

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN PARA LA CALDERA UTILIZADA  
EN LA GENERACIÓN DE VAPOR PARA ACELERAR EL CURADO DE LOS  
POSTES DE CONCRETO EN LA EMPRESA PRETECOR LTDA.**

**LUIS CARLOS ROYS PACHECO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA**

**2015**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN PARA LA CALDERA UTILIZADA  
EN LA GENERACIÓN DE VAPOR PARA ACELERAR EL CURADO DE LOS  
POSTES DE CONCRETO EN LA EMPRESA PRETECOR LTDA.**

**LUIS CARLOS ROYS PACHECO**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de  
Especialista en Gerencia de mantenimiento**

**Director: IVAN MARTINEZ CARRASCAL**

**Ingeniero Civil.**

**Gerente General Pretecor Ltda.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**BUCARAMANGA**

**2015**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
1.2 OBJETIVO GENERAL:	18
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	18
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PLAN PROPUESTO:	18
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.	20
2.1 HISTORIA.	20
2.2 PROCESOS DESARROLLADOS EN LA EMPRESA	23
2.2.1 Curado acelerado.	23
3. MARCO TEÓRICO.	24
3.1 GENERALIDADES DE CALDERAS.	24
3.1.1. Calderas acuotubulares.	24
3.1.2. Calderas pirotubulares.	25
3.1.3. Selección del tipo de caldera.	27
3.2 COMBUSTIBLES.	28
3.1.1. Clasificación.	28
3.1.2. Propiedades Generales de los Combustibles.	29

4.	MARCO TEÓRICO LEGAL DE CALDERAS EN COLOMBIA.	31
4.1	NORMA NTC 3649 CALDERAS CONTROLES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA LAS CALDERAS DE CONTROL DE COMBUSTIÓN AUTOMÁTICA.	31
4.2	NORMA NTC-ISO 5667-7 GESTIÓN AMBIENTAL, CALIDAD DE AGUA, MUESTREO, GUÍA PARA EL MUESTREO DE AGUA Y VAPOR EN CALDERAS.	32
5.	RECOPILOCIÓN DE INFORMACIÓN.	33
6.	DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR.	34
6.1	CRITERIOS DE EVALUACIÓN.	34
6.1.1.	Equipo.	34
6.1.2.	Operación.	35
6.1.3.	Mantenimiento.	35
6.1.4.	Seguridad industrial y medio ambiente.	36
6.2.	EVALUACIÓN DEL EQUIPO.	36
6.3.	EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL EQUIPO.	42
6.4.	EVALUACIÓN DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.	43
6.5.	Evaluación del mantenimiento de la caldera.	46
6.6.	EVALUACIÓN CUANTITATIVA	48
7.	MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PROPUESTO A PRETECOR LTDA PARA LA GENERACIÓN DEL VAPOR.	52

7.1. ANÁLISIS DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA NUEVA PLANTA.	52
7.1.1. Cálculo de la eficiencia actual de la caldera.	53
7.2. CONDICIONES IDEALES PARA EL EQUIPO DE GENERACIÓN DE VAPOR.	54
7.3. COMPARATIVA DE CONSUMOS DE LA EFICIENCIA REAL DE LA CALDERA VS EFICIENCIA IDEAL.	55
7.4. CARACTERÍSTICAS QUE DEBE TENER LA CALDERA.	59
7.5. INSTALACIONES Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.	60
7.6. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.	62
7.7. CONTROL DE GESTIÓN E INDICADORES.	64
7.8. PLAN DE CAPACITACIONES.	65
7.9. PROCESOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.	66
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	67
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	70

## TABLA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Zona de calderas Pretecor Ltda.	17
Ilustración 2 Transporte de lastrado de tubería e insumos.	20
Ilustración 3 Poste de Poliéster reforzado con fibra de vidrio.	22
Ilustración 4 Organigrama Pretecor.com	22
Ilustración 5 Caldera para la producción de vapor	23
Ilustración 6 Caldera Acuotubular	25
Ilustración 7 Detalle de la caldera de dos pasos de gases.	26
Ilustración 8 Detalle de caldera de triple paso de humos	27
Ilustración 9 Caldera de sistema mixto Pretecor Ltda.	37
Ilustración 10 Sistema de alimentación de carbón.	38
Ilustración 11 Chimenea y ciclón	39
Ilustración 12. Sistema acuotubular y sistema pirotubular.	40
Ilustración 13 Tubo madre de sistema de purga.	40
Ilustración 14 Puesto de trabajo del operario de la caldera.	41
Ilustración 15 Válvula de seguridad	42
Ilustración 16 EPP para trabajos en caldera	44
Ilustración 17 Señalizaciones en zona de calderas	45

Ilustración 18 Examen isocinético de la caldera	46
Ilustración 19 Mantenimiento al hogar de la caldera.	46
Ilustración 20 Evaluación del equipo	50
Ilustración 21 Evaluación de la operación del equipo	50
Ilustración 22 Evaluación de seguridad y medio ambiente	51
Ilustración 23 Evaluación del mantenimiento	51
Ilustración 24 Caldera	52
Ilustración 25 Comparativo de consumo por eficiencia Año 2013.	55
Ilustración 26 Ahorro, comparativo por eficiencias.	57
Ilustración 27 Gastos por mes	58
Ilustración 28 Señales en calderas	61
Ilustración 29 Señalización para EPP	62
Ilustración 30 Proceso de planificación y programación de actividades	66

## LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Diagnostico.	48
Tabla 2. Datos para cálculo de la eficiencia de la caldera.	53
Tabla 3. Resultados de la eficiencia y factor de carga de la caldera.	54
Tabla 4. Condiciones ideales.	54
Tabla 5. Comparativo de consumos por eficiencia año 2013.	55
Tabla 6. Ahorro en dinero del consumo de carbón.	56
Tabla 7. Horas totales del personal de mantenimiento.	64

## ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Plan de mantenimiento de la caldera.	70
Anexo B. Hoja de vida de la caldera.	71
Anexo C. Ficha técnica de la caldera.	78
Anexo D. Listado de herramientas.	80
Anexo E. Listado de repuestos.	88
Anexo F. Sistema de 5S en puesto piloto en la planta de concreto.	89

## RESUMEN

### TÍTULO

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN PARA LA CALDERA UTILIZADA EN LA GENERACIÓN DE VAPOR PARA ACELERAR EL CURADO DE LOS POSTES DE CONCRETO EN LA EMPRESA PRETECOR LTDA.\***

### AUTOR:

Luis Carlos Roys Pacheco\*\*

### PALABRAS CLAVES:

Gestión, caldera, pirotubular, acuotubular, eficiencia, integral, combustión.

### DESCRIPCIÓN

El objetivo de esta monografía fue presentar a la gerencia de la empresa Pretecor Ltda. una propuesta de gestión para la generación de vapor, que integre varios aspectos relacionados con la operación, el mantenimiento, salud ocupacional y medio ambiente.

Al realizar el diagnóstico se encontraron varias fallencias a nivel operacional, que fueron las causantes de fallas en el equipo, e inconvenientes para cumplir las normas de vertimientos y emisiones.

El nuevo modelo contempla la inversión de una caldera, ésta deberá tener un sistema pirotubular, con una tasa de entrega de vapor de 1500 lb/h, una presión de trabajo entre 80 y 120 psi, una eficiencia mínima de 80%. Otro aspecto importante es capacitar al personal en la operación, actividades de mantenimiento autónomo, uso de implementos de seguridad y llevar un control de emisiones y vertimientos. También se contempla las necesidades de las instalaciones, cumpliendo requisitos en cuanto a espacio, accesos, salidas, señalización de riesgos y manejo de código de colores para elementos de la caldera.

Cumpliendo el nuevo modelo la planta contará con un sistema de generación de vapor eficiente, bien operado, con buenas prácticas de mantenimiento, éste cumplirá las exigencias por parte del gobierno en cuanto a vertimientos, emisiones, y será un lugar seguro para trabajar. Integrará toda la gestión de los departamentos pertenecientes a la empresa, mantenimiento, recurso humano y medio ambiente, producción y compras.

---

\*Monografía

\*\*Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Ing. Ivan Martínez Carrascal

## SUMMARY

### TITLE

**PROPOSAL FOR A MANAGEMENT MODEL FOR THE BOILER USED IN THE GENERATION OF STEAM TO ACCELERATE CURED CONCRETE POSTS IN THE COMPANY PRETECOR LTDA.\***

### AUTHOR:

Luis Carlos Pacheco Roys\*\*

### KEYWORDS:

Management boiler fire-tube, water tube, efficiency, integral combustion.

### DESCRIPTION

The aim of this paper was presented to the management of the company Pretecor Ltda. A proposal for management to generate steam, which integrates various aspects of operation, maintenance, occupational health and the environment.

When making the diagnosis several shortcomings at the operational level, which were the cause of equipment failures, and weaknesses to meet the standards of discharges and emissions found.

The new model includes the investment of a boiler, it must have a fire-tube system with a steam delivery rate of 1500 lb. / h, an operating pressure of 80 to 120 psi, a minimum efficiency of 80%.

Another important aspect is to train personnel in the operation, activities autonomous maintenance, use of safety equipment and keep track of emissions and discharges. The needs of the facilities is also contemplated, fulfilling requirements for space, entrances, exits, signaling risks and managing color code for elements of the boiler.

Fulfilling the new model the plant will have a system of efficient steam generation, well operated, with good maintenance practices, it will meet the demands from the government in terms of discharges, emissions, and will be a safe place to work. It will integrate the entire management of the departments belonging to the enterprise, maintenance, human resources and environment, production and purchasing.

---

\* Monograph

\*\* Physical-Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Maintenance Management Specialization, Eng. Ivan Martinez Carrascal

## INTRODUCCIÓN

La empresa Pretecor Ltda para aumentar la producción de postes implementa el curado acelerado del concreto por aplicación de vapor. Este proceso lo que garantiza es la mantención de la temperatura y el contenido de humedad de la mezcla, esto se debe realizar por un tiempo no menor a 2 horas en postes de las referencias de menor masa y 2 días para las referencias más grandes.

El cemento portland al mezclarse con el agua realiza una reacción química que se llama hidratación, este proceso tiene una gran influencia sobre la resistencia y durabilidad del concreto. Cuando se realiza la mezcla el concreto sale normalmente con un contenido mayor de agua, sin embargo esto no es suficiente ya que hay una pérdida excesiva por evaporización. Esta reacción química se realiza a una mayor velocidad con una temperatura superior a la ambiental, preferiblemente a 70°C.

Los postes de la empresa son pretensados, es decir que a la estructura metálica que compone el poste se le aplica una carga antes de fundir el concreto, ésta es soportada por la formaleta hasta que el poste adquiere la suficiente resistencia para no presentar fisuras al momento de sacarlo de la formaleta. Al construir el poste de esa forma se garantiza que este trabaje bajo cargas de compresión, en las cuales el concreto tiene un mejor comportamiento. Cuando un poste está bajo carga de trabajo experimenta esfuerzos por tensión y compresión en secciones del poste, generados por la flexión de los postes, es muy similar a una viga en voladizo.

Este curado afecta la resistencia final del poste haciéndola un poco menor a la lograda con un curado lento a 28 días, todos estos factores son tenidos en cuenta al momento de realizar los diseños para que los requerimientos de los clientes sean los deseados.

Para realizar todo este proceso de curado se debe generar el vapor, el cual es generado por intercambio de calor de forma indirecta, sea en calderas pirotubulares, acuotubulares o un sistema mixto.

En la actualidad la empresa cuenta con una caldera que tiene un sistema mixto, el cual es una combinación de sistemas acuotubulares y pirotubulares.

El departamento de mantenimiento están en la obligación de garantizar la disponibilidad, confiabilidad y la vida útil del equipo, de esto se está muy consiente en la empresa, por eso la caldera cuenta con un sistema de gestión para el mantenimiento que contempla un plan y un cronograma para realizar las actividades.

Los sistemas de gestión que actualmente se está utilizando para los equipos contempla una sola disciplina, dependían solamente de los miembros de cada departamento y tenían lineamientos en los cuales no se consideraba su influencia en los demás, por ejemplo, producción solo se preocupa por producir independientemente si se realizan las actividades de mantenimiento, si el producto sale con la calidad deseada y/o se cumplen los estándares de seguridad y medio ambiente.

El objetivo principal de esta monografía es presentar a la gerencia un modelo de gestión integral para la caldera que contemple todas las disciplinas relacionadas con la caldera; mantenimiento, producción, seguridad industrial y medio ambiente.

## **1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Pretensados de concreto del Oriente Ltda. PRETECOR LTDA, es una empresa que fue creada en los años ochenta por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia debido a la necesidad de llevar a cabo los programas de electrificación rural en las zonas cafeteras.

Su primera planta de producción situada en el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga en el Km 10 vía Piedecuesta. Su principal actividad ha sido el diseño y fabricación de estructuras a base de postes de concreto, aportando al desarrollo del país en los sectores eléctrico, de telecomunicaciones y de la construcción.

Actualmente la planta cuenta con 4 líneas de producción, centradas en la fabricación de postes de concreto como producto principal.

A finales de Noviembre del 2013 Pretecor fabrica el primer poste de Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio, ofreciendo al mercado un producto novedoso, teniendo sus ventajas con respecto a los postes de madera, metálicos y de concreto.

Teniendo rigurosos controles de calidad tanto en los productos como en los procesos, siguiendo los ligamientos de las normas ISO 9000-1.

La planta de producción de postes de concreto cuenta con 42 formaletas. La creciente demanda de vapor para acelerar el curado de los postes de concreto y los diversos problemas presentes en la caldera como es presencia de incrustación principalmente en el sistema acuotubular y el incremento en el consumo de carbón sin haber aumentado considerablemente la demanda de vapor para el curado de los postes, ha llevado a las directivas del departamento de mantenimiento en conjunto con la Gerencia de la empresa a analizar la importancia de tener un nuevo modelo de gestión para la caldera, el cual debe considerar diversos factores

a futuro como es el traslado de la planta a el lote adquirido en la zona de Guatiguará.

El mantenimiento en las empresas tiene un papel muy importante ya que es responsable de acrecentar la vida útil de las máquinas y minimizar las paradas de producción, en PRETECOR Ltda. es muy importante que los equipos estén disponibles todo el tiempo, principalmente la caldera ya que esta funciona toda la semana a excepción del tiempo transcurrido entre las 6:00 am de los días domingos y las 6:00 am del día lunes.

Al realizar este proyecto lo que se busca es que la empresa Pretecor Ltda. tenga un modelo de gestión que simplifique al máximo las tareas realizadas sobre la caldera, estandarizando lo que es igualable, sistematizando lo repetitivo, normalizando lo genérico, reduciendo costos, mejorando los recursos disponibles y adquiriendo lo básicamente necesario, todo esto basado en un estudio. De esta forma aportando al desarrollo de las industrias de la meseta de Bucaramanga.

Ilustración 1 Zona de calderas Pretecor Ltda.



Fuente: Autor de la monografía.

## **1.2 OBJETIVO GENERAL:**

Proponer un modelo de gestión integral para la caldera utilizada en el proceso de curado acelerado de los postes de concreto que contribuya a un control de las diferentes variables relacionadas a los procesos de operación, mantenimiento, seguridad industrial, emisiones, vertimientos y cumplimientos de normas colombianas que rigen el uso de las calderas.

## **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Recopilar información sobre la caldera: como son, hoja de vida, puntos de lubricación, puntos de inspección, partes de los equipos, información de las herramientas necesarias para realizar las actividades de mantenimiento, capacidades del personal de mantenimiento y de operación de la caldera, empresas prestadoras de servicios y venta de insumos, listado general de repuestos, las normas legales que rigen el uso de la caldera en Colombia, mecanismos de seguridad industrial, control de emisiones y vertimientos.

Analizar la información y presentar un diagnóstico de la caldera teniendo en cuenta todos los aspectos mencionados para que la gestión de la caldera sea integral; desde el punto de vista operacional, de mantenimiento, cumplimiento de normas, seguridad industrial y protección al medio ambiente.

Presentar el modelo teniendo en cuenta, necesidades de equipo e instalaciones, plan de mantenimiento, operación de la caldera y medidas de seguridad.

Realizar una evaluación de inversión para el cambio de la caldera que actualmente tiene la empresa, pensando en el traslado de la planta al lote en Guatiguará.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PLAN PROPUESTO:**

Las calderas de generación de vapor son equipos de sumo cuidado, ya que una operación incorrecta en conjunto a unas malas prácticas de mantenimiento pueden llevar a una tragedia. Al presentar esta monografía lo que se busca es

cambiar el modelo de gestión que actualmente se está manejando para la caldera en la empresa Pretector Ltda. La idea es que integre las responsabilidades de cada uno de los departamentos en un modelo único. Para poder realizar esto se tendrá en cuenta variables relacionadas con el equipo, las instalaciones, las necesidades de producción, la operación del equipo, la seguridad industrial alrededor del mismo, control de emisiones, vertimientos y el mantenimiento del equipo e instalaciones.

Analizar el estado actual del equipo es de suma importancia ya que una caldera que presente una eficiencia baja, que lleve a un incremento considerable del consumo de combustible y haga una entrega del vapor con una calidad no deseada, llevará a un alto costo de operación y afectará la calidad del producto terminado.

Cumplir las normas de seguridad al operar y realizar actividades de mantenimiento al equipo le permitirá a la empresa garantizar la salud de los operarios.

Actualmente el país cuenta con normas para el control de emisiones y vertimientos en la operación de las calderas, parte de esta monografía busca que la gestión garantice el control y cumplimiento de las mismas.

Tener una caldera en óptimas condiciones y actualizar la tecnología que las controla aportará significativamente en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, material particulado y consumo de combustible, lo último se reflejara en ahorro para la empresa.

Buenas prácticas de mantenimiento garantizaran la seguridad del personal presente en la planta. También aumentara la vida útil del equipo y mantendrá la eficiencia de la caldera en estándares deseados.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

### 2.1 HISTORIA.

Durante la época de los ochenta y en razón de los programas de electrificación rural que La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia debía adelantar en las zonas cafeteras, se analizó la factibilidad de crear una empresa, que suministrara postes de concreto, a fin de dar cumplimiento con las exigencias técnicas para el montaje de las líneas eléctricas requeridas por la Electrificadora de Santander. Realizados los estudios sobre las diferentes tecnologías para la fabricación de postes de concreto, y tomando como referencia las distintas entidades del sector eléctrico, se determinó que la del pretensado, era la más indicada por la serie de ventajas que brindaba el sistema.

Ilustración 2 Transporte de lastrado de tubería e insumos.



