

UNIVERSIDAD DE LAS ÁMERICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS



**EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DEL CAMBIO DE CALDERAS DEL
HOSPITAL NAVAL ALMIRANTE NEF**

Autor:

César Troncoso Roa

2018

UNIVERSIDAD DE LAS ÁMERICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS



EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DEL CAMBIO DE CALDERAS DEL HOSPITAL NAVAL ALMIRANTE NEF

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de
Ingeniero de Ejecución Industrial.

Profesor Guía:

Sr. Alfredo Cortés Castillo

Autor:

César Troncoso Roa

2018

Agradecimientos:

Quisiera agradecer a la persona que me apoyo siempre en mi idea de estudiar y lograr cumplir mis metas, la que está a pocos días de dar a luz a nuestro hijo Felipe Ignacio, por su gran apoyo durante estos últimos días que han sido de mucho cansancio por la etapa que está viviendo, muchas gracias Angie Gauthier.

Por otra parte, reconocer el apoyo de mis compañeros de trabajo, los cuales me alentaban con una palabra de ánimo cuando me veían cansado.

A los Ingenieros del Hospital Naval Almirante Nef quienes siempre estuvieron dispuestos a brindar apoyo y asesoramiento en este proyecto.

Y por último quiero agradecer a mi profesor guía Alfredo Cortés Castillo y al profesor Marcos Piña Cofré quienes me han prestado su máximo de apoyo en este último tiempo.

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la factibilidad técnico económica de reemplazar las calderas para el sistema de calefacción y ACS (agua caliente sanitaria) del Hospital Naval Almirante Nef durante el primer semestre del año 2018.

Este estudio se enmarca en el Hospital Naval Almirante Nef, el cual cuenta con tres calderas de vapor marca CLEAVER BROOKS, modelo CBL100-350 instaladas desde el año 1989 para proporcionar calefacción y ACS a gran parte del recinto hospitalario.

En primer lugar, se da a conocer un glosario con la terminología usada en el ámbito de calderas, objeto aclarar los conceptos utilizados dentro del estudio, por otra parte, se da a conocer el marco legal que rige la implementación de equipos para generación de vapor o agua caliente dentro de los recintos públicos. Luego se analiza una serie de antecedentes como el tipo de caldera, marcas de calderas, tipo de combustible que utilizan las calderas, la caldera instalada en la actualidad en el recinto hospitalario y organización del departamento de mantención a cargo del equipo.

Otro punto importante a destacar es la definición de los objetivos para el estudio, estos están dados por un objetivo general y tres objetivos específicos los que se enmarcan dentro de las evaluaciones.

También se efectúan dos tipos de análisis objeto poder determinar el equipo apropiado para reemplazar la actual caldera en uso. Uno de ellos es un análisis técnico, donde se pretende elegir dentro de dos opciones de calderas una de condensación y otra de biomasa, estos equipos fueron elegidos para el análisis, ya que se desea disminuir los costos en cuanto al consumo de combustible y mantención y estos equipos poseen mayor ahorro que el equipo instalado en la actualidad, sin ir más lejos se habla de un ahorro del 30% aproximado en cuanto a la elección de los equipos de condensación y un 25% aproximado en cuanto a los equipos de biomasa.

El equipo que cumpla con las necesidades del recinto en cuanto a lo técnico se analizará de forma tal de determinar sus costos de adquisición, traslado, instalación, puesta en marcha y costos de mantención, además de la comparación de los costos de combustible, que es la prioridad principal del estudio, el reducir éstos, para luego calcular el Van del proyecto y determinar si la inversión del proyecto conviene.

SUMMARY

The objective of this study is to evaluate the technical and economic feasibility of replacing the boilers for the heating and DHW system (sanitary hot water) of the Hospital Naval Almirante Nef during the first semester of 2018.

This study is part of the Hospital Naval Almirante Nef, which has three steam boilers brand CLEAVER BROOKS, model CBL100-350 installed since 1989 to provide heating and ACS to a large part of the hospital.

In the first place a glossary with the terminology used in the field of boilers is disclosed, object to clarify the concepts used within the study, on the other hand the legal framework governing the implementation of equipment for steam or water generation is disclosed not inside the public enclosures. Then a series of antecedents is analyzed, such as the type of boiler, brands of boilers, type of fuel used by the boilers, the boiler currently installed in the hospital premises and organization of the maintenance department in charge of the equipment.

Another important point to highlight is the definition of the objectives for the study; these are given by a general objective and three specific objectives that are framed within the evaluations.

Two types of analysis are also carried out in order to determine the appropriate equipment to replace the current boiler in use. One of them is a technical analysis, where it is intended to choose between two options of boilers, one for condensation and another for biomass, these teams were chosen for the analysis, since they want to reduce costs in terms of fuel consumption and maintenance and these equipments have greater savings than the equipment installed at present, without going any further we speak of an approximate 30% saving in terms of the choice of condensing equipment and an approximate 25% in terms of biomass equipment.

The equipment that meets the needs of the site in terms of technical matters will be analyzed in order to determine the costs of acquisition, transfer, installation, commissioning and maintenance costs, in addition to the comparison of fuel costs, which is The main priority of the study is to reduce these, to then calculate the Van of the project and determine if the investment of the project is appropriate.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	5
SUMMARY.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
GLOSARIO.....	11
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO N°1 ANTECEDENTES.....	15
1.1 Tipos de Calderas.....	17
1.2 Partes Principales de una Caldera.....	18
1.3 Tipos de Combustible para Calderas.....	19
1.4 Calderas de Opción de Cambio.....	20
1.5 Caldera Instalada en el Recinto Hospitalario.....	22
1.6 Consumo de Combustible del Equipo Instalado.....	23
1.7 Estructura del Departamento de Mantención.....	28
1.8 Rendimiento de Calderas.....	29
CAPÍTULO N°2 OBJETIVOS.....	30
2.1 Objetivo General.....	31
2.1 Objetivos Específicos.....	31
CAPÍTULO N°3 EVALUACIÓN TÉCNICA.....	32
3.1 Selección del Modelo de Caldera de Condensación.....	33
3.2 Ventajas y Desventajas de las Calderas de Condensación.....	34
3.3 Selección del Modelo de Caldera de Biomasa.....	35
3.4 Ventajas y Desventajas de las Calderas de Biomasa.....	35
3.5 Comparación de las Alternativas.....	36
CAPÍTULO N°4 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	41
4.1 Adquisición e Instalación del Equipo.....	42
4.2 Mantención del Actual Equipo.....	45
4.3 Mantención del Nuevo Equipo.....	47
4.4 Consumo de Combustible del Actual Equipo.....	49
4.5 Consumo de Combustible del Nuevo Equipo.....	53
4.6 Cálculo del VAN en los Tres Escenarios.....	54
CONCLUSIONES.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	58
Anexo “A” Partes de una Caldera.....	59
Anexo “B” Decreto Supremo N°10.....	63
Anexo “C” Mantenimiento del Equipo Actual.....	72
Anexo “D” Cotización de Equipos.....	79
Anexo “E” Estudio Técnico del IDIEM.....	81

Anexo “F” Cálculos del VAN en los Diferentes Escenarios.....	91
Anexo “G” Proyectos Considerados para el año 2018.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes de una Caldera.....	19
Figura 2: Comparación de Rendimiento	21
Figura 3: Vista interna de una Caldera Pirotubular	23
Figura 4: Consumo de Gas	25
Figura 5: Gasto de Combustible en Pesos.....	27
Figura 6: Organigrama Departamento de Mantención.....	28
Figura 7: Fórmula de Rendimiento	29
Figura 8: Consumo de Combustible.....	50
Figura 9: Costo Promedio de Combustible	51
Figura 10: Precio del Combustible.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Consumo de Combustible del Recinto.....	24
Tabla 2: Comparación de Alternativas.....	37
Tabla 3: Valor de Adquisición del Equipo.....	42
Tabla 4: Costo de Traslado del Equipo.....	43
Tabla 5: Costo de Despejar el Techo.	43
Tabla 6: Valor de Desmontar y Montar Equipos	43
Tabla 7: Costos de Periféricos.....	44
Tabla 8: Costos de Puesta en Marcha y Certificación.....	44
Tabla 9: Inversión Inicial	45
Tabla 10: Valores de Mantenición de Mano de Obra Actual Equipo.	46
Tabla 11: Costo de Mantenimiento Preventivo Anual del Actual Equipo.	47
Tabla 12: Costos de Mantenimiento Preventivo Bienal del Actual Equipo.....	47
Tabla 13: Valores de Mantenición Mano de Obra Equipo Nuevo	48
Tabla 14: Costo de Materiales Equipo Nuevo para Mantenimiento Anual.....	48
Tabla 15: Costo de Materiales Equipo Nuevo para Mantenimiento Bienal.	48
Tabla 16: Comparación de Costos de Mantenimiento.	49
Tabla 17: Costo Promedio de Combustible.....	51
Tabla 18: Consumo de Combustible del Equipo Nuevo	53
Tabla 19: Cálculo del VAN en Escenario Pesimista.....	54
Tabla 20: Cálculo del VAN en Escenario Normal.	54
Tabla 21: Cálculo del VAN en Escenario Optimista.	54

GLOSARIO.

En este punto del presente informe se darán a conocer una serie de definiciones relacionados con los sistemas de calefacción y calderas.¹

- **El Poder Calorífico Inferior (P.C.I.):** Define la cantidad de calor liberado tras una combustión completa cuando el producto de la misma contiene vapor de agua.
- **El Poder Calorífico Superior (P.C.S.):** Define la cantidad de calor liberado tras una combustión completa, incluyendo el calor de evaporación contenido en el vapor de agua de los gases de combustión.
- **ACS:** Agua caliente sanitaria.
- **Caldera:** Unidad principal diseñada para generar agua caliente, calentar un fluido térmico o para generar vapor de agua, mediante la acción del calor.
- **Caldera de calefacción:** Calderas de vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de diseño no excede los 0,5 kg/cm² y calderas diseñadas para generar agua caliente cuyo uso es de calefacción o uso sanitario.
- **Caldera de fluidos térmicos:** Caldera que utiliza un fluido distinto al agua, destinado a la transferencia de calor, en fase líquida a altas temperaturas y que fluye por un circuito cerrado.
- **Caldera de vapor:** Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo es igual o superior a 0,5 kg/cm².
- **Caldera de vapor de baja presión:** Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo no exceda de 3,5 kg/cm².
- **Caldera de vapor de mediana presión:** Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo es igual o mayor a 3,5 kg/cm² e inferior a 15 kg/cm².
- **Caldera de vapor de alta presión:** Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo es igual o mayor a 15 kg/cm² e inferior a 42 kg/cm².
- **Caldera de vapor de gran presión:** Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo es superior a 42 kg/cm².
- **Caldera móvil:** Caldera cuyo diseño contempla la posibilidad de su desplazamiento desde un lugar a otro, siempre en función del proceso productivo.

¹ (MINISTERIO DE SALUD; SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA, 2012)

- **Componentes:** Otros equipos y accesorios auxiliares del sistema, como bombas, estanques, quemadores, válvulas reguladoras de flujo, trampas de vapor, válvulas reguladores de presión, entre otros.
- **Dureza total del agua:** Contenido de sales presente en el agua, principalmente de calcio y magnesio, expresada en partes por millón (ppm) equivalentes de carbonato de calcio.
- **Equipo que utiliza vapor de agua:** Recipiente metálico que utiliza vapor de agua con presión manométrica igual o superior a 0,5 kg/cm², se incluyen entre otros, acumuladores de vapor, marmitas, cocedores, desgasificadores, secadores e intercambiadores de calor.
- **Estanque de expansión:** Recipiente metálico, diseñado para regular el volumen del agua por efecto de la dilatación que presenta con el incremento de su temperatura.
- **Manómetro:** Instrumento destinado a medir la presión efectiva o relativa a la presión atmosférica, que ejerce un fluido contenido en un recipiente o en un circuito a presión.
- **NTU:** Unidades Nefelométricas de Turbidez.
- **Presión de diseño:** Presión utilizada en el diseño de una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua.
- **Presión de trabajo:** Presión requerida por el proceso, que puede ser igual o inferior a la presión máxima de trabajo de una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua.
- **Presión máxima de trabajo:** Presión límite a la que puede trabajar con seguridad una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua.
- **Superficie de calefacción:** Superficie de transferencia de calor de una caldera, que está en contacto con los gases y humos de combustión, por un lado, y con un fluido por el otro, medida esta superficie por el lado que está en contacto con los gases y humos.
- **Termostato:** Instrumento de control automático, que mantiene la temperatura dentro de rangos preestablecidos, en el interior de una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua.
- **Válvula de operación manual:** Válvula que se intercala en una tubería para establecer o interrumpir manualmente la circulación de un fluido.
- **Válvula de seguridad:** Accesorio que cumple el objetivo de liberar un fluido, automáticamente cuando una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua, supera la presión máxima de trabajo.

INTRODUCCIÓN.

El Hospital Naval Almirante Nef es un recinto hospitalario público, perteneciente a la Armada de Chile, el cual está ubicado en la ciudad de Viña del Mar. Este recinto cuenta con una serie de servicios clínicos y dependencias para la atención de pacientes civiles como uniformados, a los cuales debe proporcionar servicios básicos como lo son el agua, luz y calefacción.

Para esto cuenta con un departamento de mantención, quien es el encargado de mantener, operar y reparar la maquinaria para cumplir dicha función. Dentro de esta maquinaria podemos mencionar generadores de emergencia, plantas de aire acondicionado, bombas de agua, compresores de aire y calderas para calefacción y ACS (agua caliente sanitaria).

Este último equipo tiene 27 años de servicio en el recinto hospitalario, si bien es cierto todavía cumple las funciones para lo cual se diseñó, el equipo en la actualidad se encuentra sobre dimensionado, ya que, la gran mayoría de los servicios clínicos dejaron de utilizar el vapor de las calderas principales como fuente de energía y se han instalados sus propios generadores de vapor y autoclaves para satisfacer esa demanda.

Por otra parte, las calderas cumplieron su vida útil en el recinto hospitalario, lo que ha complicado de gran manera a la hora de efectuar sus mantenciones tanto preventivas como correctivas debido a la obsolescencia técnica que presentan. Es por eso que la Institución desea evaluar el cambio de calderas para el sistema de calefacción y servicios sanitarios.

También se desea dejar en claro que el uso de la actual caldera tiene un costo elevado en cuanto al consumo de combustible y su mantención en comparación a otro equipo que pueda cumplir las mismas funciones de calefaccionar y proveer agua caliente sanitaria.

En cuanto a los costos de combustible estos tienen un valor promedio de \$49.000.000 mensuales, lo que da como resultante un valor promedio anual de \$588.000.000, por otra parte, la mantención tiene un costo promedio anual de \$22.000.000.

Por otra parte, durante los últimos tres años recinto el hospitalario ha tenido que restringir su presupuesto de financiamiento para el área de mantención y a su vez ha llevado a tener un mayor control en cuanto al gasto de consumos básicos, como dato se puede mencionar que se invirtió en alumbrado con tecnología led objeto bajar los consumos eléctricos.

Esto lleva a la necesidad de evaluar la posibilidad de cambio del sistema de calderas del recinto hospitalario con la finalidad de reducir los costos en cuanto al ítem de calefacción y circuitos sanitarios.

Los posibles equipos para el reemplazo de las actuales calderas pueden ser, calderas de condensación y calderas de biomasa.

Con las calderas de condensación es posible alcanzar rendimientos estacionales de hasta el 109% frente al 80% de las calderas estándar, por otra parte, se habla de un ahorro del 30% en cuanto al consumo de combustible.

Las calderas de biomasa tienen un rendimiento cercano al 90% en comparación a una caldera estándar y el material combustible para su funcionamiento (pellets) tiene un bajo costo de adquisición.

Es importante mencionar que el marco presupuestario para el recinto hospitalario se debe confeccionar con dos años de antelación, objeto poder obtener los recursos monetarios de su mando administrativo. Eso sin mencionar de las prioridades que éste pudiese cambiar de acuerdo a la cantidad de recursos asignados.

CAPÍTULO N°1 ANTECEDENTES.

En el presente capítulo se dará a conocer una serie de antecedentes, los cuales permitirán interiorizarnos en el mundo de las calderas como fuentes de energía, se dará a conocer tipos de calderas y sus partes, tipos de combustibles para el uso de calderas, descripción de la caldera en uso por parte del recinto hospitalario y sus consumos de combustibles.

Dentro del mercado de equipos de calderas podemos encontrar una variedad de marcas y modelos, todas cumplen con el fin último para el cual fueron diseñadas que es el calentar agua o generar vapor. Estas son las principales marcas de calderas en el país. ALBIN TROTTER, ANWO, JUNKERS, ARCA, BOSH, CHAFFOTEAUX.

Las salas de calderas de cualquier recinto público deben cumplir ciertas normativas, también lo debe ser para el personal que opera y mantiene dichos equipos, es por esto que se debe dejar en claro que cualquier modificación o cambio de calderas del recinto hospitalario está regulado bajo un marco legal dependiente del Ministerio de Salud y Subsecretaría de Salud Pública, estos estamentos rigen y controlan que se cumplan las normas de seguridad para el uso y operación de equipos con generación de vapor y agua caliente en recintos hospitalarios y públicos.

A continuación, se deja el número del decreto, el cual establece el reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua:

Núm. 10.- Santiago, 2 de marzo de 2012.- Visto: Lo dispuesto en los artículos 1, 2, 3, 82 letra a) y en el Libro Décimo del DFL N° 725, de 1967, del Ministerio de Salud, que aprueba el Código Sanitario; en los artículos 65 y 68 de la ley N°16.744 y en el artículo 4° del DFL N° 1, de 2005, del Ministerio de Salud y las facultades que me confiere el artículo 32 N° 6 de la Constitución Política de la República, y Considerando: La necesidad de poner al día la normativa, que regula el funcionamiento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, con el objeto de proteger la vida y la salud de quienes trabajan o se sirven de ellas y de la población en general,

Decreto:

1°.- Apruébase el siguiente reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua²

² (MINISTERIO DE SALUD; SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA, 2012)

1.1 Tipos de Calderas.

Como se mencionó en el punto anterior existen diferentes modelos y marcas de calderas, la elección del tipo y modelo de ésta obviamente dependerá de la demanda a satisfacer, del lugar, tipo de combustible, etc. A continuación, se describen algunas formas de clasificar los tipos de calderas.

Atendiendo a su posición, a su instalación, a la ubicación del hogar, a la circulación de los gases, respecto a su forma de calefacción, de acuerdo a la presión del vapor que producen, respecto al volumen de agua que contienen en relación con su superficie de calefacción, según su utilización, según la circulación del agua dentro de la caldera, según el tipo de combustible.

Todas las calderas pueden clasificarse según las características mencionadas en el párrafo anterior, pero cada fabricante ha tomado o seleccionado algunos de estos aspectos, creando tipos de calderas que se han llegado a popularizar en el ambiente industrial. A continuación, se da una breve descripción de las que son más comunes:

Calderas del Tipo Paquete: Es una unidad auto contenida, que se instala con rapidez, ya que va montada sobre una armazón de acero estructura, lista para su colocación sobre una base sencilla de concreto.

Calderas Escocesas: Es probablemente la más popular y la que más se fabrica como unidad generadora de fuerza. Algunas de sus características son: del tipo horizontal, con tubos múltiples de humo, de hogar interior, de uno o más pasos y que puede quemar combustible sólido, líquido o gaseoso. Son, además, económicas, ocupan un mínimo material refractario y su instalación es sencilla.

Calderas Marinas: Son calderas diseñadas para la propulsión de barcos de guerra, las cuales poseen ciertas características como:

Gran eficiencia y mínimo tamaño y peso, diseño y formas especiales, seguridad del servicio, manejo sencillo, máxima accesibilidad, gran flexibilidad a las demandas de vapor.

Calderas Residenciales: Se presentan en gran variedad de formas y diseños, de los cuales la mayoría son para proporcionar agua caliente. Estas pueden ser verticales u horizontales, tienen un volumen de agua reducido y un calentamiento rápido.

Calderas Continuas: En estas calderas el agua de alimentación es forzada a través de los tubos, en cuyo trayecto cambia de estado convirtiéndose en vapor. Normalmente no necesitan colector de vapor y no requieren otra clase de bombeo que el de las bombas de alimentación de agua.

Calderas Tipo Express: Son unidades capaces de levantar vapor rápidamente y a gran presión. El nombre “express” proviene de estas características.

Sin embargo, la clasificación más aceptada se basa en la circulación del agua y de los gases calientes en la zona de tubos de las calderas.

Según esto se tiene dos tipos generales de calderas:

a) Pirotubulares o de Tubos de Humos

En estas calderas, los humos pasan dentro de los tubos, cediendo su calor al agua que los rodea.

b) Acuotubulares o de Tubos de Agua

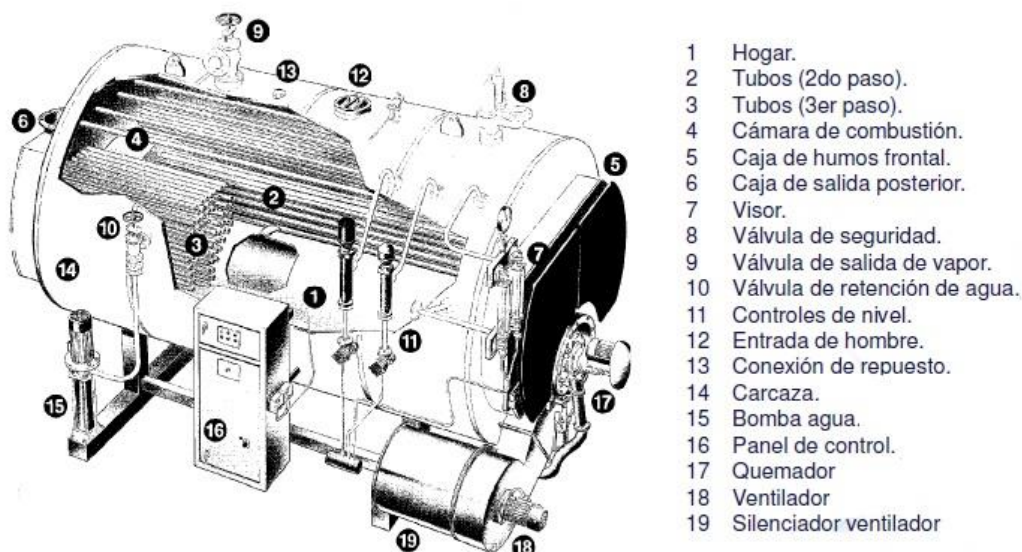
El agua circula por dentro de los tubos, captando calor de los gases calientes que pasan por el exterior.³

1.2 Partes Principales de una Caldera.

Si bien es cierto, estos equipos se componen de un gran número de partes en el presente punto se nombrarán las más importantes en la figura 1 y sus definiciones estarán adjuntas en el Anexo “A” del presente informe.

³ (Abarca, Pedro, 2017)

Figura 1: Partes de una Caldera



Fuente: Manual de Operación, Servicio y Partes, 2003

1.3 Tipos de Combustible para Calderas

Existen muchas sustancias combustibles, tanto no renovables como renovables, pero no todas pueden usarse en procesos con fines prácticos o para utilizarse en calderas. En general, los combustibles se dividen según su estado físico en sólidos, líquidos y gaseosos y, asimismo, éstos pueden ser naturales o artificiales. En general, todos los combustibles están constituidos por los mismos elementos, variando sus proporciones. Para ser clasificados según su rendimiento, es decir la cantidad de calor que generan al quemarse cierta cantidad de combustible, se utiliza un valor llamado "PODER CALORIFICO". Es la cantidad de calor que se obtiene al quemar un kilogramo de combustible.

Cuando se trata de combustibles sólidos se expresa en Kcal/Kg. Cuando se trata de combustibles líquidos Kcal/m³, o Kcal/Ltrs. y para los combustibles gaseosos se expresa en Kcal/m³

Combustibles Sólidos: Son aquellas sustancias en que sus moléculas presentan gran cohesión entre sí. Su característica principal es que mantienen su forma y volumen definidos.

Algunos ejemplos de estos combustibles son: leña, carbón, carboncillo, carbón coke, basura o desperdicios domésticos.

Combustibles Líquidos: Son aquellas sustancias en que las fuerzas resultantes de los movimientos moleculares son lo suficientemente elevados frente a las fuerzas de atracción para permitir el movimiento de las moléculas entre sí, permitiendo fluir y adaptarse a la forma del depósito. Su característica principal es que no poseen una forma definida, pero tienen volumen.

Algunos ejemplos de estos combustibles son: petróleo diésel, kerosene, alquitrán combustible.

Combustibles Gaseosos: Son aquellas sustancias en que las fuerzas resultantes de los movimientos moleculares son muy superiores a las fuerzas de atracción entre moléculas. Por ello las moléculas de los gases se desplazan ocupando todo el espacio disponible. Si no se contienen en un espacio cerrado estos se propagan en la atmosfera. Su característica principal es que tienen forma y volumen variable y ejercen presión sobre las paredes del contenedor que los almacena. Al contrario de los combustibles sólidos y líquidos los combustibles gaseosos son compresibles, por lo que siempre se deberá tener en claro la presión y temperatura del volumen medido.

Algunos ejemplos de estos combustibles son: gas licuado, gas natural.

1.4 Calderas de Opción de Cambio.

Si bien es cierto en el punto 1.1 se nombra un número determinado de tipos de calderas, para la elección del nuevo equipamiento hay que tener muy claro que buscamos reemplazar y con que lo vamos a reemplazar. Dentro de este estudio se verá la opción de dos tipos de calderas que en teoría son las más acertadas para reemplazar las actuales calderas del recinto hospitalario, las cuales se evaluarán en forma técnica objeto determinar con precisión la más adecuada para reemplazar las calderas en servicio del recinto hospitalario. Estas son las calderas de condensación y las calderas de biomasa. A continuación, se explicará en forma muy genérica ambos tipos de calderas.

Calderas de Condensación: En los últimos años las calderas de condensación han experimentado un crecimiento muy importante, esto se debe a la concienciación de organismos, profesionales y usuarios por nuestro planeta. Este tipo de tecnología que utiliza la combustión como método de energía puede proporcionar mejoras sustanciales en cuanto al rendimiento en las instalaciones de calefacción, esto puede ser en alta o baja temperatura, lo que se traduce en una baja de emisión de los gases de descarga.

Por otra parte, existe una diferencia sustancial entre las calderas de condensación y las calderas convencionales y ésta es que su rendimiento no sólo depende del rango de modulación del quemador, sino que también depende del rango de temperatura de funcionamiento.

El uso de estas calderas se traduce en un aumento del rendimiento del 15% respecto a las calderas convencionales. Esto permite reducir el consumo y la emisión de gases contaminantes para un grado de confort idéntico.

Las calderas de condensación, reducen la temperatura de los humos hasta provocar la condensación del vapor de agua contenido en ellos. En este proceso de condensación los humos ceden el calor latente del vapor de agua, que es transmitido al agua de la caldera.

Figura 2: Comparación de Rendimiento



Fuente: Euroclima siglo XXI, 2017.

Calderas de Biomasa: Las nuevas calderas de biomasa son una excepción dentro de este tipo de calderas, ya que éstas incorporan un quemador y un sistema de alimentación de combustible que realiza todo el proceso de forma automática, es decir, al determinar un aumento en la demanda de combustible, ésta rellena en forma automática con pellets la cámara de combustión.

Los modelos más avanzados utilizan sistemas de regulación por microprocesador, y alcanzan rendimientos térmicos de más del 90%. Entre las novedades más significativas, presentes incluso en modelos de potencia pequeña, está la regulación del aire de combustión basado en la necesidad de oxígeno, calculado en los humos con una sonda especial (sonda lambda). La regulación

lambda permite regular y optimizar constantemente la cantidad de aire durante el ciclo completo de funcionamiento de la caldera de leña, desde el encendido inicial hasta que se acabe el combustible. Los principales elementos que constituyen un sistema de calefacción por caldera de biomasa son: Sistema de almacenamiento de biomasa, Sistema de transporte automático de biomasa, Caldera.

1.5 Caldera Instalada en el Recinto Hospitalario.

En la actualidad el Hospital Naval Almirante Nef cuenta con tres calderas marca CLEAVER BROOKS, modelo CBL100-350, de fabricación Americana, instaladas a fines del año 1989 y a comienzos de 1990. Estas calderas son pirotubulares y están diseñadas para generar vapor a 150 Psi. Su presión de trabajo es de 100 Psi.

Las calderas pirotubulares están disponibles para vapor de alta o baja presión o para aplicaciones de agua caliente. Éstas se usan comúnmente para aplicaciones que varían desde 15 a 1500 caballos de potencia. Una caldera pirotubular es un contenedor cilíndrico, con tubos horizontales que cruzan y se conectan a las placas tubulares frontal y trasera. El contenedor almacena el agua y absorbe la energía generada por la flama.

