento refractario 80 % alúmina	30000
Cámara de agua	Revisión y limpieza – lavado con agua a presión	-----	3000
Cámara de humo	Revisión y limpieza	-----	3000
Tubos de humo	Revisión	-----	3000
Tubos de humo	Limpieza - tubos	Cepillos de acero	30000
3 portinas de inspección	Cambio de juntas. Chapa de 1''	Junta teflón expandido 30 x 40	3000

ACCESORIOS	TAREAS A REALIZAR/CARACTERISTICAS	REPUESTOS	HORAS DE TRABAJO MAXIMAS DE LAS PARTES
Bomba de agua N° 1	Revisión y limpieza. Bomba tipo W-L 50/8 marca KSB 30 m3 /h.	Empaquetadura de teflón	3000
Bomba de agua N° 2	Revisión y limpieza. Bomba centrífuga vertical tipo CR-20-17 marca Grundfoss 21 m3/h a 202 mts.	Sellos mecánicos	18000
1 Válvula de alivio	Revisión y limpieza. Válvula de 1 ½''	-----	3000
2 Válvulas de retención	Revisión y limpieza. Válvula pistón Klinger de 2''	Pistón , resorte	3000
1 Válvula	Revisión y limpieza. Válvula Klinger de pistón tipo KVRL	Pistón, anillos, linterna, usillo, volante	3000
Válvula de purga N° 1	Revisión y limpieza. Válvula neumática Worcester modelo 20395	-----	3000
Válvula de purga N° 2	Revisión y limpieza. Válvula neumática Worcester modelo AP 3 S 6 CA 3 S	-----	3000
Bomba de fuel oil N° 1	Revisión y limpieza. Bomba tipo a engranajes	Engranaje, manchón de goma, polea.	6000
Bomba de fuel oil N° 2	Revisión y limpieza. Bomba tipo a engranajes	Engranaje, manchón de goma, polea	6000
Filtros de fuel-oil	Revisión y limpieza. Filtro de malla metálica	Malla metálica	1000

ACCESORIOS	TAREAS A REALIZAR/CARACTERISTICAS	REPUESTOS	HORAS DE TRABAJO MAXIMAS DE LAS PARTES
Válvula de fuel oil	Revisión y limpieza. Cantidad: 6 válvulas Globo de 1'' - 2 1 ½''	empaquetadura	6000
Intercambiador de calor de fuel-oil.	Revisión y limpieza	-----	6000
Válvula de flujo de fuel-oil N° 1	Revisión y limpieza. Válvula tipo Servomotor	-----	6000
Válvula de flujo de fuel oil N° 2	Revisión y limpieza. Válvula tipo Servomotor	-----	6000
Válvula de fuel oil N° 1	Revisión y limpieza. Válvula Solenoide de ½''	-----	6000
Válvula de fuel oil N° 2	Revisión y limpieza. Válvula Solenoide de ½''	-----	6000
Tracing eléctrico	Revisión	-----	6000
2 Válvulas de purga fuel oil	Revisión y limpieza. Válvula Esférica de ½''	-----	6000
Válvula de retorno de fuel oil	Revisión y limpieza. Válvula Esférica de 1''	-----	6000
Bomba de fuel oil en cisterna	Revisión y limpieza. Bomba tipo a engranajes	Engranaje, manchón de goma, polea	6000

ACCESORIOS	TAREAS A REALIZAR/CARACTERISTICAS	REPUESTOS	HORAS DE TRABAJO MAXIMAS DE LAS PARTES
Controlador de nivel liquido	Revisión y limpieza. Magnetrón modelo-W 91cisterna	Boya – ampolla de mercurio	6000
Válvulas reguladoras de presión de flujo de gas natural	Revisión y limpieza. Válvula Tipo 99-61- N° F1031 P.max 2,5 –P Sali 0,14 –0,7	-----	6000
Quemador a gas natural y fuel oil N° 1	Revisión, limpieza y ajustes. Modelo SKVG 60 SAACKE	-----	6000
Quemador a gas natural y fuel oil N° 2	Revisión, limpieza y ajustes. Modelo SKVG 60 SAACKE	-----	6000
Copa rotativa N° 1	Revisión, limpieza y ajustes Modelo 025207 – 228	-----	6000
Copa rotativa N° 2	Revisión, limpieza y ajustes. Modelo 025207 - 228	-----	6000
Copa rotativa N° 1	Cambio de rodamientos	Rodamientos NU 307 G3 / 6307	12.000
Copa rotativa N° 2	Cambio de rodamientos	Rodamientos NU 307 G3 / 6307	12.000
Motor copa rotativa N°1	Cambio de rodamientos	Rodamientos 6208	12.000
Motor copa rotativa N°1	Cambio de rodamientos	Rodamientos 6208	12.000

ACCESORIOS	TAREAS A REALIZAR/CARACTERISTICAS	REOUUESTOS	HORAS DE TRABAJO MAXIMAS DE LAS PARTES
Bomba dosificadora	Revisión y limpieza. Bomba Pascal tipo G G E O 66	-----	6000
Tanque intermedio de abastecimiento de agua a caldera H2O	Revisión y limpieza. Capacidad del tanque 3.500 lts	Serpentina , flotante	6000
U.V	Revisión y limpieza. Modelo 073/03	-----	1000
Solenoide	Revisión y limpieza. Cantidad: 6 válvulas de ½"	-----	6000
Caudalímetro de Fuell-oil	Revisión y limpieza. Caudalímetro Marca Kent de ½"	-----	6000
Válvula de alivio de Fuell-oil	Revisión y limpieza. Modelo HDR-14	-----	6000
Sensor de presión de vapor	Revisión y limpieza. Modelo MBS – 3000 de ½"	-----	6000
Ventiladores de aire	Revisión y limpieza. Ventiladores marca Herrametal modelo ROM 320/4 N°4650- N° 4651	-----	6000
Motor ventilador N°1	Cambio de rodamientos	Rodamientos 6310 y 6311	12.000
Motor ventilador N°2	Cambio de rodamientos	Rodamientos 6310 y 6311	12.000