Fuente. Piedecuesta-Santander. [online]. Pretecor Ltda. 2009. [Abril 20 de 2015]. Disponible en internet: <<http://pretecor.com/multimedia-8-40/postes-de-concreto.htm>>.

Fue así como en 1982, se constituyó en Bucaramanga la empresa Pretensados de Concreto del Oriente Ltda., Pretecor Ltda. Actualmente sus socios son: La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Promisión S.A. y el Banco del Estado. Más adelante, en Santa Fé de Bogotá, en el año de 1984 se creó, en sociedad con la Inmunizadora de Madera Serrano Gómez, líder en el mercado de los postes de madera, la empresa Serrano Gómez-Pretecor Ltda., teniendo ambas como objeto social la fabricación, transporte, comercialización y venta de prefabricados en concreto, utilizando la tecnología más avanzada en Colombia en prefabricados de concreto pretensado.

Su principal actividad en estos años de existencia ha sido el diseño y fabricación de estructuras a base de postes de concreto con alturas entre 8 y 30 metros, y resistencias que oscilan entre los 510 y 8000 kilogramos, contribuyendo de esta manera al desarrollo del país en los sectores eléctrico, de telecomunicaciones y de la construcción.

A finales del 2013 se realizó el montaje de la segunda planta de producción en Santander, ofreciendo a los clientes un nuevo producto, postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con este producto la empresa busco dar solución a los problemas logísticos en zonas de difícil acceso, ya que estos pueden fabricarse por secciones y su peso es 12 veces menos que los postes de concreto.\*

---

\* ROYS Pacheco Luis Carlos, Implementación de un sistema de información para la gestión del mantenimiento en la empresa Pretecor Ltda. Trabajo de grado UIS. 2011

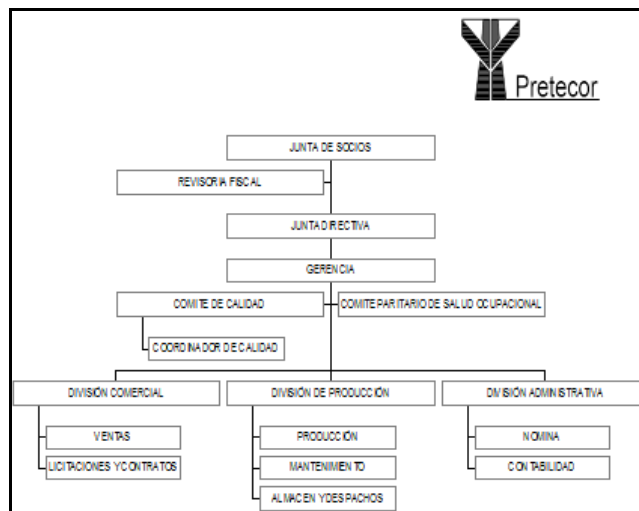
Ilustración 3 Poste de Poliéster reforzado con fibra de vidrio.



Fuente. Liviano y fácil de manipular (3). [online]. Pretecor Ltda. 2009. [Abril 20 de 2015]. Disponible en internet: < <http://pretecor.com/multimedia-8-16/postes-fibra-de-vidrio.htm>>.

## ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Ilustración 4 Organigrama Pretecor.com



Fuente: Manual de Calidad Pretecor Ltda.

## **2.2 PROCESOS DESARROLLADOS EN LA EMPRESA**

Pretecor Ltda., ha desarrollado una serie de procesos que le permiten mantenerse fieles a sus políticas de calidad; todos y cada uno de estos procesos son supervisados de manera constante por el departamento de control de calidad, lo cual garantiza que a lo largo del proceso de fabricación se mantengan altos estándares. Estos procesos son desarrollados por personal altamente capacitado y especializado en dichas áreas.

El proceso se determina teniendo en cuenta la siguiente estructura:

- Diseño.
- Materias primas.
- Refuerzo de acero.
- Mezcla de concreto.
- Curado acelerado.
- Transporte.

### **2.2.1 Curado acelerado.**

Ilustración 5 Caldera para la producción de vapor



Fuente: Autor de la monografía.

Al concreto fundido en la formaleta, se le aplica vapor a 90 °C, para que por medio de intercambio de calor fragüe rápidamente.

Este método permite en forma rápida y eficaz, obtención de alta resistencia del concreto a las pocas horas de fundido, ofreciendo elevados rendimientos en la fabricación de postes, característica que redundará en beneficios económicos para los clientes.

Los postes de concreto en sus diferentes longitudes y cargas, obtenidos por este proceso son de excelente calidad, alcanzando resistencias del concreto hasta de 7000 psi.

### **3. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1 GENERALIDADES DE CALDERAS.**

Las calderas se pueden clasificar según la disposición del fluido, sea por dentro de la tubería o alrededor de los tubos.

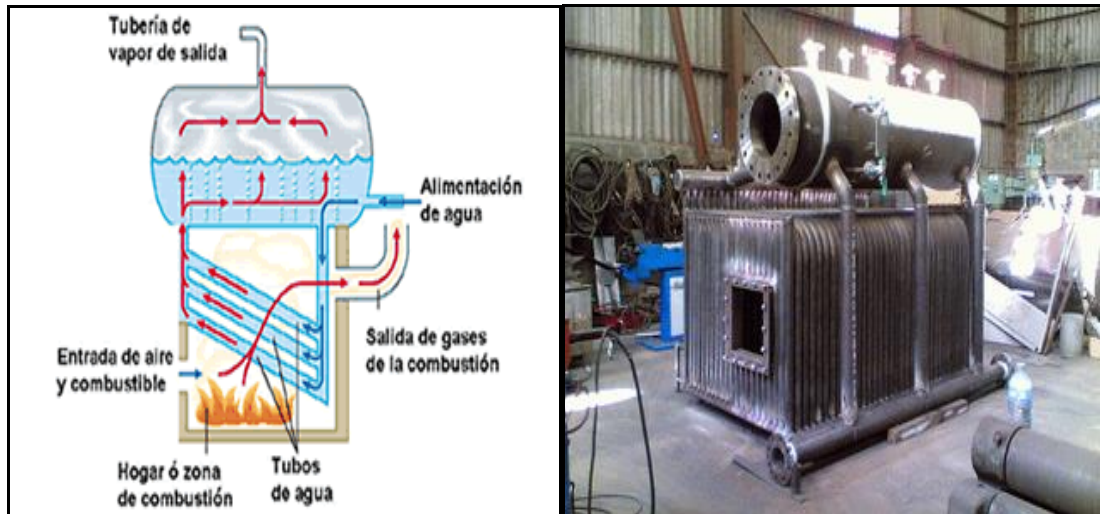
**3.1.1. Calderas acuotubulares.** Son aquellas calderas en las que el fluido de trabajo se desplaza por el interior de los tubos durante su calentamiento y los gases de combustión circulan por el exterior de los mismos. Su aplicación es cuando se requiere una presión de trabajo por encima de los 22 bares. Por su diseño constructivo, lógicamente tienen un bajo volumen de agua. En el caso de calderas para vapor la calidad es muy baja, éstas están por el rango de 85%, es decir que el 15% es agua en estado líquido. Si el proceso requiere un porcentaje bajo de esta agua líquida, se recomienda añadir al sistema subconjuntos como son recalentadores o sobrecalentadores.

Para estos sistemas la exigencia de la calidad del agua de alimentación suele ser superior a los demás tipos.\*

---

\* USEDA Martínez Juan, Guía básica para calderas industriales eficientes, Madrid 2012 P.71-95.

Ilustración 6 Caldera Acuotubular



Fuente. hospital\_009 . [online]. inpsasel. 2009. [Abril 20 de 2015]. Disponible en internet: < [http://www.inpsasel.gob.ve/moo\\_news/Prensa\\_299.html](http://www.inpsasel.gob.ve/moo_news/Prensa_299.html)>.

**3.1.2. Calderas pirotubulares.** Son aquellas calderas en la que los gases generados por la combustión circulan por el interior de los tubos y el líquido se encuentra en un recipiente que contiene el haz de tubos a través de su longitud. La aplicación de este tipo de calderas es para presiones inferiores a 22 bares. Por su diseño éstas manejan un gran volumen de agua.

El vapor generado por estas calderas tiene una calidad cercana al 100%, con un sistema bien montado y funcionando en óptimas condiciones se presentaría un máximo del 3% de presencia de agua líquida por unidad de masa.

La exigencia de la calidad del agua para estas calderas es menor a las requeridas por el sistema acuotubular.

Las calderas pirotubulares tienen una clasificación que depende de la disposición del haz de tubos:

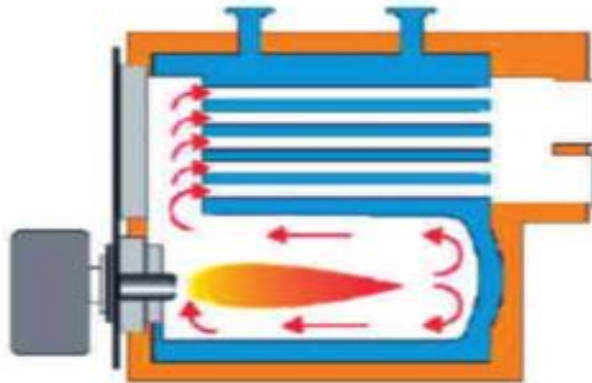
- *Calderas horizontales:* el haz de tubos está dispuesto de la parte delantera a la parte trasera de la caldera, en posición horizontal.

- *Calderas verticales:* el haz de tubos está dispuesto de la parte inferior a la parte superior de la caldera, en posición vertical.

Otra clasificación de las calderas pirotubulares es en función del número de haces tubulares.

- *Calderas de dos pasos de gases:* estas tienen dos vías autónomas de paso de circulación de humos de combustión. Los humos tienen una primera etapa de circulación, esta tiene lugar en el hogar o cámara de combustión. Esta cámara se encuentra rodeada de agua, la segunda etapa ocurre en la parte superior de la caldera donde los gases circulan desde la parte delantera hacia la parte posterior entre el haz de tubos.\*

Ilustración 7 Detalle de la caldera de dos pasos de gases.



Fuente: Guía Básica de calderas industriales eficientes P. 74

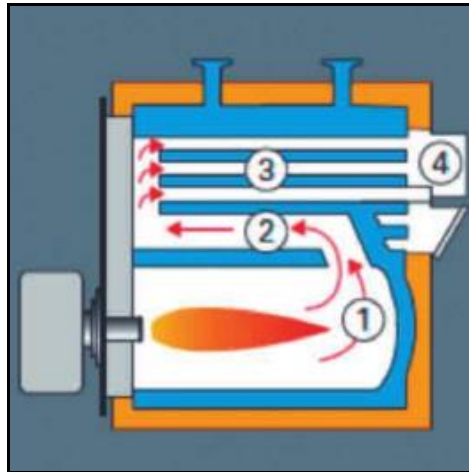
- *Caldera de 3 pasos de gases:* como su nombre lo indica posee 3 pasos de humos a través de toda la caldera en el sistema de intercambio de calor con el agua. Posee el sistema de circulación de humos en la cámara de combustión rodeada por un banco de agua.

---

\* USEDA Martínez Juan, Guía básica para calderas industriales eficientes, Madrid 2012 P.71-95.

A diferencia de la que tiene 2 pasos, esta posee una distribución de tubos en el intermedio del trayecto de los humos antes de ingresar al cuerpo principal del sistema pirotubular ubicado en la parte superior.

Ilustración 8 Detalle de caldera de triple paso de humos



Fuente: Guía Básica de calderas industriales eficientes P. 76

Otra clasificación de las calderas es por su tecnología. Son equipos que aplicando un combustible gaseoso, líquido o sólido mediante un quemador especialmente diseñado para cada combustible logran calentar el agua hasta 95°C para calderas de agua caliente, por encima de 100°C para calderas de agua sobrecalentada, calientan agua y producen su cambio de estado de fase líquida a fase gaseosa las calderas de vapor, o calientan un flujo caloportador diferente al agua para calderas de flujo térmico.

La caldera usada en Pretecor es una caldera que posee un sistema mixto acuotubular y pirotubular, ésta es una caldera para generar vapor.

**3.1.3. Selección del tipo de caldera.** Los parámetros principales que se han de tener en cuenta a la hora de seleccionar el tipo de caldera son:

- *Potencia útil*, para las calderas de agua caliente, agua sobrecalentada y flujo térmico, según el requerimiento térmico de la instalación que van a alimentar.

- *Producción de vapor*, para las calderas de vapor, según el consumo de vapor necesario en el proceso.
- *Presión de trabajo en continuo*, para todos los tipos, de acuerdo con la presión necesaria en el consumidor más alejado del centro de producción.
- *Temperatura de trabajo en continuo*, según el requerimiento constante de la instalación.

### **3.2 COMBUSTIBLES.**

Combustible es cualquier material capaz de liberar energía en forma de calor cuando reacciona con el oxígeno.

Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una fórmula utilizable (por ser una reacción química, se conoce como energía química). En general, se trata de sustancias susceptibles de quemarse.

**3.1.1. Clasificación.** De acuerdo con su estado de agregación, los combustibles se clasifican en:

- *Combustibles sólidos*: son aquellas sustancias en las que sus moléculas presentan una gran cohesión entre sí, ya que las fuerzas de atracción son superiores a las que originan los movimientos moleculares. Su característica fundamental es que mantienen una forma y volumen definidos.
- *Combustibles líquidos*: son aquellas sustancias en las que las fuerzas resultantes de los movimientos moleculares son lo suficientemente elevadas frente a las fuerzas de atracción para permitir el movimiento de las moléculas entre sí, permitiéndole fluir y adoptarse a la forma del recipiente que la contiene. Su característica fundamental es que no poseen una forma definida, aunque mantienen un volumen determinado.\*
- *Combustibles gaseosos*: son aquellas sustancias en las que las fuerzas resultantes de los movimientos moleculares son superiores a las fuerzas de atracción entre moléculas de los gases. Si no se contiene en un espacio cerrado,

---

\* DOMINGUEZ José M., Guía básica para calderas industriales eficientes, Madrid 2012 P.27-41.

se difunden en la atmósfera. Su característica fundamental es que tienen forma y volumen variables y ejercen presión sobre las paredes del recipiente que las contiene. Al contrario de los sólidos y los líquidos, los gases son comprensibles, por lo que siempre que se indique un volumen deberá precisarse la presión y la temperatura a las que se ha medido.

**3.1.2. Propiedades Generales de los Combustibles.** El poder calorífico es la cantidad de energía (Calor) desprendida por una unidad de combustibles en su combustión completa para unas condiciones determinadas de presión y temperatura de los productos que reaccionan y de los productos resultantes.

Para los combustibles cuyos productos de la combustión (gases quemados) contienen vapor de agua, se debe diferenciar si la cantidad de energía medida incluye la energía correspondiente al calor de vaporización de ese vapor. Efectivamente, si los gases quemados se evacúan directamente a la atmósfera sin actuar sobre ellos, la energía incorporada a la entalpía de vapor de agua en forma de calor latente de vaporización no se aprovecha, pero estos gases quemados se enfrían, se puede aprovechar el calor sensible de los gases, pero lo que es más importante, si se disminuye la temperatura por debajo de la temperatura de punto de rocío del vapor de agua, éste se condensa, cediendo (exotérmico) el correspondiente calor de condensación y obteniendo una energía adicional que puede representar hasta un 11% de total de energía en el caso del gas natural. Por ello, se definen dos tipos de poder calorífico según la temperatura final de los gases quemados:

Poder Calorífico superior (Hs): es la cantidad de energía desprendida por unidad de combustible enfriando los gases quemados hasta 0°C a presión atmosférica. En estas condiciones, el vapor de agua se ha condensado, cediendo su calor latente de vaporización (en este caso de condensación).

Poder Calorífico (Hi): es la cantidad de energía desprendida por una unidad de combustible enfriando los gases quemados hasta 0°C a presión atmosférica, pero sin considerar el calor latente de condensación del calor de agua producido.

*Composición de los Combustibles.* La composición de un combustible es fundamental para poder determinar los parámetros característicos de su combustión y prever la posible emisión de productos nocivos o contaminantes.

De modo mayoritario, contienen carbono (C) e hidrogeno (H), sea en forma libre o combinada en forma de hidrocarburos. Son los componentes principales para la obtención de energía térmica.

Azufre (S), bien en forma libre o combinada. Debido a que en su combustión se producen compuestos de efecto perjudicial para el medio ambiente, la tendencia es a exigir cada vez más la reducción de su presencia, aunque en ciertos combustibles esto representa una gran dificultad.

Oxigeno (O), bien combinado con el carbono y el hidrogeno o bien presente en estado libre en el combustible (caso de las mezclas aire-propano, por ejemplo).

Inertes como son; la humedad, las cenizas, el CO<sub>2</sub> y el nitrógeno.

De acuerdo con la composición química se puede determinar el poder calorífico del mismo a partir de los calores de formación de sus componentes y las reacciones de combustión que tiene lugar.

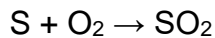
Peso Específico y Densidad. El Peso específico de un combustible se define como el peso de una unidad de volumen del mismo en condiciones normalizadas de temperatura y presión. Para combustibles líquidos se considera una temperatura de referencia de 15 °C y para combustibles gaseosos es de 0 °C, a presión atmosférica.

En combustibles sólidos y líquidos, la unidad de volumen es el litro (kg/litro) y en combustibles sólidos el metro cúbico en condiciones normales (kg/Nm<sup>3</sup>).

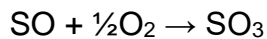
La Densidad de un combustible se define como la relación entre el peso específico del combustible y el de una sustancia de referencia. Esta unidad es adimensional. En el caso de combustibles líquidos y sólidos la sustancia de referencia es el agua y en el caso de combustibles gaseosos esta referencia es el aire.

Contenido de Azufre. Es preciso conocer el contenido de azufre en el combustible para valorar la cantidad de SO<sub>2</sub> que aparecerá en los productos de la combustión, que, tras su hidrolización, es el responsable de la denominada lluvia ácida.

En la combustión, el azufre reacciona según:



Ya en la atmósfera, el SO<sub>2</sub> se hidroliza en dos fases, produciendo ácido sulfúrico:



Además de la reducción en el contenido de azufre, una forma de reducir la formación de SO<sub>3</sub> es controlar el exceso de aire, de modo que se minimice la cantidad de oxígeno libre en los productos de la combustión. El gas natural, así como los gases licuados del petróleo (propano y butano), se encuentran exentos de azufre en su composición.\*

#### **4. MARCO TEÓRICO LEGAL DE CALDERAS EN COLOMBIA.**

##### **4.1 NORMA NTC 3649 CALDERAS CONTROLES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA LAS CALDERAS DE CONTROL DE COMBUSTIÓN AUTOMÁTICA.**

Un análisis de los accidentes en calderas arrojó que las principales causas eran la falta de controles y dispositivos de seguridad, el poco conocimiento técnico sobre

---

\* DOMINGUEZ José M., Guía básica para calderas industriales eficientes, Madrid 2012 P.27-41.

la caldera, por parte de los operarios y la falta de un mantenimiento adecuado, no solo en la caldera sino que también en los dispositivos de control que tiene.