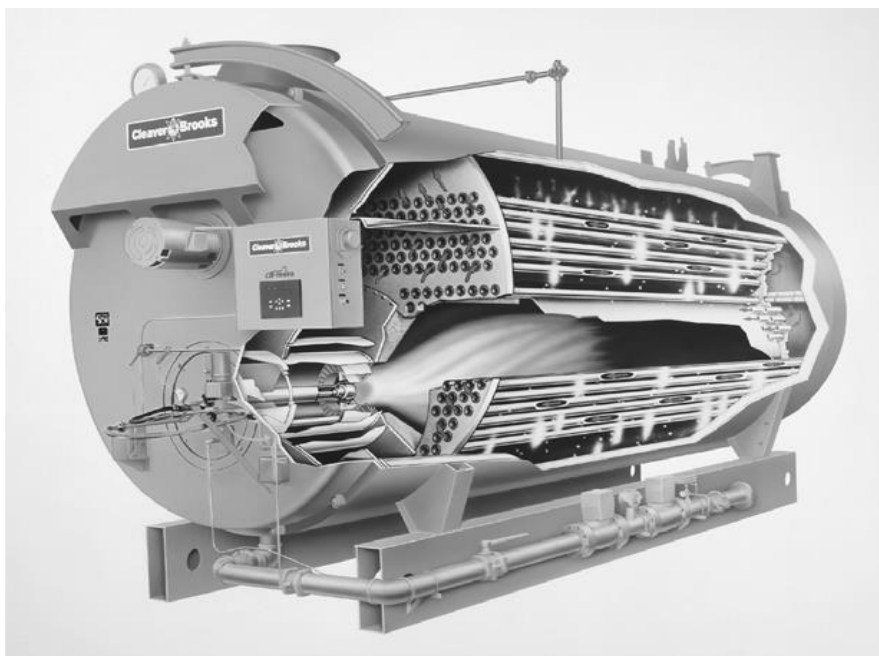
Las puertas frontal y trasera proveen el hermetismo necesario para contener los gases de combustión calientes. Se diseñaron deflectores dentro de las puertas para redireccionar los gases de combustión a través de distintos pasajes pirotubulares. La flama se origina en el horno conforme los gases de combustión bajan a través del horno y a través de los varios canales pirotubulares, el calor de la flama y gases de combustión se transfiere al agua. La energía transferida se convierte en el vapor o agua caliente que se requieren. El propósito principal de la caldera es proveer energía a las operaciones del complejo para la calefacción, procesos de manufactura, lavandería, cocina, etc. ⁴

Es importante destacar que la caldera anteriormente mencionada ya cumplió su vida útil en el recinto hospitalario, esto se ha denotado en el aumento de fallas en los últimos 5 años y en la obsolescencia técnica. Aquí es donde se ha tenido gran cantidad de inconvenientes con los equipos, ya que si bien es cierto existe un representante legal en el país, éste ha informado en innumerables ocasiones que ha tenido problemas para importar los repuestos solicitados llevando al recinto hospitalario a adquirir repuestos alternativos, lo que se transforma en una solución parche que en el futuro presenta nuevamente problemas.

⁴ (Manual de Operación, Servicio y Partes, 2003)

Por otra parte, los costos anuales en cuanto a sus mantenimientos correctivos están sobre el \$1.000.000 lo que ha llevado a reafirmar el posible cambio de éste equipo.

Figura 3: Vista interna de una Caldera Pirotubular



Fuente: Manual de Operación, Servicio y Partes, 2003

1.6 Consumo de Combustible del Equipo Instalado.

En los últimos tres años el presupuesto para financiamiento del recinto hospitalario ha disminuido por parte de su mando administrativo (Dirección de Sanidad Naval), esto con la finalidad de tener un mayor control en los gastos del recinto. Por lo mismo desde el año 2014 se comenzó a controlar todos los gastos en cuanto a los consumos básicos (agua, luz y gas) más los costos asociados a mantenciones del recinto hospitalario con la finalidad de detectar donde se está gastando de forma inadecuado los recursos asignados y así poder corregir esto.

Uno de los puntos detectados con un alto gasto fue el sistema de gas natural del recinto hospitalario, el cual es la fuente de energía principal para el funcionamiento de las calderas principales. Esta fuente de energía es proporcionada al recinto hospitalario por la empresa GASVALPO.

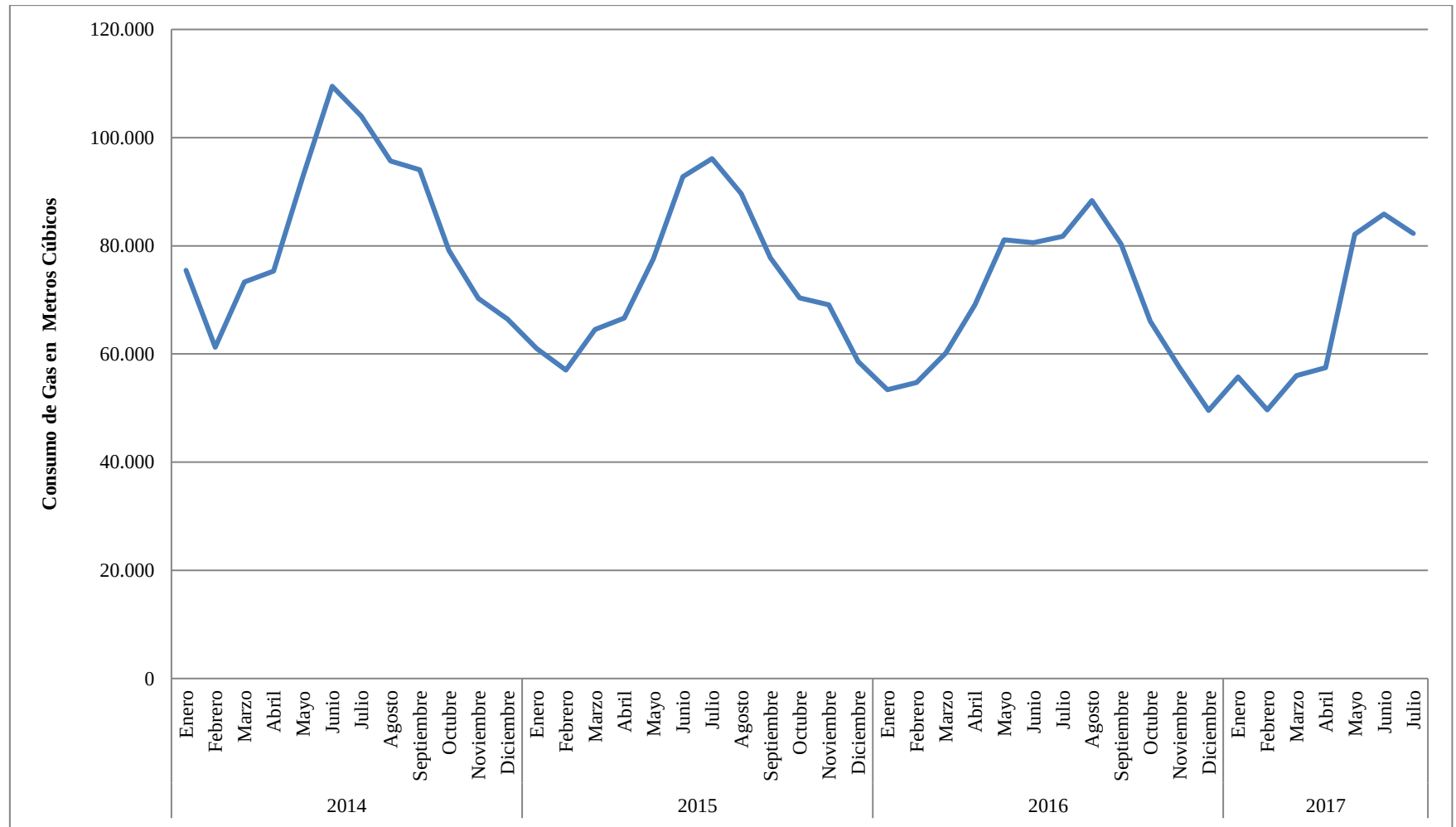
A continuación, se adjunta una tabla con registros históricos de combustible desde el año 2014 al primer semestre del año 2017.

Tabla 1: Consumo de Combustible del Recinto

	Año 2014		Año 2015		Año 2016		Año 2017	
Meses	m3	Valor	m3	Valor	m3	Valor	m3	Valor
Enero	75.461	\$ 42.217.096	61.002	\$ 40.100.334	53.383	\$ 38.664.337	55.752	\$ 39.121.056
Febrero	61.241	\$ 36.246.261	57.024	\$ 34.402.361	54.706	\$ 38.582.669	49.675	\$ 34.701.239
Marzo	73.303	\$ 43.432.393	64.537	\$ 34.303.811	60.173	\$ 41.320.798	56.008	\$ 40.102.319
Abril	75.304	\$ 45.515.103	66.637	\$ 34.874.215	69.112	\$ 47.127.405	57.443	\$ 40.608.469
Mayo	92.862	\$ 55.508.694	77.607	\$ 41.207.755	81.118	\$ 57.443.616	82.152	\$ 59.217.378
Junio	109.492	\$ 66.182.219	92.756	\$ 53.857.127	80.565	\$ 54.721.811	85.843	\$ 60.726.651
Julio	103.958	\$ 64.575.175	96.094	\$ 58.531.142	81.722	\$ 55.766.631	82.296	\$ 57.236.541
Agosto	95.668	\$ 61.887.089	89.634	\$ 59.197.058	88.362	\$ 60.987.871	0	\$ 0
Septiembre	94.051	\$ 60.927.024	77.776	\$ 52.762.770	80.311	\$ 54.331.234	0	\$ 0
Octubre	79.131	\$ 49.265.013	70.376	\$ 49.792.824	66.054	\$ 46.437.259	0	\$ 0
Noviembre	70.258	\$ 44.548.880	69.082	\$ 50.460.893	57.512	\$ 46.464.108	0	\$ 0
Diciembre	66.465	\$ 42.589.466	58.587	\$ 42.278.738	49.557	\$ 35.914.086	0	\$ 0
Total	997.194	\$ 612.894.413	881.113	\$ 551.769.028	822.575	\$ 577.761.825	469.169	\$ 331.713.653

Fuente: Elaboración Propia, con datos obtenidos de registros históricos del Hospital Naval Almirante Nef.

Figura 4: Consumo de Gas



Fuente: Elaboración Propia, con datos obtenidos de registros históricos del Hospital Naval Almirante Nef.

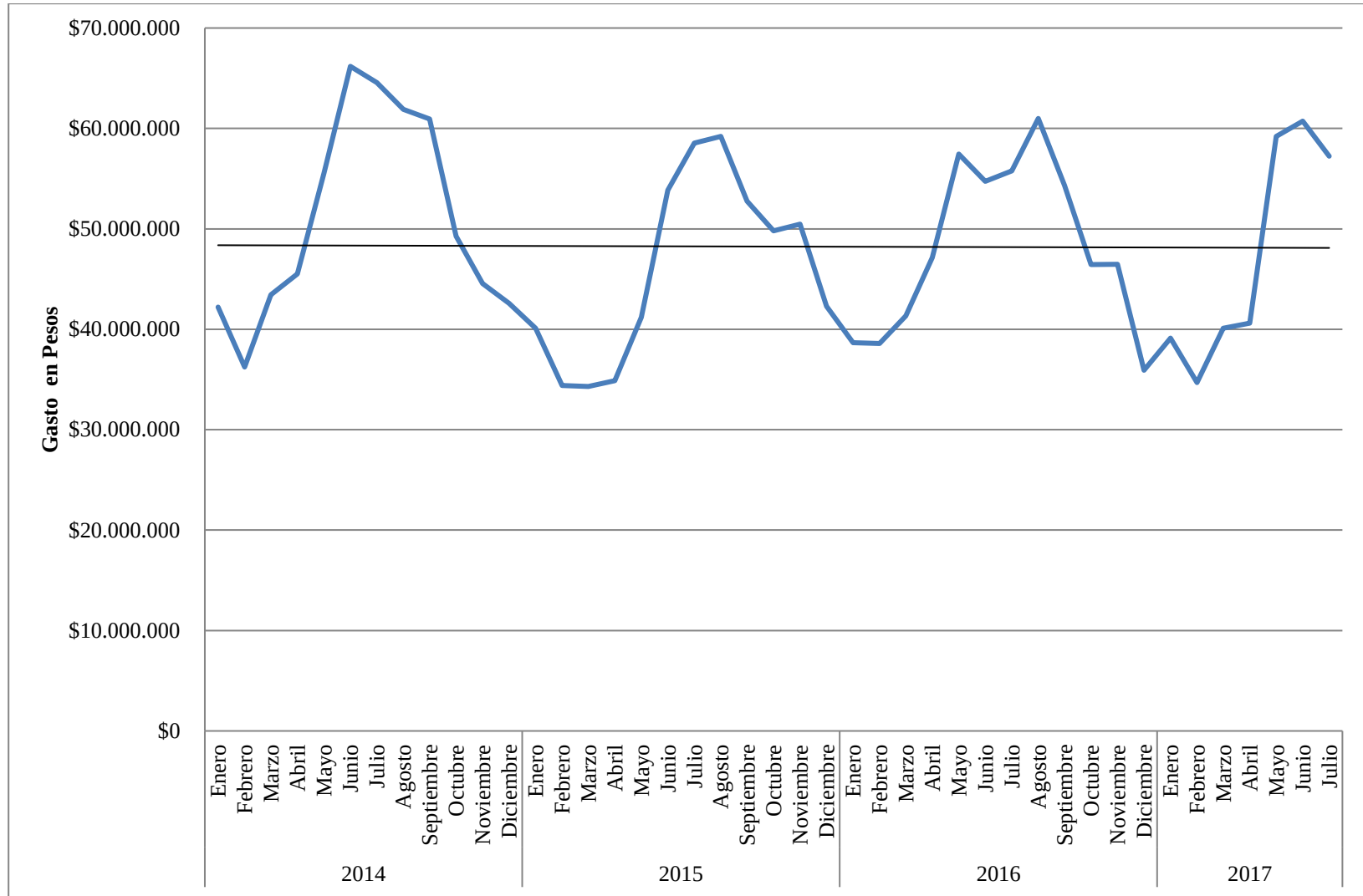
En la figura N°3, se grafican los consumos de combustible desde los años 2014 hasta el primer semestre del 2017, donde se aprecia que a medida que se avanza en el tiempo el consumo de combustible tiende a la baja, esto se debe a que algunos servicios clínicos como Esterilización, Lavandería y la Unidad de Alimentación Central, las cuales poseían grandes equipos que requerían del vapor para su funcionamiento en el recinto hospitalario dejaron de depender de las calderas principales para su normal funcionamiento.

En la actualidad estos servicios clínicos poseen sus propios generadores de vapor o autoclaves, ya que años atrás se pensó en la eliminación del vapor en el recinto hospitalario, además se analizaron los costos y es más factible cambiar equipos a los servicios clínicos que mantener en servicio la caldera principal.

A fines del año 2017 esta cifra se debiese estabilizar, ya que el consumo de gas no debería presentar un aumento a lo reflejado en el primer semestre del presente año, ya que el uso de la caldera en la actualidad se enfoca a cubrir los requerimientos de calefacción y ACS.

En la figura N°4, se grafican los gastos de combustible desde los años 2014 hasta el primer semestre del 2017. Si bien es cierto en el gráfico anterior el consumo de combustible tiende a la baja en el transcurso del tiempo, el gasto no ha disminuido en forma directa al consumo y esto se debe que el precio del gas ha ido en alza en los últimos años. El gasto mensual tiene un costo medio de combustible de \$48.235.289.

Figura 5: Gasto de Combustible en Pesos



Fuente: Elaboración Propia, con datos obtenidos de registros históricos del Hospital Naval Almirante Nef.

1.7 Estructura del Departamento de Mantenimiento

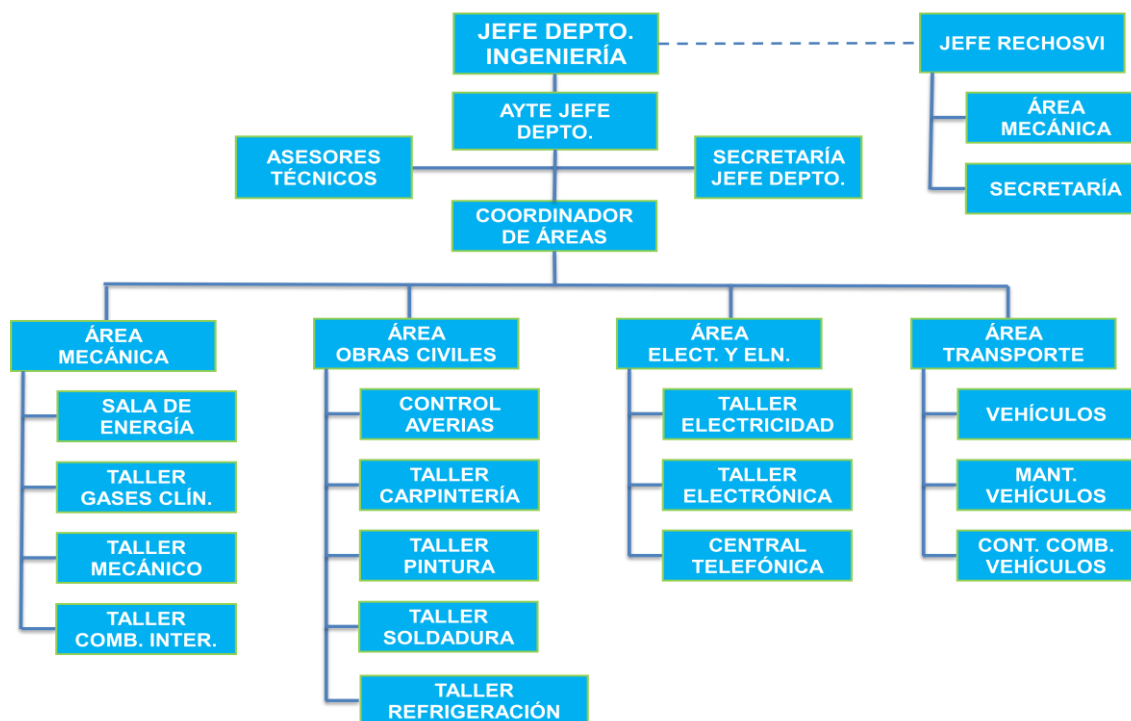
El departamento de Mantenimiento del Hospital Naval Almirante Nef cuenta con un total de 78 personas para satisfacer los requerimientos de los diferentes servicios clínicos del recinto hospitalario, a su vez es el encargado de mantener, operar y reparar la maquinaria.

Para esto se cuenta con la siguiente distribución de su personal, con su jefe de departamento a la cabeza, sus asesores directos y cuatro áreas de trabajo.

Para el presente estudio nos enfocaremos en el área de mecánica y en su taller de sala de energía, el cual está conformado por 5 personas, éste taller es el encargado de generar y mantener el control de los sistemas de calefacción y agua sanitaria del recinto hospitalario. En el caso de efectuar el cambio de calderas del recinto hospitalario con el mismo número de personas se pueden efectuar las mantenciones de los nuevos equipos con total normalidad, sin afectar la estructura de funcionamiento del departamento de mantenimiento.

A continuación, se adjunta organigrama con la estructura del departamento de mantenimiento.

Figura 6: Organigrama Departamento de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia, según organización del departamento de mantenimiento.

1.8 Rendimiento de Calderas.

Se llama rendimiento al porcentaje de calor contenido en el combustible que se traspaasa al vapor generado por la caldera, al quemar dicho combustible.

También podría definirse el rendimiento diciendo que: "Es la relación entre la energía (calor) contenida en el vapor y el calor contenido en el combustible que se quema"⁵.

En otras palabras:

Figura 7: Fórmula de Rendimiento

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{Calor Contenido en el Vapor}}{\text{Calor Contenido en el Combustible Quemado}} \times 100$$

Fuente: Elaboración Propia.

⁵ (Abarca, Pedro, 2017)

CAPÍTULO N°2 OBJETIVOS.

El proyecto se desea implementar en el Hospital Naval Almirante Nef ubicado en la ciudad de Viña del Mar, para satisfacer los requerimientos de calefacción y ACS del recinto hospitalario. Para esto se han definido los siguientes objetivos:

2.1 Objetivo General.

- Evaluar la factibilidad técnico económica de reemplazar las calderas para el sistema de calefacción y ACS (agua caliente sanitaria) del Hospital Naval Almirante Nef durante el primer semestre del año 2018.

2.1 Objetivos Específicos.

- Establecer las métricas establecidas para la elección del nuevo equipo.
- Efectuar un análisis técnico de las opciones del mercado para el reemplazo de las calderas actuales.
- Definir el nuevo equipamiento para reemplazar las calderas del Hospital Naval Almirante Nef.

CAPÍTULO N°3 EVALUACIÓN TÉCNICA.

Esta evaluación tiene por objetivo analizar los tipos de calderas que pudiesen satisfacer las necesidades del recinto hospitalario en cuanto a calefacción y ACS. Estos son equipos de condensación y biomasa. ¿Por qué se eligió este tipo de calderas?

La respuesta a esta interrogante es la siguiente, con este estudio lo que se busca es disminuir los consumos de combustible del recinto hospitalario y dentro de la búsqueda de equipos el mercado de calderas en cuanto a ahorro ofrece estos dos tipos anteriormente mencionados, ya que se habla de un ahorro en teoría del 30 % del consumo de combustible por parte de las calderas de condensación y en cuanto a los equipos de biomasa su ahorro puede ser mayor producto de que el elemento para producir el funcionamiento del equipo (pellets) puede llegar a tener un valor aproximado de \$280 el Kg.

Con estos datos ahora se debe establecer las métricas para definir el equipo adecuado para reemplazar las actuales calderas del recinto hospitalario, ya que se debe mantener una continuidad de servicio en cuanto al bienestar de los pacientes y de la dotación del recinto y para asegurar la selección correcta es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- Establecer una cantidad mínima de dos calderas para satisfacer la demanda de calefacción y ACS.
- Una presión de trabajo en continuo de acuerdo a la presión necesaria en el consumidor más alejado de la producción, objeto funcione el sistema presurizado sin la necesidad de agregar más bombas de las necesarias al circuito.
- Capacidad de generación, tal que satisfaga la demanda máxima requerida por el recinto hospitalario.
- Temperatura de trabajo en continuo según el requerimiento constante de la instalación, objeto no dejar sin servicios de calefacción o ACS al servicio más alejado de la sala de calderas.
- Indicar cuál es el tipo energía transformada para cumplir los requerimientos de calefacción o ACS, esto puede ser en forma de vapor o agua caliente.
- El tipo de combustible disponible para el funcionamiento de la caldera.
- Si posee la capacidad de dualidad de combustible, es decir si permite su funcionamiento con diferentes tipos de combustibles alternados.

3.1 Selección del Modelo de Caldera de Condensación.

Dentro de las calderas de condensación existen variados modelos, para el caso del recinto hospitalario se efectuará un análisis técnico del modelo Heat Master 120 TC de condensación total.

Este modelo pertenece a la marca Albin TROTTER, la cantidad mínima de calderas a adquirir serán dos, pero esta quedará sujeto al análisis técnico que se verá más adelante.

Este equipo cuenta con una tecnología *Tank in Tank*, es decir cuenta con un acumulador de acero inoxidable de 90 litros que permite dotar un caudal hora a 40°C de 3706 litros por caldera.

A continuación, se explica el principio de funcionamiento por parte del fabricante.

La serie **HeatMaster®** TC combina el concepto *Tank in Tank* de ACV con un circuito primario doble para alcanzar rendimientos de condensación total, como una caldera de circuito doble.

Las calderas **HeatMaster®** TC de ACV son actualmente las únicas que utilizan la condensación tanto en servicio de calefacción como en servicio de agua caliente sanitaria. Todo ello gracias a su excelente aportación con el intercambiador en acero inoxidable y a su tecnología *Tank in Tank*, largamente experimentada. Desde el punto de vista de las exigencias de Kyoto, los HeatMaster TC son las calderas más ecológicas del mundo actual.

La tecnología *Tank in Tank*, consiste en un acumulador e intercambiador de acero inoxidable, capaz de generar grandes volúmenes de agua caliente sanitaria, con acumulaciones más reducidas, logrando una alta instantaneidad.⁶

Estos equipos pueden trabajar a temperaturas de acumulación superiores a los 60° C eliminando el riesgo de la creación de Legionella.

Es un equipo de fácil instalación y mantención reducida, debido a su sistema desincrustante integrado en circuito sanitario.

3.2 Ventajas y Desventajas de las Calderas de Condensación.

A continuación se mencionan las ventajas y desventajas de las calderas de condensación⁷.

a) Ventajas.

1. Rendimientos de hasta el 109% respecto del Poder Calorífico Inferior del Combustible, producto de la reutilización de los gases de descarga al calentar el agua en su ingreso.
2. Pueden generar ahorros de hasta el 30% de energía con respecto a una caldera convencional.
3. Regulan la temperatura en función de la demanda energética.
4. Sus emisiones de NOx son muy bajas.
5. Se pueden utilizar con sistemas de baja temperatura, y sistemas convencionales de radiadores.

⁶ (HeatMaster, 2013)

⁷ (Rivas, Paulino, 2017)

6. Es el tipo de caldera más eficiente actualmente en el mercado.
7. Muy bajas temperaturas de evacuación de humos.
8. Gran superficie de intercambio.

b) Desventajas.

1. Inversión inicial ligeramente más elevada con respecto al tipo de calderas convencionales.
2. Se necesita un sistema de evacuación de condensados.
3. Se necesitan materiales especiales de evacuación de humos.

3.3 Selección del Modelo de Caldera de Biomasa.

Debido a las características del recinto hospitalario, se seleccionó una caldera del tipo industrial, para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria de todo el recinto, el equipo debe ser apto para cualquier tipo de pellets, además deberá tolerar diferentes variaciones en el porcentaje de humedad del combustible.

Estos equipos cuentan con un sistema de alimentación y regulación automática de combustible, como así también el control de salida de sus gases de escape mediante una sonda lambda.

El equipo se pone en marcha al momento de detectar la demanda de calefacción. Un tornillo sinfín dosifica la cantidad de combustible requerida para alimentar todo el sistema, al mismo tiempo el encendido eléctrico provoca la ignición en la cámara de combustión. En cuestión de segundos el equipo está en servicio, si este tiene temperatura el tiempo de encendido será menor. A contar de ese momento el sistema trabajará por automático rellenando con combustible cada vez que se demande.

3.4 Ventajas y Desventajas de las Calderas de Biomasa.

A continuación se mencionan las ventajas y desventajas de las calderas de biomasa⁸.

a) Ventajas.

2. Este tipo de estufas recuperan el calor residual del humo, aprovechándolo para generar más calefacción.
3. Gran variedad de combustibles disponibles aptos para consumo en la misma caldera (independencia de suministro de combustible).

⁸ (Escares, 2014)

4. Sus combustibles tienen un costo muy inferior al de la energía convencional (hasta 4 veces menor que el gasóleo).

b) Desventajas.

1. Los rendimientos de las calderas de biomasa son algo inferiores a los de las calderas que usan un combustible fósil líquido o gaseoso.
2. La biomasa posee menor densidad energética, lo que hace que los sistemas de almacenamiento sean mayores.
3. Los sistemas de alimentación de combustible y eliminación de cenizas son más complejos y requieren unos costes de operación y mantenimiento mayores.
4. Los canales de distribución de la biomasa no están tan desarrollados como los de los combustibles fósiles.
5. Muchos de estos recursos tienen elevados contenidos de humedad, lo que hace que en determinadas aplicaciones pueda ser necesario un proceso previo de secado.

3.5 Comparación de las Alternativas

En este punto se comparan dos alternativas ofrecidas en el mercado, una perteneciente a la empresa Albin Trotter que corresponde a una caldera de condensación, modelo Heat Master 120 y la otra perteneciente a la empresa Cosmoplas quien provee una caldera de pellets marca Arca, modelo Granola 115, a simple vista ambos modelos debiesen disminuir el consumo de combustible en el recinto hospitalario, la primera, porque en teoría se dice que las calderas de condensación pueden generar un ahorro del 30% del consumo de combustible en comparación a las calderas convencionales y la segunda, porque el costo del combustible para el funcionamiento (pellets) posee un valor de \$280 por Kg.

Por otra parte, es importante saber que en la actualidad el recinto hospitalario posee por diseño de construcción una demanda nominal de 4800 litros hora en cuanto al consumo de ACS, por lo tanto, este es el primer factor que debe considerar para la elección de los equipos.

Otra característica importante del nuevo equipo a instalar es que éste debe poseer dualidad en cuanto a su alimentación de combustible, esto quiere decir que su funcionamiento debe ser con gas natural o petróleo. Esto se basa en la eventualidad de una catástrofe, donde el recinto hospitalario quede sin suministro de gas natural para el funcionamiento de las calderas y así mantener la continuidad de servicio hacia los pacientes.

A continuación, se comparan las alternativas anteriormente mencionadas en un cuadro con sus principales características.

Tabla 2: Comparación de Alternativas

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	
	CONDENSACIÓN	BIOMASA
Marca	Albin Trotter	Arca
Modelo	Heat Master 120	Granola 115
Número de Unidades	2	2
Rendimiento	108,8%	87%
Capacidad de Generación	3706 Lts/Hr	3500 Lts/Hr
Presión de Trabajo (Max.)	7 Bar	3 Bar
Temperatura Máxima de Trabajo	90°C	85°C
Aplicación	Agua Caliente	Agua Caliente
Tipo de Combustible	Gas Natural/Petróleo	Pellets
Dualidad de Combustible	Sí	No
Transmisión de Combustible	Cañerías	Silo

Fuente: Elaboración Propia, con datos de placa según fabricantes.

Análisis del Cuadro Comparativo.

En este punto se analiza cada característica anteriormente mencionada en el cuadro comparativo, con el objeto de sustentar la elección del equipo para instalar en el recinto hospitalario.

Número de Unidades: Si bien es cierto, los equipos mencionados pueden satisfacer parte de la demanda nominal del recinto hospitalario, se debe tener considerado siempre poder satisfacer la demanda nominal que equivale a 4800 Lts/Hr.

Por otra parte, para un funcionamiento óptimo y mantener la continuidad del servicio se requieren de a lo menos dos calderas, esto es en caso que una caldera se encuentre en mantenimiento preventivo o correctivo.

Rendimiento: Este punto permite saber cuan eficiente puede ser el equipo, este dato es entregado por el fabricante en base a una serie de estudios, además ayuda a estimar el cálculo de consumo de combustible producto de la combustión generada en su interior.

Capacidad de Generación: Este punto es un muy importante dentro de este análisis, ya que define la cantidad de unidades que se necesitan para satisfacer la demanda nominal del recinto hospitalario.

En este caso como se mencionaba en el punto anterior, el requerimiento máximo del recinto es de 4800 Lts/Hr. Para el caso del equipo de condensación, éste cubre el 77% de la demanda máxima, por lo tanto, se debe tener a lo menos dos equipos y para el caso del equipo de biomasa, éste cubre el 72% de la demanda máxima, es decir también se necesita a lo menos dos equipos.