ACCESORIOS	TAREAS A REALIZAR/CARACTERISTICAS	REPUESTOS	HORAS DE TRABAJO MAXIMAS DE LAS PARTES
Válvula de seguridad p. vapor	Revisión y limpieza. Cantidad: 3 válvulas marca FAVRA de 4'' tipo a palanca con resorte	-----	5000
Válvula general de vapor	Revisión y limpieza. Válvula Klinger de 8'' modelo KVD	Anillos – pistón - linterna	5000
Válvula de regulación vapor	Revisión y limpieza. Válvula Samson 2437K 16 bar 200 C ½" rosca ¾"	-----	6000
2 Niveles ópticos de agua	Revisión y limpieza. Modelo Cometí 200	Vidrios, juntas, espárragos ,válvula de cierre,	3000
Regulador de gas en pilotos	Revisión y limpieza. Modelo 722 –20 Nm3-h	Diafragma	6000
Bridas en cañerías	Revisión y limpieza. Cantidad: 12 bridas de 6"	Juntas 2,5 mm	6000
Sobrecalentador	Revisión y limpieza. Verificación de pérdidas. Marca Fontanet	-----	6000
Válvula de gas natural solenoide	Revisión y limpieza. Cantidad: 2 Válvulas HONEYWELL tipo V 41055 A 1114	-----	6000
Válvula de gas natural	Revisión y limpieza. Cantidad: 2 válvulas esféricas SARCO de 3''	-----	6000

Anexo N° 5.

Clasificación de equipos

Maquina: CALDERA OPERADA CON GAS NATURAL					
Area de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	3	5	15
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	5	3	15
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	1	1	1
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	5	3	15
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	3	1	3
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	5	3	15
	La falla produce contaminación leve.	III	3	1	3
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	5	5	25
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	1	1	1
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	5	5	25
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					104

Maquina: CALDERA OPERADA CON FUELOIL					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	3	5	15
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	1	3	3
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	5
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	5	3	15
	La falla genera elevados rechazos.	III	3	1	3
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	5	3	15
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	3	1	3
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	5	3	15
	La falla produce contaminación leve.	III	3	1	3
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	5	5	25
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	1	1	1
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	5	5	25
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					110

Maquina: SISTEMA MOTOR BELLISS - POLEA - VENTILADOR					
Area de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	25
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	3	3	9
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	1
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	1	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	1	3	9
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	1	1	5
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	5	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	3	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	5	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	3	1	5
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	1	5	5
	La falla se repara en el día.	II	5	3	15
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	3	1	3
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					76

Maquina: TORRE DE LAVADO					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	3	3	9
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	5
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	1	3	3
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	1	3	3
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	1	1	1
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	5	3	15
	La falla produce contaminación leve.	III	3	1	3
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	5	3	15
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	3	1	3
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	1	5	5
	La falla se repara en el día.	II	5	3	15
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	3	1	3
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					64

Maquina: TORRE DE ABSORCIÓN					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	5	3	15
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	3	1	3
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	1	3	3
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	1	1	1
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	1	3	3
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	5	1	5
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	1	5	5
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	5	1	5
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					52

Maquina: BOMBAS DE MEA					
Area de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	3	5	15
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	5	3	15
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	1	1	1
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	5	3	15
	La falla genera elevados rechazos.	III	3	1	3
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	1	3	3
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	1	1	1
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	3	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	3	5	15
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	5	3	15
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	1	1	1
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	5	5	25
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					84

Maquina: INTERCAMBIADORES					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	3	3	9
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	5
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	1	3	3
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	1	1	1
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	1	3	3
	La falla produce contaminación leve.	III	1	1	1
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	3	5	15
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	5	3	15
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	1	1	1
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	5	5	25
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					68

Maquina: TORRE DE DESORCIÓN					
Area de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	3	5	15
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	5	3	15
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	1	1	1
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	1	3	3
	La falla genera elevados rechazos.	III	1	1	1
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	3	3	9
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	5	1	5
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	3	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	5	5	25
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	1	1	1
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	5	5	25
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					88

Maquina: COMPRESOR					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	3	5	15
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	5	3	15
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	1	1	1
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	3	3	9
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	5	1	5
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	3	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	5	3	15
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	3	1	3
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	1	5	5
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	5	1	5
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					66

Maquina: SERPENTINAS / INTERCAMBIADORES DE CALOR					
Area de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	5	3	15
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	3	1	3
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	1	3	3
	La falla genera elevados rechazos.	III	1	1	1
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	3	3	9
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	5	1	5
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	3	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	5	1	5
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	1	5	5
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	5	1	5
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					52

Maquina: TORRE DE PERMANGANATO DE POTASIO					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	3	3	9
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	5
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	3	3	9
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	5	1	5
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	1	3	3
	La falla produce contaminación leve.	III	1	1	1
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	3	5	15
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	5	3	15
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	1	1	1
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	3	5	15
	La falla se repara en el día.	II	5	3	15
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					62

Maquina: TORRE DE SECADO					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	5	3	15
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	3	1	3
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	3	5	15
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	1	3	3
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	5	1	5
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	1	3	3
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	5	1	5
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	3	5	15
	La falla se repara en el día.	II	5	3	15
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					68

Maquina: TORRE DE CARBON ACTIVADO					
Area de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	3	3	9
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	5
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	1	3	3
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	1	1	1
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	3	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	5	1	5
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	1	5	5
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	5	1	5
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					50

Maquina: ENFRIADOR DE CO₂					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	3	3	9
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	5
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	3	3	9
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	5	1	5
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	3	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	5	1	5
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	1	5	5
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	5	1	5
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					54

Maquina: TANQUES DE ALMACENAMIENTO					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	1	3	3
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	5
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	3	5	15
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	5	3	15
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	1	1	1
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	3	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	5	3	15
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	3	1	3
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	3	5	15
	La falla se repara en el día.	II	5	3	15
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					68

Maquina: GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA					
Area de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	1	5	5
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	3	3	9
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	5	1	5
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	1	5	5
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	3	3	9
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	5	1	5
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	1	5	5
	La falla produce contaminación grave.	II	3	3	9
	La falla produce contaminación leve.	III	5	1	5
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	1	5	5
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	3	3	9
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	5	1	5
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	1	5	5
	La falla se repara en el día.	II	3	3	9
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	5	1	5
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					54