La norma tiene alcance en los requisitos de montaje, mantenimiento y operación de los controles y dispositivos de seguridad instalados en calderas de operación automática.

Esta norma no aplica para consumo de combustible mayor o igual a los 12 500 000 Btuh o en los calentadores de agua.

Las instalaciones se deben realizar de tal modo que permita el acceso para realizar actividades de mantenimiento o reparación: como limpieza, ajuste, lubricación o remplazo de piezas. Se debe disponer de las mirillas necesarias para la inspección visual del piloto y quemador principal del hogar de la caldera. Se debe disponer de los elementos de protección necesarios para el personal y el equipo de control contra accidentes y/o daños.

Todo componente a instalar debe estar certificado por un organismo de certificación reconocido. Se debe verificar el funcionamiento de la instalación de acuerdo a lo establecido en la norma y en condiciones de operación lo más cercanas a las entregadas por el fabricante. Se debe tener un manual de instrucciones para el montaje operación y labores de mantenimiento, detallando los ensayos que deben realizarse para la puesta en funcionamiento.

#### **4.2 NORMA NTC-ISO 5667-7 GESTIÓN AMBIENTAL, CALIDAD DE AGUA, MUESTREO, GUÍA PARA EL MUESTREO DE AGUA Y VAPOR EN CALDERAS.**

Esta norma presenta los procedimientos y los equipos para muestreo de agua y vapor en calderas, incluyendo ejemplos de aparatos de muestreo, que sirvan para análisis químicos representativos del principal cuerpo de agua o vapor del cual hayan sido tomados.

Los procedimientos para muestreo de agua se aplican a:

- Agua cruda.

- Agua de reposición.
- Agua para alimentar calderas.
- Condensado.
- Agua de caldera.
- Agua de enfriamiento.

Los procedimientos para muestreo de vapor cubren tanto el vapor saturado como el sobrecalentado.

Esta norma no se aplica al muestreo de agua y vapor en plantas nucleares.

## **5. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.**

Se recopiló toda la información correspondiente a la caldera:

- La empresa cuenta con un registro fotográfico de las partes del equipo y de los mantenimientos de nivel mayor, este registro esta archivado en el computador del jefe de mantenimiento.
- El equipo cuenta con plan de mantenimiento y hoja de vida, la ubicación de estos es el sistema de información Ecomant. (Ver en anexos).
- El equipo cuenta con ficha técnica en el cual se detalla los puntos de lubricación e inspección, ésta se encuentra en el sistema de información Ecomant (Ver en anexos).
- La empresa cuenta con un manual de operación y mantenimiento, el cual está impreso en idioma español y se encuentra ubicado en el archivador del jefe de mantenimiento.
- La empresa cuenta con un listado general de proveedores, el cual se encuentra en el sistema de información Ofimática, está en un servidor en internet, la alimentación de esta información está a cargo del jefe de compras. (Ver en anexos).
- El departamento de mantenimiento cuenta con un listado general de herramientas. (Ver en anexos).

- La empresa cuenta con resultados de los exámenes de control de emisiones, examen isocinético. (Ver en anexos).

## **6. DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR.**

El objetivo de este diagnóstico es analizar cómo está la gestión alrededor de todo el sistema de generación de vapor, equipo, operación, mantenimiento, seguridad industrial y medio ambiente.

### **6.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN.**

Los criterios de evaluación estarán enfocados en los aspectos importantes mencionados anteriormente:

**6.1.1. Equipo.** El equipo debe cumplir las necesidades de la planta de producción, también se tendrá en consideración las instalaciones donde se encuentra la caldera como parte del equipo.

- Diseño del equipo, se analizará si éste es el más adecuado para las necesidades de operación.
- Partes y componentes, esta caldera trabaja con un sistema automático, se analizará si cumple con los requerimientos de la norma NTC 3649 para el funcionamiento de forma automática. También se analizará el sistema de acceso del combustible al hogar.
- Eficiencia del equipo, éste es uno de los aspectos más importantes ya que se ve reflejado en las finanzas de la empresa.
- Condiciones del equipo teniendo en cuenta el tipo, sea pirotubular o acuotubular.
- Accesos para actividades de mantenimiento y manipulación del equipo.
- Ubicación de cada uno de los componentes en el recinto de la caldera.
- 5S en el recinto desde el punto de vista de integridad del equipo, ya que más adelante en el ámbito de seguridad industrial también será importante tenerlo en cuenta.
- Sistema de mitigación de impacto al medio ambiente.

- Accesos a puntos de tomas de muestreo para el control y cumplimiento de normas.

### **6.1.2. Operación.**

- Nivel de conocimiento técnico de la caldera por parte de los operarios encargados, supervisores, líderes de producción y personal de apoyo.
- Herramientas necesarias para su operación.
- Conocimiento de 5S para limpieza y organización del lugar de trabajo.

### **6.1.3. Mantenimiento.**

- Planeación estratégica del mantenimiento, planes de mantenimiento y programación del mantenimiento.
- Ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Análisis del mantenimiento; identificar herramientas que faciliten la evaluación técnica de las actividades de mantenimiento, las cuales permiten tomar decisiones y establecer metas medibles.
- Sistema de información, base de datos donde se encuentra toda la información correspondiente a los equipos, principalmente la caldera.
- Lubricación efectiva.
- Presencia de manuales y catálogos técnicos.
- Disposición del equipo, conducto regular para la intervención oportuna del equipo, alternativas de apoyo y producción de vapor para que el impacto en la producción no sea grande.
- Herramientas de trabajo, estado físico, inventario, ubicación.
- Abastecimiento y almacén, nivel de compras imprevistas, procedimiento de solicitud de repuestos, contacto con proveedores, estrategias de disminución de tiempos y costos.
- Informes técnicos de actividades de mantenimiento

- Programas de orden y aseo, este punto tiene responsabilidad conjunta de mantenimiento y producción ya que la idea es que se trabaja con los lineamientos de 5S.
- Análisis de mantenimiento, metodologías para medir, controlar, analizar y mejorar la gestión.
- Metodología para el análisis de fallas.
- Conocimiento técnico por parte del personal de mantenimiento.

#### **6.1.4. Seguridad industrial y medio ambiente.**

- Cumplimiento de normas y lineamientos exigidos por parte del ente regulador en cuanto a emisiones y vertimientos.
- Elementos de protección personal para operarios de producción y mantenimiento.
- Esquemas de seguridad en caso de emergencias.
- Señalización de riesgos, zonas de trabajo y piezas de control.

#### **6.2. EVALUACIÓN DEL EQUIPO.**

El equipo fue adquirido en la empresa Pretecor Ltda. en el 1997 suministrado por la empresa termovapor, este equipo ya era de segunda mano, presentando un alto nivel de incrustación. No se tuvo en cuenta la eficiencia de la caldera ni la necesidad de la calidad del vapor requerida para el curado de los postes, solamente se cambió el equipo por uno de mayor capacidad para la entrega del vapor, anteriormente la empresa contaba con una caldera de 60 BHP que alimentaba vapor solamente a la línea de producción No.1, actualmente la empresa cuenta con 4 líneas de producción.

Ilustración 9 Caldera de sistema mixto Pretector Ltda.

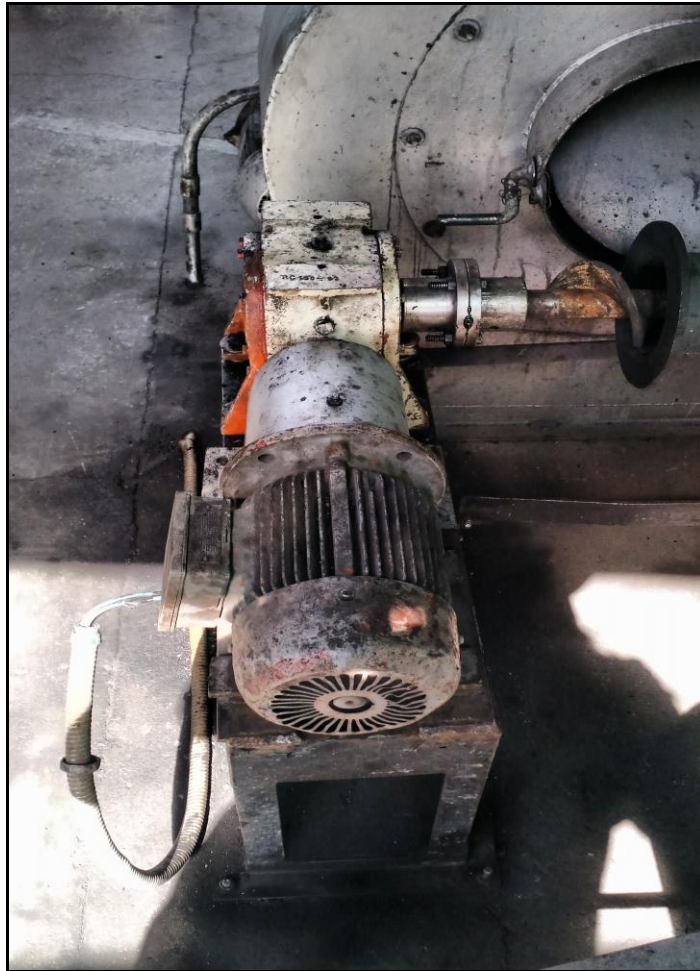


Fuente: Autor de la monografía.

El equipo no se encuentra debidamente pintado, se encuentra con puntos de óxido, los elementos de seguridad no se encuentran distinguidos con un color diferente.

El sistema de alimentación de carbón es por medio de tornillo sinfín el cual tiene un acople directo y rígido está conectado a la caja reductora, esto no es deseado ya que el tornillo sin-fin no posee puntos de apoyo diferente al acople y por esta razón este necesita ecualizar para no transmitir una carga directa al eje de la caja reductora, en consecuencia se presentan muchas averías en el sistema de acople.

Ilustración 10 Sistema de alimentación de carbón.



Fuente: Autor de la monografía.

Las partes de la caja reductora no son fáciles de conseguir, solamente se tiene un proveedor, Termovapor y su tiempo de entrega es demasiado largo, lo cual genera la necesidad de tener un inventario de piezas durante un tiempo largo.

El espacio entre la chimenea, el ciclón y la caldera es demasiado pequeño para las actividades de mantenimiento y operación. No posee aislante en zonas diferentes alrededor del hogar y el sistema pirotubular, éste ya se encuentra en mal estado ya que anteriormente se ha presentado fuga de agua el cual daña las propiedades del aislante.

Ilustración 11 Chimenea y ciclón

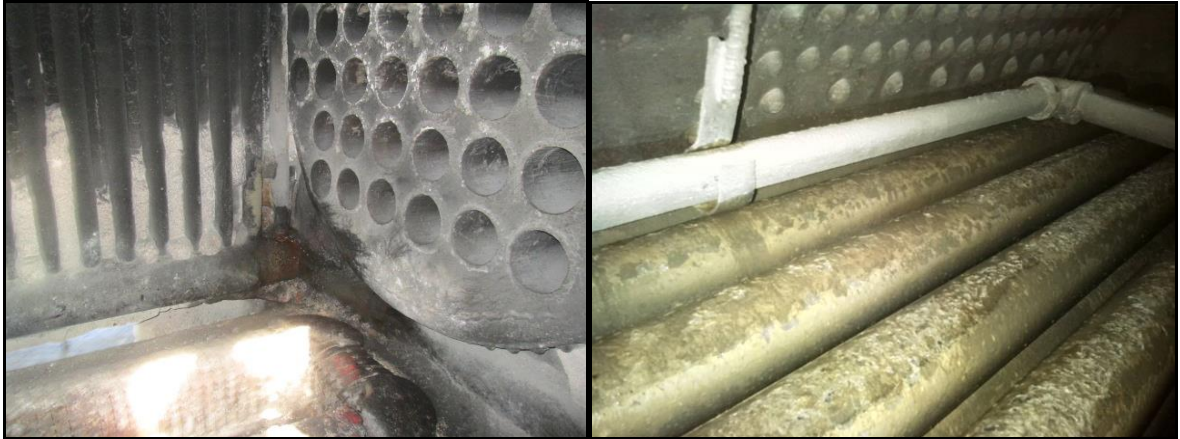


Fuente: Autor de la monografía.

El sistema de alimentación de carbón en parte se tiene que hacer de forma manual y el operario tiene que desplazarse y elevar una carga pesada para poder alimentar la tolva.

El sistema mixto de acuotubular y pirotubular no es el adecuado, por diseño ambos sistemas deben de trabajar a presiones diferentes, el sistema acuotubular está trabajando a una presión muy baja el cual genera un vapor con una calidad muy baja.

Ilustración 12. Sistema acuotubular y sistema pirotubular.



Fuente: Autor de la monografía.

El sistema de purga de agua está mal diseñado, ya que la ubicación del punto de acceso al tubo madre donde cae el material como la sílice y demás minerales que no se han incrustado en los tubos de la parte acuotubular, se encuentra en todo el centro de la sección transversal. Este punto no debería permitir acumulación de este material después de realizar la purga, ya que una de las funciones de esta es evacuar este material.

Ilustración 13 Tubo madre de sistema de purga.



Fuente: Autor de la monografía.

El sistema no posee ningún subsistema complementario que aumente la eficiencia del mismo, como son los precalentadores de agua y aire.

El sistema de dosificación del químico para control de la dureza del agua se hace por medio de una bomba de diafragma controlada por un temporizador, no se tiene en cuenta la cantidad de agua que está entrando a la caldera.

Con respecto a las instalaciones, el almacenamiento de carbón no tiene ningún tipo de protección para evitar que le caiga agua de lluvia, lo cual genera pérdidas ya que esa agua tendrá que ser evaporada en la combustión.

El lugar de ubicación del operario también está muy cerca del hogar de la caldera lo cual generaría una exposición muy prolongada al calor.

Ilustración 14 Puesto de trabajo del operario de la caldera.



Fuente: Autor de la monografía.

El sistema de control y el eléctrico de la caldera están en mala posición ya que están en contacto con el hogar de la caldera, en el cual se presentarían fallas por la exposición prolongada a altas temperaturas.

La caldera posee válvula de seguridad, no se detectan fugas de ninguna clase. La presión de trabajo de la caldera es controlada por el presostato y el nivel del agua por el mcdonald.

Ilustración 15 Válvula de seguridad.



Fuente: Autor de la monografía.

La automatización, esta simplemente tiene un temporizador que controla los tiempos de ingreso del carbón controlado por un PLC.

### **6.3. EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL EQUIPO.**

Se realizó una evaluación de conocimiento sobre la caldera, combustión, control de vertimientos, emisiones y seguridad industrial alrededor de la generación del vapor. Los resultados fueron los siguientes:

- Los líderes como: son el jefe de mantenimiento, el ingeniero de producción y el ingeniero auxiliar de planta saben un 80% de los temas preguntados en la evaluación. Se detectó una falencia por parte del jefe de mantenimiento en saber para que se está generando el vapor, esto es normal, ya que en muchas empresas que no tienen un sistema integrado de gestión cada departamento solo se preocupa por cumplir con sus obligaciones sin importar si se está operando bien el equipo o este sufre las necesidades de producción. En cuanto a los líderes de producción se encuentran falencias en conocimiento de los controles ambientales de la caldera.
- Esta misma evaluación se le realizó a los supervisores de planta, los cuales son los encargados de capacitar al personal que va a realizar la operación del

equipo. Ésta arrojó un resultado muy preocupante ya que el nivel de conocimiento sobre el proceso de generación del vapor es muy bajo, cerca del 30% de las preguntas fueron contestadas correctamente.

- Con respecto a los operarios de producción, el resultado fue el esperado ya que la capacitación sobre conocimientos para operación, manejo y cuidado en la zona de generación de vapor es muy baja, solo tienen el 18% de conocimiento sobre este proceso.
- No se tiene conocimiento por parte de los operarios del manual de operación de la caldera y éste no es utilizado para la capacitación del personal.
- Los operarios tienen costumbres no recomendadas por los fabricantes de la caldera. Cuando la presión de trabajo es baja ellos abren la compuerta del hogar e introducen directamente con una pala carbón a la cámara de combustión, esto no es deseado, primero porque las emisiones al realizar esta actividad son muy altas y segundo es un riesgo muy grande para los operarios ya que están expuestos a llamas de más de 400 °C.
- Humectar con agua el carbón lo consideran un bien para la empresa ya que para ellos este se quemara lento y durara más, aportando a economizar combustible a la empresa.
- El mal cuidado de los elementos de protección personal es algo que también se ve reflejado.
- No tienen conocimiento sobre 5S, todo está desordenado, sucio y tienen cosas en el lugar que no son deseadas.

#### **6.4. EVALUACIÓN DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.**

En esta evaluación se tuvo en cuenta los requerimientos de vertimientos y emisiones los cuales son regulados por las entidades encargadas. Con respecto a la seguridad todos los lineamientos de las normas NTC expuestas anteriormente.

- Seguridad contra la radiación para actividades de manipulación de cenizas y abertura del hogar, en este punto la evaluación da como resultado que el operario de la caldera tiene una protección parcial de su cuerpo a la exposición del

calor. Para todo lo que es la cara y la cabeza se tiene la careta de protección la cual cumple con las exigencias de las aseguradoras de riesgos laborales pero, para el resto del cuerpo la protección es muy deficiente ya que se tiene un pechero, manga y guantes en el material utilizado para trabajos de soldadura los cuales no son los adecuados para la manipulación del hogar.

Ilustración 16 EPP para trabajos en caldera.



Fuente: Autor de la monografía.

- No se tiene ningún tipo de señal de las partes peligrosas y los posibles riesgos en la habitación.

Ilustración 17 Señalizaciones en zona de calderas.



Fuente: Autor de la monografía.

- No hay demarcación en el suelo de zonas de trabajo.
- Los elementos de seguridad como válvulas y llaves de cierre no están debidamente señalizadas.
- No se tiene planes de contingencia en caso de emergencia en la caldera.
- Al no usar las 5S hay fallas ocultas y peligros potenciales los cuales no podrán ser tenidos en cuenta por los operarios.
- La planta cuenta con punto de encuentro y señalizaciones en el resto de la planta, para evacuación en caso de una emergencia.
- La empresa cuenta con un control en el vertimiento de la caldera, se verifica que el agua de la purga salga con un pH neutro para que no afecte el agua de la quebrada que está en la empresa.
- Con respecto al humo la empresa cuenta con la certificación más alta por parte de la CDMB la cual realizo un examen isocinético y certifico por 3 años el uso de la caldera.