Si bien es cierto, ambos equipos no pueden satisfacer la máxima demanda en cuanto a la generación, esto no quiere decir que este punto discrimine los equipos analizados, ya que con dos equipos de cualquier modelo cumpla con satisfacer la demanda máxima del recinto hospitalario.

Presión Máxima de Trabajo: La presión de trabajo permite saber si el equipo es capaz de desplazar la cantidad de agua caliente sanitaria hacia todo el recinto hospitalario.

Para los equipos analizados ambos cumplen con la presión adecuada para alimentar todo el recinto hospitalario.

Temperatura Máxima de Trabajo: Esto permite saber si el equipo seleccionado puede cumplir los requerimientos de temperatura del recinto hospitalario, sin la necesidad de conectar calentadores eléctricos al circuito ya existente.

En el caso del equipo de condensación, éste tiene una temperatura máxima de 90°C, lo cual permite calentar el ACS y el sistema de calefacción del recinto hospitalario.

En el caso del equipo de biomasa, éste tiene una temperatura máxima de 85°C, lo cual permite calentar el ACS y el sistema de calefacción del recinto hospitalario.

Aplicación: Ambos equipos cumplen con la finalidad de calentar agua.

Tipo de Combustible: Este punto define el combustible de alimentación del equipo a instalar, es decir, en palabras simples es la fuente de energía para poner en servicio y calentar el agua. Es altamente discriminante, debido a que el recinto hospitalario posee en la actualidad petróleo y gas

natural para el funcionamiento de sus equipos y que son compatibles con la caldera de condensación.

Para el caso de la caldera de biomasa se debe construir el circuito de combustible.

Dualidad de Combustible: Este punto quiere decir si el equipo posee la capacidad de funcionar con dos tipos de combustibles en forma alternativa, es decir, si falla su combustible principal (el gas para la actual caldera) se pueda poner en servicio con petróleo.

Para el caso de la caldera a biomasa, esta funciona sólo con pellets y no permite el encendido con petróleo u otro tipo de combustible.

Transmisión de Combustible: En este punto se define en como hago llegar combustible al equipo para su posterior encendido, si bien es cierto en el caso del petróleo y el gas estos son distribuidos por cañerías, también se pueden almacenar en estanques, de hecho, el recinto hospitalario posee estanques de almacenamiento de petróleo. En el caso de implementar la caldera de biomasa, esta necesita de un estanque, también llamado silo para almacenar su combustible (pellets).

En conclusión, si bien es cierto, ambos equipos poseen características similares dentro de este análisis técnico se puede decir que la alternativa más adecuada para el proyecto es la caldera de condensación.

Primero, porque en cuanto a su alimentación de combustible el recinto hospitalario posee una red de gas natural y petróleo funcionando al 100%, es decir se pueden reutilizar para este nuevo equipo. Segundo, en el lugar físico de una caldera que está funcionando en la actualidad se pueden instalar dos calderas de condensación.

Otro punto importante de la caldera de condensación, es la ventaja de poseer dualidad de combustible, esto permite operar el equipo con gas natural o petróleo, este punto es de vital importancia, ya que en el caso de una catástrofe mayor donde se pierda el suministro de gas natural el equipo puede continuar en servicio con petróleo y lo más importante se mantiene la continuidad de servicio hacia los pacientes.

Y por último uno de los puntos que determinó la elección de la caldera de condensación fue su almacenaje de combustible, ya que ésta al ser de biomasa debe tener un silo para almacenar su combustible (pellets). En primera instancia se pensó la construcción dentro de la sala de calderas de

este silo, pero por normas legales este no puede estar cerca de la fuente de calor, por lo tanto, se debe instalar fuera de la sala de calderas, pero el recinto hospitalario no cuenta con el terreno ni la infraestructura para construir el estanque de almacenamiento de dicho combustible cercano a la sala de calderas.

CAPÍTULO N°4 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Este punto tiene por objetivo analizar en primera instancia los costos asociados a implementación del equipo seleccionando, es decir, la caldera de condensación Heat Master 120 de la empresa Albin TROTTER (compra, transporte, instalación, capacitación, etc.) como así también sus costos de operación, mantención y combustible (objeto determinar si existe un ahorro).

La empresa Albin TROTTER considera una vida útil de 20 años a este equipo en particular, eso es cumpliendo los planes de mantenimiento preventivos indicados por el fabricante al momento de la entrega. Para el caso del recinto hospitalario cabe recordar que este pertenece a la Armada de Chile y como Institución posee un Servicio de Información y Administración del Mantenimiento de la Armada (SERVIMADA), el cual es el ente técnico que planifica y controla los mantenimientos en base a lo entregado por los fabricantes de los equipos con el objeto de cumplir la vida útil de los equipos adquiridos.

4.1 Adquisición e Instalación del Equipo.

Dentro de este punto se analiza la adquisición del equipo, el transporte, la instalación y posterior capacitación al personal por parte de la empresa.

El valor del equipo tiene un costo de US\$ 14.372 por cada unidad, valor entregado por la empresa Albin TROTTER, la razón de cambio utilizada es de \$630, lo cual da el valor de adquisición reflejado en la Tabla N°3. Por otra parte, se adjunta Anexo “D”, el cual contiene cotización de la empresa con los valores anteriormente indicados.

En la siguiente tabla se detalla el valor de adquisición del equipo, dentro de este valor está considerada la capacitación por parte de la empresa, la cual consiste en la instrucción de operación de la maquinaria, soluciones de fallas durante la puesta en servicio, soluciones de fallas durante el servicio, mantenimiento de primer nivel, etc.

Tabla 3: Valor de Adquisición del Equipo

Costo del Equipo	Cantidad	Total Neto
\$ 9.054.360	2	\$ 18.108.720

Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos de cotización empresa Albin TROTTER.

En cuanto al traslado del equipo desde la fábrica hacia el recinto hospitalario, este se efectuará con personal y equipamiento de la Institución, para esto se trasladará un grupo de tres personas más un camión de carga objeto de retirar desde Santiago hasta Viña del Mar los equipos anteriormente mencionados. A continuación, se detallan los costos de trasladado en Tabla 4.

Tabla 4: Costo de Traslado del Equipo

Detalle	Valor	Cantidad	Total
Viático del Personal	\$ 13.120	3	\$ 39.360
Combustible del Camión	\$ 517	100	\$ 51.700
Peajes	\$ 8.300	4	\$ 33.200
Total			\$ 123.560

Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos de tabla de viáticos de la Institución, valor de peajes y precio del petróleo al 20/11/17.

Antes de la instalación del nuevo equipo adquirido se debe desmontar uno de los actuales equipos en uso por el recinto. Para esta tarea se cuenta con el apoyo de los Astilleros y Maestranzas de la Armada (ASMAR), quien posee la experiencia en la Institución en cuanto al cambio de maquinaria y/o modificaciones de lugares de trabajos, además apoyará con la maquinaria y el personal para cumplir esta tarea.

En forma resumida para la instalación de los nuevos equipos se debe despejar el techo para la extracción de la actual caldera, luego se efectúa la desconexión de los circuitos, para luego desmontar la caldera, este equipo se extrae en forma completa con una grúa de levante.

Para esto ASMAR (V) apoyará con una grúa con capacidad de 10 toneladas de levante, un camión para el retiro del equipo y cuatro personas para efectuar esta tarea.

Tabla 5: Costo de Despejar el Techo.

Detalle Tareas	Horas de Trabajo	Cantidad Hombres	Valor Hora Hombre	Total
Despejar techo para extracción	45	4	\$ 8.800	\$ 1.584.000

Fuente: Elaboración Propia, valores utilizados por ASMAR (V)

Tabla 6: Valor de Desmontar y Montar Equipos

Detalle	Horas de Trabajo	Valor	Total
Grúa	12	\$ 107.000	\$ 1.284.000
Camión	12	\$ 29.000	\$ 348.000
		Total Neto	\$ 1.632.000

Fuente: Elaboración Propia, valores utilizados por ASMAR (V).

Una vez instalados los nuevos equipos en recinto hospitalario comienza la etapa de conexión de periféricos, puesta en marcha y posterior certificación. Los costos asociados a estos puntos mencionados se adjuntan en las Tablas 7 y 8 respectivamente.

Tabla 7: Costos de Periféricos

Detalle	Valor	Cantidad	Total
Cañerías de 3"	\$ 92.211	6	\$ 553.266
Cañerías de 4"	\$ 130.358	6	\$ 782.148
Curvas de 3"	\$ 35.520	15	\$ 532.800
Curvas de 4"	\$ 40.986	15	\$ 614.790
Flanges de Unión de 3"	\$ 28.547	15	\$ 428.205
Flanges de Unión de 4"	\$ 35.549	15	\$ 533.235
Empaquetaduras de 3"	\$ 860	30	\$ 25.800
Empaquetaduras de 4"	\$ 1.075	30	\$ 32.250
Válvulas de Retención 3"	\$ 321.867	3	\$ 965.601
Válvulas de Retención 4"	\$ 428.840	3	\$ 1.286.520
Válvulas de 3"	\$ 187.983	6	\$ 1.127.898
Válvulas de 4"	\$ 241.459	6	\$ 1.448.754
Bombas de Elevadoras	\$ 2.475.300	3	\$ 7.425.900
Tablero Eléctrico de Control	\$ 900.000	3	\$ 2.700.000
Cableado Eléctrico	\$ 1.000.000	1	\$ 1.000.000
Total Neto			\$ 19.457.167

Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos de lista de precio 2016-2017 de Cosmoplas

Tabla 8: Costos de Puesta en Marcha y Certificación

Detalle	Valor	Cantidad	Total
Puesta en Marcha de Equipos	\$ 2.300.000	2	\$ 4.600.000
Certificación de Equipos	\$ 800.000	2	\$ 1.600.000
Total Neto			\$ 6.200.000

Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos de empresa instaladora.

En resumen, la adquisición del nuevo equipamiento para el reemplazo de las actuales calderas en funcionamiento tiene una inversión inicial reflejada en la Tabla 9.

Tabla 9: Inversión Inicial

Detalle	Valor
Adquisición de Equipos	\$ 18.108.720
Traslado de equipos	\$ 123.560
Despejar Área de Trabajo	\$ 1.584.000
Maquinaria para Despeje	\$ 1.632.000
Periféricos	\$ 19.457.167
Puesta en Marcha	\$ 6.200.000
Total Inversión Inicial	\$ 47.105.447

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 Mantención del Actual Equipo.

En el siguiente punto se detallan las mantenciones del actual equipo en funcionamiento. Para este punto se consideran las mantenciones periódicas, es decir, según lo señalado por el fabricante, además de las mantenciones correctivas que pudiesen ocurrir producto de alguna falla.

Cabe recordar que en la evaluación económica se menciona el SERVIMADA, ente técnico encargado de supervisar los mantenimientos en la Armada de Chile, este ente técnico es el encargado de velar por que se cumplan los mantenimientos de los equipos en la Institución. A continuación, se adjunta cuadro con los trabajos estándar para el actual equipo sugeridos por el SERVIMADA en base a lo entregado por el fabricante.

Tabla 10: Valores de Mantenición de Mano de Obra Actual Equipo.

Detalle Tareas	Horas de Trabajo	Cantidad Hombres	Frecuencia	Frecuencia	Valor Hora Hombre	Total
Limpiar e inspeccionar base y pernos de anclaje	3	2	A	1	\$ 8.800	\$ 52.800
Inspeccionar componentes de control de nivel de agua	4	2	A	1	\$ 8.800	\$ 70.400
Verificar estado del tubo de agua	3	2	Q	4	\$ 8.800	\$ 211.200
Accionar manualmente válvula de seguridad	2	2	M	12	\$ 8.800	\$ 422.400
Contratar y calibrar manómetros	8	2	2A-R	2	\$ 8.800	\$ 281.600
Efectuar mediciones de gases de descarga	6	2	Q-R	4	\$ 16.000	\$ 768.000
Inspeccionar válvula de descarga y circuito de vapor	4	2	S-R	2	\$ 8.800	\$ 140.800
Inspeccionar válvula de retención	4	2	Q-R	4	\$ 8.800	\$ 281.600

Fuente: Elaboración Propia, datos de mantenimiento obtenidos del SERVIMADA, valores obtenidos desde ASMAR (V).

Del cuadro anterior se describe lo siguiente, el valor de las horas hombre por \$8.800 corresponde al personal técnico que efectúa las mantenciones, mientras que el valor de las horas hombre por \$16.000, corresponde al personal de ingenieros.

En cuanto a las siglas en la fila de frecuencia estas se describen a continuación:

R: Inspección o mantención a requerimiento, M: Inspección o mantención mensual, Q: Inspección o mantención trimestral, S: Inspección o mantención semestral, A: Inspección o mantención anual, Para el personal que efectuó las mantenciones, este deberá tener en cuenta que diariamente se debe inspeccionar el equipo, verificando sus niveles, alimentación de combustible, etc. A continuación, se adjunta tabla con detalle de mantenimientos.

Tabla 11: Costo de Mantenimiento Preventivo Anual del Actual Equipo.

Detalle Tareas	Valor	Frecuencia Mantenición	Anual	Cantidad de Equipos	Total
Trabajos Estándar del Equipo	\$ 350.000	4	\$ 1.400.000	3	\$ 4.200.000
Inspección Tren de Gas	\$ 400.000	1	\$ 400.000	3	\$ 1.200.000
Químicos para Caldera	\$ 182.000	4	\$ 728.000	3	\$ 2.184.000
Kit de Análisis	\$ 119.200	4	\$ 476.800	3	\$ 1.430.400
Sales para Caldera	\$ 20.975	4	\$ 83.900	3	\$ 251.700
				Total	\$ 9.266.100

Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos de cotizaciones de proveedores.

Tabla 12: Costos de Mantenimiento Preventivo Bienal del Actual Equipo.

Detalle Tareas	Valor	Cantidad	Total
Inspeccionar Tubos de Agua	\$ 530.000	3	\$ 1.590.000
Inspeccionar Tapas de Registro	\$ 642.000	3	\$ 1.926.000
Efectuar Pruebas Hidrostáticas	\$ 830.000	3	\$ 2.490.000
		Total	\$ 6.006.000

Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos de cotizaciones de proveedores.

El costo del mantenimiento correctivo anual para el actual equipo en funcionamiento en el recinto hospitalario asciende al valor de \$1.200.000

4.3 Mantención del Nuevo Equipo.

En este punto se consideran los costos de mantención del nuevo equipo si bien es cierto, la idea es renovar el actual equipo producto del consumo excesivo de combustible, ese ahorro no puede convertirse en un mayor gasto en la mantención de este nuevo equipo.

Al igual que el punto anterior se describen los trabajos estándar sugeridos por el SERVIMADA en base a lo que describe el fabricante.

Tabla 13: Valores de Mantención Mano de Obra Equipo Nuevo

Detalle Tareas	Horas de Trabajo	Cantidad Hombres	Frecuencia	Frecuencia	Valor Hora Hombre	Total
Limpiar e inspeccionar base y pernos de anclaje	3	2	A	1	\$ 8.800	\$ 52.800
Inspeccionar componentes de control de nivel de agua	4	2	A	1	\$ 8.800	\$ 70.400
Verificar estado del tubo de agua	3	2	Q	4	\$ 8.800	\$ 211.200
Accionar manualmente válvula de seguridad	2	2	M	12	\$ 8.800	\$ 422.400
Contratar y calibrar manómetros	8	2	2A-R	2	\$ 8.800	\$ 281.600
Efectuar mediciones de gases de descarga	6	2	Q-R	4	\$ 16.000	\$ 768.000
Inspeccionar válvula de descarga y circuito de vapor	4	2	S-R	2	\$ 8.800	\$ 140.800
Inspeccionar válvula de retención	4	2	Q-R	4	\$ 8.800	\$ 281.600

Fuente: Elaboración Propia, datos de mantenimiento obtenidos del SERVIMADA, valores obtenidos desde ASMAR (V).

A continuación se adjunta cuadro con detalles del costo de los materiales para los diferentes mantenimientos del nuevo equipo a instalar.

Tabla 14: Costo de Materiales Equipo Nuevo para Mantenimiento Anual.

Detalle Tareas	Valor	Frecuencia Mantención	Anual	Cantidad de Equipos	Total
Trabajos Estándar del Equipo	\$ 350.000	4	\$ 1.400.000	2	\$ 2.800.000
Inspección Tren de Gas	\$ 400.000	1	\$ 400.000	2	\$ 800.000
				Total	\$ 3.600.000

Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos de cotizaciones de proveedores

Tabla 15: Costo de Materiales Equipo Nuevo para Mantenimiento Bienal.

Detalle Tareas	Valor	Cantidad	Total
Efectuar Pruebas Hidrostáticas	\$ 830.000	2	\$ 1.660.000
		Total	\$ 1.660.000

Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos de cotizaciones de proveedores.

En cuanto a la comparación de las mantenciones de ambos equipos se puede apreciar que el nuevo equipamiento tiene un costo menor con respecto a la actual caldera en uso. Esto se puede asumir primero a la cantidad de años que lleva en servicio la actual caldera, lo que ha llevado a invertir más en cuanto a mantenimiento correctivo, por otra parte, las dimensiones y componentes del equipo y la diferencia de tecnología de ambos equipos.

Tabla 16: Comparación de Costos de Mantenimiento.

Detalle	Caldera Actual	Caldera Nueva
Costo Materiales Anual	\$ 9.266.100	\$ 3.600.000
Costo Materiales Bienal	\$ 6.006.000	\$ 1.660.000
Mano de Obra Anual	\$ 2.228.800	\$ 2.228.800
Mantenimiento Correctivo Anual	\$ 1.200.000	\$ 500.000

Fuente: Elaboración Propia.

4.4 Consumo de Combustible del Actual Equipo.

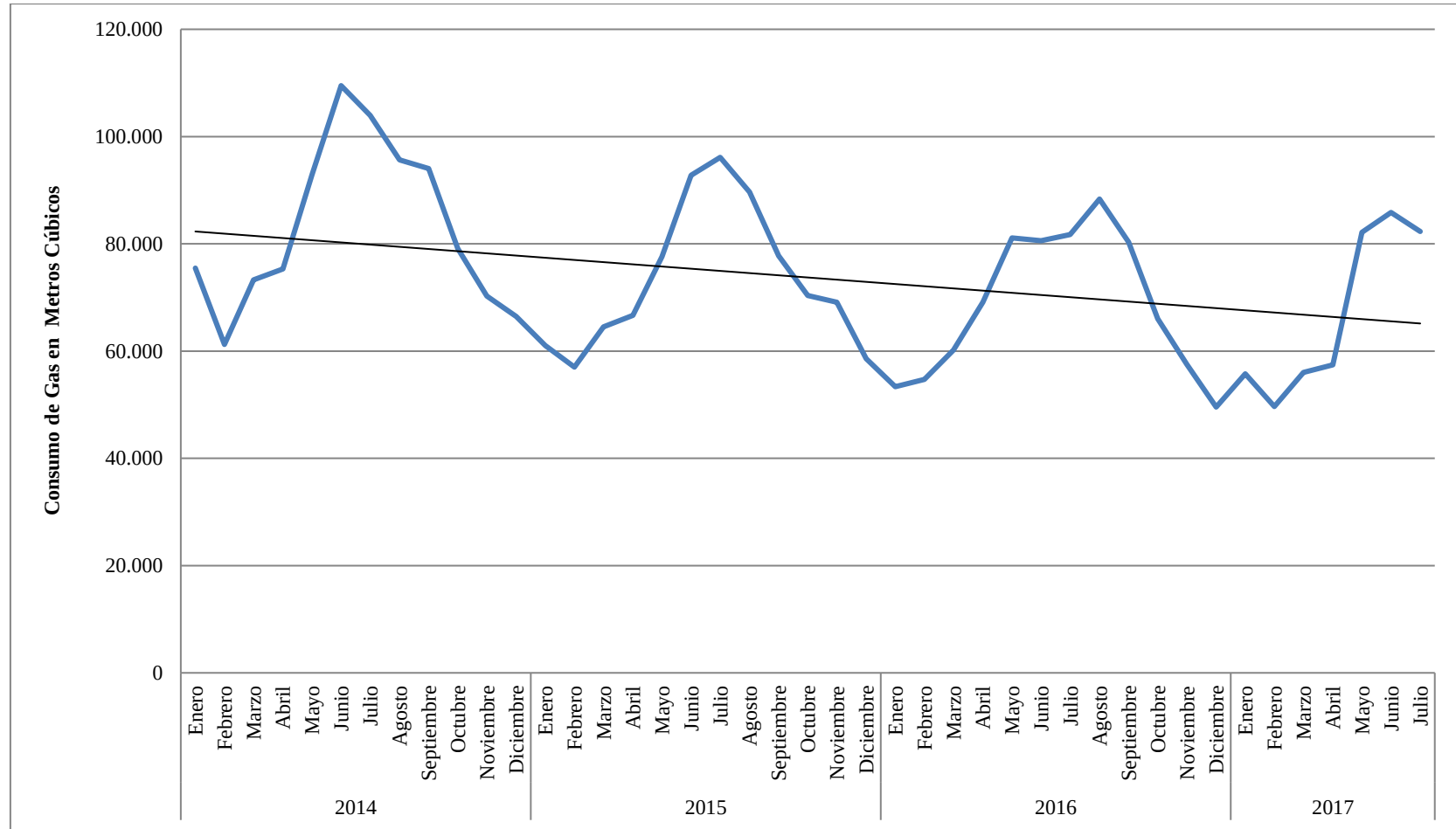
En este punto se analiza el consumo de combustible del actual equipo en funcionamiento en el recinto hospitalario desde los años 2014 hasta el primer semestre del año 2017.

En la figura N°8 se grafican los consumos de combustible desde los años 2014 hasta el primer semestre del 2017, en el registro se aprecia una tendencia a la baja en el consumo de combustible, esto es producto del menor consumo de vapor de algunos sectores clínicos del recinto hospitalario, este punto fue mencionado anteriormente donde se explica que hay sectores que dejaron de depender de las calderas principales y poseen sus propios generadores de vapor.

En la figura N°9, se grafica el costo promedio de combustible desde los años 2014 hasta el primer semestre del 2017, si bien es cierto hay puntos que muestran un elevado costo de combustible, el promedio mensual calculado tiene un valor de \$48.235.289.

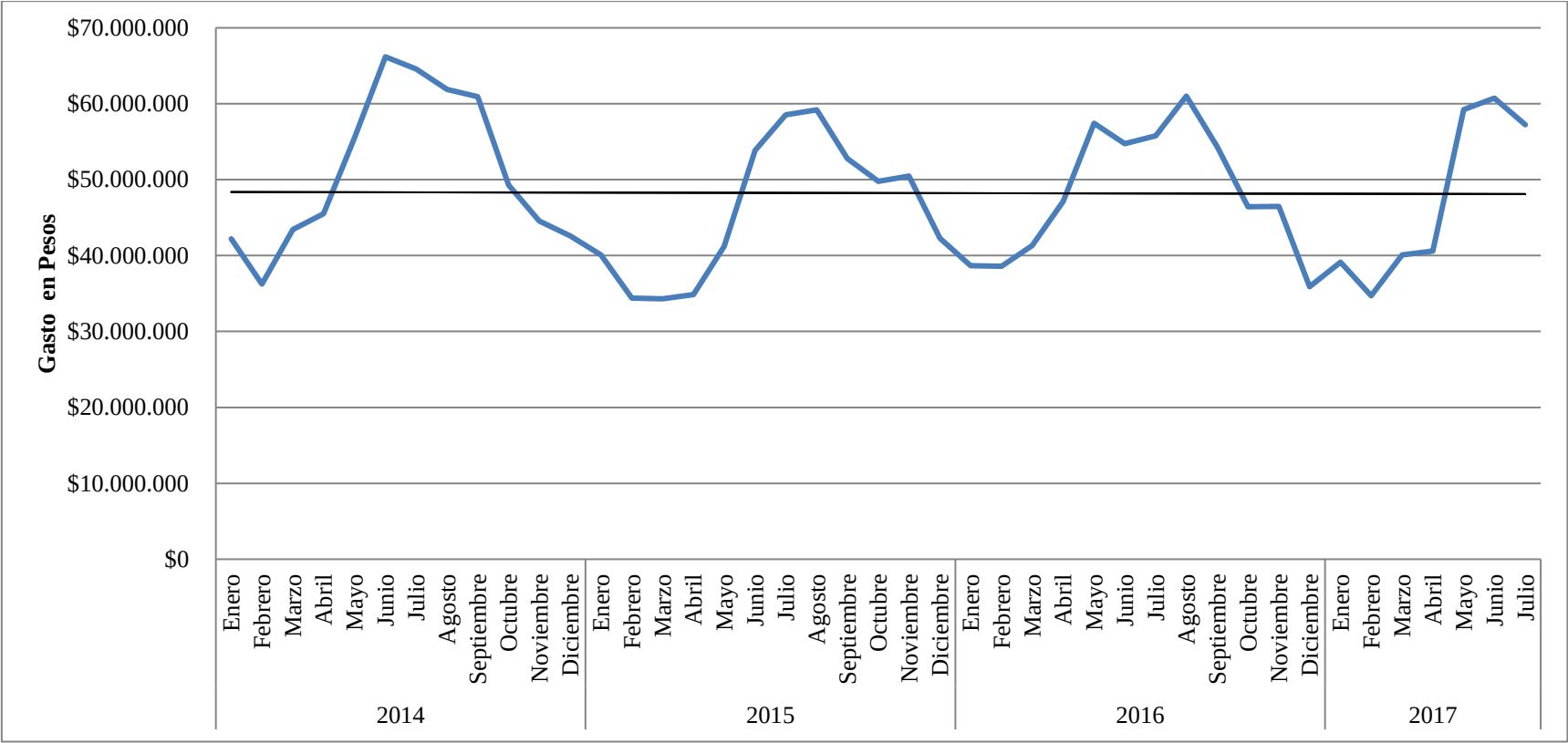
En la figura N°10, se grafica el valor promedio del precio de combustible desde los años 2014 hasta el primer semestre del 2017. En esta figura se aprecia un incremento del 2,2% en el valor del precio del combustible entre los años 2014 a 2015, un 12,3% entre los años 2015 a 2016 y un 1,8% entre los años 2016 y el primer semestre 2017. Lo que dice que el precio del combustible ha tendido al alza durante el tiempo analizado en el gráfico. El incremento medio del valor del combustible da un 5,4% medido entre los años 2014 y el primer semestre del 2017.

Figura 8: Consumo de Combustible



Fuente: Elaboración Propia, con datos obtenidos de registros históricos del Hospital Naval Almirante Nef.

Figura 9: Costo Promedio de Combustible



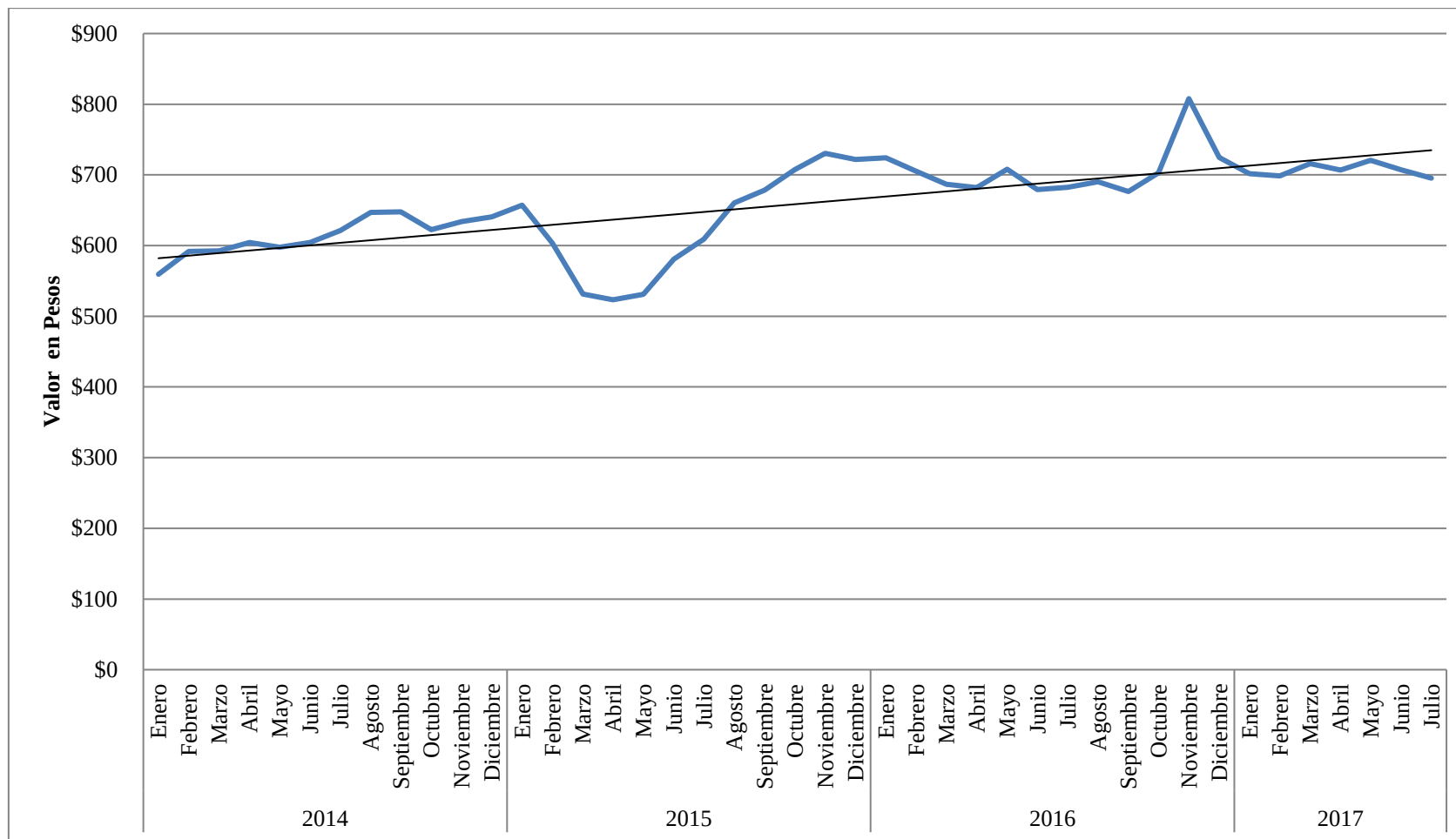
Fuente: Elaboración Propia, con datos obtenidos de registros históricos del Hospital Naval Almirante Nef.