Maquina: CAÑERÍAS					
Área de análisis	Criterios de evaluación	Condición	Probabilidad	Gravedad	Puntuación
Producción	La falla produce el paro total de la planta.	I	3	5	15
	La falla genera demoras en las entregas de los programas de producción.	II	5	3	15
	La falla produce pérdidas en los giros internos.	III	1	1	1
Calidad	La falla produce defectos que atentan contra la seguridad del usuario.	I	1	5	5
	La falla genera defectos que llegan al cliente / usuario.	II	3	3	9
	La falla genera elevados rechazos.	III	5	1	5
Higiene y seguridad	La falla puede producir accidentes laborales fatales.	I	3	5	15
	La falla puede producir accidentes laborales con lesiones graves.	II	5	3	15
	La falla puede producir accidentes laborales leves.	III	1	1	1
Ecología y medio ambiente.	La falla produce daños ecológicos severos o irreversibles.	I	3	5	15
	La falla produce contaminación grave.	II	5	3	15
	La falla produce contaminación leve.	III	1	1	1
Costos	La falla tiene un costo mayor a \$10.000	I	3	5	15
	La falla tiene un costo entre \$2.000 y \$10.000	II	5	3	15
	La falla tiene un costo menor a \$2.000	III	1	1	1
Mantenimiento - Capacidad de ser reparado.	La falla requiere varios días para su reparación.	I	3	5	15
	La falla se repara en el día.	II	5	3	15
	La falla se repara en un turno de trabajo.	III	1	1	1
Σ PUNTUACIONES MAS ELEVADAS DE CADA SECTOR					84

Anexo N°6.

Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (fórmula química CO_2) es un gas incoloro, inoloro y vital para la vida en la Tierra. Este compuesto químico encontrado en la naturaleza está compuesto de un átomo de carbono unido con sendos enlaces dobles a dos átomos de oxígeno. El CO_2 existe en la atmósfera de la Tierra como gas traza a una concentración de alrededor de 0,04 % (400 ppm) en volumen. Fuentes naturales incluyen volcanes, aguas termales, geiseres y es liberado por rocas carbonatadas al diluirse en agua y ácidos. Dado que el CO_2 es soluble en agua, ocurre naturalmente en aguas subterráneas, ríos, lagos, campos de hielo, glaciares y mares. Está presente en yacimientos de petróleo y gas natural.

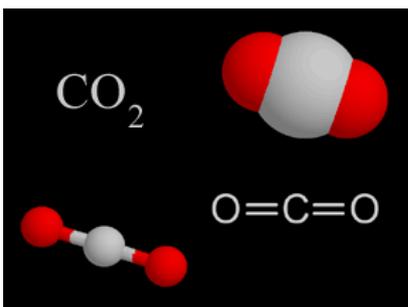
El CO_2 atmosférico es la principal fuente de carbón para la vida en la Tierra y su concentración pre-industrial desde el Precámbrico tardío era regulada por los organismos fotosintéticos y fenómenos geológicos. Como parte del ciclo del carbono, las plantas, algas y cianobacterias usan la energía solar para fotosintetizar carbohidratos a partir de CO_2 y agua, mientras que el O_2 es liberado como desecho. Las plantas producen CO_2 durante la respiración.

Es un producto de la respiración de todos los organismos aerobios. Regresa a las aguas gracias a las branquias de los peces y al aire mediante los pulmones de los animales terrestres respiradores, incluidos los humanos. Se produce CO_2 durante los procesos de descomposición de materiales orgánicos y la fermentación de azúcares en la fabricación de vino, cerveza y pan. También se produce por la combustión de madera (leña), carbohidratos y combustibles fósiles como el carbón, la turba, el petróleo y el gas natural.

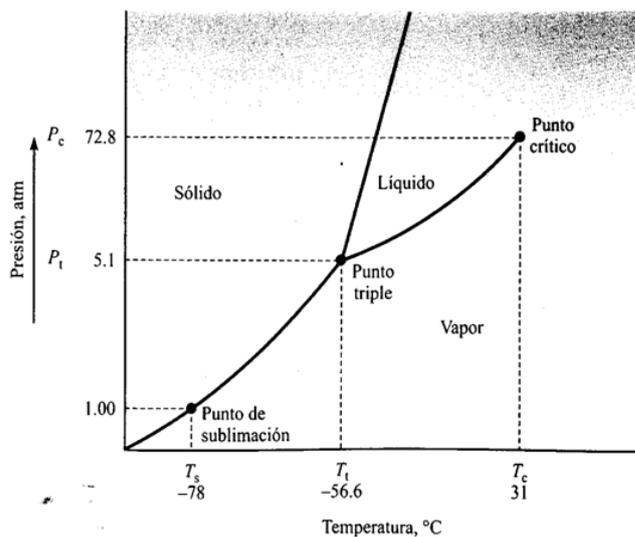
Es material industrial versátil usado, por ejemplo, como un gas inerte en soldadura y extinguidores de incendio, como presurizador de gas en armas de aire comprimido y recuperador de petróleo, como materia prima química y en forma líquida como solvente en la descafeinización y secador supercrítico. Se agrega a las bebidas y en gaseosas incluidas la cerveza y el champán para agregar efervescencia. Su

forma sólida es conocida como "hielo seco" y se usa como refrigerante y abrasivo en ráfagas a presión.

El dióxido de carbono es un importante gas de efecto invernadero. La quema de combustibles de carbono desde la Revolución Industrial ha aumentado rápidamente su concentración en la atmósfera, lo que ha llevado a un calentamiento global. Es además la principal causa de la acidificación del océano, ya que se disuelve en el agua para formar ácido carbónico.



El dióxido de carbono existe principalmente en su forma gaseosa, bajo determinadas condiciones se puede encontrar también en estado líquido y sólido, tal como se muestra en la próxima figura.



Estado gaseoso

A presiones y temperaturas normales el dióxido de carbono se encuentra en estado gaseoso. Pesa un 53% más que el aire, es incoloro, no tóxico, soluble en agua y normalmente inodoro.

Estado líquido

A bajas temperaturas y altas presiones el gas se licúa y tiene una densidad similar a la del agua. Por encima de 31 [°C] no se puede licuar a ninguna presión (temperatura crítica). El CO₂ líquido sólo puede existir entre su temperatura crítica (31 [°C]) y la del punto triple (-56,6 [°C]) correspondiéndole las presiones de 72,8 [atm] y 5,1 [atm], respectivamente.