Ilustración 18 Examen isocinético de la caldera.



Fuente: Autor de la Monografía.

- El uso de una sustancia química para evitar daño en la caldera, previniendo la presencia de incrustaciones y oxidación, se necesita un control en el lugar de la caldera, éste se lleva tomando muestras mensuales en las cuales se miran todas las propiedades que debe cumplir el agua para ingreso a caldera.

#### **6.5. Evaluación del mantenimiento de la caldera.**

Ilustración 19 Mantenimiento al hogar de la caldera.



Fuente: Autor de la Monografía.

Se debe cumplir unas condiciones mínimas de mantenimiento para garantizar la integridad del equipo, de las personas que laboran cerca de la caldera y cuidar el medio ambiente.

- A nivel estratégico la empresa cuenta con un plan de mantenimiento adecuado, especificando las actividades de control e inspecciones.
- A nivel de ejecución es donde se presentan las fallas, el listado de las actividades de mantenimiento tiene algunas inspecciones las cuales no se realizan y se está trabajando la caldera en su mayoría a mantenimientos correctivos.
- La empresa es exigente con la aplicación diaria del químico en el agua, esto ha ayudado a que el daño de la caldera no sea a un nivel mayor.
- Por parte de los operarios no se realiza ninguna actividad de mantenimiento autónomo.
- La logística de abastecimiento es muy mala ya que se depende en su mayoría de un proveedor.
- No se lleva un control de la temperatura de los gases de la chimenea.
- La toma de muestreo del agua se realiza mensual, ésta debería ser semanal ya que es agua de pozo y está en cualquier momento puede dejar de cumplir los requerimientos.
- No se lleva un control o inspección de los elementos de los automatismos.
- No se realiza un chequeo semanal de apertura y cierre de todas las válvulas manuales para llevar un control de fugas.
- No se realizan las pruebas de funcionamiento de ninguno de los elementos de seguridad.
- Si se realiza el análisis de gases según las normas colombianas.
- El refractario se cambia ya cuando está en mal estado y siempre se presenta una demora en la adquisición por depender de un solo proveedor y éste tiende a incumplir los plazos de entrega.

- Anualmente se realiza un mantenimiento general, la fecha puede llegar a variar un poco ya que depende del nivel de trabajo en el que se encuentre la planta.
- En caso de falla se tiene un equipo de emergencia para suplir las necesidades de forma parcial y su operación es muy costosa.
- No se realiza limpieza del sistema de salida de humos.
- No se realiza pruebas hidrostáticas en frío.

## 6.6. EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Tabla 1. Diagnóstico.

### Diagnóstico

Criterio a Evaluar		Nota	Meta
<b>Equipo</b>			
1	Selección y Diseño de equipo	2	3
2	Estado de la pintura	1	3
3	Señalización de elementos de seguridad	1	3
4	Sistema de alimentación de combustible	1	3
5	Logística y abastecimiento de repuestos	1	3
6	Aislamiento de zonas calientes	1	3
7	Sistema de control de calidad del agua	2	3
8	Sistema de purga	1	3
9	Eficiencia del equipo	1	3
10	Presencia de sistemas de aumento de eficiencia	1	3
11	Espacio para realizar actividades de operación y mantenimiento	1	3
12	Sistema de control y eléctrico	1	3
13	Elementos de seguridad	2	3
<b>Operación del Equipo</b>			
1	Conocimiento por parte del personal de operación del equipo	1	3
2	Conocimiento por parte de los supervisores de la operación del equipo	1	3
3	Manejo del manual de operaciones	1	3
4	Cumplimiento de los lineamientos de operación	1	3
5	Cumplimiento de lineamientos de las 5S	1	3
6	Realizar actividades de mantenimiento autónomo	1	3
7	Programa de capacitaciones	1	3

### Seguridad y medio Ambiente

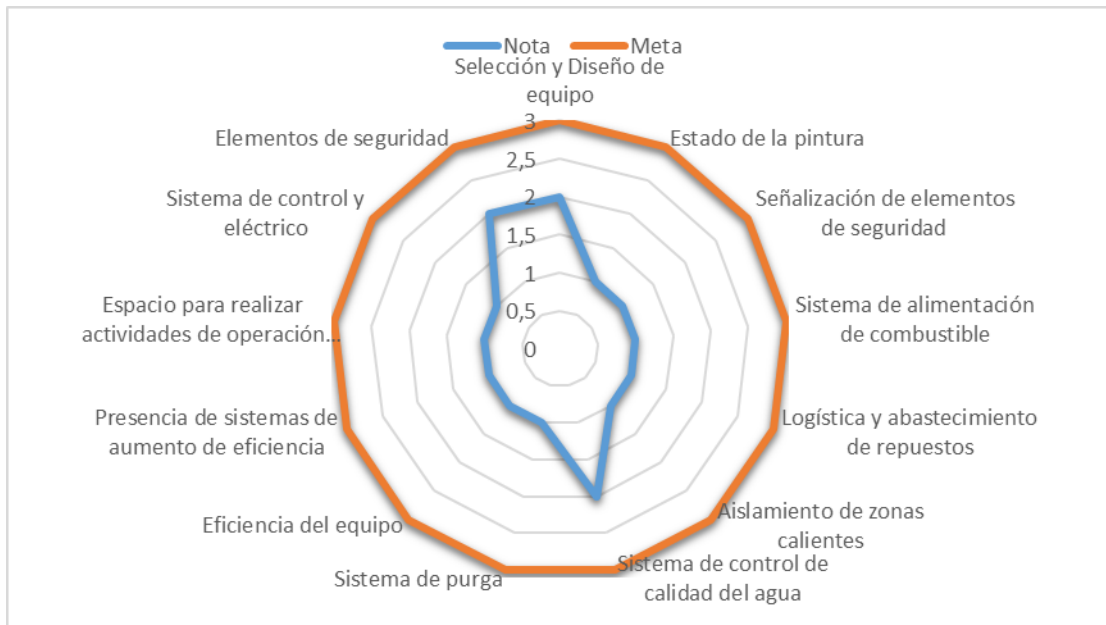
1	Elementos de protección personal para operación de caldera	2	3
2	Conocimiento de posibles riesgos	1	3
3	Procedimiento en caso de emergencia	2	3
4	Señalización de riesgos y elementos de seguridad	1	3
5	Señalización de zonas de trabajo	1	3
6	Control de vertimiento de agua al momento de purga	2	3
7	Control de emisiones	2	3
8	Control de la sustancia química usada para evitar incrustaciones en la caldera	2	3

### Mantenimiento

1	Plan de mantenimiento	3	3
2	Cronograma de mantenimiento	1	3
3	Ejecución del mantenimiento	1	3
4	Indicadores de gestión	1	3
5	Control de dureza del agua	2	3
6	Mantenimiento autónomo	1	3
7	Solicitud de repuestos	1	3
8	Control de temperatura de gases	1	3
9	Inspección y control de automatismos	1	3
10	Control de fugas	1	3
11	Cierre y apertura de válvulas para verificar funcionamiento	1	3
12	Prueba de funcionamiento de elementos de seguridad	1	3
13	Cumplimientos de análisis de gases	2	3
14	Cambio y reposición del elemento refractario	1	3
15	Pruebas hidrostáticas	1	3
16	Análisis de falla	1	3
17	Cambio y reprogramación de las actividades de mantenimiento	1	3

Fuente: Autor de la monografía.

Ilustración 20 Evaluación del equipo.



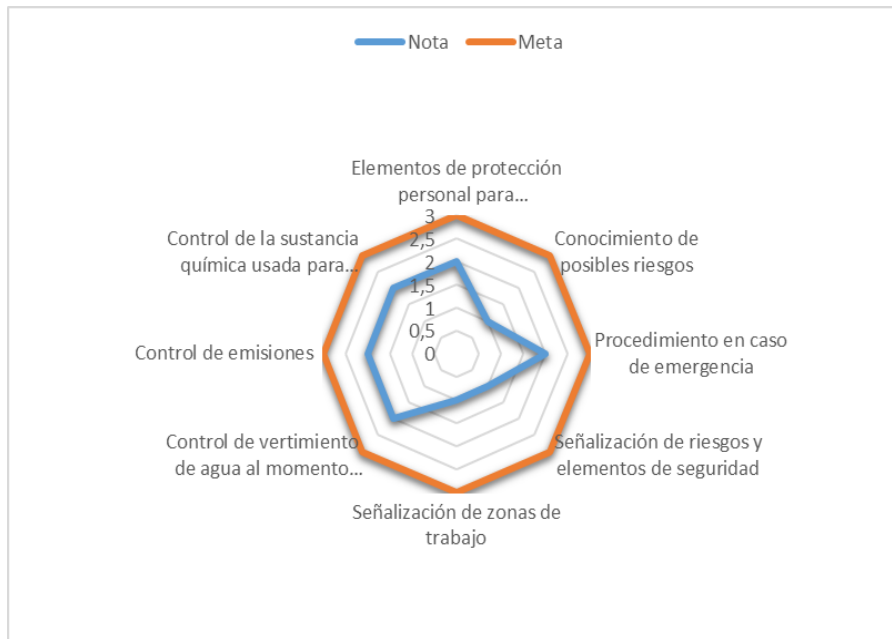
Fuente: Autor de la monografía.

Ilustración 21 Evaluación de la operación del equipo.



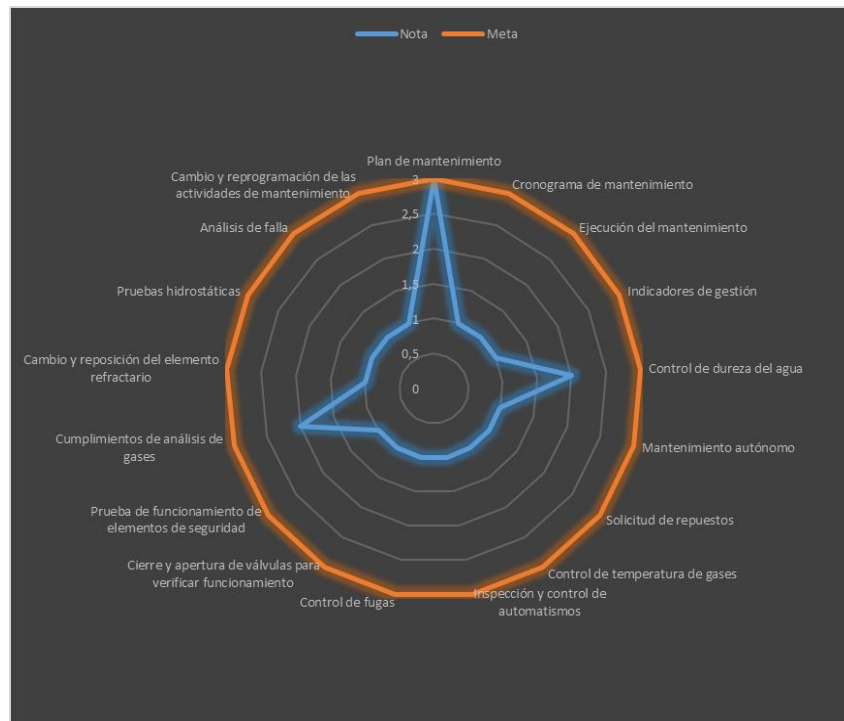
Fuente: Autor de la monografía.

Ilustración 22 Evaluación de seguridad y medio ambiente.



Fuente: Autor de la monografía.

Ilustración 23 Evaluación del mantenimiento.



Fuente: Autor de la monografía.

## **7. MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PROPUESTO A PRETECOR LTDA PARA LA GENERACIÓN DEL VAPOR.**

Lo que busca este proyecto es presentar a la gerencia un modelo de gestión el cual integre todos los aspectos analizados anteriormente, con el objetivo de tener un sistema eficiente, con una buena operación, buenas prácticas de mantenimiento, cumpliendo todas las normativas de seguridad, control de vertimientos y emisiones.

Ilustración 24 Caldera.



Fuente: Autor de la monografía.

### **7.1. ANÁLISIS DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA NUEVA PLANTA.**

En esta parte de la monografía se presentará un breve análisis de inversión para el nuevo sistema, comparado con el sistema actual, el cual tiene muchas falencias y cada vez representa más gastos para la empresa.

### 7.1.1. Cálculo de la eficiencia actual de la caldera.

Fórmulas a utilizar para los cálculos.

$$\eta = \frac{(m_{fw} - m_b) \cdot (h_w + 0,98\Delta H - h_{fw})}{m_{fl} \cdot H_f}$$

$$LF = 100 \frac{(m_{fw} - m_b)}{m_{fw \max}}$$

Donde:

$\eta$ : Eficiencia de la caldera.

$m_b$ : Rango Blow-down de la caldera (promedio).

$m_{fw}$ : Rango de agua de alimentación.

$H_f$ : Valor calorífico del combustible.

$m_{fl}$ : Consumo de combustible.

$m_{flw \max}$ : Rango de flujo máximo de agua de alimentación.

$LF$ : Factor de carga de la caldera.

$\Delta H$ : Calor latente del vapor.

$h_w$ : Entalpía específica del agua saturada.

$h_{fw}$ : Entalpía específica del agua de alimentación.

Tabla 2. Datos para cálculo de la eficiencia de la caldera.



## Datos para Cálculo de la Eficiencia de la Caldera.

Datos	Valor	Unidades
Presión de la Caldera	120	Psi
Temperatura del Agua de Alimentación a la Caldera	25	°C
Rango de Agua de Alimentación	1500	lb/h
Valor Calorífico del Combustible (Valor Bajo)	14247	BTU/lb
Consumo de Combustible	121,22	kg/h
Rango de Flujo Máximo de Agua de Alimentación	1580	lb/h

Fuente: Autor de la Monografía.

Tabla 3. Resultados de la eficiencia y factor de carga de la caldera.

### Resultados.

Eficiencia de la Caldera	44,46%
Factor de Carga de la Caldera	94,94%

Fuente: Autor de la Monografía.

## 7.2. CONDICIONES IDEALES PARA EL EQUIPO DE GENERACIÓN DE VAPOR.

Una caldera de vapor, de tipo pirotubular y teniendo como combustible el carbón puede llegar a tener las siguientes especificaciones si se cumplen las condiciones ideales de fabricación por parte de los fabricantes.

Tabla 4. Condiciones ideales.

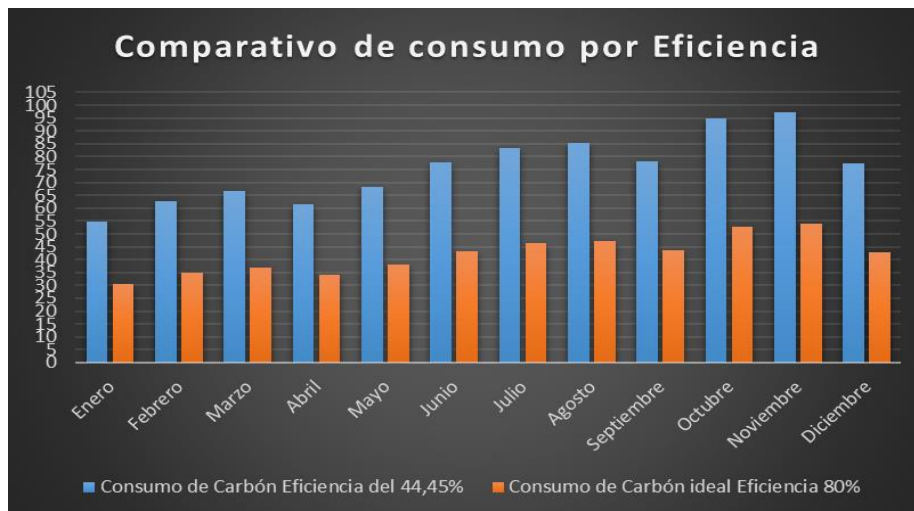
**Condiciones Ideales.**

<b>Eficiencia de la Caldera</b>	<b>80,00%</b>
<b>Rata de vapor entregado</b>	<b>1500 lb/h</b>
<b>Consumo de combustible</b>	<b>67 kg/h</b>

Fuente: Autor de la monografía.

**7.3. COMPARATIVA DE CONSUMOS DE LA EFICIENCIA REAL DE LA CALDERA VS EFICIENCIA IDEAL.**

Ilustración 25 Comparativo de consumo por eficiencia Año 2013.



Fuente: Autor de la monografía.

Tabla 5. Comparativo de consumos por eficiencia año 2013.

Mes	Consumo de carbón n=44,45%	Consumo de carbón ideal n=80%
Enero	54,66	30,37
Febrero	62,57	34,77
Marzo	66,71	37,07
Abril	61,38	34,10
Mayo	68,31	37,95
Junio	77,78	43,22
Julio	83,37	46,32
Agosto	85,13	47,30
Septiembre	78,29	43,50
Octubre	94,99	52,78
Noviembre	97,11	53,96
Diciembre	77,33	42,97
Total	907,63	504,30
Promedio	75,64	42,03

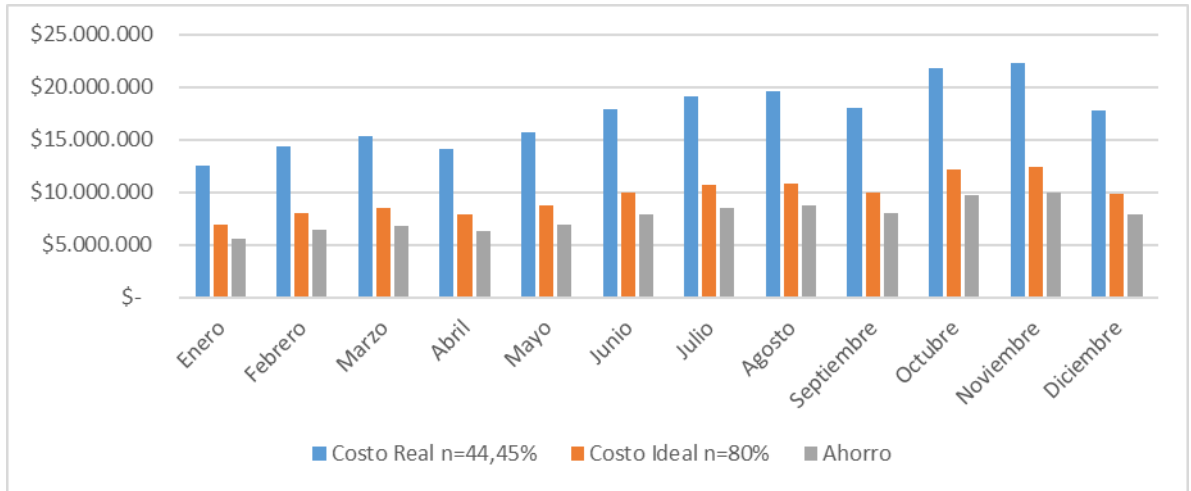
Fuente: Autor de la monografía.