Tabla 17: Costo Promedio de Combustible.

Detalle	Promedio Mensual
Costo de Combustible	\$ 48.235.289

Fuente: Elaboración Propia, promedio calculado de registros históricos del Hospital Naval Almirante Nef.

Figura 10: Precio del Combustible.



Fuente: Elaboración Propia, con datos obtenidos de registros históricos del Hospital Naval Almirante Nef.

4.5 Consumo de Combustible del Nuevo Equipo.

Para determinar este valor de consumo de combustible, primero se debe saber cuánto es el valor promedio de éste, es así, que para el presente análisis se considera el valor promedio de combustible de los últimos 12 meses (Agosto del 2016 a Julio del 2017), esto en consideración que el consumo de combustible tuvo una tendencia a la baja en años anteriores, producto de que la gran mayoría de los servicios clínicos dejaron de utilizar el vapor de las calderas principales como fuente de energía y se han instalados sus propios generadores de vapor y autoclaves para satisfacer esa demanda, es decir el consumo de combustible se debiese estabilizar, ya que no debería presentar un aumento a lo reflejado en el primer semestre del presente año, porque actualmente el uso de la caldera se enfoca a cubrir los requerimientos de calefacción y ACS.

El valor promedio que se obtuvo es 67.580 Metros cúbicos

Con éste valor obtenido se analiza en tres escenarios objeto comparar las posibles evaluaciones económicas, es decir un escenario pesimista donde su ahorro será de un 10%, un escenario medio donde su ahorro será de un 19% y un escenario optimista donde su ahorro será de un 30%.

En cuanto al valor medio de consumo de combustible del 19% con respecto a una caldera convencional se obtuvo de un estudio del IDIEM adjunto en el Anexo “E”.

El valor optimista del 30% se considera basado en la teoría referente a las calderas de condensación donde se menciona esta cantidad de ahorro.

Tabla 18: Consumo de Combustible del Equipo Nuevo

Valor Promedio en Metros Cúbicos	Escenario	Ahorro	Valor Final en metros cúbicos
67.580	N°1	10%	60.822
	N°2	19%	54.740
	N°3	30%	47.306

Fuente: Elaboración Propia.

4.6 Cálculo del VAN en los Tres Escenarios.

En el siguiente punto se presentan los cálculos de los diferentes VAN analizados en los tres escenarios antes mencionados.

Para el cálculo del VAN se definieron los siguientes parámetros. La tasa del proyecto se fijó en un 15%, la evaluación se realiza a 20 años, se estima un aumento en las mantenciones del 2,5% anual y un aumento del combustible en un 2% anual.

Al ser un proyecto de modernización, el cual no implica tener un mayor ingreso, pero si un ahorro en el ítem de combustible. El cálculo del VAN se llevó a cabo mediante la Evaluación de Costos Relevantes. Esto quiere decir, que se efectúa una comparación de los costos de la maquinaria actual y la deferencia de los costos de la nueva maquinaria, para luego efectuar el cálculo del VAN, cabe mencionar que los costos de mantenimiento de la actual maquinaria y la nueva maquinaria son los mismos para todos los escenarios el cambio se produce en el ahorro de combustible dependiendo del escenario a analizado.

A continuación, se adjuntan tablas con los cálculos anteriormente mencionados.

Tabla 19: Cálculo del VAN en Escenario Pesimista.

VAN ESCENARIO PESIMISTA	\$ 266.092.494
TIR ESCENARIO PESIMISTA	109%
TIR AJUSTADO O MODIFICADO	18%

Tabla 20: Cálculo del VAN en Escenario Normal.

VAN ESCENARIO NORMAL	\$ 489.876.534
TIR ESCENARIO NORMAL	189%
TIR AJUSTADO O MODIFICADO	21%

Tabla 21: Cálculo del VAN en Escenario Optimista.

VAN ESCENARIO OPTIMISTA	\$ 778.785.168
TIR ESCENARIO OPTIMISTA	288%
TIR AJUSTADO O MODIFICADO	24%

Fuente: Elaboración Propia, en base a resultados obtenidos de cálculos.

CONCLUSIONES.

En el presente informe se analizó el tipo de caldera que posee el Hospital Naval de Viña del Mar Almirante Nef, con la finalidad de efectuar su reemplazo por un equipo más eficiente, debido a los altos costos que se han registrado estos últimos años durante su puesta en servicio, como en sus mantenimientos.

Como se menciona dentro del estudio, la caldera actual posee más de 27 años en servicio en el recinto hospitalario, lo que ha significado en innumerables ocasiones tener fallas durante su puesta en servicio como en su funcionamiento. Esto producto de que el equipo ya cumplió su vida útil, si bien es cierto aun continua en servicio, la obsolescencia técnica y el gran gasto en combustible fueron unas de las motivaciones de llevar a cabo este estudio.

Es así como la propuesta de proyecto de título se concluye en base a un análisis técnico y económico de dos posibles modelos de calderas destinadas a reemplazar la actual caldera en funcionamiento.

Dentro de su análisis hubo puntos que fueron predominantes a la hora de elegir el equipo adecuado, como lo fue, el tipo de combustible, ya que los equipos analizados, uno funcionaba con gas y petróleo y el otro equipo con pellets. En la actualidad el recinto hospitalario posee una red de gas natural y circuito de petróleo, éste último como alternativa de fuente de energía para el funcionamiento de la caldera. Otro punto analizado fue si posee dualidad de combustible, es decir que permitiese el funcionamiento del equipo para este caso con gas natural o petróleo, esto pensando en la posibilidad de una catástrofe de mayores proporciones que dañe la red principal de gas natural y en última instancia se analizó el almacenaje de combustible, este punto en primera instancia estuvo pensado instalar un silo en el interior de la sala de calderas, pero por normas legales se tuvo que pensar nuevamente la instalación de este silo en un lugar cercano a la sala de calderas del recinto hospitalario, pero no se cuenta el terreno cercano a la sala de calderas para construir el silo.

Es así como se determinó que el equipo más adecuado para satisfacer las necesidades del recinto hospitalario es la caldera de condensación.

Luego de haber obtenido esta respuesta mediante el análisis técnico se realizó un análisis económico al equipo anteriormente mencionado donde se utilizaron tres posibles escenarios económicos, un escenario pesimista donde se estimaba un ahorro del 10% del consumo de combustible, un escenario normal donde se estima un ahorro del 19% del consumo de combustible, esto según un estudio del IDIEM sobre los equipos de condensación de la marca Albin TROTTER

y un escenario optimista donde se estima un ahorro del 30% del consumo de combustible, esto es en base a la teoría de los equipos de condensación. Para todos los cálculos anteriores se consideró un incremento del precio del combustible en un 2% anual.

Para los costos de mantenimiento se consideró un incremento del 2,5% anual, producto de que algunas cotizaciones se recibieron con precio de dólar y otras en UF.

Con los datos anteriores se calculó el VAN en los tres escenarios. Este cálculo permitió apreciar que para los tres escenarios el proyecto conviene llevarlo a cabo.

Otro punto importante a tener en cuenta es que el recinto hospitalario está eliminando el vapor como fuente principal de energía, producto de que los servicios clínicos que utilizaban este elemento desde las calderas principales ahora lo hacen con sus propios generadores de vapor o autoclaves, los cuales tienen un menor costo en su funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA.

(2003). *Manual de Operación, Servicio y Partes*. CLEAVER BROOKS.

Abarca, Pedro. (2017). *Descripción de Calderas y Generadores de Vapor*. ACHS.

Abarca, Pedro. (2017). *Potencia y Rendimiento de la Caldera*. ACHS.

Escares, M. J. (2014). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD*. Tesis, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

Euroclima Siglo XXI. (3 de Noviembre de 2017). *Euroclima Siglo XXI*. (Millenium Sistemas)
Recuperado el 3 de Noviembre de 2017, de
<http://www.calderaseuroclima.com/noticias/hola-mundo/>

HeatMaster. (2013). *Manual de uso y mantenimiento*.

López, Carlos. (2009). *Guía Básica de Calderas de Condensación*. Madrid.

MINISTERIO DE SALUD; SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA. (2 de Marzo de 2012).
Biblioteca del Congreso Nacional. Recuperado el 15 de Septiembre de 2017, de Biblioteca
del Congreso Nacional: <http://www.leychile.cl>

Rivas, Paulino. (15 de Septiembre de 2017). *Instalaciones y Eficiencias Energéticas*. Recuperado el
15 de Septiembre de 2017, de Instalaciones y Eficiencias Energéticas:
<http://instalacionesyeficienciaenergetica.com/calderas-de-condensacion-y-de-baja-temperatura/>

ANEXOS.

Anexo “A” Partes de una Caldera.

Anexo “B” Decreto N°10 del Ministerio de Salud.

Anexo “C” Mantenimiento de Equipo Actual.

Anexo “D” Cotización de Equipos.

Anexo “E” Estudio Técnico del IDIEM.

Anexo “F” Cálculos del VAN en los Diferentes Escenarios.

Anexo “G” Proyectos Considerados para el Año 2018.

Anexo “A” Partes de una Caldera.

Hogar o Fogón: Es el espacio donde se produce la combustión. Se le conoce también con el nombre de Cámara de Combustión.

a) Según su ubicación: Hogar exterior y Hogar interior.

b) Según el tipo de combustible: Hogar para combustible sólido y Hogar para combustible gaseoso.

c) Según su construcción: Hogar liso y Hogar corrugado.

Esta clasificación rige solamente cuando el hogar de la caldera lo compone uno o más tubos a los cuales se les dan el nombre de “Tubo Hogar”.

Puerta Hogar: Es una pieza metálica, abisagrada, revestida generalmente en su interior con ladrillo refractario o de doble pared, por donde se echa el combustible sólido al hogar y se hacen las operaciones de control del fuego.

En las calderas que queman combustibles líquidos o gaseosos, esta puerta se reemplaza por el quemador.

Emparrillado: Son piezas metálicas en forma de rejas, generalmente rectangulares o trapezoidales, que van en el interior del fogón y que sirven de soporte al combustible sólido. Debido a la forma de reja que tienen, permiten el paso del Aire Primario que sirve para que se produzca la combustión.

Las parrillas deben adaptarse al combustible y deben cumplir principalmente los siguientes requisitos:

Deben permitir convenientemente el paso del aire, que caigan las cenizas, que se limpien con facilidad y rapidez, impedir que se junte escoria, los barrotes de la parrilla deben ser de buena calidad para que no quemen o deformen, deben ser durables.

Algunos diseños de parrillas permiten que por su interior pase agua para refrigerarla y evitar recalentamientos

a) Según su instalación: Fijas o estacionarias: Son aquellas que no se muevan durante el trabajo.

Móviles o rotativas: Son aquellas que van girando o avanzando mientras se quema el combustible.

b) Según su posición: Horizontales, Inclínadas y Escalonadas.

Cenicero: Es el espacio que queda bajo la parrilla y que sirve para recibir las cenizas que caen de ésta. Los residuos acumulados deben retirarse periódicamente para no obstaculizar el paso de aire necesario para la combustión. En algunas calderas el cenicero es un depósito de agua.

Puerta del Cenicero: Accesorio que se utiliza para realizar las funciones de limpieza del cenicero. Mediante esta puerta regulable se puede controlar también la entrada del aire primario al hogar. Cuando se hace limpieza de fuegos o se carga el hogar, se recomienda que dicha puerta permanezca cerrada con el objeto de evitar el retroceso de la llama (“Lengua de Toro”).

Altar: Es un pequeño muro de ladrillo, refractario, ubicado en el hogar, en el extremo opuesto a la puerta del fogón y al final de la parrilla, debiendo sobrepasar a ésta en aproximadamente 30 cm.

Tiene por objetivo impedir que caigan de la parrilla residuos o partículas de combustible, ofrecer resistencia a las llamas y gases para que éstos se distribuyan en forma pareja a lo ancho de la parrilla y lograr en esta forma una combustión completa, poner resistencia a los gases calientes en su trayecto hacia la chimenea. Con esto se logra que entreguen todo su calor y salgan a la temperatura adecuada.

Mampostería: Se llama mampostería a la construcción de ladrillos refractarios o comunes que tienen como objeto:

- a) Cubrir la caldera para evitar pérdidas de calor.
- b) Guiar los gases y humos calientes en su recorrido.

Para mejorar la aislación de la mampostería se dispone, a veces, en sus paredes de espacios huecos (capas de aire) que dificultan el paso del calor.

En algunos tipos de calderas se ha eliminado totalmente la mampostería de ladrillo, colocándose solamente aislación térmica en el cuerpo principal y cajas de humos.

Para este objeto se utilizan materiales aislantes, tales como lana de vidrio recubierta con planchas metálicas y asbestos.

Conductos de Humo: Son los espacios por los cuales circulan los humos y gases calientes de la combustión. De esta forma, se aprovecha el calor entregado por estos para calentar el agua y/o producir vapor.

Caja de humo: Corresponde al espacio de la caldera en el cual se juntan los humos y gases, después de haber entregado su calor y antes de salir por la chimenea.

Chimenea: Es el conjunto de salida de los gases y humos de la combustión para la atmósfera. Además, tiene como función producir el tiro necesario para obtener una adecuada combustión.

Regulador de Tiro o Templador: Consiste en una compuerta metálica instalada en el conducto de humo que comunica con la chimenea o bien en la chimenea misma. Tiene por objeto dar mayor o mejor paso a la salida de los gases y humos de la combustión.

Este accesorio es accionado por el operador de la caldera para regular la cantidad de aire en la combustión, al permitir aumentar (al abrir) o disminuir (al cerrar) el caudal. Generalmente, se usa una combinación con la puerta del cenicero.

Tapas de Registro o Puertas de Inspección: Son aberturas que permiten inspeccionar, limpiar y reparar la caldera.

Existen dos tipos, dependiendo de su tamaño:

- a) La puerta hombre: por sus dimensiones permite el paso de un hombre al interior de la caldera.
- b) Las tapas de registro, por ser de menor tamaño, permiten sólo el paso de un brazo.

Puertas de Explosión: Son puertas metálicas con contrapeso o resorte, ubicadas generalmente en la caja de humos y que se abren en caso de exceso de presión en la cámara de combustión, permitiendo la salida de los gases y eliminando la presión. Sólo son utilizables en calderas que trabajen con combustible líquido o gaseoso.

Cámara de Agua: Es el volumen de la caldera que está ocupado por el agua que contiene y tiene como límite superior un cierto nivel mínimo del que no debe descender nunca el agua durante su funcionamiento. Es el comprendido del nivel mínimo visible en el tubo de nivel hacia abajo.

Cámara de Vapor: Es el espacio o volumen que queda sobre el nivel superior máximo de agua y en el cual se almacena el vapor generado por la caldera.

Mientras más variable sea el consumo de vapor, tanto mayor debe ser el volumen de esta cámara.

En este espacio o cámara, el vapor debe separarse de las partículas de agua que lleva en suspensión. Por esta razón, algunas calderas tienen un pequeño cilindro en la parte superior de esta cámara, llamada “domo”, y que contribuye a mejorar la calidad del vapor (hacerlo más seco).

Cámara de Alimentación de Agua: Es el espacio comprendido entre los niveles máximo y mínimo de agua.

Durante el funcionamiento de la cámara, se encuentra ocupada por agua y/o vapor, según sea donde se encuentre el nivel de agua.

Anexo “B” Decreto Supremo N°10.

A. Calderas de vapor de agua, calderas de calefacción y calderas de fluidos térmicos, sean éstas fijas o móviles.

B. Autoclaves y equipos que trabajan con vapor de agua, a presión manométrica igual o superior a 0,5 kg/cm².

C. La red de distribución de vapor, desde la fuente de generación de vapor, a los puntos de consumo de todo proceso, sus componentes y accesorios.

Sin perjuicio de ello, este reglamento no se aplica a las calderas instaladas en locomotoras o en embarcaciones y calderas de calefacción por agua caliente de uso domiciliario, cuando este sistema comprenda sólo calefacción para una casa habitación en forma individual.

Párrafo II Definiciones

Artículo 2.- Para los efectos de presente Reglamento se entenderá por:

- a) Autoclave: Recipiente metálico, diseñado para el tratamiento de materiales con vapor de agua a presión manométrica igual o superior a 0,5 kg/cm².
- b) Caldera: Unidad principal diseñada para generar agua caliente, calentar un fluido térmico o para generar vapor de agua, mediante la acción del calor.
- c) Caldera de calefacción: Calderas de vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de diseño no excede los 0,5 kg/cm² y calderas diseñadas para generar agua caliente cuyo uso es de calefacción o uso sanitario.
- d) Caldera de fluidos térmicos: Caldera que utiliza un fluido distinto al agua, destinado a la transferencia de calor, en fase líquida a altas temperaturas y que fluye por un circuito cerrado.
- e) Caldera de vapor: Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo es igual o superior a 0,5 kg/cm².
- f) Caldera de vapor de baja presión: Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo no exceda de 3,5 kg/cm².
- g) Caldera de vapor de mediana presión: Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo es igual o mayor a 3,5 kg/cm² e inferior a 15 kg/cm².
- h) Caldera de vapor de alta presión: Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo es igual o mayor a 15 kg/cm² e inferior a 42 kg/cm².
- i) Caldera de vapor de gran presión: Caldera diseñada para generar vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de trabajo es superior a 42 kg/cm².
- j) Caldera móvil: Caldera cuyo diseño contempla la posibilidad de su desplazamiento desde un lugar a otro, siempre en función del proceso productivo.
- k) Componentes: Otros equipos y accesorios auxiliares del sistema, como bombas, estanques, quemadores, válvulas reguladoras de flujo, trampas de vapor, válvulas reguladoras de presión, entre otros.
- l) Dureza total del agua: Contenido de sales presente en el agua, principalmente de calcio y magnesio, expresada en partes por millón (ppm) equivalentes de carbonato de calcio.
- m) Equipo que utiliza vapor de agua: Recipiente metálico que utiliza vapor de agua con presión manométrica igual o superior a 0,5 kg/cm², se incluyen entre otros, acumuladores de vapor, marmitas, cocedores, desgasificadores, secadores e intercambiadores de calor.
- n) Estanque de expansión: Recipiente metálico, diseñado para regular el volumen del agua por efecto de la dilatación que presenta con el incremento de su temperatura.
- ñ) Manómetro: Instrumento destinado a medir la presión efectiva o relativa a la presión atmosférica, que ejerce un fluido contenido en un recipiente o en un circuito a presión.
- o) NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez.
- p) Presión de diseño: Presión utilizada en el diseño de una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua.
- q) Presión de trabajo: Presión requerida por el proceso, que puede ser igual o inferior a la presión máxima de trabajo de una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua.
- r) Presión máxima de trabajo: Presión límite a la que puede trabajar con seguridad una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua.
- s) Superficie de calefacción: Superficie de transferencia de calor de una caldera, que está en contacto con los gases y humos de combustión por un lado, y con un fluido por el otro, medida esta superficie por el lado que está en contacto con los gases y humos.
- t) Termostato: Instrumento de control automático, que mantiene la temperatura dentro de rangos preestablecidos, en el interior de una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua.

Ministerio de Salud

SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA

APRUEBA REGLAMENTO DE CALDERAS, AUTOCLAVES Y EQUIPOS QUE UTILIZAN VAPOR DE AGUA

Núm. 10.- Santiago, 2 de marzo de 2012.- Visto: Lo dispuesto en los artículos 1, 2, 3, 82 letra a) y en el Libro Décimo del DFL N° 725, de 1967, del Ministerio de Salud, que aprueba el Código Sanitario; en los artículos 65 y 68 de la ley N° 16.744 y en el artículo 4° del DFL N° 1, de 2005, del Ministerio de Salud y las facultades que me confiere el artículo 32 N° 6 de la Constitución Política de la República, y

Considerando: La necesidad de poner al día la normativa, que regula el funcionamiento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, con el objeto de proteger la vida y la salud de quienes trabajan o se sirven de ellas y de la población en general,

Decreto:

1°.- Apruébase el siguiente reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua:

TÍTULO I Disposiciones generales

Párrafo I Ámbito de aplicación

Artículo 1.- El presente reglamento, establece las condiciones y requisitos de seguridad que deben cumplir las calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, con el objeto de resguardar su funcionamiento seguro y evitar daños a la salud de las personas, y se aplicará a:

- u) Válvula de operación manual: Válvula que se intercala en una tubería para establecer o interrumpir manualmente la circulación de un fluido.
- v) Válvula de seguridad: Accesorio que cumple el objetivo de liberar un fluido, automáticamente cuando una caldera, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua, supera la presión máxima de trabajo.

Párrafo III
Del registro de calderas y autoclaves

Artículo 3.- Toda caldera y autoclave deberá estar incorporado a un registro que lleva la Secretaría Regional Ministerial de Salud correspondiente, previo al inicio de su operación y funcionamiento. Este registro le asignará un número con validez nacional que permita identificarlos, el que será comunicado al propietario.

Para solicitar dicho registro, el propietario deberá proporcionar, la siguiente información, según corresponda:

- a. Nombre del propietario, Rut, dirección.
- b. Nombre del representante legal, Rut, dirección, en su caso.
- c. Dirección de la instalación del equipo.
- d. Nombre del fabricante.
- e. Número de fabricación y año.
- f. Superficie de calefacción.
- g. Presión máxima de trabajo en kg/cm².
- h. Producción de vapor en kg/hr.
- i. Tipo(s) de combustible(s) empleado(s) y consumo por kg/hr.
- j. Tipo de aislación térmica del equipo y red de distribución de vapor y agua caliente.
- k. Volumen en litros o metros cúbicos.
- l. Informe técnico emitido por un profesional facultado, que dé cuenta del cumplimiento por una caldera o autoclave de las exigencias de este reglamento.
- m. Identificación del profesional facultado que efectúa el informe técnico.
- n. Certificado de prueba hidráulica al término de la fabricación, respecto de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, nuevos y sin uso.
- o. Copia del manual de operación del equipo en español.
- p. Sistema de tratamiento de agua de alimentación.
- q. Catálogo de la caldera o autoclave.
- r. Plano general de planta a escala, de la instalación y de la sala de caldera. En ambos casos se deberá indicar la ubicación y dirección de la red de fluido, puntos de consumo identificando el tipo de equipo, depósito de combustible, estanque de alimentación de agua, purgas y accesorios.
- s. Inscripción de la declaración en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC, de la instalación eléctrica y suministro de combustibles líquidos y gaseosos.
- t. Resolución de Calificación Ambiental, cuando corresponda.
- u. Indicar norma de diseño y normas técnicas de construcción de la caldera y autoclave.
- v. Libro de vida de la caldera y autoclave, foliado, tamaño oficio.
- w. Copia de documento que acredite el registro del equipo, cuando se trate de aquellos que han sido trasladados o transferidos.

La modificación o cambio de alguno de los antecedentes presentados para su incorporación al registro, debe contar con autorización previa de la autoridad sanitaria.

Artículo 4.- La circunstancia que una caldera o autoclave registrado se deje de utilizar, traslade o transfiera, deberá ser comunicada por su propietario a la autoridad sanitaria correspondiente y registrar dicho evento en el libro de vida de ésta.

Para el desmantelamiento de equipos o instalaciones que contengan asbesto, el propietario deberá dar cumplimiento a la normativa específica en dicha materia.

Artículo 5.- Toda caldera y autoclave deberá tener un libro de vida durante toda su vida útil. Su propietario está obligado a mantenerlo y conservarlo en buen estado y a disposición de la autoridad sanitaria cuando ésta lo solicite y del profesional facultado que realizará las pruebas reglamentarias.

Este libro contendrá una memoria explicativa en español con las especificaciones técnicas y cálculos de diseño de la caldera o autoclave, con indicación de las normas nacionales o extranjeras empleadas, además se anotarán en él, por orden de fechas, todos los datos y observaciones acerca de su funcionamiento, mantención, reparación, traslados y accidentes sufridos, así como las inspecciones, revisiones y pruebas efectuadas, muestreo de emisiones, incluyendo la certificación técnica.

Artículo 6.- Las calderas de vapor deberán contar con un libro foliado de operación diaria en el cual el operador registrará en cada turno, su nombre, análisis de agua, limpieza del estanque de retención o de purgas, purgas manuales realizadas, accionamiento de válvulas, verificación de alarma acústica y visual, inspección de accesorios de observación, seguridad y situaciones anómalas cuando corresponda.

Artículo 7.- Toda caldera y autoclave tendrá adosado a su cuerpo principal una placa metálica que indique, en forma visible e indeleble, el nombre del fabricante, número de fábrica, año de fabricación, superficie de calefacción si correspondiera, combustible si correspondiera, número de registro asignado por la autoridad sanitaria y la presión máxima de trabajo para la cual fue diseñada.

Párrafo IV
De los equipos que utilizan vapor de agua

Artículo 8.- Todos los equipos que utilizan vapor de agua, conforme a lo establecido en el artículo 2 letra m) de este reglamento, deben tener un informe técnico emitido por un profesional facultado, de acuerdo a lo dispuesto en los Títulos VI y VII, de este reglamento. En dicho informe deberá constar, a lo menos la siguiente información, según corresponda:

- a. Nombre del fabricante.
- b. Número de fabricación.
- c. Año de construcción.
- d. Presión máxima de trabajo en kg/cm².
- e. Tipo de aislación térmica del equipo y red de distribución de vapor y agua caliente.
- f. Volumen en litros o metros cúbicos.
- g. Identificación del profesional facultado que efectúa el informe técnico.
- h. Informe técnico emitido por profesionales facultados, que dé cuenta del cumplimiento de este reglamento.
- i. Catálogo del equipo.
- j. Indicar norma de diseño y normas técnicas de construcción del equipo.

TÍTULO II
De las condiciones generales de instalación y seguridad de las calderas de vapor, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua

Párrafo I
De la sala de calderas de vapor

Artículo 9.- Las calderas de vapor, sean estas fijas o móviles, que tengan una superficie de calefacción igual o superior a 5 m² y una presión manométrica de trabajo igual o superior de 2,5 kg/cm², se deberán instalar en un recinto exclusivo denominado sala de calderas. Esta será de material incombustible con una cubierta de techo liviano de similares características y muros con resistencia mínima al fuego RF-60.

La sala de caldera será exclusiva y no podrá ser utilizada para otros fines diferentes a los de generación de vapor.

Para aquellas calderas que por su diseño no puedan ser emplazadas en una sala exclusiva, como las calderas móviles y aquellas que forman parte de un proceso productivo, se solicitará un estudio técnico de respaldo, el que evaluará la autoridad sanitaria. No obstante, deberán disponer de una cabina que permita el resguardo del operador de las condiciones ambientales durante la jornada de trabajo.

Artículo 10.- La sala de calderas, no podrá estar ubicada sobre o bajo una construcción destinada a habitación o lugar de trabajo y se diseñará de forma que satisfaga los requisitos mínimos de seguridad para desarrollar labores de operación, mantención, inspección y reparación, dando cumplimiento a las normas vigentes de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Deberá contar con dos o más puertas, ubicadas en diferentes direcciones, que abran hacia el exterior, las que se mantendrán en todo momento libre de obstáculos. Se prohíbe emplear en ellas chapas que solo puedan abrirse manualmente por dentro, así como mantener cerradas con llave las puertas mientras la caldera esté en funcionamiento.

En la zona o sala donde se instale la caldera de vapor se deben colocar, en un lugar visible, carteles indicadores, perfectamente legibles, con las instrucciones sobre las maniobras necesarias para la puesta en marcha y detención de la caldera de vapor y las maniobras a realizar en caso de emergencia.

Artículo 11.- Deberá existir una distancia mínima de 1 metro entre la caldera y las paredes del recinto y cualquier otro elemento o instalación y haber un espacio libre no inferior a 1,5 metros entre el punto más elevado del elemento y el techo.

Artículo 12.- La instalación deberá contar con plataformas de trabajo de material incombustible y superficie antideslizante, para acceder en forma segura a la parte más alta del equipo y para realizar operaciones como medición de gases en chimeneas, observación, mantención, recambio de accesorios, operación de válvulas de suministro y otras similares.

Artículo 13.- Las aislaciones térmicas que contengan asbesto en sus distintas formas, deberán estar debidamente señalizadas con letrero de advertencia: "Aislación térmica con asbesto, material de riesgo para la salud, no intervenir sin autorización".

Artículo 14.- La sala de calderas, deberá ser mantenida en buen estado de limpieza y conservación, totalmente libre de gases o vapores inflamables y estar permanentemente ventilada, con ingreso continuo de aire tanto para su renovación como para la combustión.

Artículo 15.- La sala de calderas, deberá estar provista de un lugar para co-lación y de un servicio higiénico exclusivo siempre que el operador de la caldera no pueda ocupar las instalaciones y servicios de la empresa, por el funcionamiento continuo de la caldera de vapor.

Párrafo II

De los autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua

Artículo 16.- Los autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, deben estar ubicados en un lugar que permita realizar labores seguras de operación, inspección y mantención.

Párrafo III

Del diseño de las calderas de vapor, autoclaves, equipos que utilizan vapor de agua y los circuitos de vapor

Artículo 17.- El diseño y construcción de las calderas de vapor, autoclaves, equipos que utilizan vapor de agua y los circuitos de vapor deberán ceñirse a una norma técnica nacional o extranjera existente.

Artículo 18.- Todo circuito de vapor deberá contar a lo menos con un manómetro. Los circuitos de vapor que suministren vapor a los autoclaves o bien a equipos que utilizan vapor de agua y que trabajan a una presión inferior a la generada por la caldera de vapor, deberán contar con una válvula de seguridad ubicada después del sistema de regulación de modo tal que, en ningún caso, el equipo receptor de vapor reciba un flujo de vapor con presión mayor a la presión máxima de trabajo. Para los efectos del control periódico de los manómetros, debe existir un tubo de conexión con llave de paso que permita la fácil colocación de un manómetro patrón.