El punto triple es la temperatura y presión en la que el dióxido de carbono existe en los tres estados simultáneamente.

Estado sólido

Al expandirse a la atmósfera, el dióxido de carbono líquido se solidifica en forma de nieve carbónica. Esta nieve se sublima (pasa a estado gaseoso directamente) a -78,5 [°C]. La nieve carbónica comprimida con pistones hidráulicos a alta presión se convierte en hielo seco, compacto, translúcido y de gran capacidad frigorífica (152 [Kcal/kg]).

Anexo N° 7.

Monoetanolamina [MEA]

La etanolamina, también llamada 2-aminoetanol o monoetanolamina, abreviado como ETA o MEA, es un compuesto químico orgánico que es tanto una amina primaria, (debido a un grupo amino en su molécula) como un alcohol primario (debido a un grupo hidroxilo). Como en el caso de otras aminas, la monoetanolamina actúa como una base débil. La etanolamina es un líquido tóxico, inflamable, **corrosivo**, incoloro y viscoso, con un olor similar al amoníaco.

La monoetanolamina se produce a partir de la reacción de amoníaco con óxido de etileno, ambos productos químicos económicos. Como resultado, la monoetanolamina es relativamente más económica que otras etanolaminas.

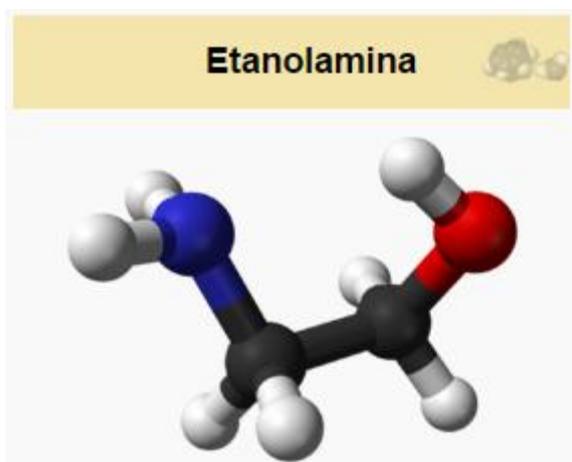
Su probada fiabilidad, respalda su uso para la captura de dióxido de carbono, logrando una recuperación del anhídrido carbónico de aproximadamente 99%.

La monoetanolamina posee una elevada solubilidad en agua, eliminando problemas asociados a esta característica, observados en otros solventes de amina. La solubilidad de la monoetanolamina asegura que la solución puede tener una alta capacidad para transportar el dióxido de carbono.

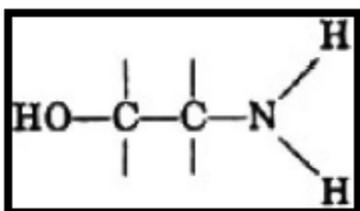
La monoetanolamina puede degradarse por reacciones con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico y oxígeno presentes en los gases de combustión, lo que induce a una elevada tasa de renovación del absorbente.

La totalidad del solvente debe ser remplazado cuando existe una alta acumulación de impurezas, las que no pueden ser removidas mediante un filtro de carbono o mecánico, la regeneración de la monoetanolamina puede realizarse fácilmente por ser un solvente químicamente estable, minimizando la degradación de la solución.

Figura Monoetanolamina



Estructura química



Propiedades de la amina

Propiedades de la Monoetanolamina	
Fórmula molecular	C ₂ H ₇ NO
Peso molecular	61,08 [g/mol]
Apariencia	Líquido viscoso incoloro
Densidad a 20 [°C]	1,016 [g/cm ³]
Punto ebullición a 1 [atm]	170 [°C]
Solubilidad en agua	Miscible

Anexo N° 8.

Filtros y Válvulas.

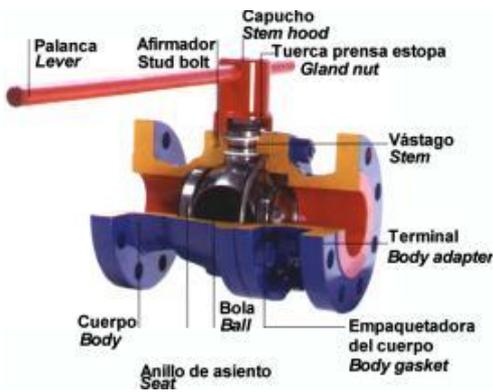


Filtro Y: Filtros para vapor de alta eficiencia para una mejor calidad de vapor.

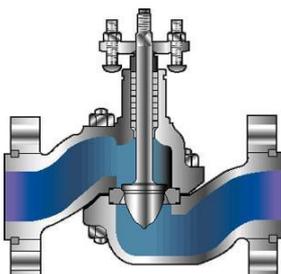
- Diseñados para eliminar partículas sólidas en el vapor de suministro.
- Reducen los niveles de contaminación.
- Mantienen la calidad del producto final.



Válvula esclusa: Es una válvula que permite ser usada prácticamente en cualquier fluido, no producen importante pérdida de carga en la línea, no es aconsejable emplearla para reducir caudales, ya que las cavitaciones romperían el obturador, por lo que se usan abierta toda o cerrada toda. Es muy voluminosa (el volante está prácticamente desplazado un diámetro y medio del eje de la línea), y es de operación lenta.



Válvula esférica: Es de muy pequeño volumen, se opera rápidamente por lo que se conocen como “válvulas de un cuarto de vuelta”, no genera pérdidas de carga en la línea. Se emplean en cualquier fluido.



Válvula Klinger: Es una válvula muy versátil ya que sirve para reducir caudales sin riesgo a desgastar su obturador, se puede usar prácticamente con cualquier fluido, no es muy voluminosa, es lenta en su apertura y cierre total, genera importante pérdida de carga en la línea.