Tabla 6. Ahorro en dinero del consumo de carbón.

Mes	Costo Real n=44,45%	Costo Ideal n=80%	Ahorro
Enero	\$ 12.571.800	\$ 6.985.206	\$ 5.586.594
Febrero	\$ 14.391.100	\$ 7.996.055	\$ 6.395.045
Marzo	\$ 15.343.300	\$ 8.525.121	\$ 6.818.179
Abril	\$ 14.117.400	\$ 7.843.980	\$ 6.273.420
Mayo	\$ 15.711.300	\$ 8.729.591	\$ 6.981.709
Junio	\$ 17.889.400	\$ 9.939.798	\$ 7.949.602
Julio	\$ 19.175.100	\$ 10.654.165	\$ 8.520.935
Agosto	\$ 19.579.900	\$ 10.879.082	\$ 8.700.818
Septiembre	\$ 18.006.700	\$ 10.004.973	\$ 8.001.727
Octubre	\$ 21.847.700	\$ 12.139.128	\$ 9.708.572
Noviembre	\$ 22.335.300	\$ 12.410.051	\$ 9.925.249
Diciembre	\$ 17.785.900	\$ 9.882.291	\$ 7.903.609
Total	\$ 208.754.900	\$ 115.989.441	\$ 92.765.459
Promedio	\$ 17.396.242	\$ 9.665.787	\$ 7.730.455

Fuente: Autor del proyecto.

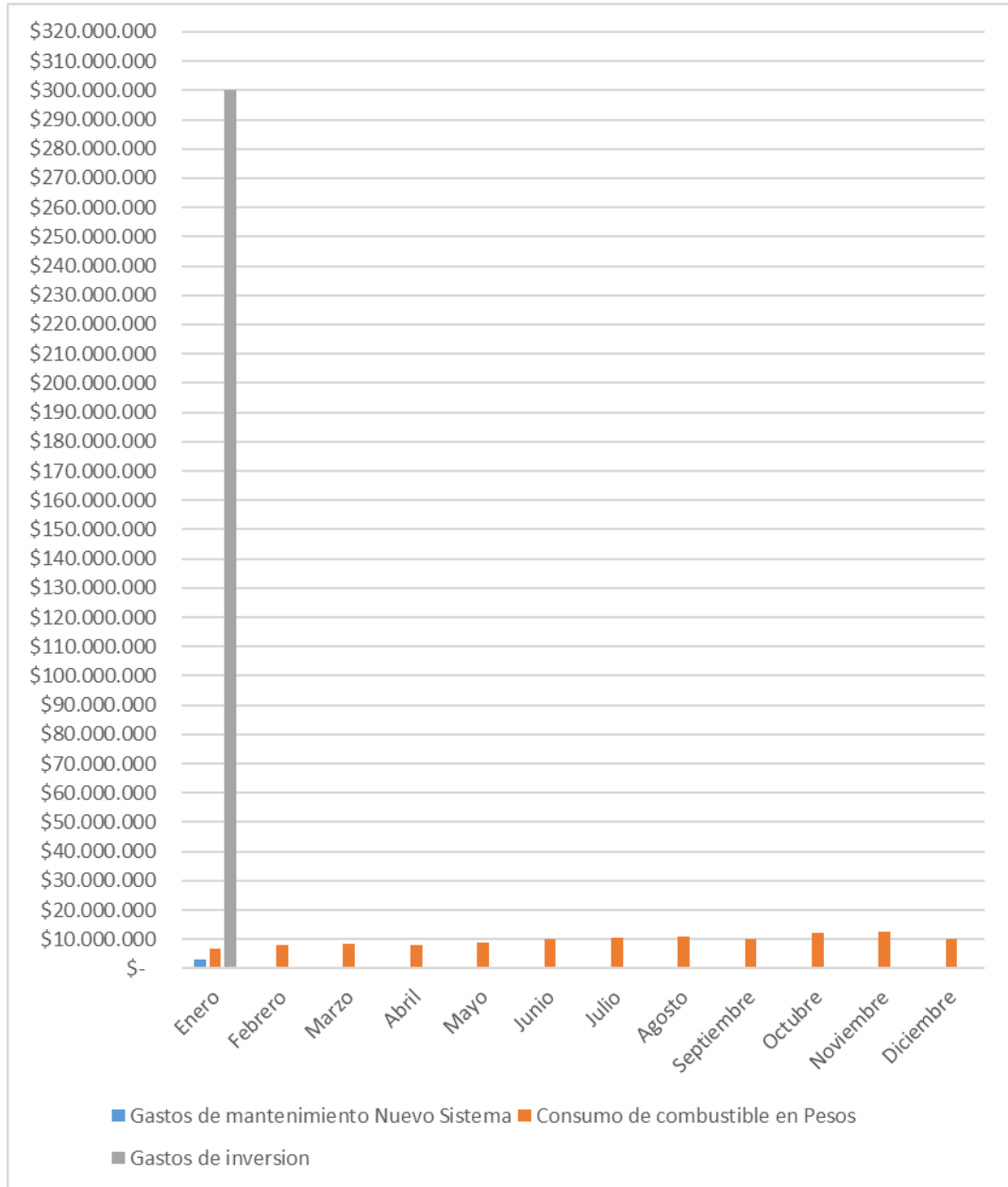
Ilustración 26 Ahorro, comparativo por eficiencias.



Fuente: Autor de la monografía.

En el 2014 la caldera presento una inversión de 15 millones de pesos para actividades de mantenimiento durante todo el año, la idea es que con la nueva caldera esta inversión sea mucho menor, se estaría pensando solo 8 millones de peso por año, para mantenimiento de la caldera y el suavizador catalítico, generando un ahorro de 7 millones de peso por año.

Ilustración 27 Gastos por mes.



Fuente: Autor de la monografía.

Cumpliendo los estándares de mantenimiento y verificando el estado de la inversión, esta se puede recuperar en un periodo no mayor a 3 años.

#### **7.4. CARACTERÍSTICAS QUE DEBE TENER LA CALDERA.**

- La eficiencia debe estar en el rango superior a 75%, esto para disminuir el alto consumo de combustible.
- Deberá tener una placa de características la cual contendrá, número de serial, modelo, rata de entrega de vapor nominal, presión de diseño, máxima presión de trabajo, prueba de presión hidrostática, fecha de la prueba, potencia de diseño y datos del fabricante. Esto con el objetivo de tener información a la mano en caso de necesitarla.
- Válvulas de seguridad, con el objetivo de proteger el cuerpo de la caldera de una sobrepresión y evitar una explosión, éstas deberán dar salida a una rata de vapor igual a la entregada por la potencia térmica de la caldera. Ésta no podrá estar calibrada a un valor superior al 110% de la presión de diseño de la caldera. El diámetro de la tubería de conexión a la caldera deberá ser como mínimo no inferior a 20mm para garantizar el fácil desalojo del vapor en caso de requerirse.
- Válvulas de interrupción para calderas, éstas son usadas para aislar la caldera y el resto de la planta. Normalmente estas válvulas están fabricadas de hierro fundido, acero y/o bronce, esta no es utilizada como controladora de flujo de vapor, deben abrirse o cerrarse completamente. Deberán estar identificadas con colores.
- Válvulas de retención, se instala en la tubería de alimentación de la caldera, esta contiene un resorte que mantiene el paso cerrado cuando no hay presión en la caldera aunque el tanque de alimentación tenga un nivel elevado previene que la caldera se inunde por la presión estática del agua almacenada.
- Válvula de purga de fondo, se debe tener como mínimo una de estas, y debe estar ubicada en un lugar donde se acumule los sedimentos generados en la caldera, el objetivo es desalojar el exceso de sedimentos dentro de la caldera y otro objetivo es tener un punto de toma de muestreo para llevar un control de la dureza del agua dentro de la caldera.

- Manómetros, accesorios de metrología para llevar un control de la presión en la caldera.
- Indicadores de nivel de agua, en el tanque de alimentación se puede utilizar un tubo Venturi calibrado y en la caldera se utiliza un McDonald.

#### **7.5. INSTALACIONES Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.**

Su construcción será de material que no realice combustión y el techo o cubierta no podrá ser de un material pesado.

La sala o habitación donde esté ubicada la caldera no podrá estar en una construcción que está destinada para realizar otra actividad laboral o para ser habitada. Esta sala tendrá la amplitud suficiente para permitir, en forma segura, todos los trabajos de operación, mantención, inspección y reparación. Deberá disponer de una adecuada ventilación y de buena iluminación. La distancia mínima entre la caldera y las paredes del recinto será mínimo de 1 metro, como asimismo, entre la caldera y cualquier otro equipo o instalación, pero en el caso de las salidas de los carros para sacar las cenizas, estos tienen un ancho de 1m y deben tener 1m más libre para maniobras. Sobre el elemento o accesorio más elevado de una caldera se dejará un espacio libre de a lo menos un metro.

Se deberá tener dos puntos de salida, en direcciones diferentes, las que se mantendrán libre de cualquier tipo de obstáculo y se prohíbe mantenerlas cerradas con llave mientras las calderas estén funcionando, no está permitido el uso de chapas que tienen un solo sentido de apertura.

Todos los conductos de humo o de gases de combustión deberán estar perfectamente sellados y no deben estar cerca de vías de salida o acceso. Deben construirse de tal manera que no permitan la acumulación de gases combustibles, sino que aseguren su arrastre hacia la salida o chimenea. Para la revisión y limpieza de los conductos de humo, toda caldera dispondrá de puertas o tapas ubicadas en lugares adecuados que permitan el fácil acceso al interior de dichos conductos.

Se deberá garantizar acceso a cada uno de los accesorios de la caldera para su revisión, resaltando que los elementos de control deberán estar debidamente señalizados en el lugar de más fácil acceso.

Las superficies, sea el piso o plataformas de trabajo deben ser en material antideslizante.

Para el combustible, si es sólido se debe garantizar que no le caiga agua, para combustible líquido este deberá estar en recipientes cerrados con un tubo de ventilación y no podrán estar cerca de la sala de caldera. Se debe tener en cuenta la necesidad de un medio de contener el líquido en caso de derrame.

Ilustración 28 Señales en calderas.



Fuente: Guía de señalización Profex.

Ilustración 29 Señalización para EPP.



Fuente: Guía de señalización Profex.

## 7.6. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.

Ya que es un equipo que pone en riesgo la integridad de las personas que laboran cerca de él, se debe manejar mantenimiento preventivo y un control sobre la operación asociada al mantenimiento.

- Operaciones diarias, vigilar el equipo de tratamiento del agua de alimentación, ya sea un suavizador catalítico o una aplicación de un químico como se usa actualmente en la empresa Pretecor Ltda. Se debe reponer los reactivos y evitar un desabastecimiento. Vigilar la temperatura de los gases de la chimenea. Comprobar el correcto funcionamiento de los elementos de medición y control. Realizar purgas y llevar registro de variaciones considerables en los estándares de temperatura y presión de operación.
- Operaciones semanales, tomar y analizar muestras del agua contenida en el interior de la caldera, teniendo en cuenta, salinidad, dureza, pH, contenido de O<sub>2</sub>. Comprobar el correcto funcionamiento del sistema automático. Limpiar el recinto y partes de la caldera teniendo en cuenta estándares de 5S. Comprobar sellos de todos los puntos de acceso al interior de la caldera.
- Operaciones mensuales, realizar prueba de funcionamiento y mezcla de aire combustible, sistema de emergencia, "interruptor para paradas en caso de fallas". Verificar el buen funcionamiento de los elementos del tablero eléctrico. Ajustar relación aire combustible si es necesario.
- Operaciones semestrales, realizar limpieza en tubos en el sistema pirotubular. Comprobar y cambiar piezas del sistema refractario si es necesario.
- Operaciones anuales, inspección en frío de la caldera parada, procedimiento de apertura, cambio de sellos y lavado mecánico. Realizar inspección de los tubos, tomar registro fotográfico y llevar un control en el nivel de incrustación. Realizar limpieza de hollines en ductos de tránsito de humos. Comprobar estado de los elementos de seguridad y cambiar si es necesario. Comprobar estado de uniones soldadas. Después de haber realizado las operaciones anteriores proceder a la prueba de presión en frío. Posteriormente realizar una prueba de funcionamiento normal. Llenar el registro de hoja de vida y demás documentación utilizada para el registro de actividades y novedades encontradas en la caldera.

Para las obligaciones de los usuarios y operadores, se debe conocer y aplicar las disposiciones e instrucciones de los fabricantes, conocer el manual de operación, medidas de seguridad y mantenimiento. No poner en funcionamiento los equipos que no hayan pasado las inspecciones de arranque. Disponer en un lugar cercano a la caldera el manual de operación y funcionamiento de la caldera. No utilizar por fuera de los límites dados por el fabricante de la caldera. Realizar los mantenimientos a las instalaciones, equipos, accesorios de seguridad y dispositivos de control. Planificar y programar las actividades de inspección periódicas por parte de los operarios de producción y de mantenimiento. Llevar al día los registros obligatorios por parte de los operarios de la caldera.

#### **7.7. CONTROL DE GESTIÓN E INDICADORES.**

Uno de los problemas más graves que se evidenció fue la falta de una forma de medir la gestión del sistema como tal, por eso se propone la incorporación de varios indicadores.

- Uso de tablero de 5S con indicador de implementación del mismo, se recomienda implementar el uso de este indicador ya que es necesario llevar un control sobre el avance de la implementación de las 5S en la zona de trabajo. También se formula el formato de evaluación general de implementación de 5S.
- Llevar un indicador de consumo de agua para la caldera, en primera instancia deberá ser llevado diario para tomar un registro de la tendencia del consumo y plantear una meta en comparación de los metros cúbicos de concreto producidos.
- Indicador de consumo de carbón para la caldera, actualmente se está llevando, pero toca corroborar los datos para plantear una meta, la cual no se ha fijado.
- La implementación de un indicador de número de fallas por metros cúbicos de concreto producido para llevar un control sobre la gestión del mantenimiento

En primera instancia todos estos indicadores deberán llevar un histórico para poder plantear meta, este histórico se considera un tiempo no inferior a 3 meses para que la meta sea considerada más ajustada a la realidad.

Calculo de indicadores.

$$\text{Consumo de agua} = \frac{\text{metros cúbicos de agua ingresada a la caldera}}{\text{metros cúbicos de concreto producidos}}$$

$$\text{Consumo de carbón} = \frac{\text{kilogramos de carbón consumidos por la caldera}}{\text{metros cúbicos de concreto producidos}}$$

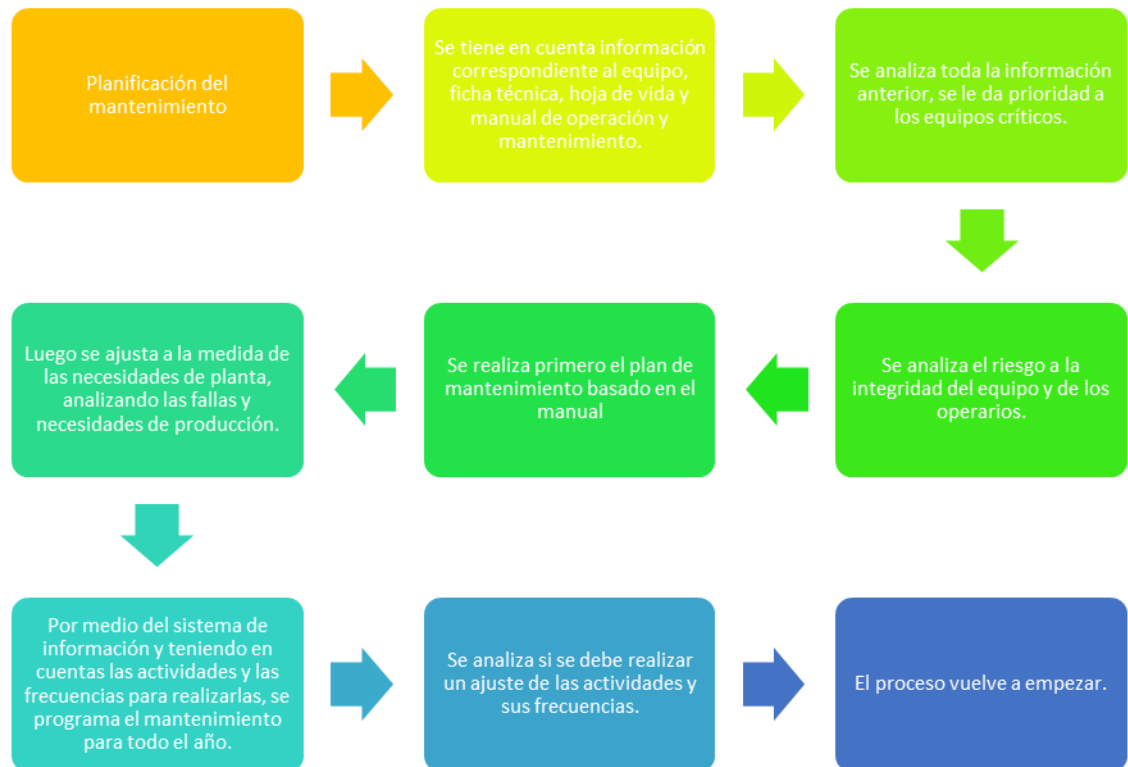
$$\text{Número de fallas} = \frac{\text{Número de fallas por mes}}{\text{metros cúbicos de concreto producidos por mes}}$$

#### **7.8. PLAN DE CAPACITACIONES.**

- Conceptos básicos de combustión y calderas, dirigidos a personal de producción encargados de la operación de los equipos, supervisores y personal de mantenimiento
- Operación de la caldera de Pretector, dirigido a personal de producción encargado de la operación y supervisores.
- Operaciones de mantenimiento, dirigido al personal de mantenimiento y jefe de mantenimiento.
- Medidas de seguridad en caldera, dirigido a personal de operación de la caldera, supervisores, personal de mantenimiento y jefe de mantenimiento.
- Indicadores de gestión del sistema de generación de vapor, dirigido a personal de operación de calderas, supervisores y jefe de producción
- Procedimiento en caso de emergencia en sala de calderas, personal de operación de calderas, brigadistas, supervisores y personal administrativo de planta.

## 7.9. PROCESOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Ilustración 30 Proceso de planificación y programación de actividades.



Fuente: Autor de la monografía.