Las válvulas reguladoras de flujo y reductoras de presión, las trampas de vapor, accesorios de observación y accesorios de seguridad deberán estar ubicados en un lugar visible y de fácil acceso para su inspección, mantención o cambio.

Párrafo IV

Del agua

Artículo 19.- El suministro de agua de alimentación, para toda caldera de vapor y autoclave, deberá cumplir las siguientes medidas mínimas de seguridad, cuando se requiera:

A. En relación con la instalación de agua de alimentación:

- Se deberá garantizar un sistema de alimentación continuo de suministro de agua a la caldera de vapor, que permita un funcionamiento seguro en relación a la producción de vapor.
- Deberá contar con un estanque de alimentación ubicado entre la fuente de abastecimiento de agua y la caldera de vapor.
- La cañería de alimentación estará provista de un sistema de retención y de una válvula de paso de cierre manual ubicada entre la caldera de vapor y el sistema de retención.
- Cada caldera de vapor o conjunto de calderas de vapor dispondrá de dos o más medios de alimentación de agua. En las calderas de vapor que usen combustibles sólidos uno de los medios de alimentación será independiente de la energía eléctrica, pudiendo ser accionado por el vapor de la misma u otro sistema que garantice una alimentación de agua segura.

Se prohíbe unir directamente el sistema de alimentación de agua de las calderas con la red de agua potable.

B. En relación a la calidad físico química del agua de alimentación:

- El agua de alimentación deberá tener un aspecto cristalino, homogéneo y transparente, y su turbiedad no exceder las diez unidades nefelométricas (10 NTU).
- La dureza total del agua no deberá exceder de 10 partes por millón (10 ppm), expresado como CaCO_3 .
- El pH debe ser entre 7 a 11.

Se deberá realizar un control de la calidad del agua de alimentación, por un laboratorio externo especializado en análisis de aguas, a lo menos una vez al año o a solicitud de la autoridad sanitaria con ocasión de una fiscalización. Las tomas de muestra deben ser realizadas en el estanque de alimentación inmediato de la cal-

dera de vapor. Dicho laboratorio, no puede ser el mismo que provee los productos químicos para tratamiento de agua.

Se exceptúa del cumplimiento de las letras A y B anteriores, a los autoclaves que utilicen agua destilada y/o desmineralizada.

C. En relación con el agua al interior de la caldera de vapor:

- La conductividad del agua no podrá exceder a $7000 \mu\text{S}/\text{cm}$.
- Toda caldera de vapor estará equipada con una o más cañerías de desagüe, comunicadas con el punto más bajo de ésta y destinados a las purgas y extracciones sistemáticas de lodos.
- La descarga de las cañerías de purga sólo podrá vaciarse al alcantarillado público o particular a través de un estanque de retención.
- Las líneas de extracción de fondo deberán estar provistas de dos válvulas: una de corte rápido y la otra de compuerta, cuando corresponda, ubicada entre la caldera y el estanque de retención. Estas válvulas deberán permanecer siempre cerradas y operativas.
- El estanque de retención debe reunir las siguientes condiciones:
 - Ser fácilmente accesible para su inspección visual interior y la extracción de lodos.
 - Las tapas o puertas de inspección tendrán un ajuste que evite escapes de vapor o agua.
 - Estar provisto de una cañería de ventilación metálica, con salida al exterior de la sala, sobre la techumbre y sin riesgo para las personas.
 - Ser capaz de contener del 3% al 5% del volumen mínimo de agua de la caldera.
 - El diámetro de la cañería de escape a la atmósfera debe ser mayor que el diámetro de la cañería de purga.
 - Llevar una válvula que permita vaciar toda el agua purgada de la caldera de vapor, cuando sea necesario.
 - En el caso de contar con un dispositivo distinto al estanque de retención, este debe haber sido aprobado por la autoridad sanitaria.
 - Estos estanques podrán también ser instalados en el exterior de la sala de calderas, en un lugar seguro y con acceso restringido.

Se deberá mantener limpio en forma permanente tanto el estanque como su circuito de evacuación. Cada limpieza deberá quedar registrada en el libro de operación diario.

Artículo 20.- El propietario o usuario deberá poner a disposición del operador los medios para realizar, en cada turno, los controles periódicos mínimos del agua relativos a pH, conductividad, turbiedad y dureza y el libro de operación diaria para que se registre en él estos parámetros.

Párrafo V

Accesorios de observación, seguridad y control automático

Artículo 21.- Las calderas de vapor deben disponer de los siguientes accesorios:

- Accesorios de observación: Dos indicadores de nivel de agua independientes entre sí, uno o más manómetros y un medidor de temperatura de salida de gases.
- Accesorios de seguridad: Válvula de seguridad, sistema de alarma audible y visible, sellos o compuertas para alivio de sobrepresión en el hogar y tapón fusible. En caso de utilizar otro dispositivo de seguridad alternativo, éste deberá tener una justificación técnica.
- Accesorios de control automático: Uno o más controladores de nivel de agua, uno o más detectores de llama, uno o más presostatos con diferencial ajustable o digital.

Artículo 22.- Los autoclaves deben disponer de los siguientes accesorios:

- Accesorios de observación: Uno o más manómetros por cada cuerpo de presión, un medidor de temperatura de la cámara de vapor y un indicador de nivel de agua para los que generan su propio vapor. Los autoclaves de sobremesa, no requerirán el indicador de nivel de agua señalado.
- Accesorios de seguridad: Válvula de seguridad por cada cuerpo de presión.
- Accesorios de control automático: Uno o más presostatos con diferencial ajustable o digital y uno o más termostatos digitales.
- Accesorios de purga de descarga rápida.

Artículo 23.- Los equipos que utilizan vapor de agua deben disponer de los siguientes accesorios:

- Accesorios de observación: Uno o más manómetros por cada cuerpo de presión.

B. Accesorios de seguridad: Válvula de seguridad por cada cuerpo de presión.
C. Accesorios de purga de descarga rápida.

El propietario o usuario es responsable de mantener operativos y en buen estado de uso estos accesorios. Ante cualquier irregularidad que se presente en su operación, la caldera de vapor, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua, deberá dejar de funcionar.

Todos los accesorios de observación, seguridad y control automático deberán estar ubicados en un lugar visible y de fácil acceso para su inspección, mantención o cambio.

I.- Accesorios de Observación: a) Indicadores de nivel de agua

Artículo 24.- Toda caldera de vapor deberá estar provista de, a lo menos, dos indicadores de nivel de agua, independientes entre sí. Uno de ellos, deberá ser de observación directa del tipo tubo de vidrio, pudiendo el otro estar formado por una serie de tres grifos o llaves de prueba.

En el tubo de vidrio, se deberá marcar con una línea roja indeleble, el nivel mínimo y máximo de agua requerido para la operación de la caldera de vapor.

Artículo 25.- Los indicadores de nivel de agua, deberán tener un diseño que permita la realización de purgas periódicas y seguras.

b) Manómetro

Artículo 26.- Toda caldera de vapor, autoclave y equipo que trabaja con vapor de agua, deberá tener instalado uno o más manómetros conectados directamente al cuerpo de presión y que midan la presión efectiva en su interior.

Artículo 27.- El manómetro de lectura directa deberá ser del tipo bourdon, tener capacidad para indicar, a lo menos, una y media vez la presión máxima de trabajo de la caldera de vapor, autoclave o equipo que trabaja con vapor de agua, procurando que dicha presión se encuentre en el tercio central de la graduación de la esfera.

En el manómetro se deberá marcar con una línea roja indeleble la presión máxima de trabajo. El diámetro de la esfera del manómetro debe ser tal que permita su fácil lectura desde la ubicación habitual del operador.

Entre el manómetro y la cámara de vapor habrá una llave de paso que facilite el cambio de éste y un sello de agua para evitar el calentamiento sobre 50 grados Celsius.

Artículo 28.- Para los efectos del control periódico de los manómetros, debe existir un tubo de conexión con llave de paso que permita la fácil colocación de un manómetro patrón. En la comparación de lectura con el manómetro patrón se aceptará un margen de error de hasta un 5%. La autoridad sanitaria podrá aceptar, en casos excepcionales, un margen de error superior a éste, fundado en un informe de calibración de los manómetros, que a su juicio lo haga admisible.

II.- Accesorios de seguridad: a) Válvulas de seguridad

Artículo 29.- Toda válvula de seguridad, deberá estar conectada directamente a la cámara de vapor, independiente de toda otra conexión o toma de vapor y sin interrupción de ninguna otra válvula, llave, grifo u obstrucción.

Artículo 30.- Las válvulas de seguridad, deberán ser capaces de evacuar el vapor en forma automática, para que la presión del vapor al interior de la cámara no sobrepase en ningún momento el 10% de la presión máxima de trabajo.

Artículo 31.- Las válvulas de seguridad deberán estar graduadas de manera que se inicie la evacuación de vapor a una presión igual a la presión máxima de trabajo aumentada en un 6% como máximo y se deberán cerrar automáticamente, una vez alcanzada la presión de trabajo.

En las calderas de gran presión se podrán utilizar los valores recomendados por el fabricante.

Toda válvula de seguridad, llevará grabada o fundida en su cuerpo, una marca de fábrica que indique sus características y que permita su identificación.

Artículo 32.- El mecanismo de regulación de las válvulas de seguridad debe permitir que sean selladas, de manera que se pueda advertir si ha sido alterado. Una vez realizada la regulación se sellarán las válvulas de seguridad mediante un precinto de plomo, que identifique al profesional facultado en el sello. Se exceptúan de esta obligación aquellos sistemas que no permitan su alteración.

Artículo 33.- El escape de vapor de la válvula de seguridad de una caldera de vapor se efectuará por medio de una cañería de descarga con salida al exterior de la sala de calderas, de forma que no constituya riesgo para las personas. La cañería tendrá una sección transversal igual o superior al área de escape de la válvula y estará dotada de un sistema de canalización del agua condensada proveniente de la parte superior de la válvula o en la cañería.

Las especificaciones técnicas de las válvulas y el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante deben mantenerse a disposición de la autoridad sanitaria.

b) Tapón Fusible Térmico

Artículo 34.- Las calderas de vapor con volúmenes de agua superiores a 150 litros por metro cuadrado de superficie de calefacción, de combustible sólido y de hogar interno, deberán contar con tapón fusible que actuará, cada vez que baje el nivel mínimo de agua de la caldera de vapor, salvo que su diseño contemple otro sistema que cumpla esta función. La parte interna del tapón deberá mantenerse libre de incrustaciones o cualquier otra sustancia extraña.

c) Sistema de alarma

Artículo 35.- Las calderas de vapor dispondrán de un sistema de alarma, acústica y visual, que funcione automáticamente cuando el nivel del agua alcance el mínimo o el máximo deteniendo, a la vez, el funcionamiento del sistema de combustión cuando se alcance el nivel mínimo de agua.

d) Puertas de explosión

Artículo 36.- Las calderas de vapor que usen combustibles líquidos o gaseosos, dispondrán de una o más compuertas para alivio de sobrepresión en el hogar, salvo aquellas que posean sistemas de seguridad automatizados para evitar la sobrepresión.

III.- Accesorios de Control Automático: a) Control Automático del Nivel de Agua

Artículo 37.- Toda caldera de vapor deberá estar provista de, a lo menos, un control automático de nivel de agua, que podrá ser de tipo flotador, electrodo sumergido u otro.

b) Detector de Llama

Artículo 38.- Las calderas de vapor que usen combustibles líquidos o gaseosos, dispondrán de uno o más detectores de llama, los que pueden ser por conducción eléctrica, ionización de la mezcla, generación de calor, por luz visible o bien por detección infrarrojo u otro. El sensor dará la señal de detener el quemador cuando la llama haya desaparecido por algún motivo como exceso de combustible o deficiencia de éste. En el primer caso, evitará la generación de ambientes inflamables en el hogar, en el segundo, dará corte para un reinicio del quemador. La detención del quemador originará una post-purga automática de los gases acumulados en el hogar, único sistema que puede prevenir de explosiones al interior del mismo.

c) Presostato

Artículo 39.- Toda caldera de vapor y autoclave deberá estar provisto de uno o más presostatos de tipo diferencial ajustable o digital.

d) Termostato

Artículo 40.- Todo autoclave, deberá estar provisto de uno o más termostatos de tipo diferencial ajustable o digital.

Párrafo VI

De las revisiones y pruebas de las condiciones de seguridad de las calderas de vapor, autoclaves, equipos que trabajan con vapor de agua, sus componentes, accesorios y redes de distribución

Artículo 41.- Las calderas de vapor, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, que estén constituidos por uno o más cuerpos o espacios de presión, deberán ser sometidos a las revisiones y pruebas que establece este reglamento y tener los accesorios de seguridad, observación y de control automático, según se establece en el párrafo V del título II, del presente reglamento.

Artículo 42.- La verificación de las condiciones de seguridad de las calderas de vapor, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua y de sus componentes y accesorios, incluidas las redes de distribución, se efectuará mediante las siguientes revisiones y pruebas, en la secuencia que se señala:

- Revisión interna y externa.
- Prueba hidrostática.
- Prueba de la válvula de seguridad.
- Prueba de acumulación de vapor.

- E. Revisión de la red de distribución de vapor, componentes y accesorios.
F. Pruebas especiales.

Artículo 43.- Las calderas de vapor, autoclave y equipos que utilizan vapor de agua, deberán ser sometidas a las revisiones y pruebas de acuerdo a las siguientes condiciones:

- a) Las indicadas en las letras A) y B) del artículo precedente, al término de la fabricación, antes de la entrega al usuario, las que deberán ser certificadas por el fabricante.
- b) Las indicadas en las letras A), B), C), D) y E) del artículo precedente:
 - Al término de la instalación y antes de ponerlas en servicio.
 - Al término de cualquier reparación, reforzamiento o transformación y antes de ponerlas en servicio.
 - A las que estén en funcionamiento, cada tres años.
- c) La indicada en la letra F), cuando la autoridad sanitaria o el profesional facultado, lo estimen necesario.
- d) La indicada en la letra E), cuando la instalación presente daños evidentes como consecuencia inmediata de un terremoto u otros esfuerzos mecánicos imprevistos.

Se exceptúa de la aplicación de la letra B), C) y D) del artículo 42 anterior, a los autoclaves de sobremesa cuyo volumen de la cámara de vapor no exceda los 50 litros.

Artículo 44.- Será responsabilidad del propietario o usuario de la caldera de vapor, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua, velar porque las revisiones y pruebas se efectúen en las oportunidades y forma que señala el presente reglamento, remitiendo una copia del informe técnico a la autoridad sanitaria, dentro de un plazo máximo de 15 días hábiles desde su ocurrencia.

Párrafo VII
De la revisión interna y externa

Artículo 45.- Para realizar estas revisiones, las calderas de vapor, autoclaves o equipos que trabajan con vapor de agua se dejarán enfriar, se evacuará la totalidad del fluido de su interior, se abrirá y procederá a retirar cualquier vestigio de todos, impurezas o incrustaciones, también se deberán limpiar por completo el hogar, los conductos de humos y las cámaras por donde circulan los gases de la combustión, cuando corresponda.

Artículo 46.- Cuando en la revisión interna se constaten incrustaciones, se deberá proceder a su limpieza, desincrustación o reparación, según corresponda, así como la revisión de las instalaciones ablandadoras de agua.

Párrafo VIII
De la prueba hidrostática

Artículo 47.- Una vez que la caldera de vapor, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua no tenga observaciones pendientes en las revisiones interna y externa, se procederá a realizar la prueba hidrostática al cuerpo de presión, el que deberá estar a temperatura no superior a 50 grados Celsius, en la siguiente forma:

- a) Se instalarán bridas o flanges ciegos que interrumpen todas las conexiones del cuerpo de presión y que resista la presión hidrostática de prueba.
- b) Se retirarán las válvulas de seguridad y se colocarán tapones o flanges ciegos.
- c) Se llenará con agua el cuerpo de presión hasta expulsar todo el aire de su interior, mediante un tubo de ventilación.

Artículo 48.- La presión de la prueba hidrostática será 1.5 veces la presión máxima de trabajo. Se considerará que la prueba hidrostática ha sido satisfactoria, cuando el cuerpo de presión no ha presentado filtraciones ni deformaciones durante 15 minutos y la presión de prueba se ha mantenido constante.

Artículo 49.- En caso de desconocer la presión máxima de trabajo, o cuando se hayan modificado las condiciones de diseño original, será el profesional facultado quien determine la nueva presión máxima de trabajo, sobre la base de cálculos conforme a normas nacionales o internacionales reconocidas. Dicha modificación quedará consignada en el informe técnico del profesional facultado y en el libro de vida.

Párrafo IX
De la regulación de la válvula de seguridad

Artículo 50.- Después de aprobada la prueba hidrostática, se realizará la regulación de la válvula de seguridad, incluidas todas las válvulas de las calderas de

vapor, autoclave, equipos que utilizan vapor de agua y red de distribución de vapor. Para ello se graduarán éstas de manera que inicien la evacuación de vapor a una presión que no exceda más del 6% de la presión máxima de trabajo.

En el caso que esta regulación no pueda ser realizada en el mismo lugar de instalación, ésta se podrá efectuar en un banco de prueba.

Párrafo X
De la prueba de acumulación de vapor

Artículo 51.- La prueba de acumulación se realizará con la caldera de vapor funcionando a su máxima capacidad y con la válvula principal de suministro de vapor cerrada. En estas condiciones, la válvula de seguridad de la caldera de vapor deberá ser capaz de evacuar la totalidad del vapor sin sobrepasar más de un 10% la presión máxima de trabajo.

Párrafo XI
De la revisión de la red de distribución de vapor, componentes y accesorios

Artículo 52.- El profesional facultado deberá realizar las siguientes revisiones, las que serán consignadas en el libro de vida:

- a) Estado de la red de distribución de vapor incluyendo la aislación térmica.
- b) Sellos de agua y válvulas de conexión de los manómetros.
- c) Funcionamiento del sistema de alimentación y de control del nivel de agua desde el estanque de alimentación.
- d) Condiciones estructurales de la red de purga, estanque de retención de purgas y de suministro de agua.
- e) Accesorios de observación, de seguridad, componentes que conforman la red de distribución tales como: Bombas de alimentación, bombas de vacío, trampas de vapor, válvulas reguladores de presión, válvulas reguladores de flujo, estanques, entre otros.
- f) Determinar la precisión de la medición del manómetro, con respecto a un instrumento patrón.
- g) Funcionamiento de controles automáticos: De presión, de alarmas, de combustión, de temperatura y de detención por emergencias.

Párrafo XII
Pruebas especiales

Artículo 53.- Sin perjuicio de las pruebas prescritas en los artículos anteriores, en caso de considerarlo necesario, la autoridad sanitaria o el profesional facultado a cargo de las pruebas podrá solicitar pruebas especiales que consisten en ensayos no destructivos.

Las pruebas especiales serán realizadas por empresas certificadoras o por profesionales especializados en ellas.

TÍTULO III
De las condiciones generales de instalación y seguridad de las calderas de calefacción y calderas de fluidos térmicos

Párrafo I
De las condiciones generales de instalación

Artículo 54.- Las calderas de calefacción que generen vapor de agua a presiones manométricas menores a 0,5 kg/cm², deberán cumplir con las disposiciones de los párrafos IV y VI del título II, del presente reglamento.

Artículo 55.- El emplazamiento de las calderas de calefacción y las calderas de fluidos térmicos deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) De higiene y seguridad establecidas en la normativa vigente.
- b) Contar con sistema de alumbrado para emergencia.
- c) Cuando la caldera esté instalada en un subterráneo y no cuente con comunicación directa con el exterior, deberá contar con un sistema de inyección mecánico de aire a la sala, necesario para la combustión y para renovación de aire de los espacios de trabajo. Además, aquellas que utilicen combustibles gaseosos deberán disponer de un sistema de detección por fuga de gases inflamables, que detenga el quemador cuando se registren trazas de combustible en el aire de la sala.
- d) Los gases de combustión de las calderas deberán ser evacuados hacia el exterior de la instalación.
- e) Ofrecer la necesaria seguridad para realizar labores de mantención, mediciones de contaminantes producto de la combustión y limpieza general.

- f) Deberá contar con un sistema que permita retener o canalizar cualquier fuga de fluido, por falla de sus componentes o accesorios, como también en situaciones de emergencia.
- g) Se deberán señalar las direcciones y sentido del flujo del fluido caliente con una flecha de color rojo y el flujo del fluido de retorno en color azul, ambos claramente visibles.
- h) Dar cumplimiento a lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones en las materias atinentes a esta materia.
- i) En las zonas o salas donde se instalen las calderas de calefacción y calderas de fluidos térmicos deben colocarse en lugar visible carteles indicadores, perfectamente legibles, con las instrucciones sobre las maniobras necesarias para la puesta en marcha y detención del artefacto y las maniobras de emergencia.

Se exceptúan de las exigencias de las salas de calderas a las calderas de calefacción y a las calderas de fluidos térmicos, sean fijas o móviles, cuyo uso sea exclusivamente industrial o de proceso, no obstante ello, deberán cumplir con los requisitos señalados en este artículo.

Párrafo II

Accesorios de observación, seguridad y control automático

Artículo 56.- Las calderas de calefacción y las calderas de fluidos térmicos deben disponer de los siguientes accesorios.

- A. Accesorios de observación: Uno o más manómetros y uno o más termómetros.
- B. Accesorios de seguridad: Una o más válvulas de alivio o de seguridad y un estanque de expansión.
- C. Accesorios de control automático: Uno o más termostatos.

El propietario o usuario es responsable de mantener operativos estos accesorios. Ante cualquier irregularidad que se presente en su operación, la caldera de calefacción o la caldera de fluidos térmicos deberá dejar de funcionar. Todos los accesorios de observación, seguridad y control automático deberán estar ubicados en un lugar visible y de fácil acceso para su inspección, mantención o cambio.

L.- Accesorios de Observación:

a) Manómetro

Artículo 57.- Los manómetros deberán estar colocados en lugares de fácil visualización, con conexión directa al cuerpo de la caldera o a la red de salida del agua caliente o del fluido térmico. La conexión del manómetro con el fluido, deberá tener una válvula de cierre rápido que facilite el cambio del instrumento.

Cada manómetro deberá tener demarcado con una línea roja, visible e indeleble, las presiones máximas y mínimas de trabajo, además, deben tener capacidad para indicar, a lo menos, una y media vez la presión máxima de trabajo, procurando que dicha lectura se encuentre en el tercio central de la graduación de la esfera. El diámetro de la esfera del manómetro deberá ser tal que permita su fácil lectura desde la ubicación habitual del operador.

En el caso particular de las calderas de calefacción por agua, el manómetro podrá sustituirse por un altímetro que indique el nivel o presión de la columna de agua contenida dentro del sistema, dando a conocer en todo instante la presión estática que corresponderá al nivel de llenado. El nivel de llenado correcto también debe ser marcado en forma visible e indeleble.

La lectura del manómetro se comparará con la lectura de un manómetro patrón, considerando aceptable un margen de error de hasta un 5%.

b) Termómetro

Artículo 58.- Los termómetros deberán estar colocados en lugares de fácil visualización, indicar la temperatura del agua o del fluido al interior de la caldera, y estarán graduados en grados Celsius. La temperatura máxima de trabajo deberá estar demarcada con una línea roja indeleble.

II.- Accesorios de seguridad:

a) Válvula de alivio o seguridad

Artículo 59.- Las válvulas de alivio o de seguridad deberán estar conectadas directamente con el interior de la caldera, o con el circuito de calefacción, que permita el escape del fluido cuando sobrepasen la presión máxima de trabajo. La descarga debe ser visible y dispuesta en forma tal que no exista riesgo de accidentes por contacto con fluidos calientes.

b) Estanque de expansión

Artículo 60.- Las calderas de calefacción deberán tener un estanque de expansión instalado en un lugar de fácil inspección, su conexión con la red de salida de agua caliente deberá ser directa, sin interrupciones de válvulas u otros elementos. Su capacidad deberá ser suficiente para absorber al aumento de volumen que se produce por la expansión del agua por efecto del calor.

III.- Accesorios de Control Automático:

a) Termostato

Artículo 61.- Los termostatos deberán estar instalados en lugares de fácil visualización, conectados directamente con el cuerpo de la caldera de calefacción, la caldera de fluido térmico o los estanques de acumulación de agua caliente, y deberán hacer funcionar o detener el quemador cuando se alcance las temperaturas prefijadas.

Párrafo III

De las revisiones y pruebas de las condiciones de seguridad de las calderas de calefacción y calderas de fluidos térmicos, sus componentes, accesorios y redes de distribución

Artículo 62.- La verificación de las condiciones de seguridad de las calderas de calefacción, las calderas de fluidos térmicos, de sus componentes y accesorios incluido el circuito de calefacción, se efectuará mediante las siguientes revisiones y pruebas, en la secuencia que se señala:

- A. Revisión interna y externa.
- B. Verificación de funcionamiento de las válvulas de alivio o de seguridad.
- C. Verificación de funcionamiento de los termostatos.
- D. Revisión del circuito de calefacción, componentes y accesorios.
- E. Pruebas especiales.

Artículo 63.- Las calderas de calefacción y las calderas de fluidos térmicos deberán ser sometidas a las revisiones y pruebas de acuerdo a las siguientes condiciones:

- a) La indicada en la letra A., del artículo precedente, al término de la fabricación, antes de la entrega al usuario. Estas deberán ser certificadas por el fabricante.
- b) Las indicadas en las letras A., B., C. y D. del artículo precedente:
 - Al término de la instalación y antes de ponerlas en servicio.
 - Al término de cualquier reparación, reforzamiento o transformación y antes de ponerlas en servicio.
 - A las que estén en funcionamiento cada tres años.
- c) La indicada en la letra E., cuando la autoridad sanitaria o el profesional facultado, lo estimen necesario.
- d) La indicada en la letra D., cuando la instalación presente daños evidentes a consecuencia inmediata de un terremoto u otros esfuerzos mecánicos imprevisibles.

Artículo 64.- Será responsabilidad del propietario o usuario de las calderas de calefacción y las calderas de fluidos térmicos, velar por que las revisiones y pruebas se efectúen en las oportunidades y forma que señala el presente reglamento, y debe remitir una copia del informe técnico a la autoridad sanitaria, dentro de un plazo máximo de 15 días hábiles desde su ocurrencia.

Párrafo IV

De la revisión interna y externa

Artículo 65.- Las calderas de calefacción y las calderas de fluidos térmicos, se dejarán enfriar, se evacuará la totalidad del fluido de su interior, se abrirá y procederá a retirar cualquier vestigio de lodos, impurezas o incrustaciones, también se deberán limpiar por completo el hogar, los conductos de humos y las cámaras por donde circulan los gases de la combustión, cuando corresponda.

Párrafo V

Verificación de funcionamiento de la válvula de alivio o seguridad

Artículo 66.- Después de la revisión interna y externa se verificará el funcionamiento de la válvula de alivio o de seguridad, la que deberá ser desmontada, teniendo la precaución de que no exista presión en el interior del sistema, con el objeto de revisar los componentes interiores y las superficies del asiento para su limpieza y mantención. Posteriormente, debe ser instalada verificando la apertura de la válvula a la presión preestablecida.

En el caso que la verificación de la apertura de la válvula no pueda ser realizada en su lugar de instalación, ésta se podrá efectuar en un banco de prueba.

Párrafo VII
Verificación de funcionamiento del termostato

Artículo 67.- El termostato se probará con la caldera funcionando, constatando que el quemador de la caldera se detenga cuando el agua o el fluido térmico al interior del sistema alcance su temperatura de trabajo predeterminada y que se encienda cuando el control de temperatura del agua caliente o del fluido térmico al interior de la caldera o en el estanque acumulador disminuya; la desviación máxima admitida para ambos casos será de un 5% respecto de la temperatura regulada.

Párrafo VIII
De la revisión del circuito de calefacción, componentes y accesorios

Artículo 68.- El profesional facultado deberá realizar las siguientes revisiones, las que serán consignadas en el libro de vida:

- a) Verificación:
 1. Del funcionamiento del sistema de ventilación de la sala de calderas.
 2. Del funcionamiento de los conductos de evacuación de gases de combustión.
 3. De la red de suministro de combustible y red eléctrica.
 4. De las condiciones de funcionamiento del quemador.
 5. Del funcionamiento de los accesorios de observación y los accesorios de seguridad.
 6. De la descarga de las válvulas de alivio o seguridad.
- b) Estado:
 1. Del circuito de calefacción incluyendo la aislación térmica y componentes, tales como bombas, estanques, válvulas reguladoras de flujo, entre otros.
 2. De conservación de los estanques acumuladores de agua caliente, estanques acumuladores de fluido térmico y estanque de expansión, sean estos presurizados o con comunicación a la atmósfera.

Párrafo IX
Pruebas especiales

Artículo 69.- Sin perjuicio de las pruebas prescritas en los artículos anteriores, en caso de considerarlo necesario, la autoridad sanitaria o el profesional facultado a cargo de las pruebas podrán solicitar pruebas especiales que consistan en ensayos no destructivos.

TÍTULO IV
De los combustibles

Artículo 70.- Todo combustible debe ser almacenado en recintos exclusivos y separados de la sala de caldera y, dar cumplimiento a la ordenanza general de urbanismo y construcciones respecto a la densidad de carga de combustible y también a la normativa específica en materia de combustibles dictada por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

En caso de emplear combustibles líquidos contenidos en recipientes menores de 1 metro cúbico, estos deberán estar en un recinto exclusivo el que deberá reunir los siguientes requisitos:

- a) Sala de material incombustible, dotada con sistema de extinción de incendio.
- b) El estanque debe tener una certificación de fábrica de estar diseñado para almacenar combustibles líquidos.
- c) El estanque deberá estar rotulado y contar con una válvula de venteo hacia el exterior de la sala.
- d) El estanque deberá tener accesorio de control de nivel de llenado y conexión a una malla de tierra.
- e) El estanque deberá tener un pretil de retención con capacidad suficiente para derrame de combustible.