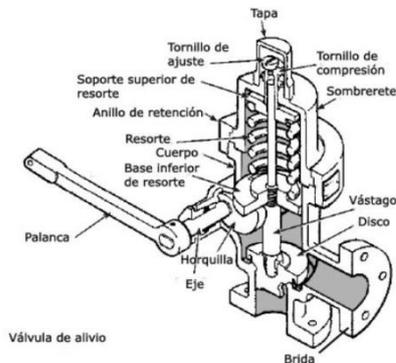
Válvula Saunders: Esta válvula, el obturador es una membrana flexible, que a través de un vástago unido a un servomotor, es forzada contra un resalte del cuerpo cerrando así el paso del fluido.



Válvula Mariposa: Las válvulas de mariposa usualmente sirven para aplicaciones de baja presión. Se pueden usar para abrir o cerrar el paso a un fluido o para regularlo aunque no es completamente recomendable. Las válvulas de mariposa son adecuadas para instalarse en espacios reducidos o donde la línea del proceso no puede soportar mucho peso.



Válvula retención: Es una válvula que permite el paso de fluido en un solo sentido.



Válvulas de alivio: Las válvulas de alivio de presión, también llamadas válvulas de seguridad o válvulas de alivio, están diseñadas para aliviar la presión cuando un fluido supera un límite preestablecido (presión de tarado). Su misión es evitar la explosión del sistema protegido o el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión. Existen también las válvulas que alivian la presión de un fluido cuando la temperatura (y por lo tanto, la presión) supera un límite establecido.

Anexo N° 9. - Estándar de mantenimiento preventivo predictivo para la caldera.

	Gas Carbónico Chiantore S.A.I. Av. Gral. Savio 2952 Villa María - Cba	ESTANDAR DE MANTENIMIENTO		RC- 6.03.01.03
				Fecha de vigencia:
				Página 121 de 5
PLANILLADE INSPECCIÓN DIARIA				
Fecha:		Maquinista:		
Hora:		Operario:		
▪ Todo el personal debe llevar al momento de realizar la inspección los elementos de protección personal designados por el área de seguridad de la planta.				
Id Parte	Inspección visual de quemador 1 Observación del color de la llama.	Azul	Combustión completa	
		Verde	Presencia de zinc/cobre/bronce	
		Amarilla	Faltante de Oxígeno	
79		Roja	Presencia de óxidos	
Id Parte	Inspección visual de quemador 2 Observación del color de la llama.	Azul	Combustión completa	
		Verde	Presencia de zinc/cobre/bronce	
		Amarilla	Faltante de Oxígeno	
80		Roja	Presencia de óxidos	
Id Parte	Inspección visual de filtro de fuel oíl N°1			
42				
Id Parte	Inspección visual de filtro de fuel oíl N°2			
43				
Id Parte	Inspección visual de filtro de fuel oíl N°3			
44				
Id Parte	Inspección visual de filtro de fuel oíl N°4			
45				
Id Parte	Inspección visual de filtro línea de alimentación de agua N°1			
86				
Id Parte	Inspección visual de filtro línea de alimentación de agua N°2			
212				

	Gas Carbónico Chiantore S.A.I. Av. Gral. Savio 2952 Villa María - Cba	ESTANDAR DE MANTENIMIENTO	RC- 6.03.01.03
			Fecha de vigencia:
			Página 2 de 5
PLANILLA DE INSPECCIÓN DIARIA			
<u>Fecha:</u>		<u>Maquinista:</u>	
<u>Hora:</u>		<u>Operario:</u>	
Id Parte 219	Inspección visual de filtro gas natural horno N°1		
Id Parte 220	Inspección visual de filtro gas natural horno N°2		
Id Parte 232	Inspección visual de trampa de vapor N°1		
Id Parte 233	Inspección visual de trampa de vapor N°2		
Id Parte 77	Inspección visual ventilador de aire N°1		
Id Parte 78	Inspección visual ventilador de aire N°2		
Id Parte 87	Inspección visual válvula general de alimentación de agua		
Id Parte 93	Inspección visual válvula purga caldera N°1		
Id Parte 94	Inspección visual válvula purga caldera N°2		

	Gas Carbónico Chiantore S.A.I. Av. Gral. Savio 2952 Villa María - Cba	ESTANDAR DE MANTENIMIENTO	RC- 6.03.01.03
			Fecha de vigencia:
			Página 3 de 5
PLANILLA DE INSPECCIÓN DIARIA			
<u>Fecha:</u>		<u>Maquinista:</u>	
<u>Hora:</u>		<u>Operario:</u>	
Id Parte 217	Inspección visual válvula entrada de gas 3" horno N°2		
Id Parte 218	Inspección visual válvula entrada de gas 3" horno N°1		
Id Parte 221	Inspección visual válvula esférica entrada de gas natural N°1		
Id Parte 222	Inspección visual válvula esférica entrada de gas natural N°2		
Id Parte 228	Inspección visual válvula entrada Fuel Oíl N°1		
Id Parte 229	Inspección visual válvula salida Fuel Oíl N°1		
Id Parte 230	Inspección visual válvula entrada Fuel Oíl N°2		
Id Parte 231	Inspección visual válvula salida Fuel Oíl N°2		
Id Parte 235	Inspección visual válvula entrada Fuel Oíl bomba N°1		
Id Parte 236	Inspección visual válvula entrada Fuel Oíl bomba N°2		
Id Parte 237	Inspección visual válvula salida Fuel Oíl bomba N°2		
Id Parte 238	Inspección visual válvula salida Fuel Oíl bomba N°1		

	Gas Carbónico Chiantore S.A.I. Av. Gral. Savio 2952 Villa María - Cba	ESTANDAR DE MANTENIMIENTO		RC- 6.03.01.03
				Fecha de vigencia:
				Página 4 de 5
PLANILLA DE INSPECCIÓN DIARIA				
<u>Fecha:</u>		<u>Maquinista:</u>		
<u>Hora:</u>		<u>Operario:</u>		
Id Parte	Estación reductora de presión	Detección de olores anormales	si	no
122		Inspección visual de filtros		
		Inspección visual de junta dieléctrica		
		Verificación de presión de gas 420 gr / cm ²		
Id Parte 16	Inspección visual válvula de seguridad de vapor N°1			
Id Parte 17	Inspección visual válvula de seguridad de vapor N°2			
Id Parte 18	Inspección visual válvula de seguridad de vapor N°3			
	Revisión de niveles de agua	Visor nivel de agua N° 1		
		Visor nivel de agua N° 2		
	Revisión nivel aditivo para tratamiento de agua			
Id Parte 85	Inspección bomba dosificadora de aditivo			
	Revisión de niveles de agua de caldera			
	Revisión de presión de trabajo de caldera 12 bar			

Anexo N° 10.