Comité de mantenimiento, está compuesto por el Jefe de Mantenimiento, el Jefe de Producción y el Ingeniero de Mantenimiento y Gestión Tecnológica. El objetivo de este comité es presentar al departamento de producción un informe mensual del estado de las actividades de mantenimiento, un reporte de horas de trabajo del personal de producción, estado de los equipos y solicitar disposición de los equipos para realizar los trabajos de mantenimiento programados.

En la siguiente tabla se puede observar el total de horas invertidas por parte del personal de mantenimiento, agrupadas por tipo de labores.

Tabla 7. Horas totales del personal de mantenimiento.

Proceso	Total Horas	%
Traslado Formaletas	1.089,5	41,3%
Correctivo Equipo Principal	238,5	9,0%
Incapacidad	223,0	8,5%
Mantenimiento Correctivo Varios	196,0	7,4%
Supervisión	180,5	6,8%
Vacaciones	160,0	6,1%
Preventivo Equipo Principal	140,0	5,3%
Correctivo Formaletas	89,0	3,4%
Proyectos de Mejora	82,5	3,1%
Planeación de Proyectos de mejora	77,0	2,9%
Fabricación	65,0	2,5%
Planeación de mantenimientos	39,0	1,5%
Permisos	29,0	1,1%
Capacitación	16,0	0,6%
Reuniones	8,5	0,3%
Correctivo Equipo Secundario	2,5	0,1%
<b>Total general</b>	<b>2.636,0</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Informe presentado al comité de mantenimiento por parte del Jefe de mantenimiento.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La creación del comité de mantenimiento, cuyo objetivo es el de analizar las necesidades del sistema productivo e intervenir los equipos de manera oportuna sin que se vea afectado el ritmo de producción, teniendo en cuenta las medidas de seguridad y tiempos de entrega del equipo. Este comité tiene la presencia del jefe de producción ya que se considera importante el compromiso por parte de este departamento para realizar una buena operación de los equipos.

Se plantea la implementación de la herramienta de 5S en la zona, ya que se evidencia la necesidad de llevar un control en el orden y aseo para evitar posibles accidentes y presencia de fallas ocultas.

Se evidencia la viabilidad de cambiar el equipo para la nueva instalación, el cual generara un ahorro en el consumo de combustible. Esta inversión dará como ganancia actual alrededor de \$ 90'000.000 de pesos por año solo en consumo de combustible, si la producción de metros cúbicos de concreto se mantiene.

Se recomendó la compra de un traje especial para los trabajos donde los operarios estén expuestos a altas emisiones de calor.

El modelo para la el nuevo sistema de generación de vapor propone un control más estricto de las medidas de seguridad, la implementación de fábrica visual, señalando los riesgos posibles y utilizando código de colores para los elementos de la caldera.

Realizar el programa de capacitación dirigido a todos los empleados involucrados con la caldera, ya que este es un equipo de alto riesgo para la integridad de los trabajadores.

Queda a consideración de la gerencia la implementación de todas estas acciones las cuales llevarán a un mejor uso del sistema, generando ahorro en el consumo de combustible, el cual aporta al medio ambiente.

Se recomienda seguir con proyectos complementarios como son; el análisis del sistema de transporte del vapor en la planta y la utilización del mismo para el curado del concreto.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BOHORQUEZ GONZALEZ, Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. Bogotá. Universidad Industrial de Santander, 2002.

DOMINGUEZ José M., Guía básica para calderas industriales eficientes, Combustibles Cap. 2 Madrid 2012 P.27-41.

FLOREZ Rodríguez Eduardo Henrique, LOPEZ Tobías Santiago Emilio. Revisión de la estrategia de mantenimiento Abracol S.A. Bajo la norma Pas 55 P. 36

JAIMES Pineda Sergio Andrés. Desarrollo de una metodología para la evaluación de integridad y extensión de vida útil de calderas pirotubulares, basada en la inspección y mantenimiento, implementada a la caldera de bienestar universitario de la UIS. P. 38.

LA HOZ Javier, Guía básica para calderas industriales eficientes, Mantenimiento Cap. 7 Madrid 2012 P.131-135.

ROYS Pacheco Luis Carlos, Implementación de un sistema de información para la gestión del mantenimiento en la empresa Pretecor Ltda. Trabajo de grado UIS. 2011.

TAMAYO DOMINGUEZ, Carlos Mario. Módulo de organizaciones del mantenimiento. Postgrado en gerencia de mantenimiento. UIS, 2003.

USEDA Martinez Juan, Guía básica para calderas industriales eficientes, Calderas Cap.4 Madrid 2012 P.71-95.

VELANDIA JAGUA, Holger Alberto. Gerencia de recursos humanos. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 2007.

## ANEXOS

### Anexo A. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA CALDERA

20/7/2015

Sistema Ecomant V1.0 :: Vista de Impresión de Plan de Mantenimiento



Departamento de Mantenimiento  
**PLAN DE MANTENIMIENTO**  
por LUIS CARLOS ROYS PACHECO (luisroys)  
Software de mantenimiento Ecomant v1.0



#### PP0201CAL01 - CALDERA 150 BHP

Parte o Equipo y Estado	Tareas de la actividad	Tipo	Recursos Asignados	Frecuencia	Tiempo estimado	Condición Equipo
Caldera 150 BHP PENDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Inspección de las tuberías y Válvulas</li> <li>+ Inspección de los elementos de control, motores y bombas</li> <li>+ Purga de la caldera</li> <li>+ Verificación de la lubricación</li> <li>+ Revisar condiciones de llama</li> <li>+ Revisar alimentación de productos químicos</li> <li>+ Limpieza general</li> <li>+ Inspección de encendido de la caldera</li> <li>+ Revisar la alimentación de los productos químicos</li> </ul>	M	2 - OPERARIO	Diario	1 Horas	En marcha
Caldera 150 BHP INICIADA 21/07/2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Limpieza de los tableros eléctricos</li> <li>+ Limpieza de los filtros de alimentación de agua</li> <li>+ Limpieza del tanque de alimentación de la caldera</li> <li>+ Lubricación de los motores</li> <li>+ Limpieza quemador</li> <li>+ Revisar empaquetadura de la bomba de alimentación</li> <li>+ Revisar el estado de la cámara de combustión</li> <li>+ Revisar anclaje de motores y bombas</li> <li>+ Revisar alineación de correas poleas y ejes</li> <li>+ Revisar estado de la trampa de vapor</li> <li>+ Limpieza de los sedimentos dentro de las líneas de purga</li> <li>+ Limpieza general del compresor</li> <li>+ Verificar el funcionamiento de las válvulas de seguridad</li> <li>+ Revisar tensión de las correas</li> </ul>	M	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - NEVEL 12" 2 - LLAVE DE 9/16 1 - JUEGO DE LLAVES 1 - ESQUADRA 10" 1 - DESTORNILLADOR DE PALA 1/4"x3" 1 - DESTORNILLADOR DE ESTRELLA 3/16" X 4"	Trimestral	3 Horas	Fuera de servicio
Caldera 150 BHP INICIADA 14/07/2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Limpieza general</li> <li>+ Revisar incrustaciones en la caldera</li> <li>+ Lavar tubería de drenaje</li> <li>+ Verificar estado de la tubería</li> <li>+ Revisar estado de filtros, válvulas y llaves</li> <li>+ Revisar estado de las correas si es necesario cambiar</li> <li>+ Llenado de la caldera</li> <li>+ Limpiar la tubería de los humos</li> </ul>	M	1 - DESTORNILLADOR DE PALA 1/4"x3" 1 - DESTORNILLADOR DE PALA 3/16"x3" 1 - ESQUADRA 10" 1 - JUEGO DE LLAVES 1 - LLAVE DE 15/16" 2 - LLAVE DE 9/16 4 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANTENIMIENTO	Semestral	4 Horas	Fuera de servicio
Caldera 150 BHP INICIADA 01/07/2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Cambio de la empaquetadura general del equipo</li> <li>+ Revisar estado de los motores</li> <li>+ Revisar estado general de los tableros eléctricos</li> </ul>	M	1 - MECANICO 1 1 - AUXILIAR MECANICO 1 2 - LLAVE DE 3/4" MIXTA 2 - LLAVE DE 1 1/4" 1 - ESPATULA 2 - EMPAQUES DE ASBESTO 1 - OPERARIO	Anual	4 Horas	Fuera de servicio
Caldera 150 BHP INICIADA 13/01/2011	+ Mantenimiento general	M	4 - AUXILIAR MECANICO 1	Anual	6 Horas	Fuera de servicio
Caldera 150 BHP PENDIENTE	+ Lavado Manual de caldera	M	No se han asignado recursos	Bimestral	7 Horas	Fuera de servicio

Actividades en Total <b>6</b>	Actividades Iniciadas <b>4</b>	Tipo de mantenimiento <b>M = Mecánico, E = Eléctrico</b>	Fecha y hora de Impresión <b>28/07/2015 09:46:10 AM</b>
----------------------------------	-----------------------------------	---	--

# Anexo B. HOJA DE VIDA DE LA CALDERA

26/7/2015

Sistema Ecomant V1.0 : Vista de Impresión Hoja de Vida Equipo



## Departamento de Mantenimiento HOJA DE VIDA DEL EQUIPO

por LUIS CARLOS ROYS PACHECO (lucroy) Software de mantenimiento Ecomant v1.0



### PP0201CAL01 - CALDERA 150 BHP

Fecha Ejecución	Tareas Realizadas	Tipo	Recursos Utilizados	Tiempo Utilizado	Costo	N° O. Trabajo
12/09/2011 EJECUTADA	* Cambio de codo de 2" Cortar y fabricar rosca al tubo de 2" Conectar y realizar prueba en busca de posibles fugas	C	1 - MARTILLO DE BOLA 2 - AUXILIAR MECANICO 1 2 - JEFE DE MANTENIMIENTO	2 Horas	\$15,892.00	OTC00000051
17/09/2011 EJECUTADA	* Realizar mantenimiento al reductor, se observa fuga de aceite por el eje de salida al motor, cambio de retenedor 25-40-10, cambio de Junid de 1/4 de sae 250. se desmonta reductor y se realiza limpieza, lavar y armar piezas, hacer nuevo montaje y verificar su funcionamiento.	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	15 Horas	\$14,664.00	OTC00000052
19/10/2011 EJECUTADA	*	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	2 Horas	\$1,633.00	OTC00000053
08/10/2011 EJECUTADA	* Fabricación y diseño de la guarda para evitar el daño de las correas A-57, limpieza general del tablero eléctrico y ajuste de acometidas	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANTENIMIENTO	10 Horas	\$25,656.00	OTC00000054
17/10/2011 EJECUTADA	*	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	50 Horas	\$16,000.00	OTC00000055
30/10/2011 EJECUTADA	* * Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	No se utilizaron recursos	29 Horas	\$1,450,000.00	OTC00000074
18/03/2012 EJECUTADA	* Limpieza general * Revisar incrustaciones en la caldera * Lavar tubería de drenaje * Verificar estado de la tubería * Revisar estado de filtros, válvulas y llaves * Revisar estado de las correas si es necesario cambiar * Llenado de la caldera * Limpiar la tubería de los humos	P	1 - DESTORNILLADOR DE PALA 1/4"x3" 1 - DESTORNILLADOR DE PALA 3/16"x3" 1 - ESCUADRA 10" 1 - JUEGO DE LLAVES 1 - LLAVE DE 15/16" 2 - LLAVE DE 9/16" 2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANTENIMIENTO	10 Horas	\$46,744.00	OTP00000099
13/01/2012 EJECUTADA	* Mantenimiento general	P	4 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$0.00	OTP00000106
26/08/2012 EJECUTADA	* Limpieza general * Revisar incrustaciones en la caldera * Lavar tubería de drenaje * Verificar estado de la tubería * Revisar estado de filtros, válvulas y llaves * Revisar estado de las correas si es necesario cambiar * Llenado de la caldera * Limpiar la tubería de los humos	P	1 - DESTORNILLADOR DE PALA 1/4"x3" 1 - DESTORNILLADOR DE PALA 3/16"x3" 1 - ESCUADRA 10" 1 - JUEGO DE LLAVES 1 - LLAVE DE 15/16" 2 - LLAVE DE 9/16" 4 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$0.00	OTP00000307
16/12/2012 EJECUTADA	* Destapar tubos madres y limpiar sólidos (derecho 12.5kts, izquierdo 9.5kts). limpieza en el hogar de caldera desmontar elementos, soldar tubo roto con platina, asegurar con tornillos de 3/8", instalar platina y volver a colocar los elementos, preparar mezcla y aplicar en el borde de elementos. Cambio vidrio nivel de agua en el tanque de alimentación, limpieza de tubos internos, limpieza de chimenea. limpieza de chumaceras de tiro forzado e inducido, perforar y hacer roscas para graceras de 1/8"npt, cambio de grasa, lubricar acople de cadena del reductor carbon.  * Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANTENIMIENTO	7 Horas	\$55,622.00	OTC00000335
17/12/2012 EJECUTADA	* Bomba de agua se quedaba directa y no apagaba en automatico, produciendo condensado. Revisar perilla, contactor, rele, ampolas de mercurio en el macdonnell se regularon, se entrego funcionando caldera acoperario nuevamente.  * Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANTENIMIENTO	2 Horas	\$16,664.00	OTC00000340

25/7/2015

Sistema Ecomant V1.0 :: Vista de Impresión Hoja de Vida Equipo

13/05/2013 EJECUTADA	Alineación y tensión de correas + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	1 Horas	\$0.00	OTC00000756
19/08/2012 EJECUTADA	+ Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$10,000.00	OTC00000202
22/10/2012 EJECUTADA	+ Cambio del acople 40B-16, con su cadena doble y pasador. Perforar guarda e instalar grasera para lubricar + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	2 Horas	\$0.00	OTC00000206
01/07/2013 EJECUTADA	+ Bajar lampara de 2 x 48 x 39 waltios a al altura necesaria para realizar mantenimiento con escalera de tijera. Montar nueva lampara de 2 x 48 x 39 waltios , para mejorar iluminación en el área de la dosificadora de producto químico. Realizar mantenimiento cambio de balasto y tubos alta lampara sobre la trituradora de carbón. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	7 Horas	\$17,496.00	OTC00000999
14/07/2013 EJECUTADA	+ Se revisó válvula , Implanaron las partes y volvió armar e instalar en el puesto. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	2 Horas	\$5,632.00	OTC00001125
12/07/2013 EJECUTADA	+ Cambio de lamparas de 39 vatios , sobre tanque de agua, están quemados. trasladar escalera tipo tijera para realizar el cambio. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - OPERARIO	2 Horas	\$0.00	OTC00001112
28/07/2013 EJECUTADA	+ Cambio de correas motor tiro Inducido Marc. DAYCO BP-65 ( 3 unid) Limpieza del ventilador tiro inducido, material adherido en las aspas, limpiar con espátula. Cambio de tornillos en la compuerta de acceso al ventilador , soldarios, 3/8" * 1" con tuercas y arandelas. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - OPERARIO 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	2 Horas	\$13,540.00	OTC00001219
30/07/2013 EJECUTADA	+ Caldera presenta fuga de agua entre el tubo madre lado de la chimenea y el tubo vertical de le esquina, a borde de soldadura, limpiar pasar pulidora, aplicar pase de 6010 y un segundo pase de 7016. Soldó Germán... se realizo prueba de agua. Cambio de manta aislante del lado donde mas los tubos se han roto por deterioro. Se instalaron 2 mantas aislantes de 2" de espesor. Caldera queda funcionando a partir de la 1:30 Pm, se apaga la caldera de 60 BHP. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	6 Horas	\$16,246.00	OTC00001237
03/08/2013 EJECUTADA	+ Cambio de tornillo sin fin Partido, por la punta donde esta el cuifero e Inician las aspas, en la soldadura inicial. Se Instalo nuevo tornillo sin fin. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	3 Horas	\$5,000.00	OTC00001263
09/08/2013 EJECUTADA	+ Contacto-res de tiro Inducido están para cambio, se realiza una inspección y arreglo provisional para cambiar en horas de la mañana. (Gernán) Cambio de dos contacto res del tiro Inducido y temporizador del estrella triangulo. 2 unid contacto-res SCHNEIDER ELECTRIS LC1 D35 220 V 50 A 1 unid temporizador AUTONICS 0-10 SEG, 110/220V, 50/60 HZ, REF: ATE-10S + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	9 Horas	\$0.00	OTC00001300
11/08/2013	+ Mantenimiento tubo de purga, cambio de sección de 85 cms de 1 1/2" se encontraba picado en la separación del muro, se acoplo con el otro por medio de unión de 1 1/2". Instalación del Medidor de agua de 1 1/2" 20m3 /h Cambio de toda la instalación después de la salida de la moto-bomba Cambio de lave de cortina de 1" NAPOLI PN16 Perforar base y bajar platina soporte para el tubo de 1"		1 - AUXILIAR MECANICO 1			

[http://www.ecomant.col/pretecor/hoja-impresion.php?equi\\_id=2&r=0.19872496512604366](http://www.ecomant.col/pretecor/hoja-impresion.php?equi_id=2&r=0.19872496512604366)