Artículo 71.- En caso de que se realice una modificación al diseño original de las calderas de vapor, calderas de calefacción o calderas de fluidos térmicos, por un cambio de combustible, esta modificación deberá estar respaldada por el fabricante informando la factibilidad de su funcionamiento con ese otro combustible. En todo caso, dicha modificación deberá estar respaldada sobre la base de cálculos conforme a normas nacionales o internacionales reconocidas, informe que deberá ser realizado por el profesional facultado, bajo su entera responsabilidad. Dicha modificación quedará consignada en el informe técnico del profesional facultado y en el libro de vida.

TÍTULO V

De las excepciones a las revisiones y pruebas de las condiciones de seguridad de las calderas, autoclaves, equipos que trabajan con vapor de agua y accesorios

Artículo 72.- En el caso que el diseño de las calderas, autoclaves, equipos que trabajan con vapor de agua o accesorios, no permita realizar la totalidad de las revisiones y pruebas señaladas en los artículos precedentes, se deberá presentar ante la autoridad sanitaria, un informe técnico de las revisiones y pruebas recomendadas por el fabricante para la autorización de dichas excepciones.

TÍTULO VI

De los profesionales facultados para verificar las condiciones generales de instalación y realizar las revisiones y pruebas

Artículo 73.- Las condiciones generales de instalación, revisiones y pruebas de las calderas, autoclaves, equipos que trabajan con vapor de agua y redes de distribución, deberán ser efectuadas por un profesional que cumpla los siguientes requisitos:

- a) Ser profesional titulado, de una carrera de 8 semestres de duración, con formación en termodinámica, transferencia de calor, mecánica de fluidos, procesos térmicos, máquinas hidráulicas, diseño y cálculo de calderas y resistencia de materiales, facultado para ejercer en el país.
- b) Acreditar una experiencia mínima de tres años en la fabricación, instalación, reparación, mantenimiento u operación de plantas térmicas con calderas de vapor de gran presión.

Artículo 74.- Con el objeto de facilitar la fiscalización y control de las disposiciones de este reglamento, la autoridad sanitaria llevará un listado de los profesionales que han acreditado el cumplimiento de estas exigencias, la que tendrá validez nacional. La nómina de estos profesionales, será enviada a todas las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país, para su conocimiento y aplicación.

Artículo 75.- Los profesionales incluidos en el listado verificarán las condiciones generales de instalación y realizarán las revisiones y pruebas reglamentarias. Ellos deberán declarar a la autoridad sanitaria los equipos e instrumentos que usarán, así como los demás elementos que se emplearán en esta actividad, especificando las características de cada uno de ellos. Dichos instrumentos, deberán ser calibrados una vez al año, o en un plazo distinto que determine la autoridad sanitaria, en el Instituto de Salud Pública, o en un laboratorio de metrología.

Artículo 76.- El propietario o usuario de la instalación dará aviso a la autoridad sanitaria respectiva, con a lo menos 72 horas de anticipación de la programación de verificación de las condiciones generales de instalación y las revisiones y pruebas reglamentarias a realizar por el profesional facultado, señalando el lugar, día y hora en que se llevará a efecto. El aviso se realizará a través de un formulario que dispondrá la autoridad sanitaria, el que se remitirá vía fax, correo electrónico o personalmente a la unidad técnica correspondiente.

TÍTULO VII
De los informes técnicos

Artículo 77.- Los profesionales facultados deberán emitir un informe técnico en duplicado el que se entregará al propietario o usuario de la instalación, dentro del plazo máximo de 8 días hábiles contado desde la finalización de la verificación de las condiciones generales de instalación y las revisiones y pruebas reglamentarias. El incumplimiento del artículo 76 invalidará el informe técnico emitido por el profesional facultado.

Artículo 78.- El informe técnico, se realizará mediante un formato tipo proporcionado por la autoridad sanitaria, el que deberá contener las condiciones generales de instalación, revisiones y pruebas que dicta este reglamento.

Artículo 79.- La autoridad sanitaria, deberá supervisar que los profesionales facultados den cumplimiento a lo dispuesto en el presente reglamento. Si se constatare que el profesional facultado ha emitido un informe técnico sin haber verificado las condiciones generales de instalación, o sin haber realizado las revisiones y pruebas reglamentarias o haberlas efectuado en forma incompleta o alterado sus resultados o haber delegado a un tercero las materias que dicta este reglamento, será sancionado, de acuerdo al Código Sanitario, previo el correspondiente sumario sanitario. La sanción será comunicada a todas las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país.

TÍTULO VIII
De los operadores de calderas y autoclaves

Artículo 80.- El manejo, vigilancia, supervisión y operación de todo autoclave, caldera de calefacción, caldera de fluido térmico y caldera de vapor, a que se refiere

el presente Reglamento, deberá estar a cargo de un operador calificado, con capacitación sobre funcionamiento del equipo específico a operar y sobre los peligros que puede ocasionar una falsa maniobra o una inadecuada operación. El operador deberá contar con licencia de enseñanza media y la aprobación de un examen de competencia ante la autoridad sanitaria o demostrar que ha obtenido esa competencia dentro del programa de estudios de una carrera que incluye esta preparación en la respectiva malla curricular. El operador de una caldera de vapor de gran presión, además, deberá contar con título de nivel técnico o profesional en el área industrial.

Las calderas de calefacción y calderas de fluidos térmicos podrán eximirse de la presencia permanente del operador calificado, no obstante, éste estará a cargo de supervisar su funcionamiento.

Se excluyen de la obligación de contar con operador calificado los equipos intercambiadores de calor, termos, boilers, mamitas u otros similares.

Artículo 81.- La autoridad sanitaria respectiva verificará el cumplimiento de estos requisitos por los interesados y, para efectos de facilitar la fiscalización posterior, podrá incorporarlos en un listado que comunicará a las demás Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país, para su conocimiento y aplicación.

Artículo 82.- Corresponderá al operador de una caldera de vapor mantener actualizado el libro de operación diaria, verificar el funcionamiento de todos los dispositivos de alimentación de agua, accionar manualmente las válvulas de seguridad, realizar purgas en forma manual, analizar el agua proveniente de los ablandadores o de otros equipos purificadores, aplicar los productos químicos para su tratamiento, verificar el estado de funcionamiento de trampas de vapor, redes de distribución de vapor, estado de la aislación térmica, estado de los componentes de la caldera, operatividad de la alarma acústica y visual, verificar el funcionamiento de todos los accesorios de observación, de seguridad y del control automático, mantener registro de estos parámetros cada cuatro horas. Si por algún motivo, el nivel del agua de la caldera de vapor baja más allá del límite inferior de visibilidad del tubo de nivel, el operador deberá paralizar de inmediato el funcionamiento de la caldera, activar la alarma acústica, consignar las fallas en el libro de vida y realizar una evaluación técnica con un profesional facultado.

Artículo 83.- Corresponderá al operador de una caldera de calefacción o de una caldera de fluidos térmicos, mantener actualizado el libro de vida de ésta, verificar el funcionamiento de los componentes, verificar el estado de funcionamiento de los accesorios de observación y de la aislación térmica de conjunto. Además, deberá registrar en el libro de vida las mantenciones realizadas, inspecciones y fallas y desperfectos que presente el sistema. Si por algún motivo falla el sistema de alimentación de agua al sistema, ocurren fugas de combustible, fuga del fluido térmico, fallas en el sistema de control automático por temperatura o del sistema de presurización de agua, deberá solicitar una evaluación técnica de un profesional facultado.

Artículo 84.- Corresponderá al operador de un autoclave, verificar el funcionamiento de los accesorios tanto de observación como de seguridad y la aislación térmica, mantener actualizado el libro de vida, registrar las mantenciones realizadas, inspecciones y fallas como desperfectos que presente el sistema. Si por algún motivo, fallan las válvulas de seguridad, los accesorios de observación, el sistema de purgas de agua y vapor, el autoclave no podrá ser utilizado y se deberá solicitar una evaluación técnica con un profesional facultado.

TÍTULO IX Fiscalización y sanciones

Artículo 85.- Corresponderá a la autoridad sanitaria, fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y sancionar las infracciones de conformidad con lo establecido en el Libro Décimo del Código Sanitario.

Artículo 86.- El presente Reglamento entrará en vigencia 180 días después de su publicación en el Diario Oficial, fecha en la cual quedará derogado el decreto supremo N° 48, de 1984, del Ministerio de Salud, así como cualquier otra norma, resolución o disposición que fuere contraria o incompatible con su texto.

Disposiciones Transitorias

Artículo 1.- Los operadores de calderas y autoclaves que, a la fecha de publicación de este Reglamento, cuenten con certificado de competencia podrán continuar ejerciendo esa función hasta la fecha de vencimiento que indica su respectivo certificado. Los operadores que cuenten con certificado de competencia indefinido, deberán renovar su certificado en un plazo no superior a un año contado desde la entrada en vigencia del presente reglamento. Igualmente, quienes, a esa fecha, estén habilitados para efectuar las revisiones, a que se refiere el artículo 73 del reglamento, podrán continuar haciéndolo aun cuando no tengan la experiencia exigida en esa norma, durante el plazo de tres años contados desde la vigencia de este reglamento.

Los certificados de revisión y prueba de las calderas de calefacción y agua caliente registradas por las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud, continuarán

vigentes hasta que se venza el plazo de su vigencia. Aquellas calderas registradas que no se ajusten al presente reglamento en aspectos que no resulte posible modificar por sus características o emplazamiento estructural podrán continuar funcionando durante su vida útil.

Anótese, tómesese razón y publíquese.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República.- Jaime Mañalich Muxi, Ministro de Salud.

Transcribo para su conocimiento decreto afecto N° 10 de 02-03-2012.- Por orden del Subsecretario de Salud Pública, Jorge Hubner Garretón, Jefe de Gabinete, Subsecretaría de Salud Pública.

CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA División Jurídica

Cursa con alcance el decreto N° 10, de 2012, del Ministerio de Salud

N° 62.986.- Santiago, 1 de octubre de 2013.

Esta Entidad de Control ha dado curso al documento de la suma que aprueba el Reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, por encontrarse ajustado a derecho, pero cumple con hacer presente que entiende que las normas técnicas a que se alude, entre otros, en su artículo 17, son aquellas que se encuentren vigentes.

Con el alcance que antecede se ha tomado razón del acto administrativo señalado. Saluda atentamente a U.d., Ramiro Mendoza Zúñiga, Contralor General de la República.

Al señor
Ministro de Salud
Presente.

Anexo “C” Mantenimiento del Equipo Actual.

3. Revise que el ensamblaje del piloto no tenga componentes sueltos, objetos extraños, erosión o acumulación de carbón.

Aunque:

1. Reemplace o limpie el filtro de aceite (unidades que funcionen con aceite).
2. Limpie el impulsor de aire de combustión.

F. CONTROLES ELÉCTRICOS

Los controles de operación deben inspeccionarse mensualmente. Vea que las conexiones eléctricas estén bien puestas y ajustadas y mantenga limpios los controles. Quite cualquier polvo acumulado en el interior del control usando aire a baja presión. Cuidé de no dañar el mecanismo.

Examine los interruptores de tubo de mercurio en busca de daño o grietas. Si hay espuma oscura sobre la superficie, normalmente brillante, del mercurio, podría haber una acción errática del interruptor. Asegúrese de que los controles estén nivelados correctamente. Las tuberías que llevan a los actuadores de control de presión deben limpiarse de ser necesario. Debe dejarse cubiertas en los controles en todo momento.

El polvo y la mugre pueden causar un desgaste y sobrecalentamiento excesivo del arrancador del motor y contactos de relevador. Use una herramienta para pulir o una lija para superficies duras para limpiar y pulir los contactos. Los contactos del arrancador están cubiertos con plata y no se cañan por la oxidación o placas ligeras. Solo se requiere un reemplazo de los contactos si la plata se ha oxidado.

PRECAUCIÓN

No use limas o materiales abrasivos tales como lija en los puntos de contacto. Si no sigue estas instrucciones podría dañar el equipo.

Las unidades de relevador termal (sobrecarga) son de tipo Melting-Alloy (aleación de fusión) y, cuando se disparan, se debe dar tiempo a la aleación para resolidificarse antes de reiniciar el relevador. Si las sobrecargas disparan el circuito repetidamente cuando la corriente del motor está normal, reemplácelos con nuevas sobrecargas. Si la condición continúa después del reemplazo, será necesario determinar la causa del jalón excesivo de corriente en sobrecargas. La alimentación de energía a la caldera debe protegerse con fusibles de elemento dual (Fusetron) o cortacircuitos. Debe usarse fusibles similares en circuitos de bifurcación. No se recomiendan fusibles estándares de un solo uso.

G. CONTROL DE SEGURIDAD DE FLAMA

El control basado en microprocesador requiere mantenimiento mínimo puesto que los temporizadores de

lógica y seguridad son inaccesibles. Tampoco hay ningún contacto accesible. Vea que el tornillo de soporte esté sosteniendo adecuadamente el chasis a la base de montaje. También revise que el amplificador y el módulo de programa estén insertados firmemente.

La habilidad de auto-diagnóstico del relevador incluye avisos cuando el relevador o sus módulos enchufables tienen falla y requieren ser reemplazados. Su control de repuesto debe almacenarse en un lugar seco y envuelto en plástico. Durante un paro largo (por ejemplo: estacional), el control activo debe retirarse y almacenarse. La humedad puede causar problemas con la operación de control. Se recomienda rotar el servicio entre el control activo y el de repuesto para asegurarse de que el repuesto sirva.

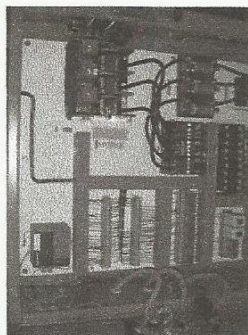


Figura 5-4 Caja de conexiones eléctricas

ADVERTENCIA

Cuando reemplace un control, asegúrese de bloquear el interruptor de alimentación principal de energía ya que el control está "caliente" aunque el interruptor del quemador esté en "off". Si no sigue estas instrucciones podría suceder una herida seria o la muerte.

Asegúrese de que los contactos conectados en el control y su base no estén torcidos fuera de su posición.

La lente del detector de flama debe limpiarse tan a menudo como lo demanden las condiciones de operación. Use una tela suave y húmeda con detergente para limpiar la lente.

Debe establecer un procedimiento de revisión de seguridad para probar el sistema de salvaguarda completo al menos una vez al mes o más a menudo. Las pruebas deben verificar el apagado de seguridad y el bloqueo de seguridad cuando falle la ignición de piloto, la ignición de flama cuando falle la ignición de piloto, la ignición de flama principal o cuando se pierda la flama. Cada una de estas condiciones debe revisarse de manera regular y planeada.

Revisión de falla de flama de piloto

Cierre el grifo de cierre de piloto de gas. También cierre la alimentación de principal de combustible. Ponga el interruptor del quemador en "on".

El circuito de ignición de piloto se energizará al final del período de pre-purga. Debe haber chispa de ignición pero no flama. Ya que no se detecta la flama, el relevador de programa mandará la señal de esta condición. El circuito de ignición se desenergizará y el control se detendrá en un paro de seguridad. La luz de falla de flama (y alarma audible opcional) se activará. El motor del ventilador funcionará en la post-purga y se detendrá.

Ponga el interruptor del quemador en off. Reinicie el interruptor de seguridad. Reabra el grifo de cierre de piloto de gas y restablezca la alimentación principal de combustible.

Revisión de falla del encendido de flama principal

Deje abierto el grifo de cierre de piloto de gas. Cierre la alimentación principal de combustible del quemador. Ponga el interruptor del quemador en "on". El piloto se encenderá cuando se complete el período de pre-purga. La válvula(s) principal de combustible se energizará, pero no debe de haber flama principal.

La válvula(s) de combustible se desenergizarán dentro de los 4 segundos posteriores al final de la prueba de ignición principal del quemador. La luz de falla de flama (y alarma opcional) se activará. El motor del ventilador funcionará durante el período de post-purga y se detendrá.

Ponga el interruptor del quemador en off. Reinicie el interruptor de seguridad. Restablezca la alimentación principal de combustible.

Revisión de pérdida de flama

Con el quemador en operación normal, cierre la alimentación de combustible del quemador principal para extinguir la flama principal.

La válvula(s) de combustible se desenergizarán y el relevador mandará la señal de la condición en el lapso de 4 segundos. Entonces el control se bloqueará en un paro de seguridad. La luz de falla de flama (y alarma opcional) se activará. El motor del ventilador funcionará a través del período de post-purga y se detendrá.

Ponga el interruptor del quemador en off. Reinicie el interruptor de seguridad. Restablezca la alimentación principal de combustible.

H. Mantenimiento del quemador de aceite

El quemador debe inspeccionarse para detectar daño debido a una combustión ajustada inapropiadamente. Debe retirarse cualquier acumulación de hollín en el difusor o tobera de aceite. La configuración de la tobera de aceite con relación al difusor y otros componentes es importante para un encendido apropiado y por lo tanto debe revisarse. Vea el capítulo 3.

Filtros de aceite

Debe limpiarse frecuentemente los filtros de aceite para mantener un flujo libre y completo de combustible.

Filtros de aceite ligero

La malla del filtro de combustible debe removerse y limpiarse en intervalos regulares. Se recomienda quitar la malla cada mes y limpiarla a profundidad sumergiéndola en un solvente y secándola con aire comprimido. Para quitarla, afloje el tornillo de la tapa, teniendo cuidado de no perder la junta de cobre. Si es necesario, golpee ligeramente la tapa del filtro para aflojar. Revise la junta y si está dañada reemplácela. Deslice alicates en la cruz que está en la parte de arriba del filtro y gire en sentido opuesto a las manecillas del reloj para quitar la carcasa. Re ensamble en orden contrario.

Limpieza de la tobera de aceite

El diseño del quemador hace innecesario limpiar la tobera de aceite durante períodos de operación. Una revisión y limpieza de rutina debe realizarse en períodos de paro o cuando el quemador funciona con gas.



Figura 5-5 Toberas de aceite y piloto

Si en algún momento la flama del quemador parece fibrosa o filosa, es posible que la tapa de la tobera o el difusor se haya gastado o tapado parcialmente. Cualquier bloqueo

dentro de la punta hará que la medición de presión de aire (si es aire atomizado) se incremente por encima de su valor normal.

Apague y desensamblable. Inserte el cuerpo de la tobera en la punta sujetadora y use la llave inglesa para quitar la punta. Quite el ciclizador y asiento del muelle con cuidado de no dejar caer o dañar ninguna parte.

Limpie lo que sea necesario con un solvente adecuado. Use un cepillo de fibra suave o un pedazo de madera suave con punta para limpiar. No use alambre u objetos metálicos filosos, pues podrían rayar o deformar los orificios así como las superficies de tierra de precisión del ciclizador y la punta. Inspeccione y busque rayones o signos de desgaste o erosión que hagan la tobera inadecuada para seguir usándose. Tome las precauciones necesarias al trabajar con solventes.

La punta y ciclizador son un conjunto, y están empalmadas con precisión en el momento de ensamblarse. El ajuste perfecto de las superficies de empalme debe mantenerse para proveer un desempeño óptimo. Se puede requerir un empalme adicional para proveer una mejor atomización para una combustión más eficiente. No intercambie partes si tiene un repuesto. Al re ensamblar, asegúrese de que el asiento del muelle esté en su lugar y que sostenga el ciclizador ajustadamente contra la punta. El ciclizador es fijo y no rota, sino que imparte un movimiento de remolino al aceite.

Asegúrese de que el agujero conectado esté en el fondo del cuerpo de la tobera cuando instale la pistola de pulverizador.

Sistema de ignición

Para mejores resultados, mantenga un espacio de separación y dimensiones apropiado de electrodo(s) de ignición. Las figuras 3-13 y 3-14 muestran el ajuste correcto.

Inspeccione la punta del electrodo para detectar picaduras o depósitos de combustión. Y revista según se requiera con una lima fina. Inspeccione el aislamiento de porcelana para detectar grietas. Si hay grietas, reemplaze el electrodo, pues pueden causar una puesta a tierra del voltaje de ignición. Dado que el carbón es un conductor eléctrico, es necesario mantener la porción de aislamiento del electrodo(s) limpia de carbón. Puede ayudarse a quitar hollín o carbón con amoníaco.

Revise que los cables de ignición no tengan grietas en el aislante. También asegúrese de que todas las conexiones entre el transformador y los electrodos estén apretadas.

I. Mantenimiento del quemador de gas

Los componentes del quemador de gas deben inspeccionarse en busca de evidencia de daño debido a una combustión mal ajustada. Los ajustes de combustión deben revisarse cada mes. Vea el capítulo 3.

Revise periódicamente el sello entre el final del tubo de ráfaga y el refractario de la cámara. Corrija cualquier deterioro del sello, pues un sello dañado o inadecuado provoca fugas de aire que pueden provocar sobrecalentamiento o que se queme el tubo de ráfaga.

Busque grietas en el aislante de porcelana del electrodo. Reemplace el electrodo si ve grietas, ya que estas pueden provocar una puesta a tierra del voltaje de ignición. Revise la punta del electrodo buscando picaduras, depósitos de combustión y desgaste, y revista con una lima fina si es necesario. Vea la figura 3-14 para ver ajustes de electrodo. Revise que los cables de ignición no tengan grietas en el aislante. Verifique que todas las conexiones entre el transformador y el electrodo estén apretadas.

J. Válvula de gas motorizado

El mecanismo de operación de la válvula de gas motorizado (Hydramotor) está totalmente inmersa en aceite y se requiere poco mantenimiento debido a su diseño sellado. Sin embargo, debe revisarse periódicamente como parte de la rutina de mantenimiento que opere apropiadamente. Mantenga limpias las partes externas de la válvula, especialmente el vástagos entre el operador y la válvula. Un vástago de válvula desgarrado, marcado o dañado puede causar fugas. No quite las cubiertas de polvo si están instaladas.

La prensaetopa es de tipo O-ring. Si nota aceite alrededor de la base del operador y si hay fugas, repare reemplazando los O-ring que tienen fugas y rellenando el actuador con aceite.

Si el actuador está lento o no opera, aun después de revisar el nivel de aceite, reemplácelo toda la porción del operador.

K. Válvulas solenoides

La materia extraña entre el asiento de válvula y el asiento de disco puede causar fugas. Las válvulas se desensamblan fácilmente, sin embargo, debe tener cuidado durante el desensamblaje para asegurarse de no dañar las partes internas durante la remoción, y que el re ensamblaje se haga en el orden apropiado.

Normalmente se escucha un zumbido o murmullo bajo cuando se energiza la bobina. Si la válvula tiene un zumbido fuerte o un ruido de castañeteo, revise que el voltaje sea apropiado y limpie el ensamblaje del émbolo y tubo de émbolo interior. No use aceite. Asegúrese de que el tubo del émbolo y solenoide estén apretados al re ensamblarse. Cúbralo de no trozar, abollar o dañar el tubo del émbolo. Las bobinas pueden reemplazarse sin quitar la válvula de la línea.

ADVERTENCIA

Asegúrese de quitar la energía a la válvula pertinente para evitar una descarga eléctrica. Si no hace esto podría resultar una herida seria o muerte. Revise la posición de la bobina y asegúrese de que las arandelas de aislamiento o resortes de sujeción se instalen en el orden correcto.

L. Regulador de control de aire, enlace

Debe revisarse que el regulador de control de aire del quemador tenga libre movimiento, como parte de la inspección mensual. Cualquier resistencia al movimiento o juego excesivo en el soporte debe investigarse y corregirse antes de que vuelva a poner en operación el quemador. Debe revisar mensualmente que el ensamblaje del enlace en general esté apretado. Si es necesario, apriete los prisioneros y conexiones en las rótulas *uniball*. Revise que no estén gatas las rótulas *uniball* y reemplácelas si es necesario.

El ensamblaje del enlace debe estar apretado pero no atascado. Si el ensamblaje del enlace está atascado, determine la causa y corrija. Los puntos de unión del final de la barra de enlace deben marcarse en los brazos de desplazamiento variable como avisa en el re ensamblaje.

Debe realizar una inspección del regulador de aire y soportes de enlace de manera más frecuente si la cámara opera en un ambiente sucio. Ocasionalmente, use lubricante de alta temperatura, que no ensucia y sin goteo tal como grafito o un derivado del silicio.

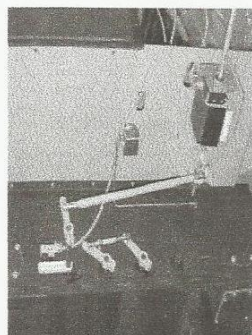


Figura 5-6 Enlace de regulador

PRECAUCIÓN

Debe revisar y reajustar la combustión cuando nueva el quemador o cuando se perturbe el enlace de control. Si no sigue estas instrucciones puede provocar un daño al equipo.

Nota: Si la cámara se instala en un lugar polvoroso, revise ocasionalmente las paletas en busca de depósitos de polvo o mugre. Estas acumulaciones pueden reducir la capacidad de aire o crear una condición de balanceado o dañar el equipo.

M. Válvulas de seguridad

La válvula de seguridad es un dispositivo de seguridad importante y merece una atención de acuerdo a ello.

Siga las recomendaciones de su inspector de cámara con respecto a la inspección y prueba de válvula. La frecuencia de las pruebas, ya sea por el uso de una palanca elevadora o elevando la presión de vapor, debe basarse en la recomendación de su inspector de cámara y/o el fabricante de válvulas, de acuerdo a las secciones VI y VII del código de contenedor de presión y calderas ASME.

Evite una operación excesiva de la válvula de seguridad; aún una abertura puede provocar un medio de fuga. Las válvulas de seguridad deben operarse solo tan a menudo como para asegurar que tengan buen funcionamiento. Cuando se requiere una prueba, eleve la presión de operación a la presión establecida de la válvula de seguridad, permitiendo que abra y cierre como lo haría en un servicio normal.

No opere a mano la válvula con menos del 75% de la presión establecida ejercida en la parte inferior del disco. Cuando opere a mano, asegúrese de mantener la válvula en posición abierta el tiempo suficiente para purgar el material extraño acumulado del área del área de asentamiento de la válvula y luego permita que la válvula se cierre de golpe.

El uso frecuente de la válvula de seguridad hará que el asiento y disco tengan cables estirados o que se dañen. Esto causará que la válvula tenga fugas y se requiera tiempo de paro de la cámara para reparar o reemplazar la válvula. La reparación o reemplazo de la válvula debe hacerse solo por el fabricante o su representante autorizado.

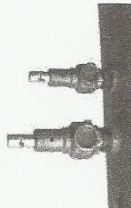


Figura 5-7 Válvulas de seguridad

Evite que la presión de operación esté muy cercana a la presión ajustada de la válvula de seguridad. Se recomienda un diferencial de 10%. Es deseable un diferencial mayor y esto asegurará un ajuste mejor del asiento de válvulas y una mayor vida útil de la válvula.

N. Refractorio

La caldera se envía con un refractorio completamente instalado. El refractorio consiste de un horno seco, el tapón de acceso trasero, capa aislante, cuerda de sello y werpack. El mantenimiento normal requiere de poco gasto y tiempo, y prolonga la vida útil del refractorio.

El mantenimiento preventivo realizado en las inspecciones periódicas mantendrá informado al operador sobre la condición del refractorio, y le evitará tiempo de paro no deseado y reparaciones mayores.

O. Apertura y cierre de puertas

1. Apertura de puerta frontal o trasera

Antes de abrir las puertas, apriete la tuerca en el brazo pescante para crear una ligera tensión (Vea la figura 5-8). Esto evitará que se afloje y facilitará la apertura de la puerta. Después de abrir cualquiera de las puertas, revise las juntas y superficies de asientos. Reemplace las juntas de la puerta si están duras o frías. Limpie las superficies de sellado de la puerta y metal de tubo. Si la capa de aislamiento está rota o decolorada, deberá reemplazarla.



Figura 5-8 Apriete la tuerca en el brazo pescante antes de abrir la puerta

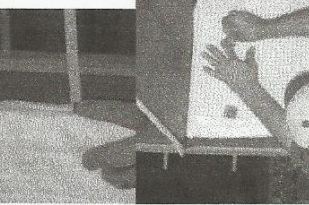


Figura 5-9: Corte el aislante, ponga la malla metálica, y ponga en su lugar

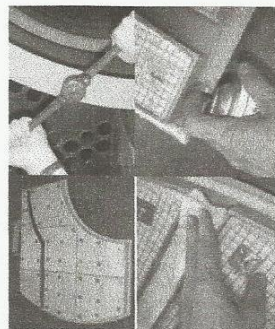


Figura 5-10: Prepare las puertas para cerrar y sellar

2. Aislamiento de la caja de humo
Cuando reemplace el aislamiento en el frente de la caja de humo, asegúrese de limpiar el área de instalación. Asegúrese de que todos los tubos de humo estén limpios y libres de material aislante viejo. Si es necesario, reemplace los pernos de sujeción. Corte la capa de aislante de 1-1/2" a 2" atrás de la brida de montaje de la puerta. Se requiere este espacio para que las puertas cierren y se compriman en la línea interna de aislante sin obstruir la capa de aislante. Use un adhesivo con atomizador (spray) para mantener el aislante en su lugar antes de poner la malla metálica sobre la capa de aislante. Instale los sujetadores y doble los pernos de manera paralela a la capa de aislante y sujetadores. El aislante WerPack debe usarse en la base de la caja de humo y alrededor del área de horno.

Preparación para cerrar las puertas

Las puertas tienen una capa de 2" de aislante y se sostienen en su lugar con malla metálica, pernos de sujeción y grapas. Antes de cerrar las puertas revise todos los pernos de montaje haciendo pasar una tuerca de montaje por la rosca para revisar que no haya cavidades o abolladuras. Si revia los pernos de montaje antes de tratar de cerrar la puerta, se le facilitará el proceso de cierre. Si encuentra una cavidad o abolladura, quite la tuerca y busque la rosca con un dado de rosca del tamaño apropiado.

Nota: cuando cierre las puertas, inspeccione las roscas en todos los pernos y cuando sea necesario, use un dado de tamaño adecuado para limpiar las roscas. Las roscas de perno dañadas pueden estropear las tuercas de metal.