Partes integrales de la caldera H20.

Nombre Equipo: <u>Caldera H20</u>
Id Equipo: <u>06</u>

Id Parte	Nombre Parte	Id Acc.	Nombre Accesorio
16	Válvula de seguridad de vapor N° 1	194	Resorte
		195	Cuerpo
		196	Juntas
		197	Bulones
		198	Tapeta
		199	Varilla roscada
		200	Perno
		201	Punta de brida
		202	Palanca
17	Válvula de seguridad de vapor N° 2		Nombre Accesorio
		262	Resorte
		263	Cuerpo
		264	Juntas
		265	Bulones
		266	Tapeta
		267	Varilla roscada
		268	Perno
		269	Punta de brida
270	Palanca		
18	Válvula de seguridad de vapor N° 3		Nombre Accesorio
		271	Resorte
		272	Cuerpo
		273	Juntas
		274	Bulones
		275	Tapeta
		276	Varilla roscada
		277	Perno
		278	Punta de brida
279	Palanca		

19	Válvula general de vapor 12"		Nombre Accesorio
		280	Cuerpo klinger de 8"
		281	Pistón
		282	Anillo
		283	Separador de anillo
		284	Vástago
		285	Volante
		286	Junta
		287	Bulones - tuerca
20	Válvula klinger 1" ent. vapor int. calor f-oíl N°1		Nombre Accesorio
		288	Pistón
		289	Anillos
		290	Separador de anillos
		291	Volante
		292	Junta
		293	Tornillo - tuerca
21	Válvula klinger 1,5" alimentación línea de fueloil		Nombre Accesorio
		294	Pistón
		295	Anillos
		296	Separador de anillos
		297	Volante
		298	Junta
		299	Tornillo - tuerca
22	Portinas paso de hombre superior		Nombre Accesorio
		300	Cuerpo de hierro 1"
		301	2 espárragos con tuerca nº 50
		302	Junta sogá de grafitada ó teflón expandido
23	Bujía de seguridad nivel de agua (DOMO)		Nombre Accesorio
		303	Cuerpo cerámico
		304	Varilla roscada
24	Válvula de vapor línea manómetro		Nombre Accesorio
		305	Pistón
		306	Anillos
		307	Separador de anillos
		308	Vástago
		309	Volante
		310	Junta
		311	Tornillo - tuerca
25	Nivel de agua mecánico (Magnetron)		Nombre Accesorio
		312	Boya de acero inoxidable.
		313	Varilla boya
		314	Ampolla de mercurio
		315	Resorte
		316	Junta
		317	Brida superior 1"
		318	Brida inferior 1"

26	Nivel de agua visor N°1		Nombre Accesorio
		314	Vidrio rallado B 1
		315	Junta de teflón
		316	12 espárragos con tuerca
		317	Cuerpo de hierro
		318	Tuerca de sujeción
		319	Válvula de purga superior
		320	Válvula de purga inferior
27	Nivel de agua visor N° 2		Nombre Accesorio
		316	Vidrio rallado B1
		317	Vidrio liso
		318	Tuerca de sujeción
		319	Junta de teflón
		320	Cuerpo de hierro
		321	12 espárragos con tuerca
29	Bujía de seguridad bajo nivel de agua		Nombre Accesorio
		318	Cuerpo cerámico
		319	Varilla roscada
		320	Brida de hierro
		321	Junta grafitada
30	línea de agua alimentación caldera		Nombre Accesorio
		322	Tanque 5000 litros
		323	Serpentina de agua condensado
		324	Flotante compensador agua blanda
		325	2 filtros "Y" 3 "
		326	1 bomba eléctrica de agua de 3"
		327	2 Válvulas esféricas de 3 "
		328	Brida con junta elástica (Vibración)
		329	Válvula aguja 1,5" retorno de bypass
		330	2 Válvulas de retención de 2"
		331	1 Válvula Klinger de 2"
		332	Bomba dosificadora
31	Manómetro		
32	Termómetro		
33	Válvula esférica de descargue cañería 2"		
34	tanque de tratamiento de agua		
35	válvula exclusiva Salida sobrecalentador		Nombre Accesorio
		336	Vástago
		337	Cuchilla

36	Línea alimentación de fueloil		Nombre Accesorio
		338	2 Cisternas 30000lts C/una aislación térmica de manta
		339	2 serpentinas
		340	Caño encamisado Vapor interno externo Fueloil
		341	Bomba con encamisado
		342	2 válvulas exclusiva 3"
		343	2 válvulas exclusiva 1,5"
37	Intercambiador 2000 litros		Nombre Accesorio
		344	Serpentina de vapor
		345	Termostato
		346	Válvula solenoide
38	Válvula exclusiva 2"		
39	Cañería encamisada de 2" int. y 4" ext.		
40	Intercambiador de calor fueloil N°1		Nombre Accesorio
		349	50 tubos de 1/2"
		350	Junta
41	Intercambiador de calor fueloil N° 2		Nombre Accesorio
		351	50 tubos de 1/2"
		352	Junta grafitada
42	Filtro de fueloil N° 1		Nombre Accesorio
		353	Malla de alambre
		354	Tapa de hierro
		355	Junta
43	Filtro de fueloil N°2		Nombre Accesorio
		356	Malla de alambre
		357	Tapa de hierro
44	Filtro de fueloil N° 3		Nombre Accesorio
		359	Malla de alambre
		360	Tapa de hierro
45	Filtro de fueloil N° 4		Nombre Accesorio
		362	Malla de alambre
		363	Tapa de hierro
46	Válvula exclusiva de alimentación Bomba 1 de 2"		
47	Bomba de fueloil N° 1		Nombre Accesorio
		366	Engranaje
		367	Eje
		368	Manchón
		369	Bulones