3/7

EJECUTADA	Recursos utilizados: 2 reducciones de 1 1/2" a 1" H/H 1 Válvula anti retorno PN20 D32 1 Ni ple de 3" * 1" 1 Ni ple de 2" * 1" 2 Ni ple de 2 1/2" * 1" 1 Ni ple de 5 1/2" * 1" Mantenimiento a las turbinas de los motores Iro inducido y forzado, presentaba gran cantidad de material adherido en las aspas. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - JEFE DE MANITENIMIENTO 1 - OPERARIO	6 Horas	\$45,626.00	OTC00001317
20/08/2013 EJECUTADA	+ Desmonte de bomba Dosificadora de producto químico, traer al taller y revisar, cable de potenciómetro despegado, soldar con estaño e instalar en el puesto, se entrega funcionando al operario de caldera. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	1 Horas	\$2,916.00	OTC00001379
14/09/2013 EJECUTADA	+ Cambio de lampara de 2 * 48 Se instalo nueva lampara de 54 W T-5 + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	1 Horas	\$2,916.00	OTC00001405
29/10/2013 EJECUTADA	+ SE REVISO FUNCIONAMIENTO DE BOMBA DE AGUA, SE QUEDABA PEGADO Y NO APAGABA. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	5 Horas	\$11,064.00	OTC00001714
03/11/2013 EJECUTADA	+ ARREGLO DE PUERTA DE SALIDA DE CENIZA. CAMBIO DE PLATINA Y ANGULO SUPERIOR DEL MARCO. PRE-CALENTAMIENTO DE PLATINA Y ENDEREZAR. SOLDAR GOZNE. CAMBIO DE VÁLVULA LIMITA DORA. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	7 Horas	\$0.00	OTC00001763
09/01/2014 EJECUTADA	+ Se repara cufia de sin fin partida, se rellena con soldadura y esmerila. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	2 Horas	\$5,060.00	OTC00001741
15/01/2014 EJECUTADA	+ Se cambio acople de tornillo sin fin de la tolva de carbón, se coloco cufia nueva y tornillos de 3/8 nuevos con tuerca y arandela. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	1 Horas	\$0.00	OTC00001777
21/01/2014 EJECUTADA	+ Cambio de balasto de 2 x 30w y se cambian 3 fluorescentes de 40w. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - OPERARIO	2 Horas	\$0.00	OTC00001805
18/08/2013 EJECUTADA	+ Limpieza general + Revisar incrustaciones en la caldera + Lavar tubería de drenaje + Verificar estado de la tubería + Revisar estado de filtros, válvulas y llaves + Revisar estado de las correas si es necesario cambiar + Lienado de la caldera + Limpiar la tubería de los humos	P	1 - DESTORNILLADOR DE PALA 1/4"X5" 1 - DESTORNILLADOR DE PALA 5/16"X3" 1 - ESCUADRA 10" 1 - JUEGO DE LLAVES 1 - LLAVE DE 15/16" 2 - LLAVE DE 9/16" 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO 4 - AUXILIAR MECANICO 1	12 Horas	\$9,416.00	OTP00001854
03/02/2014 EJECUTADA	+ Cambio de acople tornillo sin fin - reductor por desgaste en el cuerno y fisura . + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	3 Horas	\$5,746.00	OTC00001862
19/02/2014 EJECUTADA	+ Cambio de acople de cadena , colocada de cadena nueva u lubricación de la misma. Se alinea motor y caja reductora. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	5 Horas	\$13,122.00	OTC00001914
23/02/2014 EJECUTADA	+ Limpieza y lavado de tubería interna de caldera. Cambio de tornillo sin fin acoples. Se perforaron acoples los tornillos no coincidían. Se cambio empaque tubería lateral tenia fuga . Se alinea caja reductora y motor. Se desmontaron cojinetes de deslizamiento de motores se lavaron y se lubricaron, luego el montaje nuevamente. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	5 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	9 Horas	\$10,120.00	OTC00001930
	+ Se armo caja reductora de tornillo sin fin, se cambio rodamiento 1201, quedo pendiente por					

25/02/2014 EJECUTADA	fabricar corona y sin fin de caja. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$0.00	OTC00001943
03/04/2014 EJECUTADA	+ Verificar estado del motor y contactor. Cambio de caja reductora y tornillo sin fin, el que lenia se partio a 1m1 de la punta. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	3 - AUXILIAR MECANICO 1	17 Horas	\$2,530.00	OTC00002071
10/04/2014 EJECUTADA	+ Se aplica soldadura 7018 a tornillo sin fin por que se partio y no hay repuesto. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - OPERARIO	7 Horas	\$0.00	OTC00002122
17/05/2014 EJECUTADA	+ Cambio de tornillos partidos en compuerta. soldar tubo con fisura . Colocar remaches a lamina de acero Inoxidable. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	4 Horas	\$0.00	OTC00002205
12/06/2014 EJECUTADA	+ Se cambia tornillo sin fin por uno nuevo fabricado por Ricardo Gomez. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	5 Horas	\$10,000.00	OTC00002271
18/06/2014 EJECUTADA	+ Se coloca acople a caja reductora de sin fin de tolva de carbón. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	7 Horas	\$11,385.00	OTC00002267
21/06/2014 EJECUTADA	+ Cmblto de acople y cuña , se partio por soldadura. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	4 Horas	\$8,000.00	OTC00002296
30/07/2014 EJECUTADA	+ Se cambio motor . Se cambio cadena Se cambio acople de pifones Se cambiaron cuñas de sinfin : + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$20,412.00	OTC00002360
17/08/2014 EJECUTADA	+ Reparación de la tolva de carbón cambio de platina de 5/16 . + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	6 Horas	\$23,325.00	OTC00002387
10/08/2014 EJECUTADA	+ Cambio de tornillo sin fin . se coloca tornillo sin fin reparado en la punta por ricardo gomez. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	3 Horas	\$7,590.00	OTC00002395
18/01/2015 EJECUTADA	+ Se realiza limpieza y lubricación a cojinetes de deslizamiento a tiro forzado y tiro inducido, se cambian tornillos de puerta de caldera . + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	6 Horas	\$0.00	OTC00002451
25/01/2015 EJECUTADA	+ Reviso tablero eléctrico limpiando polvo Cambio de correas B-66 Arreglo en la puerta de tacos.Limpieza área. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	6 Horas	\$16,035.00	OTC00002501
23/11/2014 EJECUTADA	+ Se realiza el corte en tubo que lleva el aire impulsado por el tiro forzado , para soldar semi codo, haciendo la misma operación en el tubo del tornillo sin fin que transporta el carbón , soldando un semi codo para instalar una manguera de 2" para llevar aire y evitar el retroceso de humos + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	5 Horas	\$0.00	OTC00002566
11/02/2015 EJECUTADA	+ Desmonte de motor quemado del tiro inducido, para llevar a reparar a motores y motores. Prueba de funcionamiento de motor de 18 HP que reemplazara el quemado de manera temporal. Cambio de rodamientos 6209 al motor Fabricación de polea de tres canales tipo B de 5-1/2" * diámetro interno 1-1/2". Cambio de relé térmico LRD32 23-32 A Fabricación de base para instalar motor temporal. Puesta en marcha de caldera, se realizaron chequeo de temperatura al motor en diferentes puntos y horas de trabajo temperatura promedio 53 °C. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	4 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	30 Horas	\$0.00	OTC00002575

13/02/2015 EJECUTADA	+ Mantenimiento al reductor del carbón cambio de corona estaba en mal estado. Cambio del motor reparado tiro inducido. Destapar y soldar tubos rotos Destapar y sellar filtración de polvillo de carbón <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	4 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	30 Horas	\$12,000.00	OTC00002592
08/03/2015 EJECUTADA	+ Germán, Luis Enrique. Cambio de macdonelds por uno nuevo, viene con finales de carrera mecanicos Cambio de universales de 1" acero al carbón Cambio de liples <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$0.00	OTC00002655
31/03/2015 EJECUTADA	+ Enrique Armar Reductor RC-150 1 Cambio de rodamientos Cambio de tornillos Fabricar empaques lo anterior fue hecho por luis enrique , el reductor se freno. Germán, Jose Miguel. Desmontaje del reductor RC- 150 2 el cual presentaba fuga de aceite, y realizar montaje del reparado. Reductor se ajusta y no funciona, cambiar retenedor al de la fuga y montar nuevamente. Revisar ajuste del reductor reparado. llevar para el taller coronas y tornillos sin-fin para reparar. Cambio de acople de cadena 40 y cadena, pasador. Equipo quedo funcionando OK. <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	19 Horas	\$0.00	OTC00002764
13/04/2015 EJECUTADA	+ Yullán, Armando, Eduardo Castro Mantenimiento a caldera , presenta fuga de humos y potoe lado izquierdo de caldera. Mantenimiento tubo de tornillo sin-fin por desgaste.cambio de 0,405 m Destapar frente de caldera , cambio de sabana aislante de 2" a una sección. Destapar lado izquierdo posible fuga de agua, no se evidencio nada y se volvió a cerrar. Mantenimiento en el compartimiento de elementos , aseo canal lleno de polvillo de carbón y arena. Ajustar elementos y preparar mezcla con cemento y aplicar, al rededor de los elementos. <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	36 Horas	\$46,805.00	OTC00002615
12/05/2015 EJECUTADA	+ Armando, David. Mantenimiento correctivo, presento fuga en el lateral , lado de de la chimenea. Destapar aislamiento para observar donde es la fuga, quitando los remaches de la guarda. Despresurizar caldera, y empezara enfriar para realizar el proceso de soldadura. Limpieza y aplicar soldadura ( DAVID ). Presurizar y volver a colocar el aislante térmico y guarda de protección con los remaches. <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$12,650.00	OTC00002924
30/06/2013 EJECUTADA	+ <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	1 Horas	\$0.00	OTC00000940
16/06/2013 EJECUTADA	+ <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	6 Horas	\$32,496.00	OTC00000855
17/07/2013 EJECUTADA	+ <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	3 Horas	\$6,325.00	OTC00001077
17/08/2013 EJECUTADA	+ <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	2 Horas	\$2,000.00	OTC00001340
00/10/2013 EJECUTADA	+ <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	24 Horas	\$0.00	OTC00001534
05/10/2013 EJECUTADA	+ <b>+ Motores y Motores LC</b> Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	4 Horas	\$30,825.00	OTC00001562
	+					

24/07/2013 EJECUTADA	+ Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - OPERARIO	2 Horas	\$0.00	OTC00001183
19/05/2015 EJECUTADA	+ Luis Delgado. Mantenimiento, limpieza variador tiro forzado No esta trabajando correctamente el variador , motor no funciona, Volver a realizar montaje y realizar pruebas con el variador. ok- + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - OPERARIO	4 Horas	\$0.00	OTC00002943
14/10/2013 EJECUTADA	+ + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - JEFE DE MANITENIMIENTO 1 - OPERARIO	1 Horas	\$5,416.00	OTC00001632
30/05/2015 EJECUTADA	+ Jose Miguel Inspección visual de los humos en la chimenea , teniendo en cuenta varios factores. Se observa que de todas maneras se presenta salida de humos al ambiente. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - JEFE DE MANITENIMIENTO 1 - OPERARIO	15 Horas	\$5,416.00	OTC00003004
10/06/2015 EJECUTADA	+ Armando, Yulán. Mantenimiento caldera presenta escape de agua. Cambio de Acople del reductor y tornillo sin fin del carbón Reconstruir punta del tornillo sin fin en el puesto, los cuñeros. Soldar la fuga de agua por el lateral de las chimeneas. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	10 Horas	\$21,505.00	OTC00003043
12/06/2015 EJECUTADA	+ Yulán, Armando. Mantenimiento Cambio de acople y cadena reductor carbón. Cambio de piñón 40 B 16 Cambio de cadena doble con pasador + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	3 Horas	\$7,590.00	OTC00003052
22/06/2015 EJECUTADA	+ Germán, David Mantenimiento correctivo presenta fuga de agua por la parte frontal de la caldera Se le aplica soldadura , se presento en el mismo tubo por esta parte, continuación de la soldadura anterior. Aplicar soldadura , verificar la fuga, llenando nuevamente el equipo con agua , y tapar con manita , proteger con lamina remachandola. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	3 Horas	\$6,000.00	OTC00003100

Preventivas 6	Correctivas 73	Ejecutadas 79	Total Actividades 79	Tipo de mantenimiento P = Predictivo, C = Correctivo	Fecha y hora de impresión 28/07/2015 09:54:28 AM
------------------	-------------------	------------------	-------------------------	---	---

22/01/2013 EJECUTADA	+ Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	1 Horas	\$1,456.00	OTC00000428
05/03/2013 EJECUTADA	+ Corte de lamina de calibre 16, marcar y perforar . Asegurar con tornillos en la guarda. Guarda quedo instalada en el puesto. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	3 - AUXILIAR MECANICO 1	70 Horas	\$7,590.00	OTC00000539
20/02/2013 EJECUTADA	+ Desmontar reductor Tolva de carbon la desocupa el operario Sacar tornillo sin-fin partido Cambio de acople de 4 tornillos 3/8" Desmonte de acople al reductor Realizar montaje y realizar la prueba de funcionamiento . David realizo el trabajo con el operario de turno. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	3 Horas	\$6,000.00	OTC00000487
05/03/2013 EJECUTADA	+ Caldera presenta motor de tiro forzado recalentamiento, se revisa y esta aterrizado., Desmonte de reductor, desmonte de polea de doble canal tipo B Cambio de motor por uno de reserva de puente gra de 4 HP 1745 rpm Realizar prueba de funcionamiento, alineación de correas, ajustar guarda para el nuevo motor Se entrega funcionado el equipo al operario de caldera. Motor se lleva al taller para realizar mantenimiento general. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	3 Horas	\$20,630.00	OTC00000544
11/02/2013 EJECUTADA	+ Cambio de empaque, lado de compuerta principal. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	3 Horas	\$4,582.50	OTC00000472
04/02/2013 EJECUTADA	+ Cambio de empaques Limpieza del vidrio + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	2 Horas	\$5,124.00	OTC00000462
05/02/2013 EJECUTADA	+ Instalar boiler de 55 galones + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	1 Horas	\$0.00	OTC00000462
13/01/2013 EJECUTADA	+ Mantenimiento general	P	4 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$0.00	OTP00000696
24/02/2013 EJECUTADA	+ Limpieza general + Revisar incrustaciones en la caldera + Lavar tubería de drenaje + Verificar estado de la tubería + Revisar estado de filtros, válvulas y llaves + Revisar estado de las correas si es necesario cambiar + Llenado de la caldera + Limpiar la tubería de los humos	P	1 - DESTORNILLADOR DE PALA 1/4"X3" 1 - DESTORNILLADOR DE PALA 5/16"X3" 1 - ESCUADRA 10" 1 - JUEGO DE LLAVES 1 - LLAVE DE 15/16" 2 - LLAVE DE 9/16" 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO 4 - AUXILIAR MECANICO 1	6 Horas	\$21,664.00	OTP00000703
28/04/2013 EJECUTADA	+ Cambio del motor tiro forzado Asegurar base del motor tiro forzado Cambio de empaques M'cdoneld. Desmontar lampara de 250 w no hay repuestos + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	6 Horas	\$37,492.00	OTC00000693
09/11/2012 EJECUTADA	+ Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	2 Horas	\$11,246.00	OTC00000232
11/11/2012 EJECUTADA	+ Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1	7 Horas	\$5,499.00	OTC00000232
12/11/2012 EJECUTADA	+ Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	2 - AUXILIAR MECANICO 1 1 - JEFE DE MANITENIMIENTO	2 Horas	\$16,164.00	OTC00000232
13/05/2013 EJECUTADA	+ Se revisan lamparas para instalar en caldera Cambio de 4 tubos fluorescentes 39 w Cambio de 1 balasto de 2 X 45 x 39 W Asegurar a la altura necesaria para poder realizar mantenimientos futuros Conectar con cable encauchetado 3 X 12 AWG Se entrega funcionando al operario y se le informa de donde se encienden las luces. + Motores y Motores LC Instalación del variador de frecuencia	C	1 - AUXILIAR MECANICO 1	50 Horas	\$23,326.00	OTC00000755
	+ Cambio de correas tiro forzado B - 57 ( 2 und)					

# Anexo C. FICHA TÉCNICA DE LA CALDERA

29/7/2015

Sistema Ecomant V1.0 :: Vista de Impresión de Ficha técnica de equipo



## Departamento de Mantenimiento FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

por LUIS CARLOS ROYS PACHECO (luisroys)  
Software de mantenimiento Ecomant v1.0



### Datos del equipo

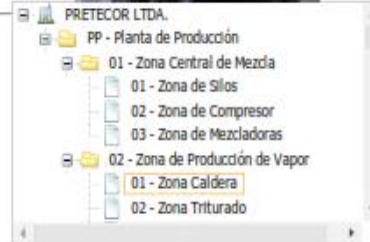
Código / Nombre:  
PP0201CAL01 - CALDERA 150 BHP  
Tipo de equipo: Caldera  
Equipo padre:  
Centro costos: PG - PUENTES GRÚA  
Prioridad: 1 - Crítico

### Imagen de equipo



### Datos del proveedor

Nit:  
Nombre: Termo Vapor Industrial Ltda.  
Dirección: Recta Call Palmira Km1  
Ciudad / País: Cali, Colombia  
Teléfonos: 6669266  
Fax: 6669233  
Correo electrónico: termovapor@telesat.com.co  
Página web: <http://www.termovaporindustrial.com.co/>



### Datos según tipo de equipo - Caldera

Combustible:  Tipo de Combustión:   
Tipo de Caldera:  Posición de los tubos:  Horizontal  Vertical  
Presión de Diseño:  Capacidad:  15 BHP  30 BHP  50 BHP  60 BHP  100 BHP  150 BHP

### Datos de fabricación

Serie: R0507 Modelo: HORIZONTAL 2P Marca: Termovapor Fabricante: Termo Vapor Año: 2007

### Condiciones de trabajo

Interperie  Bajo techo Temp. ambiente: 30 °C  Ambiente corrosivo

### Tiempos de funcionamiento

Tiempo: Diariamente N° de horas diarias: 24 H

### Información técnica de pintura

Motor

Base: Gris Acabado: Azul

Equipo

Base: Negra Acabado: Plateada

<http://www.ecomant.co/pretecor/fichas Equipos.php?id=2>

1/2

## Información técnica de lubricación

Punto lubricación: Carter reductor tornillo sinfin Cantidad: 1 Tipo: ACEITE Referencia: SAE 250  
 Punto lubricación: Grasa Cantidad: 4 Tipo: GRASA Referencia: MobilithSHC220

## Información técnica de componentes eléctricos

Protección: Breaker	Marca: Siemens	Capacidad: 10 Amps	Referencia: Riel omega
Protección: Breaker	Marca: Siemens	Capacidad: 10 Amps	Referencia: Riel omega
Protección: Rele	Marca: Merlin Gern	Capacidad: 25 Amps	Referencia: C60N
Protección: Rele Termico	Marca: Lovato	Capacidad: 50 Amps	Referencia:
Protección: Rele	Marca: Telemecanic	Capacidad: 24 Amps	Referencia:
Protección: Rele	Marca: Telemecanic	Capacidad: 18 Amps	Referencia:
Protección: Rele	Marca: Telemecanic	Capacidad: 10 Amps	Referencia:
Protección: Rele	Marca: Schneider Electric	Capacidad: 18 Amps	Referencia:

## Fotografías del equipo



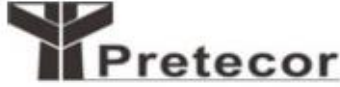
## Documentos adjuntos de equipo

## Notas u observaciones

Motor Tornillo Sinfin Marca= Elecktrim 200V 3.0 Hp 8.5 A 1740 RPM Motor Tiro Forzado Marca= Weg Serie 3-100L IIMAI06 HC15341 220V 3.7Kw 5.0Hp 14 A 1715 RPM Motor Tiro Inducido Marca= Elecktrim 220v 15hp 35 A 1725 RPM Motor Bomba de agua Marca Weg 4.5Kw 6Hp 220V 15.5 A 3465 RPM