Use un adhesivo con atomizador (spray) para asegurar la cuerda de 3/8" (872-622) al área de aislante de las puertas. Corte una capa de aislante de 2" para ponerla en el área de aislamiento del deflector de puerta. Use un adhesivo con atomizador (spray) para mantener el deflector de puerta en su lugar.

3. Cierre y sellado de puertas

Ponga la puerta en posición de cierre, ajustando el perno pescante para alinear la puerta. Asegúrese de que la junta esté correctamente posicionada antes de apretar la puerta. Apriete los pernos de manera uniforme, comenzando en el centro superior y alternando entre los pernos superiores e inferiores hasta que ambos estén apretados. No apriete de más. Apriete alternadamente los pernos hasta que todos estén asegurados y la puerta esté hermética.

Después de cerrar la puerta, afloje la tuerca en perno del brazo pescante para liberar la tensión del brazo pescante. Si lo hace podría dañar la caldera debido a tensión termal durante la operación de la caldera.

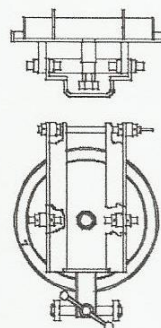
Después de que la caldera esté operando nuevamente, vuelva a apretar los pernos de la puerta para compensar por la compresión de la junta o movimiento de la puerta.



Figura 5-11 Cierre de puertas

P. Sellado y cierre del tapón de acceso

El tapón de acceso está abisagrado para permitir un fácil acceso para la primera y segunda área de paso y media vuelta. El tapón de acceso tiene 20" de diámetro. Está asegurada con un perno de retención y bloqueo.



Vista de extremo

Para sellar el tapón de acceso trasero se requiere limpiar el área de sellado. Ponga adhesivo con atomizador (spray) en el área de sellado e inserte una junta de cuerda de 2".



Q. Lubricación

Motores eléctricos

Cada fabricante de motores eléctricos tiene distintas especificaciones de lubricación y cuidado de motor; debe seguir las recomendaciones específicas del fabricante del suyo.

Los motores equipados con rodamiento de bolas están pre-lubricados. El tiempo que pueda funcionar un motor con rodamiento sin añadir grasa dependerá de muchos factores, incluyendo la velocidad nominal del motor, el tipo de caja del motor, sus tareas, condiciones atmosféricas, humedad y temperatura ambiente.

Cuando sea necesario, se puede lograr la renovación completa de la grasa forzando hacia afuera la grasa vieja con la grasa nueva. Limpie a profundidad aquellas partes de la caja alrededor del relleno y tapones de drenaje (arriba y debajo de las bolas).

750-158

5-11

NOTA: Los motores de Siemens en aplicaciones de CB requieren una grasa "aluminum complex" de alta temperatura. No mezcle con ningún otro tipo de grasa.

- Gulf Oil – Grasa de precisión No. 2
- Humble Oil – Arisok B
- Texaco – Multifak No. 2
- Phillips – 1B-RB No. 2
- Fiske Bros. – Lubricante para rodamiento de bolas
- Standard/Mobil – Mobilux No.2

Quite el tapón de drenaje (interior) y quite cualquier grasa endurecida que se haya acumulado en el agujero del drenaje. Con el motor sin funcionar, añada grasa nueva a través del agujero de relleno hasta que la grasa nueva comience a salir del agujero de drenaje. Antes de volver a poner el tapón de drenaje, haga funcionar el motor de 10 a 20 minutos para que saque el exceso de grasa. Los tapones de relleno y drenaje deben limpiarse a profundidad antes de volver a ponerlos.

El lubricante que utilice debe estar limpio y ser debe tener la misma calidad que las marcas comerciales disponibles en su localidad. Algunos de los lubricantes que se distribuyen son:

Enlace de control

Aplique, en todos los puntos de pivote y partes con movimiento, un lubricante de alta temperatura, que no ensucia y sin goteo tal como grafito o un derivado del silicón. Ponga el lubricante en el conducto y quite el exceso. Repita la aplicación en los intervalos que se requieren para mantener la libertad de movimiento de las partes.

Válvulas solenoides y motorizadas

Las válvulas solenoides y motorizadas no requieren lubricación.

R. Combustión

La frecuencia de los ajustes al quemador dependen de varios factores, incluyendo: tipo de quemador, tipo de combustible, condiciones de carga, temperatura ambiente, variables del clima y prácticas de mantenimiento en general.

El coeficiente aire/combustible debe revisarse mensualmente para alertar al operador sobre pérdidas de eficiencia que no produzcan un cambio visible en la flama. Cada vez que se realiza mantenimiento al enlace del quemador, debe realizarse una revisión del coeficiente aire/combustible. Puede requerirse un reajuste del quemador debido a variaciones en la composición de combustible. Debe utilizar un analizador de combustión para ajustar el coeficiente aire/combustible buscando la máxima eficiencia de operación. Si su quemador requiere ajustes, contacte a su representante autorizado Cleaver-Brooks para recibir ayuda.

750-158

5-12

Anexo “D” Cotización de Equipos.

Anexo “E” Estudio Técnico del IDIEM.



SES - DOCUMENTO

EVALUACION RENDIMIENTO ENERGÉTICO SALAS DE CALDERAS ALBIN TROTIER ACV

DOCUMENTO COMERCIAL

REVISIÓN 0

SECCION ENERGIA Y SUSTENTABILIDAD		REF: N° 710.602	EJEMPLAR N° 1		N° DE PAGINAS: 17
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	DISEÑADOR:		
IDEM - Sección Energía y Sustentabilidad	Paula Alvarado G. Jefe Sección SAS	Fernando Véliz Director IDEM	Alcides Contreras Albin Trotter ACV		
FECHA: 29/09/2011	FECHA: 29/09/2011	FECHA: 29/09/2011	FECHA: 29/09/2011		



REF: INFORME N° 667.139

DOCUMENTO

Página 2 de 17

TABLA DE CONTENIDO

1 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	3
2 INTRODUCCIÓN.....	4
2.1 Sistema Heat Master y Acumulada Jumbo.....	4
2.2 Sistema convencional de caldera y acumuladores.....	5
3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	7
3.1 Consumo en bajas cargas.....	7
3.2 Pérdidas al ambiente.....	7
3.3 Intercambiadores de calor.....	8
3.4 Intensidad de consumo de Gas Natural.....	11
3.5 Folografías termográficas.....	13
3.5.1 Calderas.....	13
3.5.2 Acumuladores e intercambiadores de calor.....	14
3.6 Temperaturas de ACS.....	15
4 CONCLUSIONES.....	17

Evaluación de Rendimiento Energético

1 GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Agua de red: Corresponde al agua proveniente de la red de distribución de las empresas sanitarias.
- Circuito primario: Corresponde al circuito de cañerías que contiene el fluido que es calentado directamente por la caldera y luego impulsado a los intercambiadores de calor, en donde transfiere calor al líquido contenido en los estanques de acumulación. El volumen del circuito primario es constante.
- Circuito secundario: Corresponde al circuito de cañerías que contiene el agua de red. Se trata de un circuito abierto, puesto que el volumen de agua circulante no se mantiene dentro de la sala de calderas.
- ACS: Agua caliente sanitaria.
- Caudal de recalcitación: Corresponde al agua caliente que está en permanente circulación, con el fin de que los usuarios, al utilizar el agua caliente, no tengan que volver a poner en toda la columna de agua existente entre el punto de consumo y la sala de calderas.
- Tank in tank: Es un acumulador de agua que está totalmente inmerso en otro estanque externo, por el cual circula el fluido primario. El intercambio de calor se produce en la superficie del tanque acumulador.
- Intercambiador de placas: Es un intercambiador de calor compuesto de múltiples placas delgadas, con una gran área de superficie y pasajes para la circulación de agua.
- PCI: Corresponde al poder calorífico inferior, vale decir al calor generado por unidad de masa o de volumen cuando se produce la combustión del material en cuestión bajo condiciones estándar.

2 INTRODUCCIÓN

El presente informe surge como una necesidad de la empresa Albin Trefra de diseñar una comparativa del desempeño energético entre dos calderas de agua caliente sanitaria, que utilicen distintas tecnologías en las calderas y en los acumuladores de agua caliente.

A continuación se detallan la ubicación de los edificios y las características de sus respectivas centrales de agua caliente.

2.1 Sistema Heat Master y Acumulador Jumbo

El edificio Geocentro Santa Rosa II cuenta con una caldera tank in tank modelo Heat Master 201, además de los estanques acumuladores Jumbo 1000, de 1.000 litros cada uno. Este edificio de 24 pisos se encuentra ubicado en Avda. Sta. Rosa 261, como se muestra en la imagen a continuación.



Figura 2.1 Entorno del edificio Geocentro Sta. Rosa II

En cuanto a las características de los sistemas presentes en este edificio, estos se detallan a continuación:

Tabla 2-1 Características de las calderas del edificio Geocentro Sta. Rosa II

Marca	ACV
Modelo	HeatMaster 201
Combustible	Gas Natural
Potencia útil	60218
Capacidad acumulación	600
Dimensiones (ancho x profundidad x alto)	1020x1320x2085
	[mm]

Las características de los estanques de acumulación se presentan a continuación:

Tabla 2-2 Características de los estanques de acumulación en el edificio Geocentro Sta. Rosa II

Marca	ACV
Modelo	Junco 1000
Capacidad total	1000 [lit]
Tipo de intercambio	Tank-in-tank
Superficie de intercambio	5.5 [m ²]
Dimensiones (ancho x profundidad x alto)	1020 x 1020 x 2315 [mm]

2.2 Sistema convencional de caldera y acumuladores

El edificio Geocentro Santa Victoria II, cuenta con 21 pisos y su central de agua caliente sanitaria posee dos calderas Ivar, modelo SUPERAC 345 y dos estanques de acumulación de 3.000 litros, en los cuales el intercambio de calor se realiza en dos intercambiadores de placas.

La ubicación de este edificio se muestra a continuación:



Figura 2.2 Entorno del edificio Geocentro Santa Victoria

Las características de la caldera se indican a continuación:

Marca	Ivar
Modelo	SUPERAC 345
Combustible	Gas Natural
Potencia útil	349 [kW]
Dimensiones (ancho x profundidad x alto)	940 x 1905 x 590 [mm]

Las características del acumulador se muestran a continuación:

Marca	Master Europa
Modelo	MV-3000-R
Capacidad total	3000 [lit]
Tipo de intercambio	Placas
Dimensiones (diámetro x alto)	1660 x 325 [mm]

El intercambiador de calor entre el fluido del circuito primario y el ACS ocurre a través de un intercambiador de placas externo, el cual presenta las siguientes características:

Marca	Cipriani
Modelo	P 125
Área de intercambio	0.125 [m ²]
Dimensiones (ancho x alto)	245 x 723 [mm]

3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Consumo en bajas cargas

Al comparar los consumos de gas en los momentos en que las salas de calderas presentan menores consumos, se pueden cuantificar las pérdidas en las que incurren todos los componentes de esta. A continuación, se muestran los consumos de gas asociados a la sala de calderas cuando estas presentan un consumo inferior al 2,5% de la capacidad de acumulación.

Los promedios de consumo de GN en los períodos de bajo consumo se muestran a continuación, tanto en metros cúbicos como en kilowatt-hora [kWh]:

Tabla 3.1 Promedios de consumo de GN en períodos de bajo consumo para sistema HM + Jumbo y Sistema Convencional

Sistema	Promedio GN en baja carga [m³]	Promedio GN en baja carga [kWh]
HM + Jumbo	2,85	31,0
Convencional	3,33	36,2
Ahorro		14,4%

3.2 Pérdidas al ambiente

Para tener una estimación de las pérdidas de calor desde los sistemas térmicos hacia el exterior, se midieron las temperaturas ambientales de los recintos en los cuales se encuentran las calderas.

Se muestran a continuación las temperaturas registradas durante el período de medición:

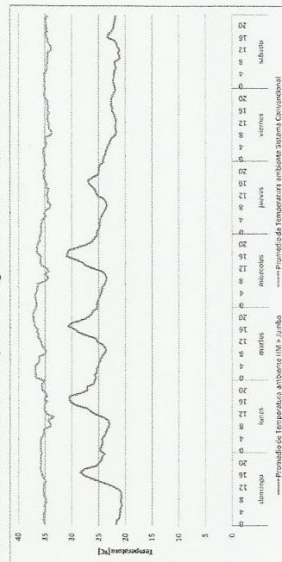


Figura 3.1 Temperaturas ambientales medidas en las salas de caldera.

Se aprecia que la temperatura de la sala de caldera del sistema convencional está en torno a los 35°, llegando a un máximo de 38°. Por otro lado, el sistema HM+Jumbo oscila entre 22 y 30°.

Las temperaturas ambiente dentro de las salas de calderas reflejan la magnitud del calor perdido hacia el ambiente.

3.3 Intercambiadores de calor

El rendimiento del intercambiador de calor considera como calor total disponible al existente en el caudal de agua caliente del circuito primario, mientras que la energía aprovechada corresponde al calor absorbido por el agua del estanco de acumulación. Por lo tanto, el rendimiento del intercambiador de calor será mayor mientras mayor sea la relación entre el calor aprovechado y el calor total disponible.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para el intercambio de calor en un estanco jumbo y en un intercambiador de placas.

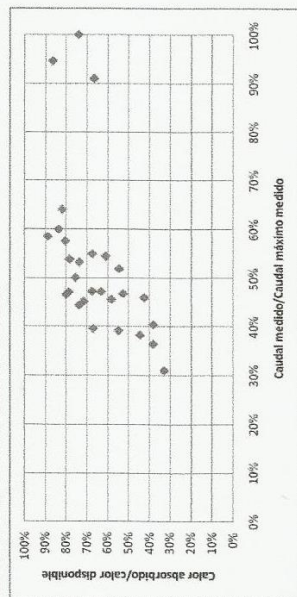


Figura 3.2 Tasa de aprovechamiento de calor entregado por la caldera en intercambiador de calor Jumbo.

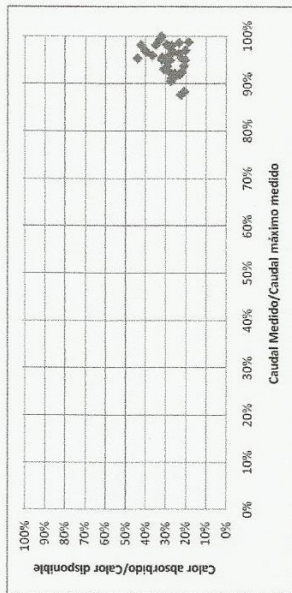


Figura 3.3 Tasa de aprovechamiento de calor entregado por la caldera en intercambiador de calor

Se puede apreciar de las figuras anteriores, que del calor extraído del caudal circulante por el circuito primario, se aprovecha entre un 20 y un 45% en el caso del intercambiador de placas. En el caso del intercambio mediante la superficie de un estanque sumergido, como es el caso de los acumuladores Jumbo, del calor extraído al caudal en el circuito primario se aprovecha entre un 32 y un 90%.

A continuación se muestra un resumen con los datos obtenidos:

Tabla 3-2 Eficiencia promedio de intercambio de calor en los sistemas evaluados

Sistema	% calor aprovechado
Intercambiador de placas	28%
Jumbo	66%

El motivo de la baja transferencia de calor en el intercambiador de placas se debe principalmente a dos motivos:

- Existe una gran diferencia de temperatura entre el fluido circulante por el intercambiador de placas y el ambiente. La transferencia de calor es directamente proporcional a la diferencia de temperatura entre la fuente caliente y la fuente fría.
- Al calentarse el agua se forman precipitados de sales de calcio y magnesio que se depositan en las paredes del intercambiador. Esto impide la óptima transferencia de calor.

Como muestra de lo anterior, se observó al final del período de medición y durante una mantención de la sala de calderas, que existía una gran cantidad de sales adheridas a las paredes del intercambiador de calor, como se aprecia en la siguiente imagen:

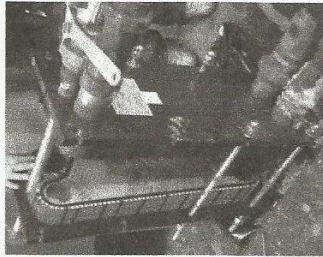


Figura 3.4 Sales adheridas a las paredes del intercambiador de calor.

3.4 Intensidad de consumo de Gas Natural

La tasa de consumo de gas natural viene dada por la relación entre la demanda de ACS y el consumo de gas natural requerido para satisfacer dicha demanda.

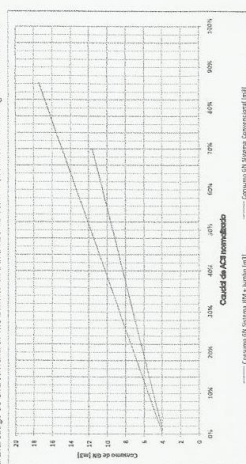


Figura 3.5 Consumo de Gas Natural para distintos niveles de demanda de ACS, Sistema HM + Jumbo y Sistema Convencional

Evaluación de Rendimiento Energético

significant results:

Tabla 3-3 Consumos estimados de GN para distintos niveles de demanda, Sistemas HM + Jumbo y Sistema Convencional

Demanda normalizada de ACS	Consumo GN HM + Junio	Consumo GN Sistema Convencional	Ahorro
10%	4,8	5,4	13%
15%	5,4	6,3	14%
20%	6,0	7,1	16%
25%	6,6	7,9	17%
30%	7,2	8,7	18%
35%	7,8	9,5	18%
40%	8,4	10,3	19%
45%	9,0	11,1	19%
50%	9,6	11,9	20%
55%	10,2	12,7	20%
60%	10,8	13,6	20%
65%	11,4	14,4	21%
70%	12,0	15,2	21%
75%	12,6	16,0	21%
80%	13,2	16,8	21%
85%	13,8	17,6	22%
90%	14,4	18,4	22%
95%	15,0	19,2	22%
100%	15,6	20,1	22%
PROMEDIO			19%

Evaluación de Rendimiento Energético

3.6 Fotografías termográficas

Se realizaron fotografías termográficas en las tres salas de calderas, con el fin de identificar los elementos que producen las mayores pérdidas de calor hacia el ambiente.

En las fotografías termográficas, la escala se ajustó de manera que siempre los colores oscuros representen las temperaturas más bajas, mientras que los colores claros representan temperaturas mayores a la ambiente (lento el blanco la parte superior de la escala)

3.5.1 Calderas

Los dos tipos de calderas vistas en el desarrollo de este proyecto trabajan con agua a temperaturas de entre 70 y 80 grados, por lo que es importante tener una buena aislación térmica que permita la paz de transferencia de calor hacia el ambiente. A continuación se muestran las imágenes termográficas obtenidas para las calderas y la comparativa con la imagen fotográfica.

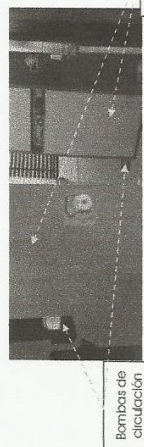


Figura 3.6 Parte frontal de la caldera Heat Master

En la figura anterior se aprecia la parte frontal de la caldera Heat Master. En la imagen termográfica se observa que el cuerpo de la caldera presenta un color oscuro, lo que significa que está en un rango cercano a la temperatura ambiente (mostrada en color negro, correspondiente a 25°C). Los elementos de color blanco corresponden a las bombas de la caldera, que están a una temperatura superior, debido principalmente al calentamiento propio del funcionamiento de las bombas.



Figura 3.7 Vista de la parte trasera de la caldera Heat Master y las bombas de circulación

En la figura 3.7 se aprecia la parte posterior de las calderas Heat Master (lado izquierdo). Al igual que en la imagen exterior, los colores más oscuros están más cercanos a la temperatura ambiente, mientras que los colores más claros indican una temperatura elevada.

Se observa que no existen mayores temperaturas en la parte trasera de las calderas, lo que es un indicador del nivel de aislación térmica y, que además indica una baja tasa de transferencia de calor hacia el exterior. Por otro lado, se aprecia que en las bombas de circulación del circuito primario, existe una elevada temperatura en los elementos de impulsión, lo que genera pérdidas al ambiente.

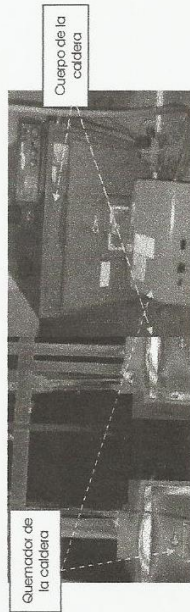


Figura 3.8 Vista frontal de las calderas de chapa de acero.

En la figura 3.8 se aprecia la distribución relativa de temperaturas en las calderas de chapa de acero ubicadas en una de las salas consideradas en este estudio. Se observa que en las partes adyacentes al quemador existen áreas que se encuentran a altas temperaturas, representadas por el color blanco y rojo, que son producto de una calación térmica deficiente o ineficiente, y que significan pérdidas hacia el medio ambiente.

3.5.2 Acumuladores e intercambiadores de calor

Los acumuladores de ACS que se consideran en el estudio almacenan agua sanitaria que se encuentra entre 45 y 60 grados, la cual es enviada a medida que se va generando la demanda de agua caliente. A continuación se muestran las imágenes termográficas obtenidas en las salas de calderas evaluadas.



Figura 3.9 Estantes de acumulación Jumbo

En la figura 3.9 se muestra la imagen termográfica obtenida para los acumuladores Tank in Tank Jumbo. Se puede apreciar que las únicas zonas que presentan temperaturas elevadas (colores claros) corresponden a las válvulas de corte de ingreso del agua del circuito primario

proveniente de las calderas, lo que implica que existe una buena calidad de la climatización de los estanques acumuladores.

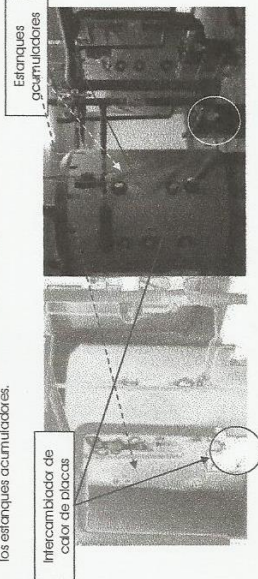


Figura 3.10 Vista de los acumuladores convencionales y los intercambiadores de placas.

Por último, en la Figura 3.10 se puede apreciar la imagen termográfica obtenida en los acumuladores de ACS convencionales. A diferencia de las imágenes anteriores, se observa de manera muy clara la alta temperatura a la que se encuentra el intercambiador de placas (abajo, a la izquierda, de color blanco). Se aprecia además que en los estanques existen varias zonas en las cuales la temperatura es elevada (manchas de color blanco), que corresponden a las entradas del ánodo de sacrificio, termocuplas y otros.

3.6 Temperaturas de ACS

Un factor importante dentro del servicio que ofrece una sala de calderas, es la temperatura del agua caliente sanitaria. Considerando que la temperatura normal del cuerpo humano es de 37°, cualquier temperatura que esté por debajo de ese valor en una ducha por ejemplo, el cuerpo perderá calor hacia el agua y por lo tanto tendrá un efecto contrario al deseado. Se tomaron las temperaturas del agua caliente producida, en las salidas de las salas de calderas y se obtuvieron los siguientes resultados:

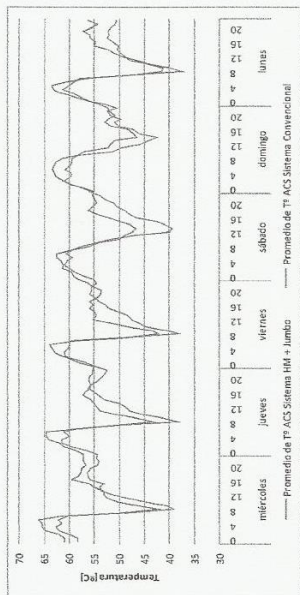


Figura 3.11 Promedios horarios de temperatura para el sistema HM + Jumbo y el sistema convencional.

Lo primero que se puede notar de las mediciones realizadas, es que los perfiles de temperatura son muy similares, presentando los mínimos en los horarios de máxima demanda y alcanzando las mayores temperaturas en horario nocturno, de muy poca utilización.

Lo más importante que se puede inferir de la figura anterior es que en la hora de máxima demanda, el sistema convencional tuvo un promedio de temperatura inferior a los 40°C en todo el periodo de medición. El sistema HM + Jumbo fue capaz de entregar agua entre 43 y 48°C en todos los picos de demanda ocurridos, asegurando el confort del usuario final.

4 CONCLUSIONES

Al comparar los distintos sistemas de producción y almacenamiento de agua caliente sanitaria, se concluye lo siguiente:

- En períodos de bajo consumo, en los cuales la producción de agua caliente es destinada casi totalmente a la mantención del caudal de recirculación, el sistema HM + Jumbo presenta una reducción de un 14,4% en el consumo de GN con respecto al sistema convencional.
- Aproximadamente un 70% del calor disponible es perdido en un intercambiador de placas. En el caso de un estanque Jumbo, un 34% del calor disponible es perdido hacia el ambiente.
- Las pérdidas de calor al ambiente se reflejan claramente en las salas de calderas. En el caso del sistema convencional, la temperatura ambiente está en torno a los 35° y presenta pocas variaciones con respecto a la temperatura exterior. En el sistema HM + Jumbo, la temperatura está entre 20 y 30° y se ve claramente influenciada por la temperatura ambiental.
- Los ahorros promedio de gas natural son del orden de un 19% al comparar un sistema HM + Jumbo con un sistema convencional.
- En cuanto a la calidad del ACS entregada a los departamentos, el sistema HM + Jumbo, que alcanza temperaturas de entre 42 y 45° en los horarios de máxima demanda y 60° en horarios valle. En el caso del sistema convencional, el promedio de temperatura durante los horarios punta siempre estuvo por debajo de los 40°.

Anexo “F” Cálculos del VAN en los Diferentes Escenarios.

Escenario del 10% de Ahorro

SUPUESTOS

TASA PROYECTO	15%
AUMENTO MANTENCIONES	2,5%
AUMENTO EN COMBUSTIBLE	2%
AHORRO PESIMISTA	10%

	AÑO 0	2018	2019
COSTOS EQUIPO ACTUAL		AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible	INV. INICIAL	\$ 577.407.080	\$ 588.955.222
Costo Materiales de Mantención Anual		\$ 9.497.753	\$ 9.735.196
Costo Mano de Obra Mantención Anual		\$ 2.284.520	\$ 2.341.633
Costo Materiales de Mantención cada 2 Años		\$ 6.156.150	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual		\$ 1.230.000	\$ 1.260.750
TOTAL COSTOS	\$ 0	\$ 596.575.503	\$ 602.292.801

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 600.734.326	\$ 612.749.013	\$ 625.003.993	\$ 637.504.073	\$ 650.254.154	\$ 663.259.237
\$ 9.978.576	\$ 10.228.041	\$ 10.483.742	\$ 10.745.835	\$ 11.014.481	\$ 11.289.843
\$ 2.400.174	\$ 2.460.178	\$ 2.521.683	\$ 2.584.725	\$ 2.649.343	\$ 2.715.576
\$ 6.310.054	\$ 0	\$ 6.467.805	\$ 0	\$ 6.629.500	\$ 0
\$ 1.292.269	\$ 1.324.575	\$ 1.357.690	\$ 1.391.632	\$ 1.426.423	\$ 1.462.083
\$ 620.715.399	\$ 626.761.807	\$ 645.834.912	\$ 652.226.265	\$ 671.973.901	\$ 678.726.740

2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 676.524.422	\$ 690.054.910	\$ 703.856.009	\$ 717.933.129	\$ 732.291.791	\$ 746.937.627
\$ 11.572.089	\$ 11.861.391	\$ 12.157.926	\$ 12.461.874	\$ 12.773.421	\$ 13.092.757
\$ 2.783.466	\$ 2.853.052	\$ 2.924.379	\$ 2.997.488	\$ 3.072.425	\$ 3.149.236
\$ 6.795.238	\$ 0	\$ 6.965.119	\$ 0	\$ 7.139.247	\$ 0
\$ 1.498.636	\$ 1.536.101	\$ 1.574.504	\$ 1.613.867	\$ 1.654.213	\$ 1.695.569
\$ 699.173.850	\$ 706.305.456	\$ 727.477.936	\$ 735.006.358	\$ 756.931.098	\$ 764.875.189

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 761.876.380	\$ 777.113.907	\$ 792.656.185	\$ 808.509.309	\$ 824.679.495	\$ 841.173.085
\$ 13.420.076	\$ 13.755.578	\$ 14.099.467	\$ 14.451.954	\$ 14.813.252	\$ 15.183.584
\$ 3.227.967	\$ 3.308.666	\$ 3.391.383	\$ 3.476.167	\$ 3.563.072	\$ 3.652.148
\$ 7.317.728	\$ 0	\$ 7.500.671	\$ 0	\$ 7.688.188	\$ 0
\$ 1.737.958	\$ 1.781.407	\$ 1.825.942	\$ 1.871.590	\$ 1.918.380	\$ 1.966.340
\$ 787.580.108	\$ 795.959.558	\$ 819.473.648	\$ 828.309.021	\$ 852.662.387	\$ 861.975.157

	AÑO 0	2018	2019
COSTOS EQUIPO NUEVO	INV. INICIAL	AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible (Pesimista)		\$ 519.666.372	\$ 530.059.699
Costo Materiales de Mantenición Anual		\$ 3.690.000	\$ 3.782.250
Costo Mano de Obra Mantenición Anual		\$ 2.284.520	\$ 2.341.633
Costo Materiales de Mantenición cada 2 Años		\$ 2.024.785	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual		\$ 0	\$ 0
TOTAL COSTOS	-\$ 47.105.447	\$ 527.665.677	\$ 536.183.582

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 540.660.893	\$ 551.474.111	\$ 562.503.594	\$ 573.753.665	\$ 585.228.739	\$ 596.933.313
\$ 3.876.806	\$ 3.973.726	\$ 4.073.070	\$ 4.174.896	\$ 4.279.269	\$ 4.386.250
\$ 2.400.174	\$ 2.460.178	\$ 2.521.683	\$ 2.584.725	\$ 2.649.343	\$ 2.715.576
\$ 1.744.038	\$ 0	\$ 1.787.638	\$ 0	\$ 1.832.329	\$ 0
\$ 500.000	\$ 512.500	\$ 525.313	\$ 538.445	\$ 551.906	\$ 565.704
\$ 549.181.911	\$ 558.420.516	\$ 571.411.297	\$ 581.051.732	\$ 594.541.586	\$ 604.600.844

2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 608.871.980	\$ 621.049.419	\$ 633.470.408	\$ 646.139.816	\$ 659.062.612	\$ 672.243.864
\$ 4.495.907	\$ 4.608.304	\$ 4.723.512	\$ 4.841.600	\$ 4.962.640	\$ 5.086.706
\$ 2.783.466	\$ 2.853.052	\$ 2.924.379	\$ 2.997.488	\$ 3.072.425	\$ 3.149.236
\$ 1.878.138	\$ 0	\$ 1.925.091	\$ 0	\$ 1.973.218	\$ 0
\$ 579.847	\$ 594.343	\$ 624.060	\$ 655.263	\$ 688.026	\$ 722.427
\$ 618.609.337	\$ 629.105.119	\$ 643.667.450	\$ 654.634.167	\$ 669.758.922	\$ 681.202.234

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 685.688.742	\$ 699.402.517	\$ 713.390.567	\$ 727.658.378	\$ 742.211.546	\$ 757.055.777
\$ 5.213.873	\$ 5.344.220	\$ 5.477.826	\$ 5.614.771	\$ 5.755.141	\$ 5.899.019
\$ 3.227.967	\$ 3.308.666	\$ 3.391.383	\$ 3.476.167	\$ 3.563.072	\$ 3.652.148
\$ 2.022.549	\$ 0	\$ 2.073.113	\$ 0	\$ 2.124.940	\$ 0
\$ 758.549	\$ 796.476	\$ 836.300	\$ 878.115	\$ 922.021	\$ 968.122
\$ 696.911.680	\$ 708.851.879	\$ 725.169.188	\$ 737.627.432	\$ 754.576.719	\$ 767.575.066

	AÑO 0	2018	2019
RESULTADO		AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible	INV. INICIAL	\$ 57.740.708	\$ 58.895.522
Costo Materiales de Mantenición Anual		\$ 5.807.753	\$ 5.952.946
Costo Mano de Obra Mantenición Anual		\$ 0	\$ 0
Costo Materiales de Mantenición cada 2 Años		\$ 4.131.365	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual		\$ 1.230.000	\$ 1.260.750
Depreciación 20 años Eq. Nuevo		-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
TOTAL COSTOS	-\$ 47.105.447	\$ 66.554.553	\$ 63.753.946
IMPUESTO 27%		-\$ 17.969.729	-\$ 17.213.565
RESULTADO DESP. IMPUESTOS		\$ 48.584.824	\$ 46.540.381
Depreciación 20 años Eq. Nuevo		\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
FLUJO FINAL	-\$ 47.105.447	\$ 50.940.096	\$ 48.895.653

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 60.073.433	\$ 61.274.901	\$ 62.500.399	\$ 63.750.407	\$ 65.025.415	\$ 66.325.924
\$ 6.101.770	\$ 6.254.314	\$ 6.410.672	\$ 6.570.939	\$ 6.735.212	\$ 6.903.593
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 4.566.016	\$ 0	\$ 4.680.167	\$ 0	\$ 4.797.171	\$ 0
\$ 792.269	\$ 812.075	\$ 832.377	\$ 853.187	\$ 874.516	\$ 896.379
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 71.533.488	\$ 68.341.291	\$ 74.423.615	\$ 71.174.533	\$ 77.432.315	\$ 74.125.896
-\$ 19.314.042	-\$ 18.452.149	-\$ 20.094.376	-\$ 19.217.124	-\$ 20.906.725	-\$ 20.013.992
\$ 52.219.446	\$ 49.889.142	\$ 54.329.239	\$ 51.957.409	\$ 56.525.590	\$ 54.111.904
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 54.574.718	\$ 52.244.415	\$ 56.684.512	\$ 54.312.681	\$ 58.880.862	\$ 56.467.176

2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 67.652.442	\$ 69.005.491	\$ 70.385.601	\$ 71.793.313	\$ 73.229.179	\$ 74.693.763
\$ 7.076.182	\$ 7.253.087	\$ 7.434.414	\$ 7.620.275	\$ 7.810.781	\$ 8.006.051
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 4.917.100	\$ 0	\$ 5.040.028	\$ 0	\$ 5.166.028	\$ 0
\$ 918.789	\$ 941.759	\$ 950.444	\$ 958.604	\$ 966.187	\$ 973.141
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 80.564.514	\$ 77.200.337	\$ 83.810.487	\$ 80.372.191	\$ 87.172.176	\$ 83.672.955
-\$ 21.752.419	-\$ 20.844.091	-\$ 22.628.831	-\$ 21.700.492	-\$ 23.536.488	-\$ 22.591.698
\$ 58.812.095	\$ 56.356.246	\$ 61.181.655	\$ 58.671.699	\$ 63.635.688	\$ 61.081.257
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 61.167.367	\$ 58.711.518	\$ 63.536.928	\$ 61.026.972	\$ 65.990.961	\$ 63.436.529

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 76.187.638	\$ 77.711.391	\$ 79.265.619	\$ 80.850.931	\$ 82.467.950	\$ 84.117.309
\$ 8.206.202	\$ 8.411.357	\$ 8.621.641	\$ 8.837.182	\$ 9.058.112	\$ 9.284.565
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 5.295.179	\$ 0	\$ 5.427.558	\$ 0	\$ 5.563.247	\$ 0
\$ 979.409	\$ 984.930	\$ 989.642	\$ 993.475	\$ 996.359	\$ 998.218
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 90.668.428	\$ 87.107.678	\$ 94.304.460	\$ 90.681.589	\$ 98.085.668	\$ 94.400.091
-\$ 24.480.476	-\$ 23.519.073	-\$ 25.462.204	-\$ 24.484.029	-\$ 26.483.130	-\$ 25.488.025
\$ 66.187.953	\$ 63.588.605	\$ 68.842.256	\$ 66.197.560	\$ 71.602.538	\$ 68.912.066
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 68.543.225	\$ 65.943.878	\$ 71.197.528	\$ 68.552.832	\$ 73.957.810	\$ 71.267.339

VAN ESCENARIO PESIMISTA	\$ 266.092.494
TIR ESCENARIO PESIMISTA	109%
TIR AJUSTADO O MODIFICADO	18%

Escenario del 19% de Ahorro

SUPUESTOS

TASA PROYECTO	15%
AUMENTO MANTENCIONES	2,5%
AUMENTO EN COMBUSTIBLE	2%
AHORRO NORMAL	19%

	AÑO 0	2018	2019
COSTOS EQUIPO ACTUAL	INV. INICIAL	AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible		\$ 577.407.080	\$ 588.955.222
Costo Materiales de Mantención Anual		\$ 9.497.753	\$ 9.735.196
Costo Mano de Obra Mantención Anual		\$ 2.284.520	\$ 2.341.633
Costo Materiales de Mantención cada 2 Años		\$ 6.156.150	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual		\$ 1.230.000	\$ 1.260.750
TOTAL COSTOS	\$ 0	\$ 596.575.503	\$ 602.292.801

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 600.734.326	\$ 612.749.013	\$ 625.003.993	\$ 637.504.073	\$ 650.254.154	\$ 663.259.237
\$ 9.978.576	\$ 10.228.041	\$ 10.483.742	\$ 10.745.835	\$ 11.014.481	\$ 11.289.843
\$ 2.400.174	\$ 2.460.178	\$ 2.521.683	\$ 2.584.725	\$ 2.649.343	\$ 2.715.576
\$ 6.310.054	\$ 0	\$ 6.467.805	\$ 0	\$ 6.629.500	\$ 0
\$ 1.292.269	\$ 1.324.575	\$ 1.357.690	\$ 1.391.632	\$ 1.426.423	\$ 1.462.083
\$ 620.715.399	\$ 626.761.807	\$ 645.834.912	\$ 652.226.265	\$ 671.973.901	\$ 678.726.740

2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 676.524.422	\$ 690.054.910	\$ 703.856.009	\$ 717.933.129	\$ 732.291.791	\$ 746.937.627
\$ 11.572.089	\$ 11.861.391	\$ 12.157.926	\$ 12.461.874	\$ 12.773.421	\$ 13.092.757
\$ 2.783.466	\$ 2.853.052	\$ 2.924.379	\$ 2.997.488	\$ 3.072.425	\$ 3.149.236
\$ 6.795.238	\$ 0	\$ 6.965.119	\$ 0	\$ 7.139.247	\$ 0
\$ 1.498.636	\$ 1.536.101	\$ 1.574.504	\$ 1.613.867	\$ 1.654.213	\$ 1.695.569
\$ 699.173.850	\$ 706.305.456	\$ 727.477.936	\$ 735.006.358	\$ 756.931.098	\$ 764.875.189

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 761.876.380	\$ 777.113.907	\$ 792.656.185	\$ 808.509.309	\$ 824.679.495	\$ 841.173.085
\$ 13.420.076	\$ 13.755.578	\$ 14.099.467	\$ 14.451.954	\$ 14.813.252	\$ 15.183.584
\$ 3.227.967	\$ 3.308.666	\$ 3.391.383	\$ 3.476.167	\$ 3.563.072	\$ 3.652.148
\$ 7.317.728	\$ 0	\$ 7.500.671	\$ 0	\$ 7.688.188	\$ 0
\$ 1.737.958	\$ 1.781.407	\$ 1.825.942	\$ 1.871.590	\$ 1.918.380	\$ 1.966.340
\$ 787.580.108	\$ 795.959.558	\$ 819.473.648	\$ 828.309.021	\$ 852.662.387	\$ 861.975.157

	AÑO 0	2018	2019
COSTOS EQUIPO NUEVO	INV. INICIAL	AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible (Normal)		\$ 467.699.735	\$ 477.053.729
Costo Materiales de Mantenición Anual		\$ 3.690.000	\$ 3.782.250
Costo Mano de Obra Mantenición Anual		\$ 2.284.520	\$ 2.341.633
Costo Materiales de Mantenición cada 2 Años		\$ 2.024.785	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual		\$ 0	\$ 0
TOTAL COSTOS	-\$ 47.105.447	\$ 475.699.040	\$ 483.177.612

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 486.594.804	\$ 496.326.700	\$ 506.253.234	\$ 516.378.299	\$ 526.705.865	\$ 537.239.982
\$ 3.876.806	\$ 3.973.726	\$ 4.073.070	\$ 4.174.896	\$ 4.279.269	\$ 4.386.250
\$ 2.400.174	\$ 2.460.178	\$ 2.521.683	\$ 2.584.725	\$ 2.649.343	\$ 2.715.576
\$ 1.744.038	\$ 0	\$ 1.787.638	\$ 0	\$ 1.832.329	\$ 0
\$ 500.000	\$ 512.500	\$ 525.313	\$ 538.445	\$ 551.906	\$ 565.704
\$ 495.115.822	\$ 503.273.105	\$ 515.160.937	\$ 523.676.365	\$ 536.018.712	\$ 544.907.513

2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 547.984.782	\$ 558.944.477	\$ 570.123.367	\$ 581.525.834	\$ 593.156.351	\$ 605.019.478
\$ 4.495.907	\$ 4.608.304	\$ 4.723.512	\$ 4.841.600	\$ 4.962.640	\$ 5.086.706
\$ 2.783.466	\$ 2.853.052	\$ 2.924.379	\$ 2.997.488	\$ 3.072.425	\$ 3.149.236
\$ 1.878.138	\$ 0	\$ 1.925.091	\$ 0	\$ 1.973.218	\$ 0
\$ 579.847	\$ 594.343	\$ 624.060	\$ 655.263	\$ 688.026	\$ 722.427
\$ 557.722.139	\$ 567.000.177	\$ 580.320.409	\$ 590.020.185	\$ 603.852.661	\$ 613.977.847

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 617.119.868	\$ 629.462.265	\$ 642.051.510	\$ 654.892.540	\$ 667.990.391	\$ 681.350.199
\$ 5.213.873	\$ 5.344.220	\$ 5.477.826	\$ 5.614.771	\$ 5.755.141	\$ 5.899.019
\$ 3.227.967	\$ 3.308.666	\$ 3.391.383	\$ 3.476.167	\$ 3.563.072	\$ 3.652.148
\$ 2.022.549	\$ 0	\$ 2.073.113	\$ 0	\$ 2.124.940	\$ 0
\$ 758.549	\$ 796.476	\$ 836.300	\$ 878.115	\$ 922.021	\$ 968.122
\$ 628.342.806	\$ 638.911.628	\$ 653.830.131	\$ 664.861.594	\$ 680.355.565	\$ 691.869.488

	AÑO 0	2018	2019
RESULTADO	INV. INICIAL	AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible		\$ 109.707.345	\$ 111.901.492
Costo Materiales de Mantenimiento Anual		\$ 5.807.753	\$ 5.952.946
Costo Mano de Obra Mantenimiento Anual		\$ 0	\$ 0
Costo Materiales de Mantenimiento cada 2 Años		\$ 4.131.365	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual		\$ 1.230.000	\$ 1.260.750
Depreciación 20 años Eq. Nuevo		-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
TOTAL COSTOS	-\$ 47.105.447	\$ 118.521.190	\$ 116.759.916
IMPUESTO 27%		-\$ 32.000.721	-\$ 31.525.177
RESULTADO DESP. IMPUESTOS		\$ 86.520.469	\$ 85.234.739
Depreciación 20 años		\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
FLUJO FINAL	-\$ 47.105.447	\$ 88.875.741	\$ 87.590.011

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 114.139.522	\$ 116.422.312	\$ 118.750.759	\$ 121.125.774	\$ 123.548.289	\$ 126.019.255
\$ 6.101.770	\$ 6.254.314	\$ 6.410.672	\$ 6.570.939	\$ 6.735.212	\$ 6.903.593
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 4.566.016	\$ 0	\$ 4.680.167	\$ 0	\$ 4.797.171	\$ 0
\$ 792.269	\$ 812.075	\$ 832.377	\$ 853.187	\$ 874.516	\$ 896.379
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 123.244.305	\$ 121.133.430	\$ 128.318.702	\$ 126.194.627	\$ 133.599.917	\$ 131.463.955
-\$ 33.275.962	-\$ 32.706.026	-\$ 34.646.050	-\$ 34.072.549	-\$ 36.071.977	-\$ 35.495.268
\$ 89.968.342	\$ 88.427.404	\$ 93.672.653	\$ 92.122.078	\$ 97.527.939	\$ 95.968.687
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 92.323.615	\$ 90.782.676	\$ 96.027.925	\$ 94.477.350	\$ 99.883.211	\$ 98.323.959
2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 128.539.640	\$ 131.110.433	\$ 133.732.642	\$ 136.407.294	\$ 139.135.440	\$ 141.918.149
\$ 7.076.182	\$ 7.253.087	\$ 7.434.414	\$ 7.620.275	\$ 7.810.781	\$ 8.006.051
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 4.917.100	\$ 0	\$ 5.040.028	\$ 0	\$ 5.166.028	\$ 0
\$ 918.789	\$ 941.759	\$ 950.444	\$ 958.604	\$ 966.187	\$ 973.141
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 139.096.439	\$ 136.950.006	\$ 144.802.255	\$ 142.630.900	\$ 150.723.165	\$ 148.542.069
-\$ 37.556.039	-\$ 36.976.502	-\$ 39.096.609	-\$ 38.510.343	-\$ 40.695.254	-\$ 40.106.359
\$ 101.540.401	\$ 99.973.505	\$ 105.705.646	\$ 104.120.557	\$ 110.027.910	\$ 108.435.710
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 103.895.673	\$ 102.328.777	\$ 108.060.919	\$ 106.475.830	\$ 112.383.183	\$ 110.790.983

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 144.756.512	\$ 147.651.642	\$ 150.604.675	\$ 153.616.769	\$ 156.689.104	\$ 159.822.886
\$ 8.206.202	\$ 8.411.357	\$ 8.621.641	\$ 8.837.182	\$ 9.058.112	\$ 9.284.565
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 5.295.179	\$ 0	\$ 5.427.558	\$ 0	\$ 5.563.247	\$ 0
\$ 979.409	\$ 984.930	\$ 989.642	\$ 993.475	\$ 996.359	\$ 998.218
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 156.882.030	\$ 154.692.658	\$ 163.288.244	\$ 161.092.154	\$ 169.951.550	\$ 167.750.396
-\$ 42.358.148	-\$ 41.767.018	-\$ 44.087.826	-\$ 43.494.882	-\$ 45.886.919	-\$ 45.292.607
\$ 114.523.882	\$ 112.925.640	\$ 119.200.418	\$ 117.597.272	\$ 124.064.632	\$ 122.457.789
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 116.879.154	\$ 115.280.913	\$ 121.555.691	\$ 119.952.545	\$ 126.419.904	\$ 124.813.062

VAN ESCENARIO NORMAL	\$ 489.876.534
TIR ESCENARIO NORMAL	189%
TIR AJUSTADO O MODIFICADO	21%

Escenario del 30% de Ahorro

SUPUESTOS

TASA PROYECTO	15%
AUMENTO MANTENCIONES	2,5%
AUMENTO EN COMBUSTIBLE	2%
AHORRO OPTIMISTA	30%

	AÑO 0	2018	2019
COSTOS EQUIPO ACTUAL	INV. INICIAL	AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible		\$ 577.407.080	\$ 588.955.222
Costo Materiales de Mantención Anual		\$ 9.497.753	\$ 9.735.196
Costo Mano de Obra Mantención Anual		\$ 2.284.520	\$ 2.341.633
Costo Materiales de Mantención cada 2 Años		\$ 6.156.150	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual		\$ 1.230.000	\$ 1.260.750
TOTAL COSTOS	\$ 0	\$ 596.575.503	\$ 602.292.801

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 600.734.326	\$ 612.749.013	\$ 625.003.993	\$ 637.504.073	\$ 650.254.154	\$ 663.259.237
\$ 9.978.576	\$ 10.228.041	\$ 10.483.742	\$ 10.745.835	\$ 11.014.481	\$ 11.289.843
\$ 2.400.174	\$ 2.460.178	\$ 2.521.683	\$ 2.584.725	\$ 2.649.343	\$ 2.715.576
\$ 6.310.054	\$ 0	\$ 6.467.805	\$ 0	\$ 6.629.500	\$ 0
\$ 1.292.269	\$ 1.324.575	\$ 1.357.690	\$ 1.391.632	\$ 1.426.423	\$ 1.462.083
\$ 620.715.399	\$ 626.761.807	\$ 645.834.912	\$ 652.226.265	\$ 671.973.901	\$ 678.726.740

2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 676.524.422	\$ 690.054.910	\$ 703.856.009	\$ 717.933.129	\$ 732.291.791	\$ 746.937.627
\$ 11.572.089	\$ 11.861.391	\$ 12.157.926	\$ 12.461.874	\$ 12.773.421	\$ 13.092.757
\$ 2.783.466	\$ 2.853.052	\$ 2.924.379	\$ 2.997.488	\$ 3.072.425	\$ 3.149.236
\$ 6.795.238	\$ 0	\$ 6.965.119	\$ 0	\$ 7.139.247	\$ 0
\$ 1.498.636	\$ 1.536.101	\$ 1.574.504	\$ 1.613.867	\$ 1.654.213	\$ 1.695.569
\$ 699.173.850	\$ 706.305.456	\$ 727.477.936	\$ 735.006.358	\$ 756.931.098	\$ 764.875.189

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 761.876.380	\$ 777.113.907	\$ 792.656.185	\$ 808.509.309	\$ 824.679.495	\$ 841.173.085
\$ 13.420.076	\$ 13.755.578	\$ 14.099.467	\$ 14.451.954	\$ 14.813.252	\$ 15.183.584
\$ 3.227.967	\$ 3.308.666	\$ 3.391.383	\$ 3.476.167	\$ 3.563.072	\$ 3.652.148
\$ 7.317.728	\$ 0	\$ 7.500.671	\$ 0	\$ 7.688.188	\$ 0
\$ 1.737.958	\$ 1.781.407	\$ 1.825.942	\$ 1.871.590	\$ 1.918.380	\$ 1.966.340
\$ 787.580.108	\$ 795.959.558	\$ 819.473.648	\$ 828.309.021	\$ 852.662.387	\$ 861.975.157

	AÑO 0	2018	2019
COSTOS EQUIPO NUEVO	INV. INICIAL	AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible (Optimista)		\$ 404.184.956	\$ 412.268.655
Costo Materiales de Mantenición Anual		\$ 3.690.000	\$ 3.782.250
Costo Mano de Obra Mantenición Anual		\$ 2.284.520	\$ 2.341.633
Costo Materiales de Mantenición cada 2 Años		\$ 2.024.785	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual		\$ 0	\$ 0
TOTAL COSTOS	-\$ 47.105.447	\$ 412.184.261	\$ 418.392.538

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 420.514.028	\$ 428.924.309	\$ 437.502.795	\$ 446.252.851	\$ 455.177.908	\$ 464.281.466
\$ 3.876.806	\$ 3.973.726	\$ 4.073.070	\$ 4.174.896	\$ 4.279.269	\$ 4.386.250
\$ 2.400.174	\$ 2.460.178	\$ 2.521.683	\$ 2.584.725	\$ 2.649.343	\$ 2.715.576
\$ 1.744.038	\$ 0	\$ 1.787.638	\$ 0	\$ 1.832.329	\$ 0
\$ 500.000	\$ 512.500	\$ 525.313	\$ 538.445	\$ 551.906	\$ 565.704
\$ 429.035.046	\$ 435.870.713	\$ 446.410.498	\$ 453.550.917	\$ 464.490.755	\$ 471.948.997

2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 473.567.095	\$ 483.038.437	\$ 492.699.206	\$ 502.553.190	\$ 512.604.254	\$ 522.856.339
\$ 4.495.907	\$ 4.608.304	\$ 4.723.512	\$ 4.841.600	\$ 4.962.640	\$ 5.086.706
\$ 2.783.466	\$ 2.853.052	\$ 2.924.379	\$ 2.997.488	\$ 3.072.425	\$ 3.149.236
\$ 1.878.138	\$ 0	\$ 1.925.091	\$ 0	\$ 1.973.218	\$ 0
\$ 579.847	\$ 594.343	\$ 624.060	\$ 655.263	\$ 688.026	\$ 722.427
\$ 483.304.452	\$ 491.094.137	\$ 502.896.248	\$ 511.047.541	\$ 523.300.564	\$ 531.814.708

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 533.313.466	\$ 543.979.735	\$ 554.859.330	\$ 565.956.516	\$ 577.275.647	\$ 588.821.160
\$ 5.213.873	\$ 5.344.220	\$ 5.477.826	\$ 5.614.771	\$ 5.755.141	\$ 5.899.019
\$ 3.227.967	\$ 3.308.666	\$ 3.391.383	\$ 3.476.167	\$ 3.563.072	\$ 3.652.148
\$ 2.022.549	\$ 0	\$ 2.073.113	\$ 0	\$ 2.124.940	\$ 0
\$ 758.549	\$ 796.476	\$ 836.300	\$ 878.115	\$ 922.021	\$ 968.122
\$ 544.536.404	\$ 553.429.098	\$ 566.637.951	\$ 575.925.570	\$ 589.640.820	\$ 599.340.449

		AÑO 0	2018	2019
RESULTADO		INV. INICIAL	AÑO 1	AÑO 2
Consumo Anual de Combustible			\$ 173.222.124	\$ 176.686.566
Costo Materiales de Mantenición Anual			\$ 5.807.753	\$ 5.952.946
Costo Mano de Obra Mantenición Anual			\$ 0	\$ 0
Costo Materiales de Mantenición cada 2 Años			\$ 4.131.365	\$ 0
Mantenimiento Correctivo Anual			\$ 1.230.000	\$ 1.260.750
Depreciación 20 años Eq. Nuevo			-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
TOTAL COSTOS		-\$ 47.105.447	\$ 182.035.969	\$ 181.544.990
IMPUESTO 27%			-\$ 49.149.712	-\$ 49.017.147
RESULTADO DESP. IMPUESTOS			\$ 132.886.257	\$ 132.527.843
Depreciación 20 años			\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
FLUJO FINAL		-\$ 47.105.447	\$ 135.241.530	\$ 134.883.115

2020	2021	2022	2023	2024	2025
AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
\$ 180.220.298	\$ 183.824.704	\$ 187.501.198	\$ 191.251.222	\$ 195.076.246	\$ 198.977.771
\$ 6.101.770	\$ 6.254.314	\$ 6.410.672	\$ 6.570.939	\$ 6.735.212	\$ 6.903.593
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 4.566.016	\$ 0	\$ 4.680.167	\$ 0	\$ 4.797.171	\$ 0
\$ 792.269	\$ 812.075	\$ 832.377	\$ 853.187	\$ 874.516	\$ 896.379
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 191.680.353	\$ 190.891.093	\$ 199.424.414	\$ 198.675.347	\$ 207.483.146	\$ 206.777.743
-\$ 51.753.695	-\$ 51.540.595	-\$ 53.844.592	-\$ 53.642.344	-\$ 56.020.449	-\$ 55.829.991
\$ 139.926.658	\$ 139.350.498	\$ 145.579.822	\$ 145.033.004	\$ 151.462.696	\$ 150.947.753
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 142.281.930	\$ 141.705.771	\$ 147.935.095	\$ 147.388.276	\$ 153.817.969	\$ 153.303.025

2026	2027	2028	2029	2030	2031
AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
\$ 202.957.327	\$ 207.016.473	\$ 211.156.803	\$ 215.379.939	\$ 219.687.537	\$ 224.081.288
\$ 7.076.182	\$ 7.253.087	\$ 7.434.414	\$ 7.620.275	\$ 7.810.781	\$ 8.006.051
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 4.917.100	\$ 0	\$ 5.040.028	\$ 0	\$ 5.166.028	\$ 0
\$ 918.789	\$ 941.759	\$ 950.444	\$ 958.604	\$ 966.187	\$ 973.141
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 215.869.398	\$ 215.211.319	\$ 224.581.688	\$ 223.958.817	\$ 233.630.534	\$ 233.060.480
-\$ 58.284.737	-\$ 58.107.056	-\$ 60.637.056	-\$ 60.468.881	-\$ 63.080.244	-\$ 62.926.330
\$ 157.584.661	\$ 157.104.263	\$ 163.944.632	\$ 163.489.936	\$ 170.550.290	\$ 170.134.151
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 159.939.933	\$ 159.459.535	\$ 166.299.905	\$ 165.845.209	\$ 172.905.562	\$ 172.489.423

2032	2033	2034	2035	2036	2037
AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
\$ 228.562.914	\$ 233.134.172	\$ 237.796.856	\$ 242.552.793	\$ 247.403.849	\$ 252.351.926
\$ 8.206.202	\$ 8.411.357	\$ 8.621.641	\$ 8.837.182	\$ 9.058.112	\$ 9.284.565
\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
\$ 5.295.179	\$ 0	\$ 5.427.558	\$ 0	\$ 5.563.247	\$ 0
\$ 979.409	\$ 984.930	\$ 989.642	\$ 993.475	\$ 996.359	\$ 998.218
-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272	-\$ 2.355.272
\$ 243.043.704	\$ 242.530.460	\$ 252.835.697	\$ 252.383.450	\$ 263.021.567	\$ 262.634.708
-\$ 65.621.800	-\$ 65.483.224	-\$ 68.265.638	-\$ 68.143.532	-\$ 71.015.823	-\$ 70.911.371
\$ 177.421.904	\$ 177.047.236	\$ 184.570.059	\$ 184.239.919	\$ 192.005.744	\$ 191.723.337
\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272	\$ 2.355.272
\$ 179.777.176	\$ 179.402.508	\$ 186.925.331	\$ 186.595.191	\$ 194.361.016	\$ 194.078.609

VAN ESCENARIO OPTIMISTA	\$ 778.785.168
TIR ESCENARIO OPTIMISTA	288%
TIR AJUSTADO O MODIFICADO	24%

Anexo “G” Proyectos Considerados para el año 2018.

A	PRIORIDAD	N° S.T.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	F.I.T.	VALOR ESTIMADO
	1	1	Plan de Mantenimiento de Techos.	01-01-2018	\$ 32.000.000
	2	2	Plan d Recuperación de Baños.	01-01-2018	\$ 28.000.000
	3	3	Plan de Pintado de Sectores Fachada Alta Complejidad.	01-02-2018	\$ 32.000.000
	4	4	Reacondicionamiento de 4° y 6° Piso Edificio Torre.	01-03-2018	\$ 60.000.000
	5	5	Mantenimiento 3° Piso ala Norte.	01-04-2018	\$ 60.000.000
	6	6	Remodelación de Box Áreas clínicas.	01-04-2018	\$ 35.000.000
	7	7	Reparación de Puertas de Pabellón.	01-05-2018	\$ 12.000.000
	8	8	Reparación de Pisos Diversos Servicios.	01-05-2018	\$ 20.000.000
	9	9	Plan Reemplazo de Circuitos de Agua Caliente y Fría. (Etapa I)	01-06-2018	\$ 20.000.000
C	PRIORIDAD	N° S.T.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO SIN DISPONIBILIDAD PRESUPUESTARIA	F.I.T.	VALOR ESTIMADO
	1	12	Mantenimiento a Plantas de Aire AcondicionadoN°1 y N°2.	-	\$ 40.000.000
	2	13	Mantenimiento a Torres de Enfriamiento.	-	\$ 20.000.000
	3	11	Cambio de Circuitos de Agua Bebida. (Etapa I)	-	\$ 80.000.000
	4	14	Reemplazo de Reja de Protección de Subestación Eléctrica y torres de Enfriamiento.	-	\$ 30.000.000
	5	15	Instalación de Estructuras y Techo sector Patio de Ingeniería.	-	\$ 20.000.000
	6	10	Estandarización de Señalética.	-	\$ 7.000.000
	7	16	Pavimentación de Calle Poli Psiquiatría. (Etapa I)	-	\$ 40.000.000