48	Válvula exclusiva salida Bomba nº1 de 2"		
49	Válvula exclusiva de alimentación Bomba 2 de		
50	Bomba de fueloil N°2		Nombre Accesorio
		372	Manchón
		273	Engranaje
		374	Eje
		375	Bulones
51	Válvula exclusiva salida Bomba nº1 de 2"		
52	Válvula de alivio de presión de 1,5"		
53	Intercambiador		Nombre Accesorio
		378	Serpentina caño A inox
		379	Junta de grafito metálica
		380	Salida de vapor 1/2"
		381	Válvula esférica
		382	Salida con trampa de vapor
54	Válvula termostática de vapor int. calor fueloil		Nombre Accesorio
		383	Empaquetadura
55	Válvula de flujo fueloil A		Nombre Accesorio
		384	Esfera
		385	Vástago
		386	Arandela de teflón
		387	Palanca
56	Válvula de flujo fueloil B		Nombre Accesorio
		388	Palanca
		389	Esfera
		390	Vástago
		391	Arandela de teflón
57	Válvula de flujo fueloil C		Nombre Accesorio
		392	Palanca
		393	Esfera
		394	Vástago
		395	Arandela de teflón
58	Válvula de flujo fueloil D		Nombre Accesorio
		396	Palanca
		397	Esfera
		398	Vástago
		399	Arandela de teflón

59	Válvula de flujo fueloil E		Nombre Accesorio
		400	Arandela de teflón
		401	Vástago
		402	Esfera
		403	Palanca
60	Válvula de flujo fueloil F		Nombre Accesorio
		404	Arandela de teflón
		405	Vástago
		406	Esfera
		407	Palanca
61	Válvula de flujo fueloil G		Nombre Accesorio
		408	Arandela de Teflón
		409	Vástago
		410	Esfera
		411	Palanca
62	Válvula de flujo fueloil H		Nombre Accesorio
		412	Arandela de teflón
		413	Vástago
		414	Esfera
		415	Palanca
63	Válvula de flujo fueloil I		Nombre Accesorio
		416	Arandela de teflón
		417	Vástago
		418	Esfera
		419	Palanca
64	Válvula de flujo fueloil J		Nombre Accesorio
		420	Arandela de Teflón
		421	Vástago
		422	Esfera
		423	Palanca
65	Válvula de fueloil k		Nombre Accesorio
		424	Arandela de teflón
		425	Vástago
		426	Esfera
		427	Palanca
66	Servomotor caudal fueloil N° 1		Nombre Accesorio
		428	Engranaje
		429	Varilla estriada
		430	Motor de 12 V
67	Servomotor caudal fueloil N° 2		Nombre Accesorio
		431	Engranaje
		432	Motor 12 V
		433	Varilla estriada

68	Válvula solenoide ingreso (A) fueloil horno N°1		Nombre Accesorio
		434	Bobina
69	Válvula solenoide ingreso (B) fueloil horno N° 1		Nombre Accesorio
		435	Bobina
70	Válvula solenoide ingreso (A) fueloil horno N° 2		Nombre Accesorio
		436	Bobina
71	Válvula solenoide ingreso (B) fueloil horno N° 2		Nombre Accesorio
		437	Bobina
72	2 Esféricas de 1"		
73	2 Filtros Y de 1"		
74	Válvula de 1/2" de purga		
75	Treicing de control de flujo		
76	2 Quemadores copas rotativas		
77	Ventilador de aire N°1		Nombre Accesorio
		444	Rodamientos
		445	Alavés
		446	Caja
78	Ventilador de aire N°2		Nombre Accesorio
		447	Alavés
		448	Caja
		449	Rodamientos
79	Copa rotativa N° 1		Nombre Accesorio
		450	Rodamientos de copa rotativa
		451	Eje
		452	Correas
		453	Polea
		454	Tuerca de ajuste
		455	Motor de copa rotativa
		456	Rodamientos de motor de copa rotativa
80	Copa rotativa N° 2		Nombre Accesorio
		457	Correas
		458	Eje
		459	Polea
		460	Rodamientos de copa rotativa
		461	Tuerca de ajuste
		462	Motor de copa rotativa
		463	Rodamientos de motor de copa rotativa
81	Cañería de retorno de fueloil		
82	Válvula esférica de 1"		

83	Bomba de agua N° 1		Nombre Accesorio		
		466	Rodamientos de la bomba		
		467	Rotor		
		468	Manchón de acople		
		469	Alemite		
		470	Motor de bomba de agua		
84	Bomba de agua N° 2		Nombre Accesorio		
		472	Alemite		
		473	Manchón de acople		
		474	Rodamientos de la bomba		
		475	Rotor		
		476	Motor de la bomba		
85	Bomba dosificadora de aditivo		Nombre Accesorio		
		478	Manchón de goma		
		479	Polea		
		480	Diafragma de teflón		
		86	Filtro línea agua alim. caldera N° 1		Nombre Accesorio
				481	Malla de alambre
482	Brida				
483	Junta				
87	Válvula gral. alim. agua caldera		Nombre Accesorio		
		484	Empaquetadura		
		485	Embolo		
		486	Volante		
88	Válvula entrada alimentación bomba agua caldera N° 1		Nombre Accesorio		
		487	Volante		
		488	Embolo		
89	Válvula entrada alimentación bomba agua caldera N° 2		Nombre Accesorio		
		489	Embolo		
		490	Volante		
90	Válvula salida alimentación bomba agua caldera N° 1		Nombre Accesorio		
		491	Anillos de teflón		
		492	Pistón		
		493	Linterna		
		494	Volante		
91	Válvula salida alimentación bomba agua caldera N° 2		Nombre Accesorio		
		495	Anillos de teflón		
		496	Linterna		
		497	Pistón		
		498	Volante		

92	Portina paso de hombre inferior		Nombre Accesorio
		499	Junta
		500	Esparrago
		501	Tuerca 50 mm
93	Válvula purga caldera N° 1		Nombre Accesorio
		502	Anillos de teflón
		503	Esfera
		504	Palanca
94	Válvula purga caldera N° 2		Nombre Accesorio
		505	Anillos de teflón
		506	Esfera
		507	Palanca
95	Válvula neumática purga N° 1		Nombre Accesorio
		508	Actuador
		509	Anillos de teflón
		510	Esfera
96	Válvula neumática purga N° 2		Nombre Accesorio
		511	Actuador
		512	Esfera
		513	Anillos de teflón
97	Servomotor aire primario N° 1		Nombre Accesorio
		514	Engranaje
		515	Motor 12 v.
		516	Varilla estriada
98	Servomotor aire secundario N° 1		Nombre Accesorio
		517	Engranaje
		518	Varilla estriada
		519	Motor 12 v.
99	Servomotor aire secundario N° 2		Nombre Accesorio
		520	Engranaje
		521	Varilla estriada
		522	Motor 12 v.
106	Bomba fueloil cisterna		Nombre Accesorio
		523	Manchón de acople
		524	Engranaje
120	Portina fusible horno N°1		Nombre Accesorio
		525	Resorte
		526	4 espárragos con tuerca
		527	Junta de sogá
		528	Vidrio visor
121	Portina fusible horno N°2		Nombre Accesorio
		529	4 espárragos con tuerca
		530	Resortes
		531	Junta de sogá
		532	Vidrio visor

122	Estación reductora de presión		Nombre Accesorio
		533	Junta dieléctrica
		534	1 válvulas de reducción de presión
		535	3 Válvulas esféricas 4"
		536	2 filtros Y 4"
		537	2 manómetro
		538	2 esférica para piloto
		539	2 válvulas solenoide
540	2 encendidos electrónicos		
212	Filtro línea agua alim. caldera N° 2		Nombre Accesorio
		541	Brida
		542	Junta
213	Válvula electrónica entrada de gas B - horno N°2		Nombre Accesorio
		543	Diafragma
		544	Varilla de regulación
		545	Motor 12v.
214	Válvula electrónica entrada de gas A-horno N°1		Nombre Accesorio
		546	Diafragma
		547	Motor 12 V
		548	Varilla de regulación
215	Válvula electrónica entrada de gas B - horno N°1		Nombre Accesorio
		549	Diafragma
		550	Motor 12 V
		551	Varilla de regulación
216	Válvula electrónica entrada de gas A -horno N° 2		Nombre Accesorio
		553	Diafragma
		554	Varilla de regulación
		555	Motor 12 v.
217	Válvula esférica 3'' entrada de gas horno N° 2		Nombre Accesorio
		557	Esfera
		558	Anillos de teflón
218	Válvula esférica 3'' entrada de gas horno N° 1		Nombre Accesorio
		560	Esfera
		561	Anillos de teflón
219	Filtro gas natural entrada horno N° 1		Nombre Accesorio
		563	Malla de alambre
		564	Bulones
		565	Junta grafitada
220	Filtro gas natural entrada horno N° 2		Nombre Accesorio
		567	Malla de alambre
		568	Bulones
		569	Junta de grafito
221	Válvula esférica entrada gas natural N° 1		Nombre Accesorio
		571	Esfera
		572	Anillos de teflón
222	Válvula entrada gas natural N° 2		Nombre Accesorio
		574	Esfera
		575	Anillos de teflón

223	Válvula reguladora presión gas natural		Nombre Accesorio
		577	Resorte
		578	Diafragma
		579	Tuerca reguladora
		580	Filtro cerámico
224	Válvula de drenaje nivel óptico		Nombre Accesorio
		582	Anillos
		583	Linterna
		584	Pistón
		585	Volante
225	Válvula superior cierre alimentación nivel óptico		Nombre Accesorio
		587	Linterna
		588	Anillos
		589	Volante
		590	Pistón
226	Válvula inferior cierre alimentación nivel óptico		Nombre Accesorio
		592	Pistón
		593	Anillos
		594	Volante
		595	Linterna
227	Válvula de cierre sensor de presión electrónico		Nombre Accesorio
		597	Esfera
		598	Anillos de teflón
228	Válvula entrada fueloil. int. calor N°1		Nombre Accesorio
		600	Cuchilla
		601	Volante
229	Válvula salida fueloil. int. calor N° 1		Nombre Accesorio
		603	Cuchilla
		604	Volante
230	Válvula entrada fueloil. int. calor N°2		Nombre Accesorio
		606	Cuchilla
		607	Volante
231	Válvula salida fueloil int. calor N° 2		Nombre Accesorio
		609	Cuchilla
		610	Volante
232	Trampa salida vapor int. calor N°1		Nombre Accesorio
		612	Cuerpo de acero inoxidable
		613	Tapleta
		614	Tuerca de ajuste
233	Trampa salida vapor int. calor N° 2		Nombre Accesorio
		616	Cuerpo de acero inoxidable
		617	Tapleta
		618	Tuerca de ajuste
234	Válvula klinger 1"ent. vapor int. calor f-oíl N°2		Nombre Accesorio
		620	Anillos
		621	Linterna
		622	Pistón
		623	Volante

235	Válvula entrada bomba fueloil N°1		Nombre Accesorio
		625	Cuchilla
		626	Volante
236	Válvula entrada bomba de fueloil N°2		Nombre Accesorio
		628	Cuchilla
		629	Volante
237	Válvula salida bomba de fueloil N°2		Nombre Accesorio
		631	Volante
		632	Cuchilla
238	Válvula salida fueloil N° 1		Nombre Accesorio
		634	Cuchilla
		635	Volante
558	Servomotor entrada gas natural horno N°1		Nombre Accesorio
		637	Engranaje
		638	Varilla estriada
		639	Motor 12 v.
559	Servomotor de gas natural entrada Horno N°2		Nombre Accesorio
		641	Engranaje
		642	Varilla estriada
		643	Motor 12 v.
660	Válvulas de salida pulmón actuadoras en purga 1/2"esf.		Nombre Accesorio
		645	Esfera
		646	Anillo de teflón
661	Válvula reguladora de presión		Nombre Accesorio
		648	Diafragma
		649	Volante
		650	Resorte
662	Válvula entrada pulmón actuadoras en purgas 1/2"esfe.		Nombre Accesorio
		652	Esfera
		653	Anillo de teflón
854	Bomba de condensado N°1		Nombre Accesorio
		655	Rodete
		656	Cuerpo
855	Bomba de condensado N°2		Nombre Accesorio
		658	Cuerpo
		659	Rodete
856	Motor eléctrico B. de condensado N°1		Nombre Accesorio
		661	Bobinado
		662	Rodamiento
857	Motor eléctrico B. de condensado N°2		Nombre Accesorio
		663	Bobinado
		664	Rodamiento