# Anexo D. LISTADO DE HERRAMIENTAS

Sistema Ecomant V1.0 :: Vista de Impresión de Listado Maestro de Equipos



## Departamento de Mantenimiento LISTADO DE ARTICULOS DE ALMACÉN



por LUIS CARLOS ROYS PACHECO (lucroys)  
Software de mantenimiento Ecomant v1.0

Código / Nombre del Artículo	Información de almacén	Información de Artículo
Código: HER00127 <b>ABRAZADERA INDUSTRIAL T-519</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 4 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 10	Marca: Referencia: T-519 N° Parte: 0 Sector Asociado: FERRETERÍA
Código: HER00070 <b>ALICATE</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 4	Marca: CRECENT Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: HERRAMIENTAS
Código: HER00068 <b>CALBRADOR</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: VIS Referencia: PIE DE REY N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00069 <b>CALBRADOR</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: SOMET Referencia: PIE DE REY N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00012 <b>CALBRADOR DE LAINAS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 0.51 Y 0.25 MM N° Parte: 0 Sector Asociado: HERRAMIENTAS
Código: HER00031 <b>CENTRO PUNTO</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: HERRAMIENTAS
Código: HER00041 <b>CHISPEROS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 3	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: HERRAMIENTAS
Código: HER00032 <b>CINCEL</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 4	Marca: PROTO Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: CINCELES
Código: HER00095 <b>COMPAS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00096 <b>COMPAS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: HECHIZA Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00018 <b>COPA DE 1/2</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: CASCABEL Referencia: 1/2 N° Parte: 0 Sector Asociado: COPAS
Código: HER00063 <b>COTA FRIO</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: ELEMENTOS DE CORTE
Código: HER00042 <b>CRUCETA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 6 Cant. Mínima: 4 Cant. Máximo: 6	Marca: Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: HERRAMIENTAS
Código: HER00029 <b>CRUCETA PARA ZAPOS</b>	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1	Marca: Referencia: N° Parte: 0

Costo unitario: \$0	Cant. Máximo: 1	Sector Asociado: HERRAMIENTAS
Código: HER00072 <b>CUCHILLO</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: Referencia: ZAPATERO N° Parte: 0 Sector Asociado: ELEMENTOS DE CORTE
Código: HER00058 <b>DADO TARRAJA DE 1/2"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: DORMER Referencia: TARRAJA DE 1/2" N° Parte: 0 Sector Asociado: DADOS TARRAJA
Código: HER00057 <b>DADO TARRAJA DE 3/4"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: DORMER Referencia: TARRAJA DE 3/4" N° Parte: 0 Sector Asociado: DADOS TARRAJA
Código: HER00117 <b>DESTORNILLADOR 6 PUNTAS 1/4" X 4"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 6 PUNTAS 1/4" X 4" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00116 <b>DESTORNILLADOR 6 PUNTAS 3/16"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: STANLEY Referencia: 6 PUNTAS 3/16" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00115 <b>DESTORNILLADOR 6 PUNTAS 3/16"X3 1/2"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 6 PUNTAS 3/16"X3 1/2" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00112 <b>DESTORNILLADOR DE ESTRELLA 3/16" X 4"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 3/16" X 4" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00113 <b>DESTORNILLADOR DE ESTRELLA 3/16" X 8 1/2"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 3/16" X 8 1/2" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00114 <b>DESTORNILLADOR DE ESTRELLA SECCION CUADRADA 3/16" X 4"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: SECCION CUADRADA 3/16" X 4" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00044 <b>DESTORNILLADOR DE PALA 1/4"X4"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 1/4" X 4" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00046 <b>DESTORNILLADOR DE PALA 1/4"X5"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 1/4" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00047 <b>DESTORNILLADOR DE PALA 3/16" X 8 1/2"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 3/16"X8 1/2" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00045 <b>DESTORNILLADOR DE PALA 3/16"X3"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 3/16" N° Parte: 0 Sector Asociado: DESTORNILLADORES
Código: HER00019 <b>DESTORNILLADOR DE PALA 5/16"X5"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2	Marca: PROTO Referencia: 5 PLG X 5/16 PLG N° Parte: 0 Sector Asociado:

	Cant. Máximo: 3	DESTORNILLADORES
Código: HER00065 <b>ESCUADRA 10"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: STANLEY Referencia: 10" N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00064 <b>ESCUADRA 45-340</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: STANLEY Referencia: 45-450 N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00067 <b>ESCUADRA 6"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 6" N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00066 <b>ESCUADRA 8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 8" N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00026 <b>ESPATULA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: HERRAMIENTAS
Código: HER00071 <b>FALSA ESCUADRA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00043 <b>GAFAS DE CORTE</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: DOTACIÓN
Código: HER00035 <b>HOMBRESOLO</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: VISEGRIP Referencia: 8R N° Parte: 0 Sector Asociado: HOMBRESOLO
Código: HER00058 <b>HOMBRESOLO 11 R TIPO C</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: VISEGRIP Referencia: 11 R TIPO C N° Parte: 0 Sector Asociado: HOMBRESOLO
Código: HER00059 <b>HOMBRESOLO 11 R TIPO C</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 5 Cant. Mínima: 4 Cant. Máximo: 5	Marca: PROTO Referencia: 11 R TIPO C N° Parte: 0 Sector Asociado: HOMBRESOLO
Código: HER00060 <b>HOMBRESOLO 266R TIPO C</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 266 TIPO C N° Parte: 0 Sector Asociado: HOMBRESOLO
Código: HER00057 <b>HOMBRESOLO 292_R</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: PROTO Referencia: 292_R N° Parte: 0 Sector Asociado: HOMBRESOLO
Código: HER00056 <b>HOMBRESOLO 293_R</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: 293_R N° Parte: 0 Sector Asociado: HOMBRESOLO
Código: HER00040 <b>JUEGO DE LLAVES</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 5 PUNTAS N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00048 <b>JUEGO DE LLAVES ALLEN</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: ALLEN N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00037	Clasificación: HERRAMIENTAS	Marca: NICHOLSON

Código: HER00077 <b>LLAVE DE 15/16"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 4 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 4	Marca: PROTO Referencia: 15/16" MIXTA N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00078 <b>LLAVE DE 15/16"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: 15/16" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00093 <b>LLAVE DE 3/4" EN L</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: HECHIZA Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00079 <b>LLAVE DE 3/4" MIXTA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 6 Cant. Mínima: 6 Cant. Máximo: 6	Marca: PROTO Referencia: 3/4" MIXTA N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00055 <b>LLAVE DE 3/8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 3/8" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00056 <b>LLAVE DE 5/16" MIXTA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 5/16" MIXTA N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00022 <b>LLAVE DE 5/8" X 9/16" FIJA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 5/8" X 9/16" N° Parte: 1 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00053 <b>LLAVE DE 9/16</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: PROTO Referencia: 9/16 N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00111 <b>LLAVE DE 9/16" X 1/2"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 9/16" X 1/2" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00100 <b>LLAVE DE EXPANSIÓN 15</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00101 <b>LLAVE DE EXPANSIÓN 10"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 10" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00102 <b>LLAVE DE EXPANSIÓN 8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 8" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00092 <b>LLAVE DE GOLPE 1 1/8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: GOLPE 1 1/8" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00010 <b>LLAVE PARA FILTRO</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00091 <b>LLAVE PARA MOTO TOOLS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 4 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 4	Marca: Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00099 <b>LLAVE PARA TUBO 12"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: RIDGE Referencia: 12" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00095 <b>LLAVE PARA TUBO 18"</b>	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2	Marca: RIDGE Referencia: 18" N° Parte: 0

<b>LIMA MEDIA-CAÑA</b> Costo unitario: \$0	Existencias: 2 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: LIMAS
Código: HER00036 <b>LIMA PLANA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 3	Marca: NICHOLSON Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: LIMAS
Código: HER00035 <b>LIMA REDONDA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 5 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 5	Marca: NICHOLSON Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: LIMAS
Código: HER00009 <b>LLAVE 10 MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 10 MM N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00008 <b>LLAVE 14 MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 14 MM N° Parte: 1 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00016 <b>LLAVE 15 MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 15 MM N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00014 <b>LLAVE 17 MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 17 MM N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00080 <b>LLAVE 17 MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: ZUBI OLA Referencia: 17MM N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00015 <b>LLAVE 19 MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 19 MM N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00054 <b>LLAVE 7/16" MIXTA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: 7/16" MIXTA N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00013 <b>LLAVE 8 MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 8 MM N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00011 <b>LLAVE ALLEN 5/16"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: 5/16 PLG N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00081 <b>LLAVE CROMADA 5/8" X 9/16"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 4 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 4	Marca: PROTO Referencia: 5/8" X 9/16 N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00074 <b>LLAVE DE 1 1/4"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: 1 1/4" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00094 <b>LLAVE DE 1 7/8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: HECHIZA Referencia: 1 7/8" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00082 <b>LLAVE DE 1/2"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 4 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 4	Marca: PROTO Referencia: 1/2" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00020 <b>LLAVE DE 13MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: 13MM N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES

Costo unitario: \$0	Cant. Máximo: 2	Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00076 <b>LLAVES DE 1 1/16" MIXTA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: 1 1/16" MIXTA N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00075 <b>LLAVES DE 1 1/8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 4 Cant. Mínima: 4 Cant. Máximo: 4	Marca: PROTO Referencia: 1 1/8" N° Parte: 0 Sector Asociado: LLAVES
Código: HER00049 <b>MACHO 1/2</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: DORNER Referencia: 1/2 N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00053 <b>MACHO 3/16"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: DORMER Referencia: 3/16" N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00090 <b>MACHO 3/4</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: DORMER Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00050 <b>MACHO 3/8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: DORMER Referencia: 3/8" N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00051 <b>MACHO 3/8" ROSCA FINA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: DORMER Referencia: 3/8" ROSCA FINA N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00052 <b>MACHO 5/16"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: DORMER Referencia: 5/16" N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00108 <b>MACHO 5/16"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: DORMER Referencia: 5/16" N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00089 <b>MACHO 5/8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 3	Marca: DORMER Referencia: 5/8" N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00055 <b>MACHOS 1/4"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 3 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 3	Marca: DORMER Referencia: 1/4" N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00054 <b>MACHOS 1/8"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: DORMER Referencia: 1/8" N° Parte: 0 Sector Asociado: MACHOS
Código: HER00017 <b>MANERAL</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: CASCABEL Referencia: 10 PLG N° Parte: 0 Sector Asociado: COPAS
Código: HER00024 <b>MARTILLO (Unidad)</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: MARTILLOS Y PORRAS
Código: HER00033 <b>MARTILLO DE BOLA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 5 Cant. Mínima: 3 Cant. Máximo: 5	Marca: ZUBI OLA Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: MARTILLOS Y PORRAS
Código: HER00110 <b>NEVEL 12"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1	Marca: STANLEY Referencia: 12" N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y

	Cant. Máximo: 1	MEDICIÓN
Código: HER00109 <b>NIVEL TORPEDO 9"</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: TORPEDO 9" N° Parte: 0 Sector Asociado: ALINEACIÓN Y MEDICIÓN
Código: HER00062 <b>PINZA CHAVETERAS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: PINZAS
Código: HER00030 <b>PINZA CROMADA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: PINZAS
Código: HER00023 <b>PINZA PELADORA DE CABLE</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 2 Cant. Mínima: 2 Cant. Máximo: 2	Marca: PROTO Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: PINZAS
Código: HER00025 <b>PINZA PLANA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: PROTO Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: PINZAS
Código: HER00073 <b>PINZA PUNTA REDONDA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: PINZAS
Código: HER00151 <b>PINZA VOLTIAMPERIMETRICA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 2	Marca: KYORITSU Referencia: 2017 N° Parte: 0 Sector Asociado:
Código: HER00152 <b>PISTOLA INFRARROJA MEDIDORA DE TEMPERATURA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: EXTECH INSTRUMENTS Referencia: 42510A N° Parte: 0 Sector Asociado:
Código: HER00028 <b>PORRA 4 LIBRAS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: MARTILLOS Y PORRAS
Código: HER00027 <b>PORRA DE 2 LIBRAS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 1 Sector Asociado: MARTILLOS Y PORRAS
Código: HER00039 <b>PRENSA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: YBICO Referencia: PARA CINTA BANDI N° Parte: 0 Sector Asociado: PRENSAS
Código: HER00097 <b>REMACHADORA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: POD N° Parte: 0 Sector Asociado: HERRAMIENTAS
Código: HER00107 <b>SACABOCADOS</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 10MM N° Parte: 0 Sector Asociado: ELEMENTOS DE CORTE
Código: HER00105 <b>SACABOCADOS 20MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 20MM N° Parte: 0 Sector Asociado: ELEMENTOS DE CORTE
Código: HER00106 <b>SACABOCADOS 21MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 21MM N° Parte: 0 Sector Asociado: ELEMENTOS DE CORTE

Código: HER00104 <b>SACABOCADOS 25MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 25MM N° Parte: 0 Sector Asociado: ELEMENTOS DE CORTE		
Código: HER00103 <b>SACABOCADOS 35MM</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: 35MM N° Parte: 0 Sector Asociado: ELEMENTOS DE CORTE		
Código: HER00061 <b>TJERAS CORTA LATA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: Referencia: CORTADORA DE LATA N° Parte: 0 Sector Asociado: ELEMENTOS DE CORTE		
Código: HER00034 <b>ZIMBRA</b> Costo unitario: \$0	Clasificación: HERRAMIENTAS Existencias: 1 Cant. Mínima: 1 Cant. Máximo: 1	Marca: STANLEY Referencia: N° Parte: 0 Sector Asociado: HERRAMIENTAS		
Herramientas 112 \$0,00	Materiales 0 \$0,00	Repuestos 0 \$0,00	Total Items 112	<b>Valor total del inventario \$0,00</b>

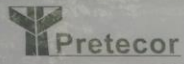
## Anexo E. LISTADO GENERAL DE REPUESTOS

	Descripción	Rotación
1	Aislante térmico Insul Quick lonas de 2m x 1m	Anual
2	Remaches de 1/8" x 5/16" x millar	Anual
3	Cemento refractario Concrax 10 bultos x 25 Kg	Anual
4	Tubo acero al carbono SCH 80 2" de exterior x 6m	No determinada
5	Soldadura 6010 x Kg	Mensual
6	Soldadura 7018 x Kg	Mensual
7	Elementos para Quemador de Caldera	Anual
8	Desincrustante Boiler x 55 Gal	Mensual
9	Pintura Aluminio y Negra para alta temperatura x 5 galones	Anual
10	Acople rígido para eje de 1 1/2" con cuñero de 3/8"	Trimestral
11	Tornillo sin fin de 3,20m con eje de 1 1/2" con cuñero de 3/8" en Acero 1045 y aspas de 4"	Trimestral
12	Eje helicoidal para motoreductor	No determinada
13	Piñón helicoidal para motoreductor	No determinada
14	Juego sin-fin corona para motoreductor	No determinada
15	Acople de cadena y Piñón 40B16	Trimestral
16	Aceite 85W-140	Trimestral
17	Grasa Mobil Especial EP-2 Lithium	Diario
18	Correas B-37	Anual
19	Correa B-63	Anual
20	Breaker 10 A Siemens	No determinada
21	Relé térmico Merlin Gem 25 A	No determinada
22	Relé térmico Lavoto 50 A	No determinada
23	Relé Telemecanic 24 A	No determinada
24	Relé Telemecanic 18 A	No determinada
25	Relé Telemecanic 10 A	No determinada
26	Relé Schneider Electric 18 A	No determinada

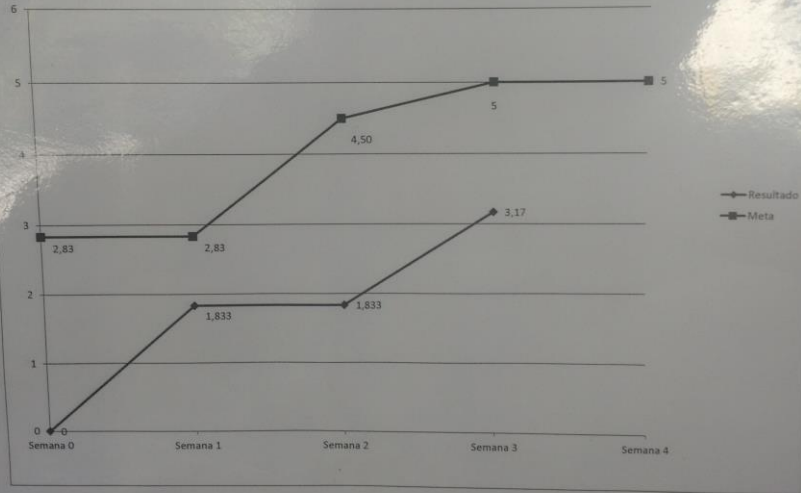
## Anexo F.SISTEMA DE 5S EN PUESTO PILOTO EN LA PLANTA DE CONCRETO.

En las siguientes fotografías se puede observar la implementación de las 5S, en la zona de cuñas de la planta de producción de postes de concreto. En este puesto de trabajo se tiene un tablero de implementación de 5S, el cual contiene: foto del estándar, foto del grupo de trabajo, formato de calificación, plan de acción para mejoras y horario de aseo.





# RESULTADOS AUDITORIAS 5 "S"



## HORARIO DE ORDEN Y ASEO

SEMANA DEL: \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_ del mes de: \_\_\_\_\_

ÁREA	ACTIVIDAD	CARGO RESPONSABLE	PERIODICIDAD	TURNO	HORARIO	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	Domingo
						T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2		
X	Despejar las puntas de cuñas	Operario Cortador	Diaro	T1	5:45 a. m.												
X	Limpiar la pistola hidráulica	Operario mantto de cuñas	Semanal	T1	6:20 a. m.												
	Se retiran de las mesas marquillas que no se encuentran en producción.	Pulidor	Semanal	T1	2:00 p. m.												
	Limpiar el polvo de la mesa y luminarias	Pulidor	Diaro	T2	6:20 p. m.												
X	Se limpia zona alrededor de la mesa de trabajo de las máquinas.	Pulidor	Diaro	T1	9:30 a. m.												
X	Se limpian los documentos respectivos las cuñas de almacenamiento.	Operario mantto de cuñas	Diaro	T2	5:45 a. m.												
X	Se limpian los documentos de la superficie del mesón	Operario mantto de cuñas	Diaro	T1	1:45 a. m.												
X	Se limpian los documentos de sacado y maquinamiento de cuñas	Operario mantto de cuñas	Diaro	T2	5:45 a. m.												
X	Limpiar el polvo del escritorio y silla.	Operario de limpieza	Diaro	T1	1:45 p. m.												
X	Limpiar el herramentero	Operario de limpieza	Diaro	T2	5:30 p. m.												

OBSERVACIONES:

