



---

# PROPUESTA DE MEJORA EN EL USO DE LOS RECURSOS ESENCIALES EN EL HOSPITAL INTERZONAL ESPECIALIZADO MATERNO INFANTIL “DON VICTORIO TETAMANTI” DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA

---

NAHUEL ALEJANDRO ALVAREZ



Universidad Nacional  
de Mar del Plata



Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata

21 de agosto de 2019



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Propuesta de mejora en el uso de los recursos  
esenciales en el hospital Interzonal Especializado  
Materno Infantil “Don Victorio Tetamanti” de la ciudad de  
Mar del Plata

Autor: Nahuel Alejandro Alvarez

Evaluador: Ing. Edgardo Musumeci, Docente de cátedra Instalaciones Industriales.  
Ingeniería

Director: Ing. Juan Pablo Gramático, Docente de cátedra proyecto final. Ingeniería

Co director: Daniel Laville, Docente de cátedra proyecto final. Ingeniería

## **DEDICATORIA**

A mi familia y amigos, que creyeron y me apoyaron en este trayecto que fue mi carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTOS**

A las siguientes personas del Hospital Materno Infantil de la ciudad de Mar del Plata que gracias a su buena predisposición hicieron posible este trabajo:

- Raúl Ralli, mi tutor dentro del Hospital.
- Stella Rasse, coordinadora del comité de docencia e investigación del Hospital.
- Viviana Bernabei, directora del Hospital, que sin conocerme confió en mi este proyecto.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL.....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>2.1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 PROVISIÓN DE ELECTRICIDAD.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 FACTOR DE POTENCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 LEGISLACIÓN APARATOS SOMETIDOS A PRESIÓN (ASP).....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....</b>	<b>11</b>
<b>3. DESARROLLO.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 MISIÓN, VISIÓN Y VALORES.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 PERFIL Y COMPLEJIDAD DEL HOSPITAL.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 ORGANIGRAMA HOSPITALARIO.....</b>	<b>20</b>
<b>3.5 POLÍTICA ORGANIZACIONAL.....</b>	<b>22</b>
<b>3.6 FINANCIAMIENTO.....</b>	<b>22</b>
<b>3.7 FICHA DE INGRESOS.....</b>	<b>23</b>
<b>3.8 RECURSOS ESENCIALES.....</b>	<b>24</b>
3.8.1 AGUA.....	24
3.8.2 GAS.....	26
3.8.3 ELECTRICIDAD.....	26
3.8.4 OXÍGENO.....	26
<b>3.9 CONDICIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS ESENCIALES UTILIZADOS.....</b>	<b>27</b>
3.9.1 AGUA.....	28
3.9.2 GAS.....	32
3.9.3 ELECTRICIDAD.....	33
3.9.4 OXÍGENO.....	36
<b>3.10 DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.....</b>	<b>40</b>
3.10.1 CALDERAS.....	40
3.10.2 INTERCAMBIADORES.....	48
3.10.3 ABLANDADOR DE AGUA.....	49

3.10.4	BOMBAS .....	49
3.10.5	GRUPOS ELECTRÓGENOS .....	51
3.10.6	TANQUE CRIOGÉNICO ESTACIONARIO .....	53
3.10.7	CILINDROS DE OXÍGENO .....	55
<b>3.11</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE DESVIOS Y PROPUESTAS DE MEJORA .....</b>	<b>56</b>
3.11.1	BANCO DE CAPACITORES .....	56
3.11.2	POTENCIA CONSUMIDA .....	57
3.11.2	FACTOR DE POTENCIA .....	58
3.11.3	CALDERAS .....	61
3.11.4	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS .....	63
3.11.5	EQUIPOS REDUNDANTES .....	63
3.11.6	DESCONGELAMIENTO DEL ESTANQUE CRIOGÉNICO ESTACIONARIO .....	64
3.11.7	ABLANDADOR DE AGUA .....	64
<b>3.12</b>	<b>PLANIFICACIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS .....</b>	<b>64</b>
<b>3.13</b>	<b>PLANIFICACIÓN DE LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL .....</b>	<b>67</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>
	<b>Anexo 3.10.6. FICHA GENERAL DEL TANQUE ESTACIONARIO DE OXÍGENO DE INDURA ....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de ensayos para los generadores de vapor.....	9
Cuadro 2. Usos típicos del agua.....	24
Cuadro 3. Usos típicos del oxígeno.....	27
Cuadro 4. Cálculo de los índices estacionales promedio del agua.....	31
Cuadro 5. Potencia contratada vs Potencia consumida.....	35
Cuadro 6. Cálculo índice estacional promedio para oxígeno líquido.....	37
Cuadro 7. Cálculo índice estacional promedio para oxígeno gaseoso.....	39
Cuadro 8. Energía reactiva a compensar por equipo.....	59
Cuadro 9. Método Fine - Estimación del riesgo de la caldera 5.....	62
Cuadro 10. Enumeración de las propuestas de mejora.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición de la factura de EDEA.....	5
Figura 2. Organigrama.....	21
Figura 3. Pacientes atendidos en el HIEMI.....	24
Figura 4. Diagrama de Pareto de los consumos de agua por sector.....	25
Figura 5. Consumos de agua.....	29
Figura 6. Consumo histórico de agua por medidor.....	29
Figura 7. Variación mensual del índice estacional promedio del agua de 2014 a 2018.....	31
Figura 8. Consumo histórico de gas.....	33
Figura 9. Consumo de energía eléctrica.....	34
Figura 10. Consumo oxígeno líquido.....	37
Figura 11. Variación mensual del índice estacional promedio del oxígeno líquido de 2014 a 2018.....	38
Figura 12. Consumo oxígeno gaseoso.....	38
Figura 13. Variación mensual del índice estacional promedio del oxígeno gaseoso de 2014 a 2018.....	40
Figura 14. Calderas de baja presión 1 y 2.....	41
Figura 15. Especificación caldera 1.....	41
Figura 16. Termómetro caldera 1.....	41
Figura 17. Barómetro caldera 1.....	42
Figura 18. Caldera 3.....	43
Figura 19. Barómetro caldera 3.....	43

Figura 20. Chapa identificatoria caldera 3 .....	44
Figura 21. Acumulación de sarro detrás de las calderas .....	45
Figura 22. Caldera 5, humotubular de alta presión .....	46
Figura 23. Chapa identificatoria caldera 5 .....	46
Figura 24. Dispositivo de control de la caldera de alta presión .....	46
Figura 25. Instrumentos de medición de la caldera de alta presión .....	47
Figura 26. Contenedor de purga de la caldera de alta presión .....	47
Figura 27. Intercambiadores.....	48
Figura 28. Bombas elevadoras de agua a los tanques .....	50
Figura 29. Identificación de las bombas elevadoras de agua a los tanques.....	50
Figura 30. Bombas elevadoras para climatización.....	51
Figura 31. Grupos electrógenos .....	51
Figura 32. Especificación grupo electrógeno .....	52
Figura 33. Tanque de oxígeno líquido .....	53
Figura 34. Manómetro del tanque criogénico estacionario de oxígeno líquido.....	54
Figura 35. Cañería del tanque criogénico estacionario.....	55
Figura 36. Tanques de oxígeno gaseoso .....	56
Figura 37. Banco de capacitores .....	57
Figura 38: Diagrama de Ishikawa .....	60
Figura 39. Diagrama de Gantt .....	66

## **TABLA DE SIGLAS**

ASP: aparato sometido a presión.

VAD: valor agregado de distribución: valor que utilizan las distribuidoras de electricidad para cubrir los costos del servicio.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

Activo: Para el mantenimiento centrado en la confiabilidad, significa equipos o procesos.

Parámetros de funcionamiento: capacidad que tiene el activo de realizar aquello que los usuarios quieren que haga.

Falla funcional: falla que ocurre en un activo y que imposibilita que cumpla su función de acuerdo a los parámetros de funcionamiento que se consideran aceptables.

Modo de falla: hechos que de manera razonablemente posible pueden causar una falla.



## RESUMEN

Esta propuesta de mejora se desarrolla en el Hospital Interzonal Especializado Materno Infantil “Don Victorio Tetamanti” de la ciudad de Mar del Plata.

El problema que se presenta es identificar las oportunidades de mejora para reducir los consumos de los recursos esenciales, agua, gas, oxígeno y electricidad, evaluando diferentes sectores y equipos.

Con los datos relevados se propone:

- Modificar el contrato de potencia con el proveedor de energía eléctrica (EDEA)
- Agregar capacitores para compensar localmente el factor de potencia
- Realizar ensayos no destructivos a las calderas, calibrar los quemadores, sus instrumentos de medición y controlar sus elementos de seguridad
- Reunirse con el proveedor Indura para solucionar el exceso de congelamiento del vaporizador exterior
- Realizar mantenimiento a equipos críticos

Como resultado del proyecto se determinó que la institución puede afrontar los presupuestos necesarios para cubrir las propuestas de mejora. Se tuvo en cuenta que con el cambio de contrato de potencia, se ahorrará dinero que estará disponible para invertir en el resto de las propuestas.

## 1. INTRODUCCION

El presente trabajo se realizó en el Hospital Interzonal Especializado Materno Infantil V. Tetamanti de la ciudad de Mar del Plata. Su principal propósito es brindar un servicio de salud de calidad a todos los habitantes de la ciudad y de alrededores. Su característica más sobresaliente es el desarrollo de sus trabajadores lo que le permite diagnosticar y tratar cuadros complejos.

Su origen data del año 1903, fecha en la que su fundador Don Victorio Tetamanti dio inicio a la construcción. A lo largo de los años sufrió distintas modificaciones edilicias hasta convertirse en lo que es hoy en día. La última se trató de una ampliación que permitió llevar los consultorios externos a un edificio que se encuentra en la manzana de en frente. Ésto descongestionó el edificio principal lo que mejoró la organización del personal y de los pacientes.

La principal motivación para hacer este proyecto es la de brindar un servicio a la sociedad. Por otra parte, se ha tomado conocimiento sobre la falta de presupuesto con la que cuenta el Hospital para pagar un estudio.

Mediante una charla con los directivos de la institución, se identificó que el área de mantenimiento estaba sufriendo inconvenientes que debían ser resueltos. Así surgió el tema de este trabajo que hace hincapié como objetivo principal en proponer una mejora a los consumos de los recursos esenciales.

Como objetivos específicos se encuentran:

- Análisis de la demanda de recursos esenciales
- Análisis del desempeño de los equipos existentes
- Identificación de desvíos y propuesta de mejoras
- Planificación de las mejoras propuestas
- Planificación de capacitación al personal

El estudio alcanzará la evaluación de la demanda de los recursos esenciales en todo el Hospital, los procesos de provisión de tales servicios, y el desempeño de los equipos centralizados para la provisión de tales recursos.

Para realizar este proyecto, se comenzará con el recorrido por las instalaciones, de manera de poder conocer las bocas de consumo de los recursos a estudiar. También, se registrarán los consumos históricos de gas, electricidad, agua y oxígeno.

Posteriormente, se identificarán zonas críticas, ya sea por su gran consumo o por la necesidad de poseer abastecimiento continuo de recursos. El diagrama de Pareto brindará un soporte gráfico a los datos presentados.

Se realizarán entrevistas con los responsables de los sectores para relevar la conformidad con el suministro de los recursos esenciales, registrar reclamos y analizar futuras demandas potenciales que pudieran surgir como consecuencia de proyectos de ampliación existentes o programados.

Ya en la sala de máquinas, se analizará el desempeño de los equipos existentes (bombas, calderas, tableros, tanque de oxígeno, etc). También se entrevistarán a los empleados que trabajan allí en horarios fijos y con aquellos que se encargan de realizar las guardias.

Comparando la demanda de recursos con el desempeño de los equipos, se identificarán desvíos y se propondrán mejoras. Se utilizará el diagrama de Ishikawa para hallar el problema de los desvíos.

Por último, se planificará la capacitación del personal involucrado en el sector. Se llevará a cabo un diagrama de Gantt, y se propondrán los objetivos y el alcance de la capacitación

## 2. MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL

### 2.1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- Diagrama de Pareto

Conocido también como distribución ABC, consiste en un gráfico de histograma que se ordena siguiendo la relevancia decreciente de los problemas. Permite enfocar el análisis en aquellos inconvenientes más relevantes.

En este trabajo, fue utilizado por ejemplo para encontrar aquella área del HIEMI que consume mayor porcentaje de agua.

- Diagrama de Ishikawa

Conocido también como diagrama de causa – efecto, su finalidad es encontrar las verdaderas causas que originan un problema. Se debe comenzar analizando un solo problema, luego se trazan flechas indicando los factores causales más importantes que puedan generarlo, y de ellas se derivan otras flechas con factores más detallados. Se puede utilizar la siguiente pregunta: "¿cómo el factor afecta para que se genere el problema?"

Por último, se cuentan las causas más repetitivas y se comienza por solucionarlas.

- Diagrama de Gantt

Se utiliza para la planificación y programación de nuevos proyectos y actividades a realizar en el desarrollo de un proceso. Con él es posible llevar el control del desarrollo de las actividades de un proyecto o proceso durante un periodo de tiempo de manera muy eficaz, fácil y rápida.

Presenta la fecha inicial y final de cada actividad, de manera gráfica a través del tiempo. Por lo que las gráficas se representan en forma horizontal y el tiempo se representa en columnas para una mejor visualización.

- Método Fine:

Utilizado para estimar el riesgo asociado a una actividad y así poder tomar una decisión sobre qué medidas adoptar. Tiene en cuenta tres variables: la gravedad del daño, la probabilidad de ocurrencia y la frecuencia a la que se está expuesto.

A su vez reduce la incertidumbre en la valoración de cada una de las variables, asignando criterios para la elección. La valoración final del riesgo es el resultado del producto entre las 3 puntuaciones escogidas.

Vale aclarar dos puntos críticos que se deben tener en cuenta cuando se lo utiliza:

- La valoración del riesgo que se obtiene crece exponencialmente: gran cantidad de combinaciones de valores de factores ofrecen puntajes muy bajos o bajos que van creciendo muy paulatinamente, hasta que en las pocas combinaciones finales los valores más elevados se disparan.
- La escala de calificación del riesgo no es homogénea: se acumulan en clasificación aceptable la gran cantidad de valores bajos y muy bajos que se obtienen, y progresivamente desciende la cantidad de valores a medida que la clasificación aumenta de nivel. Excepto en la clasificación "Muy alto" que vuelve a dispararse

En fin, aun siendo un método matemático de valoración, la elección de valores es por criterio técnico subjetivo.

## 2.2 PROVISIÓN DE ELECTRICIDAD

La electricidad es producida por las empresas de generación y es comprada en Mar del Plata por la distribuidora EDEA en el mercado eléctrico mayorista o a generadores en particular.

Una vez comprada, la energía debe ser transportada hasta las redes de distribución de EDEA a través de las instalaciones de alta tensión, a cargo de las empresas de transporte. El precio pagado es trasladado a la tarifa final sin modificaciones.

La empresa no tiene injerencia sobre los costos de generación y transporte: pueden subir o bajar, pero en ningún caso la distribuidora se beneficia con estas variaciones

El valor agregado de distribución (VAD), en la factura que recibe el usuario representa el 36,4 %, es lo que se percibe destinado a cubrir los costos del servicio, más una ganancia razonable con tope establecido según el decreto 1868/04 que regula la ley 11769 sobre el marco regulatorio eléctrico de la Provincia de Buenos Aires. Con este ingreso deben solventarse el funcionamiento, operación y mantenimiento del sistema eléctrico propio y realizarse las inversiones de capital necesarias

Los impuestos que EDEA incluye en su facturación se recaudan para la Nación, la Provincia y las Municipalidades. La empresa no obtiene de ellos ningún beneficio y, por el contrario, generan una carga de trabajo no remunerada. Este componente es el de mayor incidencia (40,7 %) en el costo total que pagan los usuarios (Cuadro tarifario EDEA, n.d.).

En la Figura 1 se muestra un gráfico con la matriz de costos:



Figura 1. Composición de la factura de EDEA

Fuente: Sitio web EDEA: [http://www.edeaweb.com.ar/m\\_institucional/composicion\\_tarifa.php](http://www.edeaweb.com.ar/m_institucional/composicion_tarifa.php)

### 2.3 FACTOR DE POTENCIA

Vale comenzar comentando que todas las máquinas eléctricas alimentadas en corriente alterna utilizan dos tipos de energía (Scheiner, 2000):

- Energía ACTIVA [kW]: transformada íntegramente en trabajo o en calor.
- Energía REACTIVA [KVAR]: está asociada a los campos magnéticos internos de los motores y transformadores. Provoca sobrecarga sin producir un trabajo útil, está suministrada por el transformador y es transportada por la instalación.

Existen artefactos llamados capacitores o condensadores que son capaces de generar energía reactiva de sentido inverso a la consumida en la instalación, entonces logran neutralizar el efecto de las pérdidas. En fin, reducen el consumo total de energía (activa + reactiva).

El factor de potencia ( $\cos \phi$ ) de una instalación es el cociente de la potencia activa consumida por la instalación, en relación a la potencia aparente suministrada para esta potencia activa. Un factor de potencia próximo a 1 indica que la potencia absorbida de la red se transforma prácticamente en trabajo y pérdidas por calentamiento, optimizando el consumo.

Ventajas de la compensación del factor de potencia:

- Reducción de los recargos
- Reducción de las caídas de tensión
- Reducción de la sección de los conductores
- Aumento de la potencia disponible en la instalación sin ampliar equipos
- Disminución de las pérdidas por efecto Joule

¿Cómo compensar una instalación?

Mejorar el factor de potencia de una instalación consiste en instalar un capacitor al lado del consumidor de energía reactiva.

La idea, es calcular la potencia reactiva necesaria para lograr el factor de potencia buscado.

.Existen varios tipos de condensadores, entre ellos:

Condensadores fijos

Es recomendable en aquellas instalaciones en las que la potencia reactiva a compensar no supere el 15% de la potencia nominal del transformador .

Batería de condensadores:

Permiten la adaptación automática de la potencia reactiva suministrada por los condensadores, en función de la potencia reactiva solicitada en cada momento para ajustar el sistema a un factor de potencia prefijado.

Utilizados cuando:

- La potencia reactiva consumida o la activa varían en proporciones importantes. Ej: Barras de tableros generales.
- Es recomendable en las instalaciones donde la potencia reactiva a compensar supere el 15% de la potencia nominal del transformador.

La compensación puede ser:

- Global

Si la carga es estable y continua. La batería es conectada en la cabecera de la instalación.

Observaciones: La corriente reactiva circula por toda la instalación. Las pérdidas por efecto de Joule en cables no quedan

- Por sectores:

Cuando la distribución de cargas es muy desequilibrada y de un cuadro de distribución depende una carga importante.

Para instalaciones amplias con talleres cuyos regímenes de carga son distintos.

- Individual

Ventajas

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Optimiza toda la instalación eléctrica.
- La corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de consumo.
- Descarga el centro de transformación.

Observaciones

- La corriente reactiva no está presente en los cables de la instalación.
- Las pérdidas por efecto Joule en los cables se suprimen totalmente.

## 2.4 LEGISLACIÓN APARATOS SOMETIDOS A PRESIÓN (ASP)

Este año el Gobierno de la Pcia. de Bs. As. derogó el Dto.1741/96 reemplazándolo por el Dto. 531/19 del 17/5/19 que en su Art. 5 procede a tal cometido. Así, la Resolución 1126/07 aún vigente que define a los aparatos sometidos a presión en la provincia de Buenos Aires es aplicable solo a industrias. Sin embargo, a modo de referencia se extiende su aplicación en el Hospital. Establece que se consideran aparatos a presión, ASP, todos aquellos recipientes que se encuentren sometidos a presión interna y reúnan las siguientes características:

- Con fuego: Volumen mínimo 200 litros y/o presión de trabajo manométrica mínima 0,5 kg./cm<sup>2</sup>



- Sin fuego: Volumen mínimo 80 litros y/o presión de trabajo manométrica mínima 3,00 kg./cm<sup>2</sup>
- En los equipos sometidos a esfuerzos combinados (dinámicos, flexotorsión, etc.) los límites serán: el volumen mínimo 80 litros y/o presión de trabajo manométrica 1,00 Kg/cm<sup>2</sup>.”

Los ASP constituyen bienes registrables, por lo tanto, los comprenden las generales de la Ley establecidas en el Código Civil para lo atinente al articulado de "daños" en caso que origine accidentes. Su tenencia le exige vigilancia al titular y patrocinio profesional al ingeniero que los controla mientras se encuentren en el período de guarda establecido en el Acta de Inspección. Esto no exime al ingeniero a cargo de la jefatura de mantenimiento del Hospital ni a su Director de la responsabilidad sobre el ASP como "cosa riesgosa".

Los reglamentos y normas que rigen los ASP son:

- Dto. 351/79, reglamentario de la Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19.587 – Cap. 16
- Res. 1126/07 modificatoria de la Res. 231/96, integrante del Dto. 1741/96 reglamentario de la Ley 11.459 (Radicación Industrial) de la Pcia. De Bs. As. (O.P.D.S.)
- Norma IRAM IAS V-500-2611: Adopción de materiales para construir
- Norma IRAM IAP-A-25-07: Valores de presiones y temperaturas normales
- Código A.S.M.E - Sección VIII : Diseño, construcción, inspección y pruebas de recipientes a presión

Para asegurar el normal funcionamiento de los aparatos y para garantizar la habilitación por parte de las autoridades competentes, todo ASP debe estar sometido a ensayos.

Un ensayo no destructivo es una prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales (Núñez, Roca, & Jorba, 2013).

Dentro de los ensayos no destructivos más conocidos para los ASP se encuentran<sup>1</sup>:

- Prueba hidráulica: se somete al aparato a un esfuerzo extraordinario (por lo general un 50% mayor que la presión de trabajo, según el Código ASME, o a la

---

<sup>1</sup> Apunte de cátedra. Seguridad, Higiene y Medio Ambiente. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Mar del Plata. Material de Estudio Unidad 6, págs. (16-17)

presión de diseño según la Legislación de Pcia. de Bs. As.) por medio de agua a presión comprimiéndola dentro del aparato por medio de una bomba.

- Tintas penetrantes: se aplican a las uniones soldadas o a casquetes sospechosos a efectos de detectar fisuras.
- Medición de espesores: mide el espesor de la chapa constituyente del ASP para luego contrastar estos valores con los de cálculo y verificar si la estabilidad estructural está aún garantizada. Se utiliza el método de medición por ultrasonido.
- Termografía: obtiene una especie de “foto térmica” con isotermas superficiales de la envolvente del ASP. Usa el ppio. infrarrojo y su finalidad es detectar zonas con fuga de calor, o sea, pérdidas de aislación térmica.
- Dureza: Mide la resistencia a la penetración que posee la chapa constituyente del ASP. Con el valor de dureza se puede obtener la resistencia puntual del material en el lugar en cuestión y por ende hacer las verificaciones de rigor que correspondan para garantizar su integridad a lo largo de la vida útil remanente. Unidades más comunes son Brinell o HRC (dureza Rockwell “C”)
- Radiografía: ensayo de rayos X a las soldaduras en busca de imperfecciones que invaliden el cordón soldado. Por lo general se practica durante la construcción del aparato.

Los ensayos que obliga a hacer la Res. 231/96 son los que se observan en el Cuadro

1:

Equipo	Ensayo	Periodicidad	Observaciones
Generadores de vapor	A la presión de diseño o apertura de la primera válvula de seguridad o emisión acústica	Anual	Presentación de acta, memoria e informe
	Medición de espesores	Anual	
	Control de funcionamiento de los elementos de seguridad, sus enclavamientos y accionamientos	Semestral	

Cuadro 1. Tipos de ensayos para los generadores de vapor

Fuente: Res. 231/96 Aparatos sometidos a presión, Secretaría de política ambiental

La periodicidad observada debe respetarse para poder asegurar que los equipos funcionan de una manera correcta.

Es importante destacar la vigencia de un aparato sometido a presión con fuego, según el artículo 4 de la Res. 1126/07 : "Todos los aparatos sometidos a presión alcanzados por las disposiciones contenidas en la presente que hayan cumplido treinta(30) años corridos, contados de la fecha de fabricación según conste en la placa de identificación, hayan sido o no utilizados, o no cuenten con sus respectivas placas originales de identificación aplicadas por sus fabricantes, o que a juicio de la autoridad de aplicación, se considere necesario para continuar en funcionamiento, comercializarse, instalarse o reinstalarse, deben ser sometidas, por y a cargo de sus propietarios, a los ensayos técnicos de extensión de vida útil, de acuerdo a lo pautado en el Apéndice 2."

## 2.5 CALDERAS HUMOTUBULARES

En las calderas humotubulares el calor se encuentra en el interior de los tubos por efectos de los gases de la combustión y el agua en el exterior de los tubos. Son utilizadas para presiones máximas de 20 bar y consumos de hasta 30 T/h. Son económicas, de alto rendimiento y fácil mantenimiento.

Como en este trabajo se proponen mejoras para reducir los consumos de recursos esenciales, la correcta operatoria de sus equipos es fundamental para no tener un subrendimiento. Es por eso, que a continuación se caracterizan los dos tipos de calderas humotubulares que se encuentran en el Hospital, sus causas de fallas y la forma de prevenirlas.

### Calderas humotubulares de agua

También llamadas inundadas o de recirculación, se utilizan para calentar agua con fines diversos.

Una causa de falla es que ante un aumento de la temperatura del agua (siempre menor a 100°C), ésta se dilataría a tal punto que el acero que la contiene sufriría una rotura plástica producto de la sobreexpansión hidráulica. Estas calderas, en caso de que se rompan, no explotan (del lado agua) pues al ser inundadas no efectúan una sobre-expansión. Son aparatos que no están totalmente presurizados pues la conexión al tanque de expansión le otorga características de recipiente abierto, en cierta medida. La rotura del casco es por pérdida de resistencia debida a debilitamiento de su pared por corrosión o pérdida de espesor.

## Calderas humotubulares de vapor

En general trabajan a una presión de trabajo mayor a  $2\text{kg/cm}^2$  y se utilizan para generar vapor. A esta presión se encuentra agua en estado vapor y líquido a más de  $100^\circ\text{C}$ . Sus fallas son graves y ocasionan explosiones. Las causas son de dos tipos:

- Por el agua que utilizan: A mayor presión el agua hierve a mayor temperatura. En caso de producirse una fisura se pierde vapor y esto hace que la presión interna del aparato baje bruscamente. Así, una gran cantidad de agua líquida se vaporiza instantáneamente y la presión se eleva nuevamente. Esto podría ocasionar una explosión con fraccionamiento y expulsión violenta de material.
- Por el gas que utilizan: Para que se produzca una combustión correcta entre el comburente y el combustible, el quemador debe estar regulado de forma precisa. Además, antes de encender el equipo, es necesario realizar un barrido de gases con el objetivo de evacuar cualquier tipo de restos de e inquemados que pudieran encontrarse dentro. En caso de no realizarse, se enciende la chispa y el piloto encuentra una atmósfera explosiva que origina una explosión con consecuencias funestas.

Las dos causas mencionadas son evitables si se ejecuta el correcto mantenimiento, el control permanente de las variables de proceso y si se realizan los ensayos no destructivos en tiempo en forma con un profesional matriculado.

En el caso particular de la instalación de gas, se debe contar con la habilitación de Camuzzi y con la firma de un gasista matriculado.

## 2.6 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es el conjunto de técnicas, medios y acciones orientadas a conservar o restablecer un sistema y/o un equipo a su estado normal de operación, para cumplir un servicio determinado, en condiciones económicamente favorables y de acuerdo a las normas de protección integrales. (Torres, 2005)

Es así, que la gestión del mantenimiento es la administración de los recursos necesarios para controlar la disponibilidad y el funcionamiento de las instalaciones a un nivel

especificado. No es un proceso aislado, sino que es un sistema dependiente de factores internos y externos a la organización. Ésta debe ser eficaz y eficiente, y a su vez, debe estar alineada con los objetivos establecidos en base a las necesidades del Hospital. Además, ésta implica la necesidad de generar actividades para mejorar los indicadores claves del proceso de mantenimiento; ergo lograr la mejora continua.

Existen distintos tipos de mantenimiento que se pueden aplicar (Sacristán, 2001):

#### Mantenimiento correctivo (o trabajo a la rotura)

Comprende todas las tareas que se ejecutan luego que un equipo tuvo un cese de funcionamiento imprevisto, o cuando decrece su actividad por debajo del nivel aceptable estando en operación. Esta metodología es conveniente cuando el costo de la falla es menor que el costo de la prevención, o cuando no puede hacerse ninguna tarea proactiva. Esta opción únicamente será válida en los casos en que la falla no tenga consecuencias sobre la seguridad o el medio ambiente y no afecte críticamente al servicio (cabe recordar aquí, la peligrosidad de que se corte el suministro de alguno de los servicios esenciales en un Hospital); caso contrario, se hará obligatoria alguna intervención para reducir o eliminar las consecuencias de la falla.

#### Mantenimiento preventivo (sustitución o reacondicionamiento cíclico)

Hace referencia al conjunto de operaciones que se realizan sobre las instalaciones, maquinarias y equipos de producción antes de que se haya producido una falla, y su objetivo es evitar que se produzca dicho fallo en pleno funcionamiento. Incluye operaciones de inspección y de control programadas de forma sistemática, así como operaciones de cambio cíclico de piezas.

Estas tareas solamente son válidas si existe un patrón de desgaste: es decir, si la probabilidad de falla aumenta considerablemente después de superada la vida útil del elemento. Es necesario evaluar cuidadosamente la decisión de realizar una tarea preventiva ya que implica un presupuesto considerable.

Para las operaciones de inspección y de control es necesario programar las tareas y elaborar instructivos y órdenes de trabajo para guiar las tareas a ejecutar.

#### Mantenimiento predictivo (o a condición)

Consiste en el estudio de la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallas, para así determinar en qué período de tiempo esa falla va a tomar una

relevancia importante. Por ende, se logra planificar las intervenciones con tiempo suficiente para que esa falla nunca tenga consecuencias graves.

Para seleccionar la frecuencia con que debe ser realizada la tarea predictiva, es preciso estudiar el equipo. Así se interviene en el lapso que va desde que se detecta que está fallando hasta antes que se produzca el fallo.

Posee las siguientes ventajas:

- Reduce el tiempo de parada, al conocerse exactamente cual pieza falló.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Reduce la cantidad de accidentes causados por los equipos.
- Al realizar la verificación del estado de los equipos, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento técnico y operacional muy útil.

Posee las siguientes desventajas:

- Elevado costo
- Necesidad de contar con personal capacitado

Se pueden utilizar las siguientes técnicas de monitoreo:

- Líquidos penetrantes
- Termografía
- Radiografía industrial
- Análisis de vibraciones
- Análisis de lubricantes y combustión
- Ultrasonido
- Testeo de tableros eléctricos
- Réplicas metalográficas

### Mantenimiento detectivo (o de búsqueda de fallas)

Está basado en tareas cuya finalidad es poner de manifiesto fallos ocultos que ocurren en dispositivos redundantes o de protección, por medio de chequeos regulares de su funcionamiento o de alguna variable del proceso.

Existen dos clases de sistemas de seguridad: los redundantes (entran en servicio si el equipo primario sufre un imprevisto) y los de protección (ej: un dispositivo termomagnético). Ambos protegen de situaciones fortuitas e indeseadas a la instalación y a los operarios.

Es importante tener en cuenta que un dispositivo redundante tiene más de un modo de falla si se tiene en cuenta todas las partes que lo componen, por lo que la tarea de

mantenimiento debe cubrir todos estos modos de falla. Además, al ejecutar las rutinas, se deben evitar los desarmes que puedan introducir en indisponibilidad sobre los elementos propios a controlar.

### Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)

Es una metodología que le permite a la gestión del mantenimiento estar enfocado en altos valores de confiabilidad para el cumplimiento de las funciones de los activos, en lugar de orientarse a preservarlos independientemente de la función que cumplan y de su contexto operativo. Con esto se logra aumentar la fiabilidad de los equipos dentro de la empresa, disminuir considerablemente los costos, mejorar la calidad del producto/servicio y brindar un mayor cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente (Moubray, 2004).

El MCC es un procedimiento que se utiliza para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que los usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.

La norma SAE JA1012 (SAE, 2017) especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

### El Contexto Operacional

Se entiende por contexto operacional al ambiente en donde se encuentra inmerso el activo. Teniendo en cuenta lo anterior se puede explicar la existencia de casos en los que dos equipos iguales pueden tener distintas estrategias de mantenimiento.

### Las Siete Preguntas Básicas del MCC (Moubray, 2004):

Según la norma SAE JA1011 antes mencionada, las 7 preguntas básicas del proceso MCC son:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

## Funciones

Se debe comenzar redactando todas las funciones deseadas del equipo. Por ejemplo, la función de un ventilador puede definirse como "girar a 1500 rpm moviendo un caudal de 3000 m<sup>3</sup>/hr de aire".

## Fallas funcionales o estados de falla

Como se explicó en el glosario, las fallas funcionales son aquellas que ocurren en un activo y que imposibilita que cumpla su función de acuerdo a los parámetros de funcionamiento que se consideran aceptables. Siguiendo el ejemplo del ventilador: "incapacidad de girar a 1500 rpm moviendo un caudal de aire de 3000 m<sup>3</sup>/hr de aire".

## Modos de falla

Como se explicó en el glosario, los modos de fallas son hechos que de manera razonablemente posible pueden causar una falla. Por ejemplo, "eje del ventilador sin lubricación adecuada" produce que el ventilador llegue al estado de falla identificado por la deficiencia funcional "no gira a la velocidad deseada". En general, las fallas funcionales no responden a varios modos de fallas.

Utilizando el diagrama de Ishikawa se puede encontrar la causa raíz de la falla para luego proponerla como mejora

## Los efectos de falla

Se refiere a las consecuencias que cada falla produce, deben indicar claramente cuál es la magnitud que tendría la falla en caso de producirse.

## Mantenimiento productivo total (TPM)

Es una filosofía aplicada a la gestión del mantenimiento que a través de la aplicación de una estrategia compuesta de una serie de actividades ordenadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios (Tavares, 1999).

Permite diferenciar a una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de los suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y los servicios finales.

Su misión es que la empresa obtenga un rendimiento económico creciente en un ambiente agradable como producto de la interacción del personal con los sistemas equipos y



herramientas y mejorar la cultura empresarial a través de la optimización de los recursos humanos y máquinas.

Los ocho pilares del TPM son (Tavares, 1999):

- Mejora focalizada: eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas en los equipos de producción (tiempos muertos, funcionamiento a velocidades inferiores a la capacidad de los equipos y productos defectuosos).
- Mantenimiento autónomo: Cada operario debe diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil de los mismos.
- Mantenimiento planificado: El operario diagnostica la falla y el personal de mantenimiento llega y repara directamente optimizando los tiempos.
- Control inicial: implantado luego de implementar el sistema
- Mejoramiento para la calidad: implica tomar acciones preventivas para obtener un proceso y un equipo con cero defectos, obteniendo un producto con cero defectos.
- TPM en los departamentos de apoyo: aplicación a todos los departamentos restantes.
- Seguridad. Higiene y medio ambiente: cerrar y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación.

### 3. DESARROLLO

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El presente proyecto se realizó en el Hospital Interzonal Materno Infantil Victorio Tetamanti, gracias a un convenio firmado con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

El objetivo del proyecto es el de presentar propuestas que permitan mejorar el uso de los recursos esenciales, específicamente aquellos relacionados con el normal funcionamiento de las instalaciones.

En las conversaciones iniciales con los responsables de la organización se han detectado las siguientes problemáticas: Por un lado, cuando ocurren cortes del suministro eléctrico, el grupo electrógeno existente abastece a las zonas críticas. En cuanto al agua, existe la necesidad de realizar mantenimiento a los equipos redundantes que la distribuyen en caso de que los principales fallen. Por otro lado, los consumos de oxígeno en algunos casos son abastecidos con tanques cuyo costo de recarga por metro cúbico es considerablemente mayor al del tanque criogénico estacionario. Teniendo en cuenta el gas, el aprovisionamiento es continuo y cumple con las normas de seguridad, pero es preciso reducir sus consumos y encontrar una metodología que asegure éste en el tiempo para así evitar futuros cortes en el suministro.

Al tratarse de un Hospital, resulta imprescindible prevenir la ocurrencia de estos problemas, ya que la salud de los pacientes es la que se encuentra en juego. Se debe garantizar la continuidad de los recursos esenciales: agua, gas, electricidad y oxígeno,

Considerando los problemas mencionados en el párrafo anterior, la finalidad de este trabajo es proponer una mejora en la utilización de los recursos esenciales de la institución. Para ello, se busca cuantificar la demanda mensual a lo largo de los últimos años para entender el comportamiento de consumo y para compararla con los requerimientos técnicos de la maquinaria que se encuentra en la sala de máquinas.

Se realizaron entrevistas con los responsables de los sectores para relevar la conformidad con el suministro de los recursos esenciales, registrar reclamos y analizar futuras demandas potenciales que pudieran surgir como consecuencia de proyectos de ampliación actualmente en curso o programados para un futuro.

Ya en la sala de máquinas, se analizó el desempeño de los equipos existentes (bombas, calderas, tableros, tanques de oxígeno, etc). También se entrevistó a los empleados que trabajan allí en horarios fijos y con aquellos que se encargan de realizar las guardias.

Comparando la demanda de recursos con el desempeño de los equipos, se identificaron desvíos y se propusieron mejoras. Se utilizó el diagrama de Ishikawa para hallar el problema de los desvíos.

Por último, se planificó la capacitación del personal involucrado en el sector. Se llevó a cabo un diagrama de Gantt, y se propusieron los objetivos y el alcance de la capacitación.

### 3.2 MISIÓN, VISIÓN Y VALORES

El HIEMI es un hospital público dependiente del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, que presta servicios de atención sanitaria especializada y realiza docencia e investigación en ciencias de la salud. Se localiza en la calle Castelli 2250 de la ciudad de Mar del Plata.

"La misión del HIEMI es proporcionar servicios de salud materno infantil que contribuyan a la recuperación de la salud física, a la promoción y prevención a partir de un enfoque integral que tome en cuenta los determinantes biológicos, psicológicos, socioeconómicos y ambientales del proceso salud-enfermedad. Se trabaja en forma articulada con los distintos sectores y actores sociales abocados a la tarea de mejorar la calidad de vida de la población, se promueve el mejoramiento de las condiciones de vida de las familias de la provincia de Buenos Aires y el cumplimiento del derecho a la salud de la mujer, el niño y el adolescente en los distintos ámbitos de la comunidad.

Su visión es ser reconocido como un hospital que presta sus servicios con responsabilidad social y con talento humano competente y comprometido con la mejora continua de nuestros procesos, que adhiere y aplica los principios de la iniciativa de Maternidades Seguras y Centradas en las Familias (MSCF) y que lidera la atención pediátrica con alta calidad asistencial y tecnológica propiciando la gestión clínica interniveles." (HIEMI, Manual de buenas prácticas, 2018)

Valores de la institución:

- Transparencia: conducta permanente por parte de todos los trabajadores de la institución en la gestión de las personas, la gestión de los pacientes y la gestión

económica financiera lo que implica compromiso con el manejo óptimo de la comunicación interna y externa, información, uso de bienes y recursos públicos.

- Respeto: todas las personas merecen el reconocimiento del valor inherente como tal y los derechos innatos como individuos

- Compromiso: disposición a contribuir al desarrollo de la población poniendo todos los recursos disponibles para responder a las necesidades sanitarias y a la sustentabilidad ambiental.

- Responsabilidad: cumplir debidamente las funciones y asumir las consecuencias de las decisiones, actos u omisiones.

- Solidaridad: capacidad para sentir empatía por otra persona y ayudarla en los momentos difíciles. Sentimiento de unidad en el que se buscan metas e intereses comunes.

- Trabajo en equipo: colaboración y confianza mutua para la obtención de objetivos comunes en el hospital

### 3.3 PERFIL Y COMPLEJIDAD DEL HOSPITAL

El HIEMI dispone de una compleja organización para satisfacer las constantes demandas de la creciente población de nuestra ciudad y de la Región Sanitaria VIII, compuesta por los Partidos de Ayacucho, Balcarce, Gral. Alvarado, Gral. Guido, Gral. Lavalle, Gral. Madariaga, Gral. Pueyrredón, La Costa, Lobería, Maipú, Mar Chiquita, Necochea, Pinamar, San Cayetano, Tandil y Villa Gesell. Su característica de Interzonal y especializado lo convierte en un Hospital de derivación que recibe pacientes de la Región Sanitaria VIII, de otras regiones de la Provincia de Buenos Aires e incluso de otras provincias.

Para atender esta demanda el Hospital cuenta con 300 camas para la asistencia del niño y la mujer embarazada. La Cartera de Servicios en el año 2018 contempla las siguientes especialidades del campo de la salud:

✓ Acompañante Terapéutico	✓ Cirugía Cardiovascular Infantil
✓ Alergia e inmunología	✓ Clínica Pediátrica
✓ Anatomía patológica	✓ Dermatología pediátrica
✓ Anestesiología	✓ Diagnóstico por imágenes
✓ Cardiología infantil	✓ Endocrinología infantil
✓ Cirugía de cabeza y cuello	✓ Enfermería
✓ Cirugía infantil (cirugía pediátrica)	✓ Farmacia y Esterilización
✓ Cirugía plástica y reparadora	

✓ Fisiatría (medicina física y rehabilitación)	✓ Neurocirugía
✓ Fonoaudiología	✓ Neurología infantil
✓ Gastroenterología infantil	✓ Nutrición Clínica
✓ Genética médica	✓ Obstetricia
✓ Ginecología Infanto Juvenil	✓ Odontopediatría
✓ Hematología infantil	✓ Oftalmología
✓ Hemodinamia	✓ Oncología infantil
✓ Infectología infantil	✓ Ortopedia y traumatología infantil
✓ Inmunizaciones	✓ Otorrinolaringología
✓ Kinesiología	✓ Promotores Comunitarios
✓ Laboratorio análisis clínicos (bioquímica)	✓ Psicología
✓ Nefrología infantil	✓ Psiquiatría infanto juvenil
✓ Neonatología	✓ Trabajo Social
✓ Neumonología infantil	✓ Terapia intensiva infantil
	✓ Terapia ocupacional

### 3.4 ORGANIGRAMA HOSPITALARIO

A continuación, en la Figura 2 se presenta el organigrama de la institución que muestra la forma en la que se organizan los empleados por áreas y su dependencia jerárquica que llega hasta el gobierno de la provincia de Buenos Aires en su eslabón más alto.

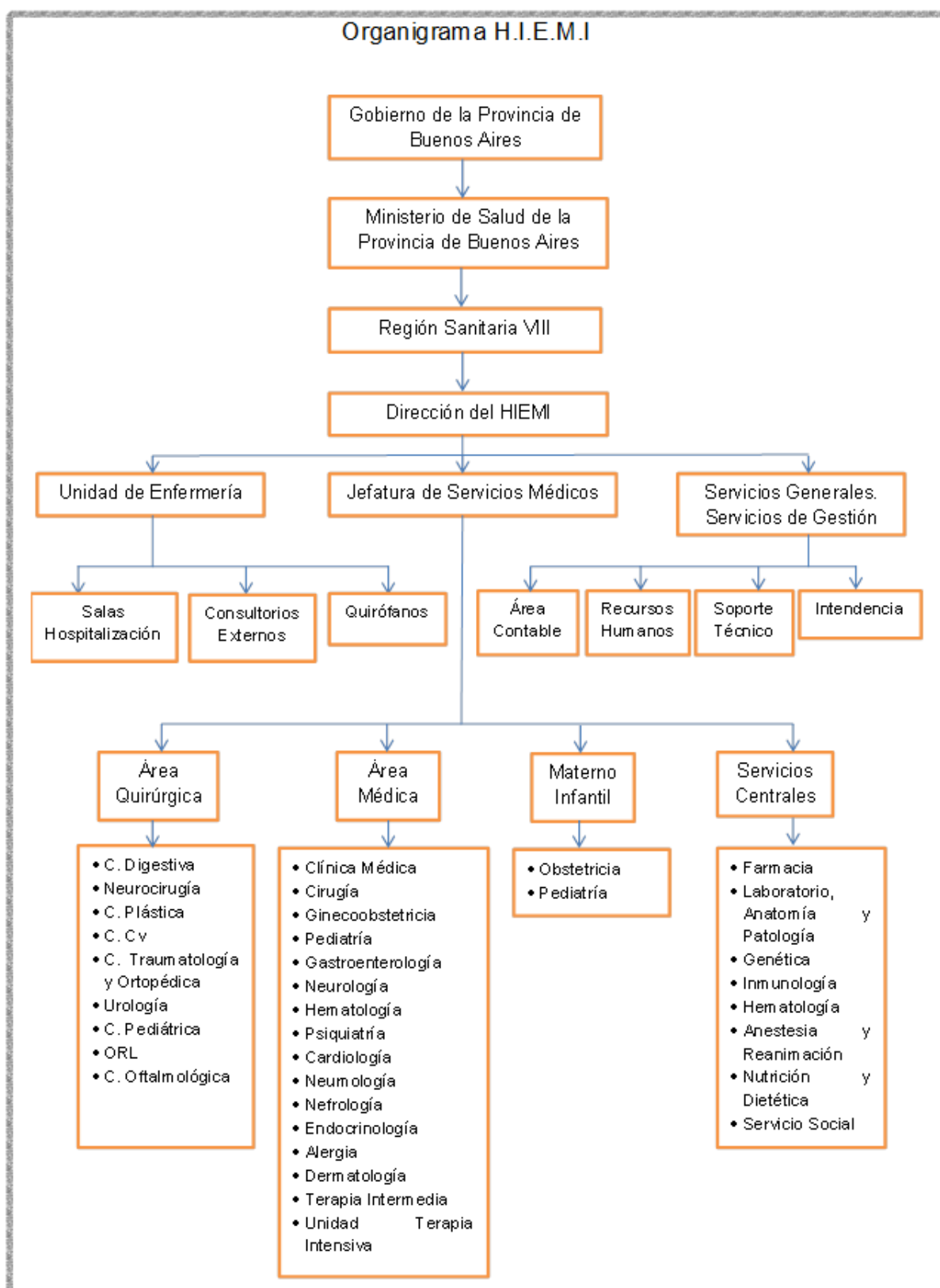


Figura 2. Organigrama  
Fuente: Manual de buenas prácticas H.I.E.M.I. (2018)

### 3.5 POLÍTICA ORGANIZACIONAL

La dirección del HIEMI es seleccionada por el Ministro de Salud de la provincia de Buenos Aires, es decir, que no se rinde un concurso. En vista de los antecedentes en el Hospital, la dirección está formada por miembros que ya eran parte del *personal*, y cuyos puestos son reservados por tratarse de un cargo de mayor jerarquía. Esto significa que, en caso de quedar finalizado su cargo en el directorio, los miembros vuelven a su anterior puesto con su respectivo sueldo, carga horaria, etc.

En una charla con la Directora del HIEMI, Viviana Bernabei, se pudo saber que la dirección se encuentra tratando de implementar la figura del CATA, Consejo Administrativo Técnico Asesor. Dicho Consejo está compuesto por la dirección, los representantes sindicales que operan en el Hospital y por los jefes de servicio. El objetivo es que todas las decisiones gerenciales estratégicas sean decididas por el CATA, y la dirección sea la responsable de ejecutarlas. A pesar de la buena predisposición de los miembros, la demora en la implementación se debe a que las anteriores direcciones no se caracterizaron por la toma de decisiones participativas, cuestión que está siendo trabajada en el fortalecimiento de la cultura organizacional.

Para el buen funcionamiento del CATA, a sus miembros les faltaba conocimiento de las herramientas de gestión, es por eso que se propuso la realización de un curso para llegar a todas las jefaturas de servicio y de salas. Los contenidos de la capacitación incluyeron la forma en que se arma el presupuesto del Hospital y cómo se gestionan los recursos y los proyectos.

### 3.6 FINANCIAMIENTO

Como en este trabajo se estudió el estado de los equipos para comparar la demanda de recursos esenciales, es probable que se recomienden nuevas adquisiciones, por lo tanto es importante explicar la metodología que utiliza el HIEMI para adquirir nuevos equipos o arreglos en este sector.

Fuentes de financiamiento del HIEMI:

- Presupuesto Ministerial: es un fondo que se entrega semestralmente a todos los hospitales de la provincia.
- Fondos SAMO (Sistema Asistencial Médico Ambulatorio): dinero aportado por las obras sociales de los pacientes que se atienden

- Plan Sumar (Plan Nacer + Patologías Congénitas): es un fondo nacional que se distribuye a todas las provincias en función de la cantidad de prácticas que se realizan en cada hospital.
- Programa IRAM: dinero extra entregado por el Ministerio de Salud para ser utilizado en insumos (oxígeno y medicamentos respiratorios como aerosoles) y personal. Tiene una duración de 3 meses ya que apunta a evacuar los problemas respiratorios que comienzan a partir del 1ro de junio de todos los años.

La compra de equipamiento o bienes de capital es realizada con el dinero del Plan Nacer y los fondos SAMO. En cambio, la compra de bienes de consumo es realizada con el presupuesto ministerial.

Las prioridades de adquisición son determinadas por la dirección y los jefes de servicio. Se evalúan las necesidades de cada sector en particular, la prioridad se da a aquellas actividades que permiten atender a la mayor cantidad de pacientes posible y de mayor nivel de complejidad.

Una vez decidido aquello que se va a comprar, se debe atravesar por un proceso conocido como licitación. Como positivo, es el método de compra más transparente que se conoce; como negativo, dura varios meses debido a que se necesita la aprobación de varios sectores del Ministerio. Esto genera la necesidad de una buena planificación de las compras de equipos o de las tareas de mantenimiento para que el dinero esté listo en tiempo y forma cuando dicha tarea deba realizarse.

### 3.7 FICHA DE INGRESOS

Para poder estudiar con más detalle los consumos de los recursos esenciales, primero se cuantificó la cantidad de ingresos de pacientes que se registraron en el HIEMI. A continuación, en la Figura 3 se pueden visualizar:



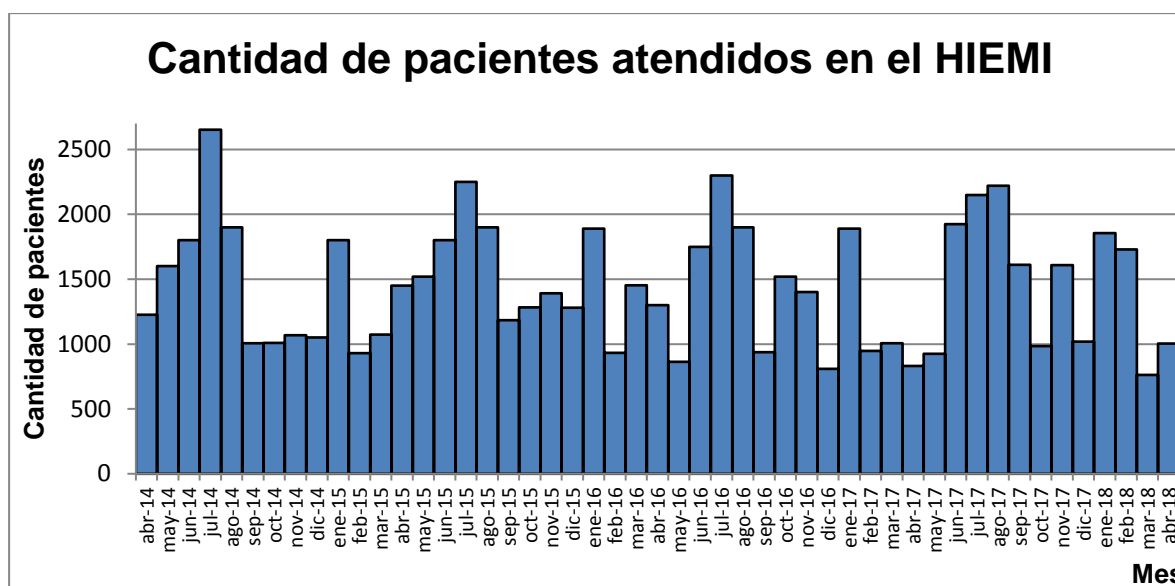


Figura 3. Pacientes atendidos en el HIEMI

Fuente: Elaboración propia con datos provistos por el departamento de estadísticas del HIEMI

La cantidad de pacientes que se atienden varía en función de la época del año, viéndose picos de ingresos durante los meses de invierno y enero. Los primeros corresponden a los meses junio, julio y agosto. A pesar de que en el hospital se atienden todas las problemáticas que un paciente materno infantil pueda atravesar, durante el invierno, el porcentaje de ingresos debido a enfermedades respiratorias crece exponencialmente. La explicación a esto se encuentra teniendo en cuenta que la ciudad de Mar del Plata posee un invierno frío y húmedo.

De igual forma crecen los ingresos en enero pero esto no es debido a la problemática respiratoria sino a que la población de la ciudad se ve incrementada temporalmente debido al turismo.

### 3.8 RECURSOS ESENCIALES

Los recursos esenciales definidos en este trabajo son los que mediante investigación en las instalaciones y reuniones con personal del HIEMI se consideraron como críticos.

#### 3.8.1 AGUA

El agua es un recurso crítico para el normal funcionamiento del HIEMI. A continuación, en el Cuadro 2, se pueden observar sus usos típicos en las instalaciones:

Lavandería	Dilución de fórmulas lácteas
Generación de vapor	Lavado de manos
Limpieza de instalaciones	Servicio de alimentación
Higiene de pacientes	Climatización

Cuadro 2. Usos típicos del agua

Fuente: Elaboración propia utilizando datos obtenidos de entrevistas con el personal

En la Figura 4 , se puede observar qué sectores del Hospital representan un mayor consumo.

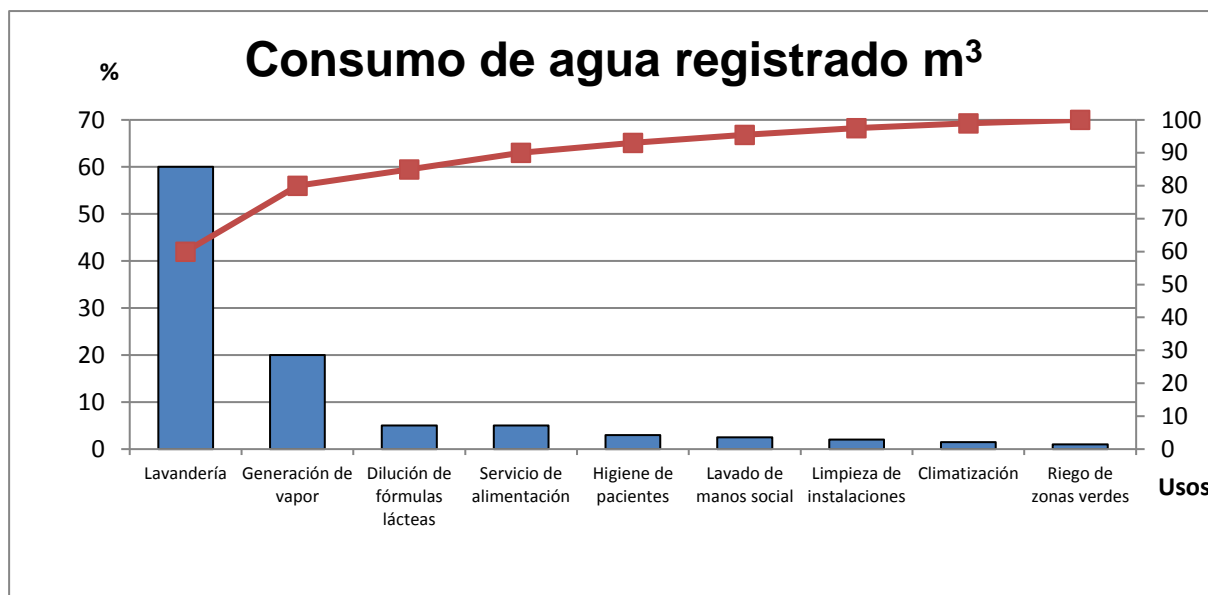


Figura 4. Diagrama de Pareto de los consumos de agua por sector  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos obtenidos en la investigación de cada sector

Cabe destacar que el Hospital posee un sector denominado Lactario, que es una unidad técnico administrativa que cumple la función de abastecer a todos los niños que se encuentran internados con una medida de bebedero de leche. Este sector registra un elevado consumo de vapor de agua y de agua en estado líquido. Allí se guardan los inventarios de leche en polvo, se preparan las fórmulas lácteas bacteriológicamente seguras y adecuadas desde el punto de vista nutricional, se esterilizan los biberones y todo el resto del material utilizado y se guardan los preparados para un día completo en refrigeradores. "Las fórmulas enterales se elaboran de acuerdo a las Normas de la Asociación Argentina de Nutrición Enteral y Parenteral (AANEP)" (HIEMI, 2018), siguiendo la indicación médica, y en todos los casos se utiliza agua en estado líquido para preparar las dosis.

Para la esterilización de los biberones, el lactario cuenta con una autoclave cuyo principal insumo para su funcionamiento es el vapor de agua.

También, existe un área de Esterilización cuyo consumo de vapor de agua es elevado. Cuenta con varios equipos esterilizadores (autoclaves) que se encargan de eliminar toda la vida microbiana incluidas esporas en materiales, equipos quirúrgicos, textiles y de vidrio.

Por último, funciona en el Hospital un sector de lavandería que también registra un consumo de agua elevado. Allí funcionan máquinas lavadoras y de secado. Su principal función es la de mantener limpia la ropa blanca que se utilizan los pacientes.

Es necesario destacar que el sistema de calefacción posee un consumo bajo de agua porque se trata de un circuito cerrado eficiente.

### 3.8.2 GAS

Este recurso también es considerado crítico dentro del HIEMI porque lo utilizan los quemadores dentro de las calderas que se encuentran en la sala de máquinas.

Por un lado, el sistema de calentamiento de los ambientes que predomina es calefacción central, un circuito cerrado en el cual llega a un equipo de aire central agua previamente calentada en una caldera de baja presión que utiliza gas como combustible.

De la misma manera se utiliza el gas en los quemadores de las calderas de alta presión para formar vapor de agua que es enviado a los sectores de esterilización y a los intercambiadores. Estos últimos utilizan el vapor para calentar el agua de la red sanitaria que luego conecta con las duchas de las habitaciones.

Otro sector cuyo consumo de gas es alto es la cocina. Este sector está tercerizado y la concesión está a cargo de la empresa *Fast Food*. Allí funcionan cocinas y hornos industriales para preparar todas las porciones que se entregan a los pacientes.

### 3.8.3 ELECTRICIDAD

La electricidad es el recurso elemental que no puede faltar en ningún Hospital. Se utiliza para iluminación, para el funcionamiento de equipos médicos y de soporte (compresores, bombas, equipos de aire acondicionado, ascensores, etc.)

En caso de una interrupción de la provisión de electricidad, el HIEMI cuenta con un grupo electrógeno que logra abastecer a determinadas zonas prioritarias y un circuito de luces de emergencia. Este tema se tratará con mayor profundidad en el apartado 3.9.3 de este trabajo porque es una de las problemáticas que se encuentran próximas a resolver por parte de la institución.

### 3.8.4 OXÍGENO

El oxígeno de calidad medicinal es un recurso de vital importancia para el tratamiento de pacientes de riesgo. A pesar de que no todos los usuarios del sistema de salud que

ingresan a la institución lo usen, aquellos que sí lo requieren, deben poder ser abastecidos de forma inmediata.

Es importante destacar que la falta de oxígeno en un ser humano por más de 2 minutos puede causar daños irreversibles y desencadenar hasta la muerte. Es por eso, que un sistema eficaz y eficiente de oxígeno debe ser mantenido en las instalaciones del Hospital.

En el Cuadro 3 se muestran los usos del oxígeno en el HIEMI:

Terapia respiratoria	Anestesia
Tratamiento de hipoxias	Unidad de cuidados intensivos
Creación de atmósferas artificiales	Reanimación
Tratamiento de quemaduras	Otros usos

Cuadro 3. Usos típicos del oxígeno

Fuente: Elaboración propia utilizando datos proporcionados por los doctores del HIEMI

El mayor consumo registrado de este recurso es por los pacientes en terapia intensiva, terapia intermedia y neonatología, donde se dispone de una red de provisión continua, con conexiones al lado de cada sitio de internación. Cabe destacar que toda la institución cuenta con una red de abastecimiento continuo de oxígeno.

### 3.9 CONDICIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS ESENCIALES UTILIZADOS

Dado que la institución no mantiene registros continuos de los consumos, se coordinó una entrevista con personal de contaduría del HIEMI, a fin de conseguir las facturas de los consumos efectuados y los importes abonados.

Una de las funciones del área de contaduría es guardar registros de los gastos del Hospital. El método utilizado para su almacenamiento es un archivo compuesto por carpetas, las cuales contienen las facturas impresas y datos de todos los proveedores. No existe un sistema de gestión electrónico donde se carguen los datos antes mencionados.

Se pudo observar que en contaduría no existían registros de facturas de electricidad, gas y agua, pero sí para el caso del oxígeno. Entrevistando al personal se pudo entender que la causa de esto es que las facturas son enviadas directamente desde el proveedor de servicio al Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, que es el organismo encargado de abonar las facturas.

Aquí se presentó la primera dificultad del trabajo. A fin de conseguir tales facturas, se solicitó a la directora del HIEMI que preparare notas consultando sobre los consumos históricos a los diferentes proveedores. Las notas fueron llevadas de forma personal y fueron presentadas en Camuzzi, EDEA y OSSE. Luego de tratar con los encargados de las

sucursales, ya que se trataba de información confidencial, y comentando que se trataba de un trabajo final de carrera de grado avalado mediante un convenio entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata y el HIEMI, se logró recibir días después los datos solicitados.

Para cada uno de los recursos, se hizo una descripción de la empresa proveedora y una tabla con los consumos históricos registrados. Posteriormente, se analizaron picos de consumo y la existencia del pago de multas.

### 3.9.1 AGUA

La empresa proveedora de agua es Obras Sanitarias Sociedad de Estado (O.S.S.E.). En 1984 se creó por Ordenanza del Concejo Deliberante de la Municipalidad de Gral. Pueyrredón y se estableció como empresa municipal. Su capital es 100% público y su único accionista es el Honorable Concejo Deliberante como representante de la comunidad.

Según el artículo N° 30 de la ordenanza vigente N° 23.646, se pudo determinar que los consumos del Hospital se encontraban dentro la Categoría B: "Se considerarán comprendidos en esta categoría aquellos servicios en los que el agua sea utilizada para usos ordinarios de bebida e higiene vinculados a la prestación de servicios de salud pública, educación pública o asistencia pública". (Mar del Plata, 2018)

Sin embargo, al analizar la Sección V, – Exenciones, Bonificaciones, Casos Especiales y Tarifa Social. Título I – Exenciones, Bonificaciones y Casos Especiales, se pudo hallar que el HIEMI se encuentra exento del pago.

El Artículo N° 94 de la misma ordenanza aclara que: "estarán exentos o particularmente afectados a un tratamiento preferencial respecto del pago de los servicios públicos de agua, cloaca, pluvial, del Fondo de Infraestructura, Gestión de la Calidad del agua y del Efluente Cloacal de la ciudad de Mar del Plata, contribuciones, cargos, aranceles, u otro concepto según se indique en cada caso:

ITEM 2: Entidad de bien público cuyo objeto principal sea propender a la rehabilitación, tratamiento, alimentación y educación de personas con deficiencia o discapacidad o enfermas, como asimismo el de protección, rehabilitación, alimentación y educación de personas en estado de desamparo. La liquidación del servicio se efectuará aplicando la tarifa del metro cúbico correspondiente a la Categoría A." (Mar del Plata, 2018)

El Hospital se encontraba exento del pago de Obras Sanitarias desde que se aprobó la ordenanza N° 23.023, la cual se fue renovando por el Consejo Deliberante de la ciudad de Mar del Plata.

El Hospital contaba con 9 medidores de agua en total y OSSE facturaba en tres formas distintas, es decir, que emitía tres facturas. La primera hacía referencia a 7 medidores que se pueden agrupar en la categoría de consumo C. La segunda factura incluía 1 medidor en la categoría B, y de igual manera lo hacía la tercera factura. Al sumarse los consumos registrados en las tres facturas se pudo calcular el consumo total de agua. A continuación, en la Figura 5 se pueden observar los consumos históricos de agua de los últimos 4 años:

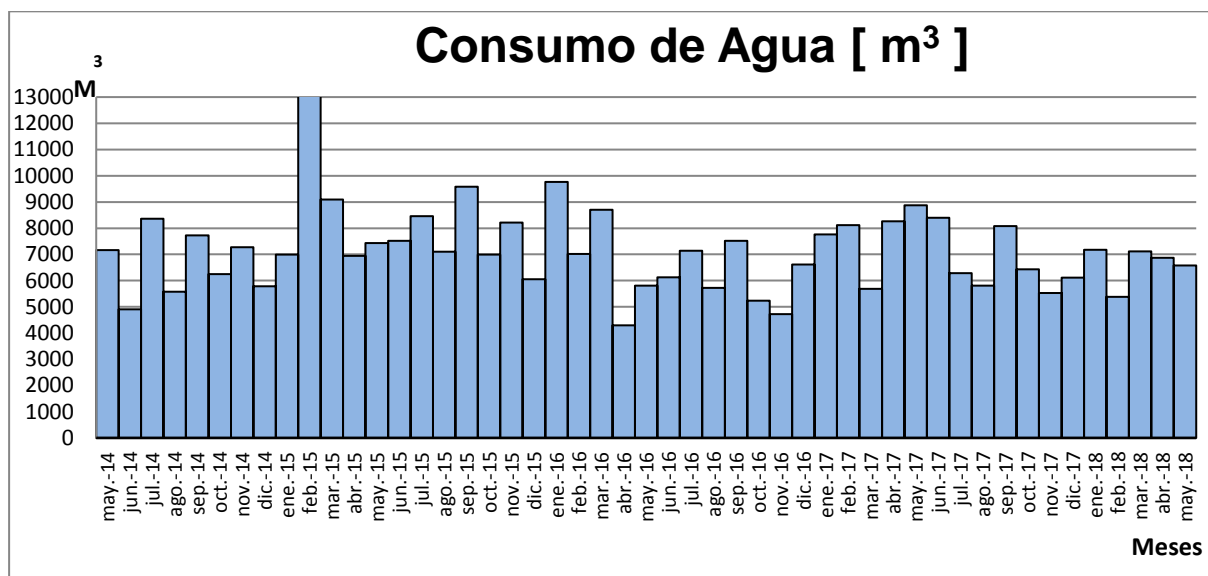


Figura 5. Consumos de agua  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos extraídos de las facturas de OSSE

En la Figura 6 se puede observar la diferencia entre los consumos históricos registrados por los 9 medidores:

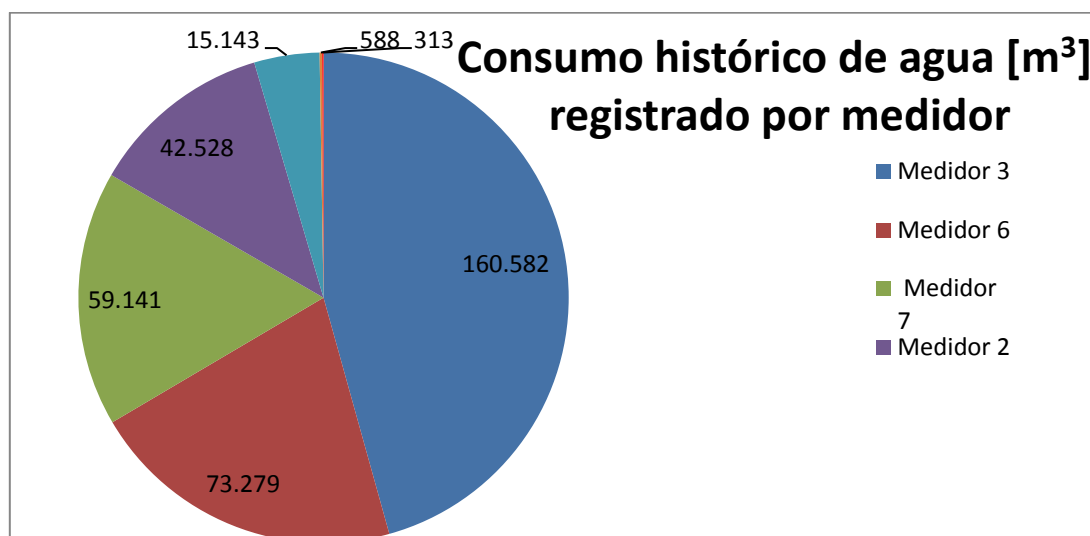


Figura 6. Consumo histórico de agua por medidor  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos extraídos de facturas de OSSE

Se pudo observar que los consumos históricos de los medidores 1 y 5 no eran representativos para este trabajo ya que las autoridades del sector de mantenimiento informaron que quedaron en desuso y desconectados de la red interna del Hospital. Sin embargo, revisando las facturas, se pudo observar que mensualmente registraban un consumo entre 3-8 m<sup>3</sup>. Se estimó que esto se debía a una mala facturación por parte de la compañía.

En la figura 5 se puede observar también que en el periodo analizado, Mayo 2014 – Mayo 2018, el máximo valor mensual registrado fue de 130000 m<sup>3</sup>. Analizando con mayor detalle se encontró que el medidor que registró el consumo inusual fue el n°6.

Al investigar este pico de consumo se notó que no había registro de ello. Sin embargo, los empleados recuerdan que hubo una gran pérdida en ese momento. Además, la fecha coincide con la de la inauguración de una fuente ornamental que se construyó en la intersección de las calles Castelli y Santa Fe.

Con estas dos causas se justificó el gran consumo registrado en febrero del año 2015.

Continuando con el análisis de la Figura 5, se quitó el consumo del mes de febrero de 2015 ya que se lo consideró no representativo por lo explicado en el párrafo anterior. Luego, se calculó la media aritmética y la desviación estándar:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= 6988,469388 \\ \sigma &= 1273,645099\end{aligned}$$

Con esto se concluyó que las variaciones en el consumo de agua en el H.I.E.M.I no fueron representativas durante los meses en estudio.

También se analizó la estacionalidad de los consumos, es por eso que se calcularon los índices estacionales promedio como se ve en el cuadro 4:

Mes	Consumo mensual agua [m3]					Demanda promedio del periodo	Demanda promedio total	Índice estacional promedio
	2014	2015	2016	2017	2018			
Enero		6998	9768	7761	7171	7924,5	6969,24	1,14
Febrero		-	7018	8117	5386	6840,33	6969,24	0,98
Marzo		9088	8699	5684	7109	7645	6969,24	1,1
Abril	6591,75	6942	4294	8264	6867	6591,75	6969,24	0,95
Mayo	7170	7428	5807	8872		7319,25	6969,24	1,05
Junio	4905	7519	6127	8395		6736,5	6969,24	0,97
Julio	8356	8463	7135	6288		7560,5	6969,24	1,08
Agosto	5581	7108	5729	5810		6057	6969,24	0,87
Septiembre	7424	9578	7520	8081		8150,75	6969,24	1,17
Octubre	6249	6991	5235	6429		6226	6969,24	0,89
Noviembre	7272	8217	4723	5533		6436,25	6969,24	0,92
Diciembre	5790	6058	6609	6115		6143	6969,24	0,88
<b>Demanda promedio total</b>						<b>83630,833</b>		

Cuadro 4. Cálculo de los índices estacionales promedio del agua  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos extraídos de las facturas de OSSE

Posteriormente, en la Figura 7 se ilustraron los índices estacionales promedios para poder agruparlos. Se calculó la desviación estándar de los índices y resultó 0,121.

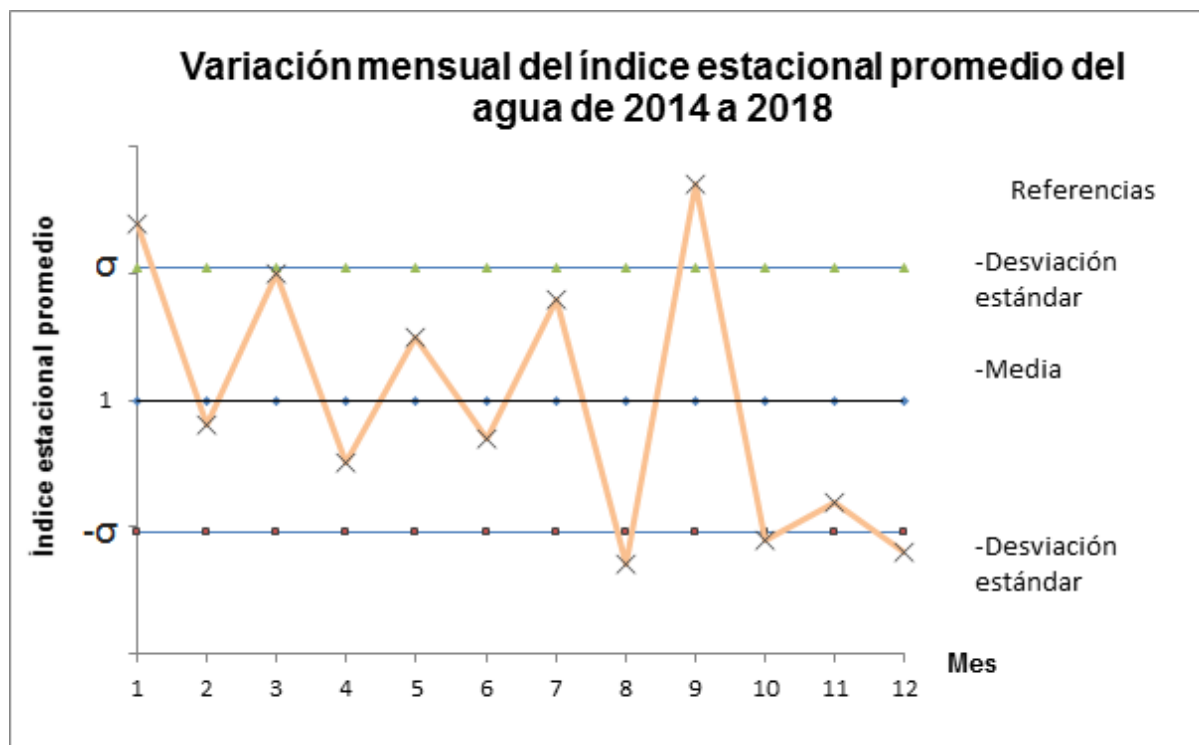


Figura 7. Variación mensual del índice estacional promedio del agua de 2014 a 2018  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos extraídos del cuadro 4

En la Figura 7 también se pudo observar que los consumos de agua no poseían gran variabilidad con respecto a la media. De todas formas, para fin de año, en octubre-noviembre-



diciembre se pudo notar cierta relación ya que los consumos se situaban casi sobre un valor de índice estacional promedio de 0.90.

### 3.9.2 GAS

La empresa proveedora de este servicio es Camuzzi Gas Pampeana S.A. La facturación tenía en cuenta los siguientes 4 aspectos:

- Precio de la transportadora: empresa encargada de llevar el gas desde el lugar de producción hasta el lugar donde se encuentre la empresa distribuidora.
- Precio del m<sup>3</sup> de gas: facturado en función al consumo registrado en el medidor de la propiedad.
- Precio de la distribuidora: empresa que distribuye desde el sitio de la transportadora hasta los distintos inmuebles.
- Impuestos: son tasas que impone el Gobierno Nacional a través de la Secretaría de Energía (dejó de ser Ministerio desde el año 2018).

Camuzzi utiliza la resolución vigente, ENRG N°306, para explicar el precio que va a cobrar finalmente. Lo divide en un cargo fijo y en un consumo de gas. Como se puede observar en ella, el HIEMI pertenece a la categoría: Otros Clientes. Más precisamente en la categoría: SGP 3. Se los posiciona ahí porque poseen un consumo anual mayor a 180.000 m<sup>3</sup>. (Sitio oficial CAMUZZI, s.f.)

El Ministerio de Energía y Minería de la Nación otorgó al Hospital una bonificación en su tarifa, más precisamente en el detalle mencionado anteriormente que hace referencia a impuestos, por ser una organización sin fines de lucro que consume gas esencial. Esto se pudo observar en la Res MEyM N 212 E/16. (Ministerio Energía y Minería, s.f.)

A continuación, en la Figura 8 se puede observar el consumo histórico de gas:

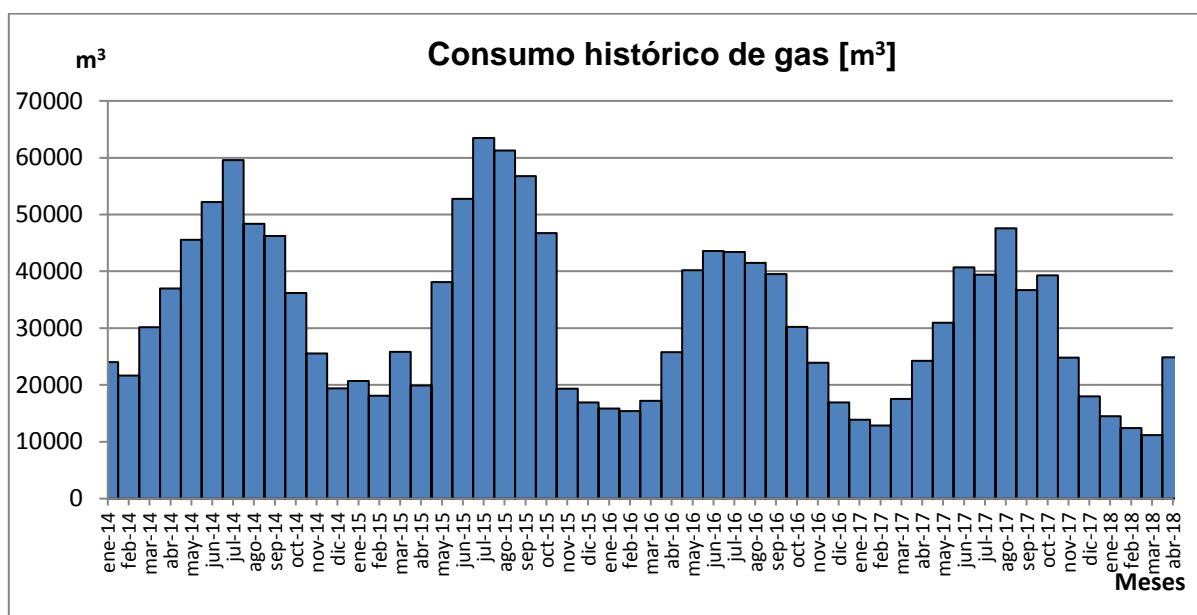


Figura 8. Consumo histórico de gas  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos extraídos de facturas de Camuzzi

Como se puede apreciar, los consumos de gas presentaron la forma de una onda senoidal cuyos valores máximos se dan durante los meses de invierno.

Como se mencionó en el apartado 3.8.2, el gas se utiliza para calentar agua en el sistema de calefacción, para generar vapor de agua para el área de esterilización y para los intercambiadores de calentamiento de agua.

Por último, se pudo encontrar que los picos de consumo se debieron a la interposición de la época de mayor cantidad de internaciones mensuales debido a enfermedades respiratorias (apartado 3.7) junto con la época más fría del año en la cual el HIEMI debe calefaccionar sus instalaciones.

### 3.9.3 ELECTRICIDAD

La empresa proveedora del servicio de energía eléctrica es EDEA S.A.

Para entender mejor los consumos registrados que se analizaron vale la pena aclarar lo siguiente. En una factura eléctrica se cuantifican dos importes:

- Importe fijo: corresponde a la potencia contratada por el cliente. Se divide en dos y tiene en cuenta un uso horario. Para el caso del H.I.E.M.I:  
Potencia pico contratada: 200 kW.  
Potencia fuera de pico contratada: 230 kW.

- **Importe variable:** corresponde a la energía propiamente consumida por el cliente. El Hospital contrató un servicio en el que se divide al día en 3 husos horarios, y a cada uno le corresponde un precio de energía distinto: energía pico, energía valle y energía resto.

Se encontró al HIEMI como cliente categoría T3BT, que significaba un requerimiento de una gran demanda y un contrato de suministro de energía en baja tensión. Esto correspondía a clientes cuya potencia mínima demandada era de 50 kW.

A partir del 1° de febrero de 2018 rigieron los precios por suministro eléctrico de acuerdo a lo resuelto por el Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires mediante Resolución N° 60/18 (B.O. 18/01/2018), y a lo establecido en el capítulo VI del Régimen Tarifario del Contrato de Concesión. Los precios indicados no incluían el impuesto al Valor Agregado ni demás tributos establecidos en la legislación vigente. (Cuadro tarifario EDEA, s.f.)

Mediante el pedido solicitado a EDEA S.A. se pudo conocer los consumos de energía mostrados a continuación en la Figura 9:

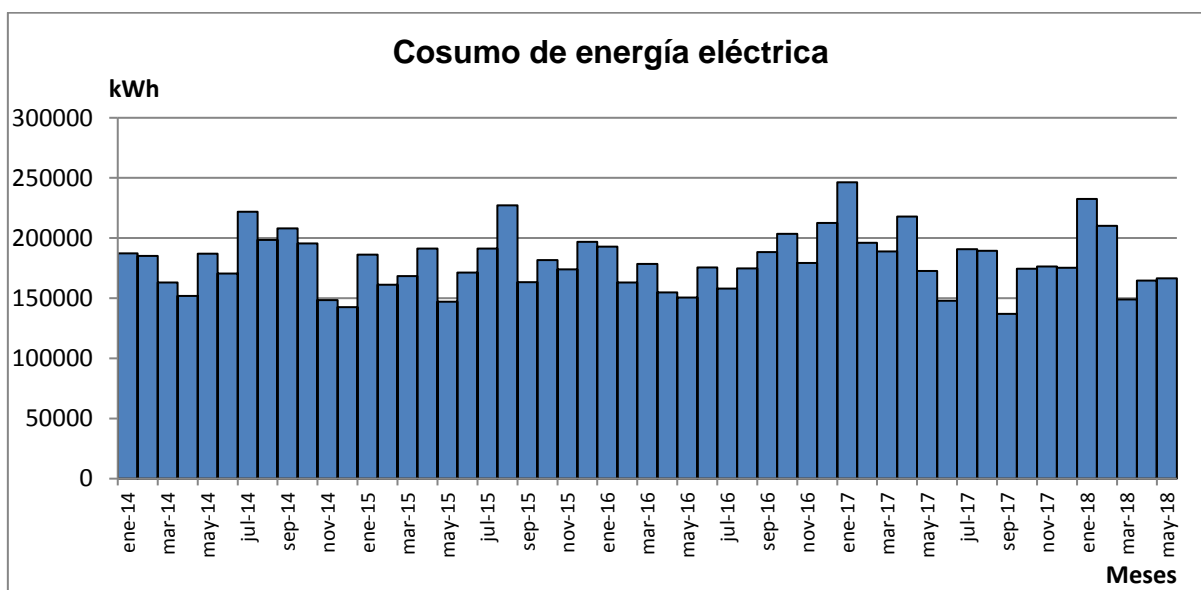


Figura 9. Consumo de energía eléctrica  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos extraídos de las facturas de EDEA

Sin embargo, a mediados del año 2016 se prohibieron las estufas eléctricas en los consultorios, se extendió la eficiente red de calefacción por aire central y se comenzó a instalar de forma masiva equipos de aire acondicionado, por lo que la matriz de consumo cambió radicalmente elevando así los consumos durante el verano.

Para realizar un análisis sobre recargos abonados, se estudiaron las facturas de electricidad de los primeros meses de los últimos 4 trimestres. Es decir:

- Junio – Julio - Agosto (2017)
- Septiembre – Octubre - Noviembre (2017)
- Diciembre – Enero - Febrero (2017-2018)
- Marzo - Abril - Mayo (2018)

A continuación, en el Cuadro 5, se observan los consumos de potencia pico y fuera de pico contratados y los porcentajes de exceso que se necesitaron para abastecer la demanda:

Potencia contratada vs Potencia consumida				
Factor	Meses			
	Junio 2017	Septiembre 2017	Diciembre 2017	Mazo 2018
Potencia pico contratada [kW]	200	200	200	200
Exceso potencia pico [kW]	128	125	77	120
Exceso en %	56.25	62.5	38.5	60
Costo exceso potencia pico [\$]	31.238,4	31.875	20.790	33.300
Potencia fuera de pico contratada [kW]	230	230	230	230
Exceso potencia fuera de pico [kW]	175	149	108	141
Exceso en %	76.08	64.78	46.95	61.30
Factor de potencia	0.91	0.92	0.93	0.91
Costo exceso potencia fuera de pico [\$]	29.095,5	25.702,5	19.440	26.649
Energía reactiva excedente [Kvarh]	17.816,62	12.640,22	11.047,48	17.933,45
Costo energía reactiva excedente [\$]	1710,39	1213,46	1060,55	1721,61

Cuadro 5. Potencia contratada vs Potencia consumida

Fuente: Elaboración propia mediante información recolectada de las facturas de energía de EDEA

Como se puede observar, en todos los meses analizados se necesitó potencia adicional, tanto pico como fuera de pico. A excepción del mes de diciembre de 2017 en el que el exceso representó un casi 40% en potencia pico, el resto de los meses tuvieron excesos de alrededor del 50%.

En todos los casos se notó un aumento altamente considerable que debería reverse, ya que EDEA S.A. penaliza cobrando un 50% más por exceso de potencia y eso se ve

reflejado en el precio final de la tarifa. Se trata de un 14% en promedio en concepto de exceso de potencia en el total de la factura.

Otro factor importante que se tuvo en cuenta a la hora de abonar recargos fue el factor de potencia ya que como se explicó en el apartado 2.3, al ser distinto de 1 se estaba consumiendo energía reactiva la cual también se abonaba. En el Cuadro 5, se pueden observar los factores de potencia, al calcular su promedio se encontró que era 92.5.

Se consideró que esto también debería modificarse para encontrarse más cerca de la unidad, lo que traería consigo beneficios económicos. Una opción sería colocar condensadores o capacitores.

De modo de resumen, se observó que se abonaban recargos por exceso en:

- Potencia fuera de hora pico
- Potencia en hora pico
- Energía reactiva

#### 3.9.4 OXÍGENO

El Hospital posee una extensa red interconectada para proveer de oxígeno a todas las salas y se las abastece por medio de un tanque de grandes proporciones. Se tuvieron en cuenta salas de internación, salas de terapia intensiva, quirófanos y la guardia. Además, existen casos de consumo fuera de esta red que se satisfacen por medio de cilindros, pueden mencionarse cunas con provisión independiente y traslados entre quirófano y salas.

El oxígeno se encuentra en estado gaseoso dentro de los caños que forman parte de la red, sin embargo, no es almacenado necesariamente en este estado.

Este recurso esencial es almacenado en dos estados diferentes, y para cada estado existe un proveedor distinto. El estanque criogénico estacionario contiene oxígeno en estado líquido y su proveedor es INDURA ARGENTINA S.A. En cuanto a la batería de cilindros fijos y de cilindros móviles, ellos contienen oxígeno en estado gaseoso y su proveedor es la empresa LINDE GAS ARGENTINA S.A.

El oxígeno es un insumo y se cubre con presupuesto ministerial. Se suman los volúmenes consumidos y se hace el pedido a las empresas correspondientes, es por eso que sí se encontraron las facturas de estos proveedores en el sector de contaduría. Se analizaron las facturas de consumo con la información de los consumos históricos de los últimos tres años. Los resultados se muestran a continuación en la Figura 10:

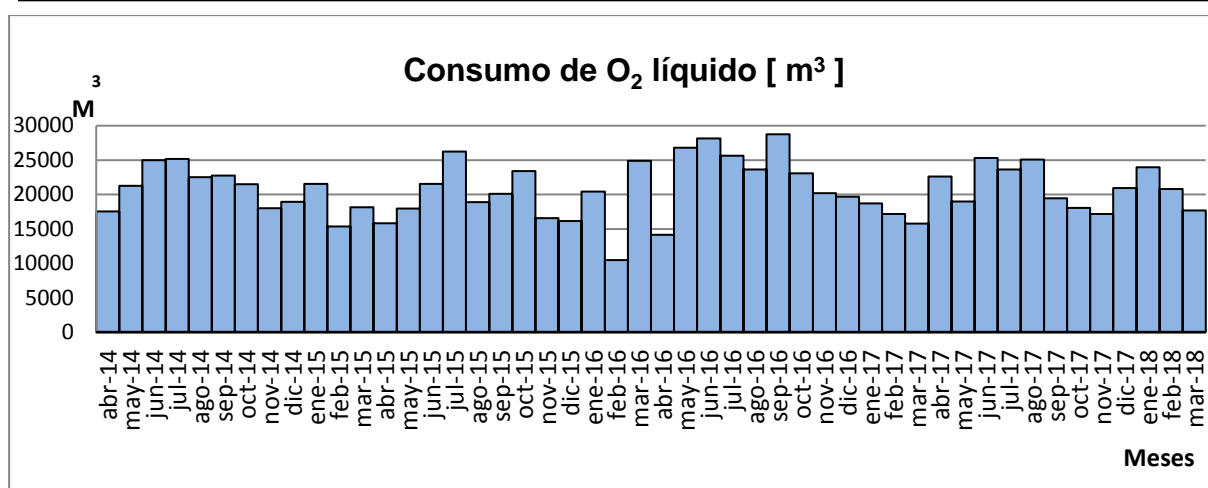


Figura 10. Consumo oxígeno líquido

Fuente: Elaboración propia utilizando datos extraídos de las facturas de INDURA ARGENTINA S.A

Se pudo observar como el consumo variaba en función a la época del año, más precisamente dependía de la cantidad de personas internadas con necesidad de oxígeno. Como se observaba una estacionalidad, se prosiguió a calcular los índices correspondientes como se muestra en el Cuadro 6.

Mes	Consumo Anual [m3]					Demanda promedio del período	Demanda promedio total	Índice estacional promedio
	2014	2015	2016	2017	2018			
<b>Enero</b>		21548	20438	18706	23960	21163	20740	1,02
<b>Febrero</b>		15361	10464	17153	20793	15942,75	20740	0,77
<b>Marzo</b>		18143	24879	15790	17662	19118,5	20740	0,92
<b>Abril</b>	17527	15835	14148	22598		17527	20740	0,85
<b>Mayo</b>	21250	17981	26797	18971		21250	20740	1,02
<b>Junio</b>	25003	21564	28147	25298		25003	20740	1,21
<b>Julio</b>	25165	26256	25618	23620		25165	20740	1,21
<b>Agosto</b>	22541	18914	23620	25090		22541	20740	1,09
<b>Septiembre</b>	22767	20082	28759	19461		22767	20740	1,10
<b>Octubre</b>	21499	23382	23056	18060		21499	20740	1,04
<b>Noviembre</b>	17986	16571	20204	17183		17986	20740	0,87
<b>Diciembre</b>	18918	16160	19667	20926		18918	20740	0,91
<b>Demanda promedio total</b>						248880		

Cuadro 6. Cálculo índice estacional promedio para oxígeno líquido

Fuente: Elaboración propia utilizando consumos del H.I.E.M.I.

Posteriormente, en la Figura 11 se ilustraron los índices estacionales promedios para poder agruparlos. Se calculó la desviación estándar que resultó 0,139.

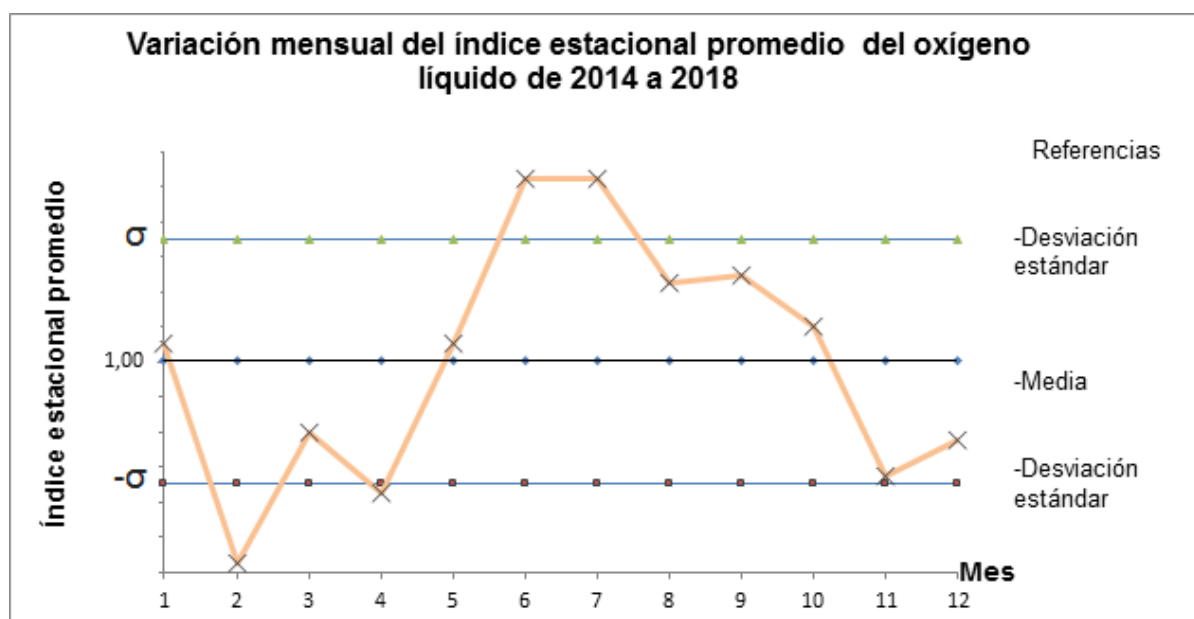


Figura 11. Variación mensual del índice estacional promedio del oxígeno líquido de 2014 a 2018  
Fuente: Elaboración propia utilizando los datos del cuadro 6

Utilizando la Figura 11 se fundamentó la hipótesis de que los consumos de oxígeno líquido tienen sus picos de consumo durante los meses de invierno, junio-julio, esto se debe al aumento de pacientes debido a enfermedades respiratorias.

En cuanto al consumo de oxígeno gaseoso, éste se puede observar en la Figura 12:

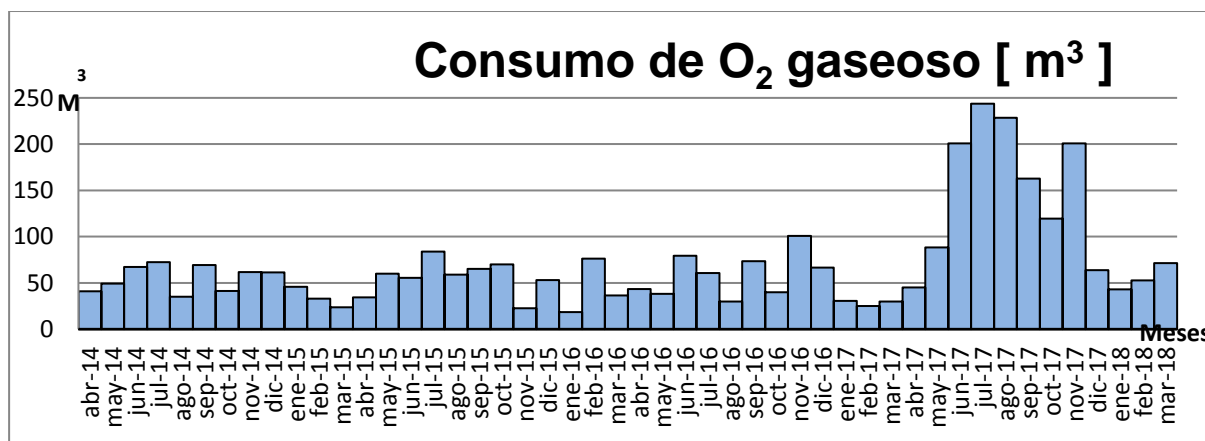


Figura 12. Consumo oxígeno gaseoso  
Fuente: Elaboración propia utilizando datos extraídos de las facturas de LINDE GAS ARGENTINA S.A.

Analizando, se pudo observar un consumo estable siguiendo las variaciones esperadas para cada mes, sin embargo, a partir de mayo del año 2017 esto dejó de ser así. Por entrevistas con el encargado del sector de oxígeno se pudo saber que se debió a una ampliación de la guardia, y como las salas que allí se encontraban no estaban aún conectadas

a la red que abastecía el tanque de oxígeno líquido, fue necesario suplirlas con cilindros que contenían oxígeno gaseoso.

Como estos consumos sacaban al gráfico de los límites normales, es decir que lo hacían estar fuera de control, se prosiguió a no tenerlos en cuenta para el análisis. De esta forma, solo se analizaron los meses desde abril de 2014 a abril de 2017.

Continuando con el análisis y de forma análoga a lo hecho con el oxígeno líquido, se prosiguió a calcular los índices estacionales promedio como se ve a continuación en el cuadro 7. Se calculó la desviación estándar que resultó 0,276.

Mes	Consumo Anual [m3]				Demanda promedio del periodo	Demanda promedio total	Índice estacional promedio
	2014	2015	2016	2017			
Enero		45,7	18,5	30,5	31,57	52,19	0,6
Febrero		33	76,2	25	44,73	52,19	0,86
Marzo		23,5	36,3	29,8	29,87	52,19	0,57
Abril	40,9	34,3	43,2	45,2	40,9	52,19	0,78
Mayo	49,2	60,1	38,2		49,15	52,19	0,94
Junio	67,3	55,3	79,3		67,3	52,19	1,29
Julio	72,4	84	60,7		72,35	52,19	1,39
Agosto	44,5	59	30		44,5	52,19	0,85
Septiembre	69,3	65	73,6		69,3	52,19	1,33
Octubre	55	69,9	40		54,95	52,19	1,05
Noviembre	61,7	22,5	100,9		61,7	52,19	1,18
Diciembre	60	53,2	66,7		59,95	52,19	1,15
<b>Demanda promedio total</b>					<b>626,27</b>		

Cuadro 7. Cálculo índice estacional promedio para oxígeno gaseoso  
Fuente: Elaboración propia con los consumos del H.I.E.M.I

Posteriormente, en la Figura 13 se ilustraron los índices estacionales promedios para poder agruparlos:



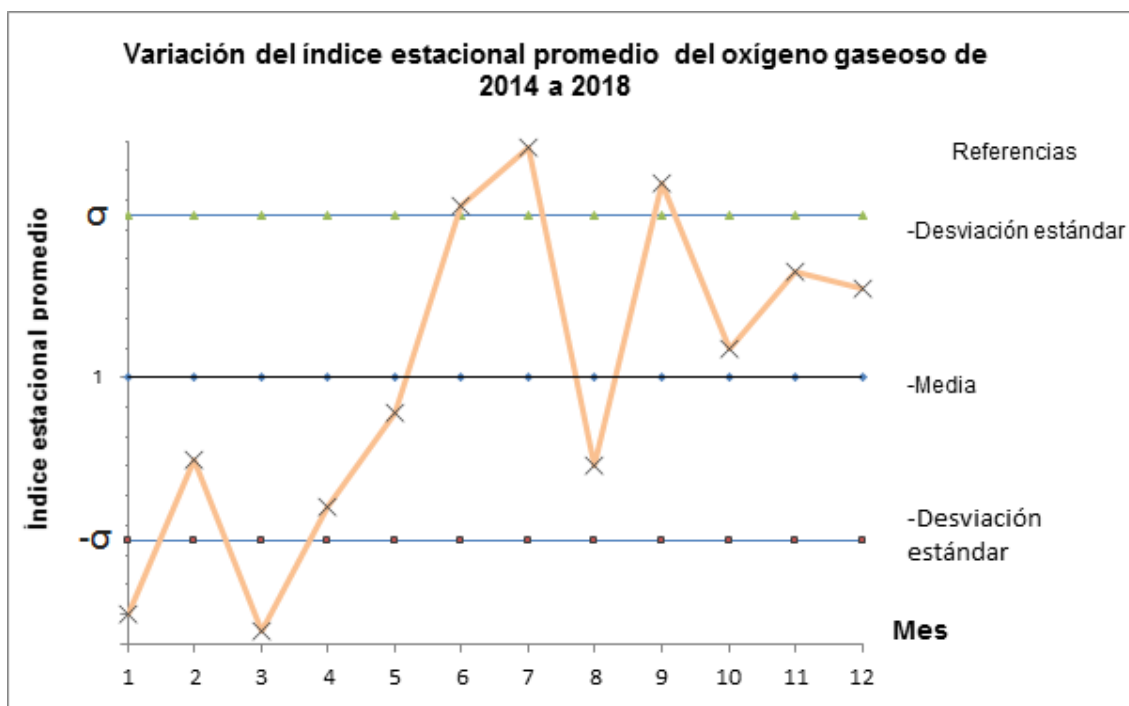


Figura 13. Variación mensual del índice estacional promedio del oxígeno gaseoso de 2014 a 2018  
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del cuadro 7

Se pudo concluir que los consumos de oxígeno gaseoso también poseen picos durante los meses de invierno: junio-julio.

De esta forma se demostró que los consumos de oxígeno se encuentran directamente relacionados con las enfermedades respiratorias que comienzan a aparecer en la ciudad a partir del mes de junio y que duran aproximadamente hasta el mes de agosto.

Sin embargo, es necesario destacar que también ocurren aumentos de consumo durante la temporada de verano. Una de las causas atribuibles es la llegada de turistas a Mar del Plata que hace que la población hospitalaria crezca notoriamente. Sus patologías se diferencian de las que se pueden observar en los meses de invierno, pero en los casos que se encuentren en áreas críticas necesitarán también la provisión de oxígeno.

### 3.10 DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

#### 3.10.1 CALDERAS

En la sala de máquinas del HIEMI se encontraron 5 calderas humotubulares para cumplir distintas funciones requeridas. Es por eso, que en el Marco Teórico se nombraron las normativas vigentes, las causas de fallas y aquellos estudios pertinentes que aseguran el buen funcionamiento de los aparatos sometidos a presión.

### Caldera 1 y 2:

Son calderas de agua automáticas utilizadas para climatización. La segunda posee características similares a la primera pero se encuentra fuera de funcionamiento debido a arreglos que no fueron solucionados en su debido tiempo y a que sus partes funcionaron como repuestos para la primera.

Las siguientes figuras 14,15,16 y 17 representan fotos que fueron tomadas de las calderas en cuestión, se muestra su identificación, manómetro y termómetro respectivamente:



Figura 14. Calderas de baja presión 1 y 2  
Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Especificación caldera 1  
Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Termómetro caldera 1  
Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Barómetro caldera 1  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se puede observar que el fabricante aseguraba en la especificación una presión de trabajo de  $0.5\text{kg/cm}^2$ , sin embargo, en la figura 17 se vio que difería con la que se estaba trabajando en los momentos en que se relevó la sala de máquinas. Esto es así porque las calderas fueron compradas en un principio para generar vapor y luego se reemplazó su uso al ya explicado en el párrafo anterior sin haberle retirado la chapa de especificación.

Una forma de saber si el manómetro está funcionando correctamente es por medio del cálculo de la altura piezométrica. Se comienza teniendo en cuenta la altura piezométrica que hay entre la caldera y el nivel de la base del tanque de expansión. La primera se encuentra en el segundo subsuelo y el tanque en la terraza del cuarto piso. Si cada nivel posee 3 metros, la altura total resulta 20 metros aproximadamente. Como cada atmósfera de presión es equivalente a 10 metros de columna de agua, la presión de  $2,4\text{ kg/cm}^2$  que muestra el manómetro es coherente.

Durante la recorrida se notó también que la posición de todos los indicadores de las calderas se encuentran en la parte superior del equipo, a unos 2,3 metros de altura.

Se trata de artefactos sometidos a presión que poseen una antigüedad de 39 años y según lo explicado en el apartado 2.4, debería solicitarse una extensión de vigencia a cargo de un profesional matriculado o deshabilitar su servicio. La dirección se adelantó a este plazo y gestionó una licitación para poder renovar este equipo.

Caldera 3 y 4:

Son calderas automáticas de baja presión que generan vapor que luego es enviado a los intercambiadores para calefaccionar el agua de la red sanitaria. El agua, a una

---

temperatura de 70°C, ingresa por medio de bombas a otra red distinta a la de calefacción, hasta llegar a todos los baños de las salas del Hospital, la cocina y lavandería.

La segunda caldera posee características similares a la primera pero se encuentra también fuera de funcionamiento debido a arreglos que no fueron solucionados en su debido tiempo y a que sus partes funcionaron como repuestos para la primera.

En las figuras 18, 19 y 20 se puede apreciar la caldera, el manómetro, la chapa y el tablero:



Figura 18. Caldera 3  
Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Barómetro caldera 3  
Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Chapa identificatoria caldera 3  
Fuente: Elaboración propia

En este caso se puede notar que la presión de trabajo especificada por el fabricante difiere de la presión de funcionamiento que se pudo apreciar los días que se realizaron las visitas a la sala de máquinas.

Esta caldera posee 20 años de antigüedad por lo que, al igual que en la caldera 1, el mantenimiento es estrictamente necesario. Esto crea la necesidad de mantener actualizados todos los ensayos que deban realizársele. Del mismo modo ocurre con las revisiones diarias de los elementos de seguridad, dispositivos de seguridad, dispositivos de control, instrumentos y accesorios.

Nuevamente se notó que no se realizó la prueba hidráulica correspondiente en tiempo y forma. La dirección se adelantó y solicitó una renovación de equipos.

En el suelo detrás de estas calderas se observaron restos de sarro porque el caño para realizar la purga se encuentra pinchado en varios sectores y no se cuenta con un depósito contenedor. A continuación, en la Figura 21 se puede observar una foto de la acumulación de sarro en cuestión:



Figura 21. Acumulación de sarro detrás de las calderas  
Fuente: Elaboración propia

Se notó que no existe un procedimiento para realizar las purgas periódicas. Además, los operarios de sala de máquinas no han extraído el sarro en tiempo correspondiente cuando sus cantidades eran pequeñas. Esto produce un gasto ya que se le debe pagar horas extras a empleados de limpieza una vez por bimestre para que se encarguen de desalojar dichos residuos de la sala de máquinas. Más adelante se mostrará una propuesta de mejora relacionada con la capacitación del personal de dicho sector, y ese espacio servirá además para levantar avisos y encontrar soluciones como las recién tratadas.

Además, el vapor es eliminado por la cañería de purga a más de 100 grados centígrados de temperatura y ésta se encuentra en mal estado. El personal realiza esta maniobra sin elementos de protección personal a pesar de contar con la provisión de los mismos.

Se considera que se debería reemplazar la cañería de purga en mal estado, comprar un recipiente contenedor de este sarro que facilite el traslado y crear un procedimiento con los pasos detallados.

#### Caldera 5:

Se trata de una caldera automática que trabaja a una presión más elevada que las dos anteriores. La generación del vapor es utilizada por el área de esterilización.

Es una caldera humotubular y la presión de trabajo es  $6\text{kg/cm}^2$ . A continuación, se pueden ver las figuras 22, 23, 24, 25 y 26 de la caldera 5, la identificación, el visor de nivel, dispositivos de control e instrumentos, y el lugar donde se realiza la purga respectivamente.





Figura 22. Caldera 5, humotubular de alta presión  
Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Chapa identificatoria caldera 5  
Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Visor de nivel de la caldera de alta presión  
Fuente: Elaboración propia

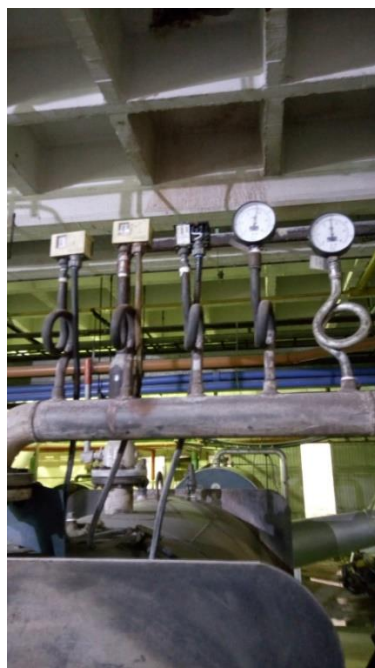


Figura 25. Dispositivos de control e instrumentos de la caldera de alta presión  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 25 se puede observar de izquierda a derecha: 3 presostatos y dos manómetros. Los primeros son dispositivos de control automáticos que accionan un contacto de desviación de desconexión rápida del aportador calorífico que puede calibrarse en el nivel de presión deseado. Los segundos son indicadores de la presión de trabajo.

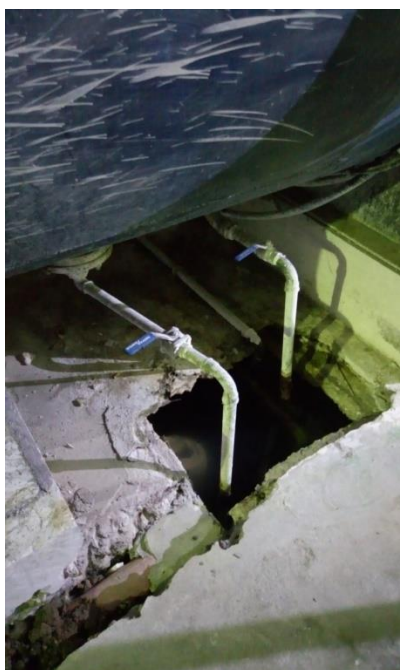


Figura 26. Contenedor de purga de la caldera de alta presión



Fuente: Elaboración propia

Aquí también vale la aclaración de la altura en la que se ubican los instrumentos de medición.

Se puede ver que el lugar donde se realiza la purga de esta caldera en un depósito de agua que queda debajo de la misma caldera. Aquí no se observaron procedimientos de limpieza de sarro ni estudios sobre la erosión que le produce al piso teniendo en cuenta que éste sostiene al artefacto sometido a presión en estudio.

De igual modo que con las calderas anteriores, se venció el plazo para la prueba hidráulica. Pero en este caso, teniendo en cuenta la presión de trabajo de este aparato sometido a presión ASP, los recaudos deben maximizarse. La dirección también solicitó el recambio de este equipo.

### 3.10.2 INTERCAMBIADORES

Estos aparatos reciben el vapor de la caldera 3 y por medio de un sistema de cañerías internas por las que circula agua logran calentarla. Luego es usada en toda la institución.

Se pudo encontrar 3 intercambiadores pero solo funcionan 2 debido a fallas que no fueron resueltas. A continuación, en la Figura 27 se pueden observar los equipos.



Figura 27. Intercambiadores  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver se trata de equipos antiguos, no se encontraron las chapas identificatorias de los equipos pero se estima, en base a los dichos de los empleados más antiguos, que tienen más de 25 años de edad.

Tampoco se encontraron en los registros ensayos no destructivos en el último año. En un costado, se encontró una parte del intercambiador que estaba fuera de funcionamiento y la misma se encontraba completamente llena de sarro. Con estas condiciones no es posible asegurar que los intercambiadores trabajen con la eficiencia para la cual fueron diseñados.

### 3.10.3 ABLANDADOR DE AGUA

Este equipo elimina los iones de calcio y magnesio que conforman la dureza del agua y provocan un deterioro anticipado en los rodetes de las bombas y una generación excesiva de sarro en los intercambiadores y calderas. El principio de funcionamiento se conoce como intercambio iónico, y consiste en sustituir los iones anteriormente mencionados por sodio.

Si la dureza del agua no es eliminada adecuadamente, los iones decantan sobre los tubos de la caldera generando incrustaciones de calcio y magnesio sobre los tubos (dureza o sarro). Éstas poseen características aislantes que disminuyen la capacidad de generación de vapor de la caldera, provocan un aumento en el uso de combustible y un recalentamiento de los tubos con el consiguiente riesgo de deformaciones o rupturas. Empíricamente se conoce que 1 mm de sarro duro disminuye el rendimiento de la caldera entre un 5 y un 10 %, elevando así el consumo de gas.

En el Hospital, este proceso es controlado por una empresa tercerizada que acude para hacer el mantenimiento programado y así asegurar que se logren los objetivos. No existe documentación técnica y analítica de análisis de agua que el tercerizado deje en las instalaciones.

En particular, en el momento que se relevó la sala de máquinas, se notaron excedentes de sarro en las calderas y en los intercambiadores.

### 3.10.4 BOMBAS

1 ° grupo:

Corresponde a las 2 bombas que actualmente elevan agua de la cisterna en sala de máquinas a los dos tanques ubicados en la terraza. La conexión está diseñada para cuatro bombas de similares características, sin embargo, una se quitó por fallas que no se repararon a su debido tiempo y otra se encuentra en reparación hace varios meses. En la Figura 28 se puede observar la ubicación de bombas y la chapa con la descripción del fabricante respectivamente:



Figura 28. Bombas elevadoras de agua a los tanques  
Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Identificación de las bombas elevadoras de agua a los tanques  
Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, se encuentra en funcionamiento 2 de las 4 bombas disponibles, es decir, lo mínimo e indispensable. La primera abastece al tanque grande y la segunda al tanque chico.

2º grupo:

Corresponde a las bombas que elevan agua caliente para la red de climatización. En la Figura 30 se puede observar la ubicación de las bombas en la sala de máquinas.



Figura 30. Bombas elevadoras para climatización  
Fuente: Elaboración propia

Se pudo observar que la conexión estuvo pensada para 6 bombas pero solo se encontraron 3, esto es debido a que fueron desacopladas por fallas y no se lograron reemplazar.

Las 3 que se encuentran en funcionamiento elevan agua para climatización hasta cada uno de los 3 pisos superiores.

### 3.10.5 GRUPOS ELECTRÓGENOS

Se trata de dos equipos que se encuentran en sala de máquinas y que están resguardados en un perímetro por una reja la cual solo tiene el ingreso permitido personal de electricidad.

A continuación, en la Figura 31 se pueden ver los dos grupos electrógenos:



Figura 31. Grupos electrógenos

Fuente: Elaboración propia

Se pueden observar los grupos electrógenos, uno a la izquierda y el otro a la derecha en la figura. Son motores de 4 tiempos, uno posee un encendido manual y el otro automático. Lamentablemente, debido a fallas e imposibilidades de conseguir los repuestos por la antigüedad, el primer equipo se encuentra fuera de servicio.

En la Figura 32 se puede observar la especificación del grupo que funciona actualmente. Cuenta con un encendido automático cuyos tiempos de respuesta rondan en entre los 16 y 20 segundos desde que se produce el corte del suministro eléctrico.

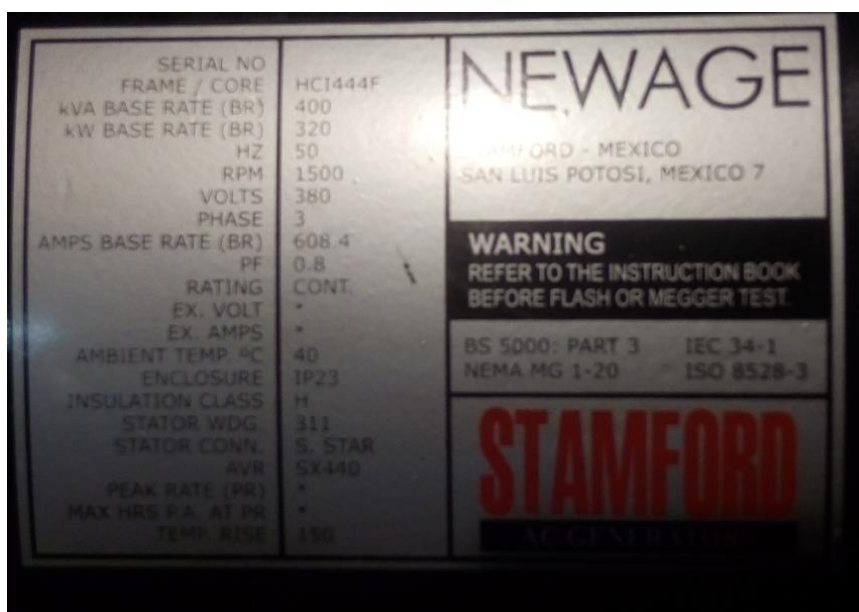


Figura 32. Especificación grupo electrógeno  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura, el grupo posee una potencia de 320 kW los cuales se utilizan para abastecer en caso de un corte del aprovisionamiento eléctrico a las siguientes áreas:

- Terapia intermedia e intensiva
- Guardia
- Quirófanos
- Ascensores
- Neonatología
- Obstetricia
- Áreas determinadas de pasillos

Cada área cuenta con tomacorrientes señalizados para que los empleados sepan cuales de ellos son los que funcionan en caso de un corte de luz para uso de emergencia.

De forma periódica, generalmente los días viernes el grupo es encendido para verificar su funcionamiento. Esta prueba se realiza sin carga.

---



Sin embargo, se pudo notar en el historial del equipo que hace más de un año que no recibe mantenimiento. Pudiendo entender la criticidad de este equipo ya que abastece en caso de corte a las zonas más importantes de la institución, se hace imprescindible las inspecciones por parte de personal del HIEMI y de empresas tercerizadas que verifiquen el alternador, el motor y el grupo. Se debe reforzar con el tercerizado para que garantice alta fiabilidad de servicio según lo pactado inicialmente en el contrato.

Es importante destacar que la ausencia del grupo electrógeno de encendido manual marca un riesgo debido a que en caso de una emergencia, no se cuenta con un segundo equipo en paralelo que abastezca la demanda de los sectores críticos.

### 3.10.6 TANQUE CRIOGÉNICO ESTACIONARIO

Vale aclarar que el oxígeno a temperatura ambiente en un gas permanente, es decir, no puede licuarse solo con presión. En el Hospital, el oxígeno en estado líquido es almacenado en un estanque criogénico estacionario cuyo volumen de almacenamiento equivalente del compuesto gaseoso es de 18.000 m<sup>3</sup> y está ubicado en un patio que tiene salida independiente a la calle Castelli. A continuación, en la Figura 33 se lo puede observar:



Figura 33. Tanque de oxígeno líquido  
Fuente: elaboración propia

Características del tanque criogénico estacionario de oxígeno:

- Proveedor: INDURA ARGENTINA S.A
- Volumen: 22.700 litros = 19.140 m<sup>3</sup> oxígeno (15°C y 1 atm)
- Presión interna del tanque: 9 kg/cm<sup>2</sup>
- Material: acero inoxidable y acero al carbono
- Temperatura del O<sub>2</sub>: -183 °C
- Estado del O<sub>2</sub>: líquido (Manual Indura, s.f.)

En la Figura 33 se puede observar el único manómetro que se encuentra en el tanque y que muestra una presión interna de casi 10 kg/cm<sup>2</sup>:



Figura 34. Manómetro del tanque criogénico estacionario de oxígeno líquido  
Fuente: Elaboración propia

La presión que utiliza el tanque es muy elevada por lo que los ensayos que aseguren su buen estado son imprescindibles para evitar accidentes y cortes en el aprovisionamiento.

Durante la recorrida por las inmediaciones del tanque, se observó que el vaporizador (donde se produce el cambio de estado líquido-gas) se congela excesivamente en su primer tramo. Esto puede observarse en la Figura 35:



Figura 35. Cañería del tanque criogénico estacionario  
Fuente: Elaboración propia

Este hielo que se produce retrasa la vaporización del oxígeno y su posterior ingreso en estado gaseoso a la red del HIEMI. Teniendo en cuenta lo mencionado sobre la peligrosidad de la interrupción del aprovisionamiento de oxígeno en personas, y aún más en infantes de solo meses de vida, esto no debería ocurrir.

Este inconveniente se soluciona con una ducha de agua fría que se encuentra arriba del vaporizador.

### 3.10.7 CILINDROS DE OXÍGENO

Por otro lado, el oxígeno es estado gaseoso, que se utiliza para traslados internos y para abastecer a la red cuando el tanque criogénico estacionario queda fuera de servicio, es almacenado en 22 cilindros cuyos volúmenes de almacenamiento del compuesto gaseoso son de 8 m<sup>3</sup> y están ubicados en un depósito contiguo al tanque de O<sub>2</sub> líquido visto con anterioridad.

A continuación, en la Figura 36 se puede ver la batería de 22 cilindros:





Figura 36. Tanques de oxígeno gaseoso  
Fuente: Elaboración propia

Características de los 22 cilindros de oxígeno:

- Proveedor: LINDE ARGENTINA S.A
- Volumen de almacenamiento: 8 m<sup>3</sup> / cilindro
- Presión interna del tanque: 150 kg/cm<sup>2</sup>
- Material: acero de aleación
- Temperatura del O<sub>2</sub>: Ambiente
- Estado del O<sub>2</sub>: gaseoso

### 3.11 IDENTIFICACIÓN DE DESVIOS Y PROPUESTAS DE MEJORA

#### 3.11.1 BANCO DE CAPACITORES

En cuanto a la corrección del factor de potencia que se mencionó en el apartado 3.8.3, hay que destacar que ya se cuenta con un banco de capacitores con 4 pasos como se ve en la Figura 37:



Figura 37. Banco de capacitores  
Fuente: Elaboración propia

Cada paso posee 3 capacitores marca Leyden de 33,2  $\mu\text{F}$  y 5 kvar cada uno. Sin embargo, únicamente se encuentra en funcionamiento un solo paso debido a fallas que no fueron reparadas.

Para asegurar el normal funcionamiento del banco de capacitores vigente debería realizársele ensayos (estado, perforaciones y pérdidas de aislación) pero no fueron encontrados en los registros. Tampoco el personal posee el instrumental para hacerlos.

Al no funcionar de manera óptima el banco, no se puede lograr la corrección del factor de potencia como se explicó en el apartado 3.8.3, con el consiguiente pago de multas.

De acuerdo al precio que se pudo acceder para proveedores nacionales, la reparación de este banco cuesta alrededor de 85.000 pesos argentinos.

### 3.11.2 POTENCIA CONSUMIDA

Este es uno de los factores en los cuales se notó un desvío, si se observa el Cuadro 5 se puede ver la diferencia entre la potencia contratada vs la potencia consumida tanto sea en pico de consumo como fuera de pico.

Se propone generar un nuevo contrato entre la institución y la empresa proveedora de energía eléctrica EDEA en el cual se ajusten los valores a los consumidos para evitar el pago de penalizaciones.

Evidenciando los consumos registrados, se propone cambiar la potencia pico contratada de 200 kW a 320 kW y la potencia fuera de pico de 230 a 380 kW. Con esto se logrará un ahorro mensual promedio de \$30.000 en el primer caso, más \$25.000 en el segundo caso. En total, se logrará un ahorro mensual promedio de \$55.000

### 3.11.2 FACTOR DE POTENCIA

Aquí también se nota un desvío ya que un factor de potencia menor a 1 genera consumo de energía reactiva la cual debe abonarse a EDEA. Los valores estudiados pudieron verse en el Cuadro 5.

Se recomienda llevar el factor de potencia a 0,95 teniendo en cuenta lo recomendado por el distribuidor para grandes consumidores (EDEA, 2019). Para ello se tuvieron en cuenta los valores que informó la distribuidora en las facturas mensuales.

Como se desarrolló con anterioridad, ya existe un banco de capacitores sin embargo solamente se encuentra funcionando al 25% de su capacidad por fallas no solucionadas y arreglarlo cuesta aproximadamente 85.000 argentinos.

Es por eso, que se analizó la posibilidad de compensar localmente los equipos con mayor consumo, entre ellos: equipos de aire acondicionado, equipos de rayos, ascensores y tomógrafo. En él se muestran los capacitores necesarios para lograr llevar el factor de potencia a 0,95:

Equipos a compensar	P [kW]	Nº	Fp inicial	Fp deseado	Qc [kVar]	Qc tot [kVar]	Atribución
Tomógrafo	100	1	0,89	0,95	19	19	33%
Equipo de rayos	40	3	0,9	0,95	7	21	37%
Condensador 2	32	1	0,91	0,95	5	5	9%
Condensador 3	21	1	0,91	0,95	3	3	5%
Condensador 4	21	1	0,91	0,95	3	3	5%
Condensador 6	11	1	0,93	0,95	1	1	2%
Condensador 1	11	1	0,93	0,95	0,8	0,8	1%
Ascensor	8	6	0,93	0,95	0,7	4,2	7%
Condensador 5	6	1	0,94	0,95	0,2	0,2	0%
Ecógrafo	2	3	0,94	0,95	0,1	0,3	1%

Cuadro 8. Energía reactiva a compensar por equipo  
Fuente: Elaboración propia utilizando especificaciones de cada equipo

Dado que el tomógrafo y los equipos de rayos corresponden al 70% de la potencia a compensar, se recomienda comenzar por ellos.

De acuerdo al precio que se pudo acceder para proveedores nacionales, la compra de estos 4 capacitadores cuesta alrededor de 26.000 pesos argentinos. Es un valor notoriamente menor al de arreglar el banco de capacitores, es por eso que recomienza utilizar esta opción.

A diferencia del banco de capacitores instalado actualmente, la compensación local permitiría:

- Optimizar toda la instalación eléctrica porque aliviaría la carga reactiva en el lugar de consumo con lo que evitaría el sobredimensionamiento y el calentamiento de los cables.
- La corriente reactiva ( $I_r$ ) se abastecería en el mismo lugar de consumo lo que facilitaría la instalación del condensador.
- Descargaría el centro de transformación (potencia disponible en kW) lo que permitiría que se agreguen más cargas que las actuales sin calentar los cables por sobrecarga y/o realizar un recableado.

Para complementar este análisis se realizó un diagrama de Ishikawa que aborda como problemática principal la multa abonada por factor de potencia. Éste se puede ver en la Figura 38:

Propuesta de mejora en el uso de los recursos esenciales en el hospital Interzonal Especializado Materno Infantil “Don Victorio Tetamanti” de la ciudad de Mar del Plata

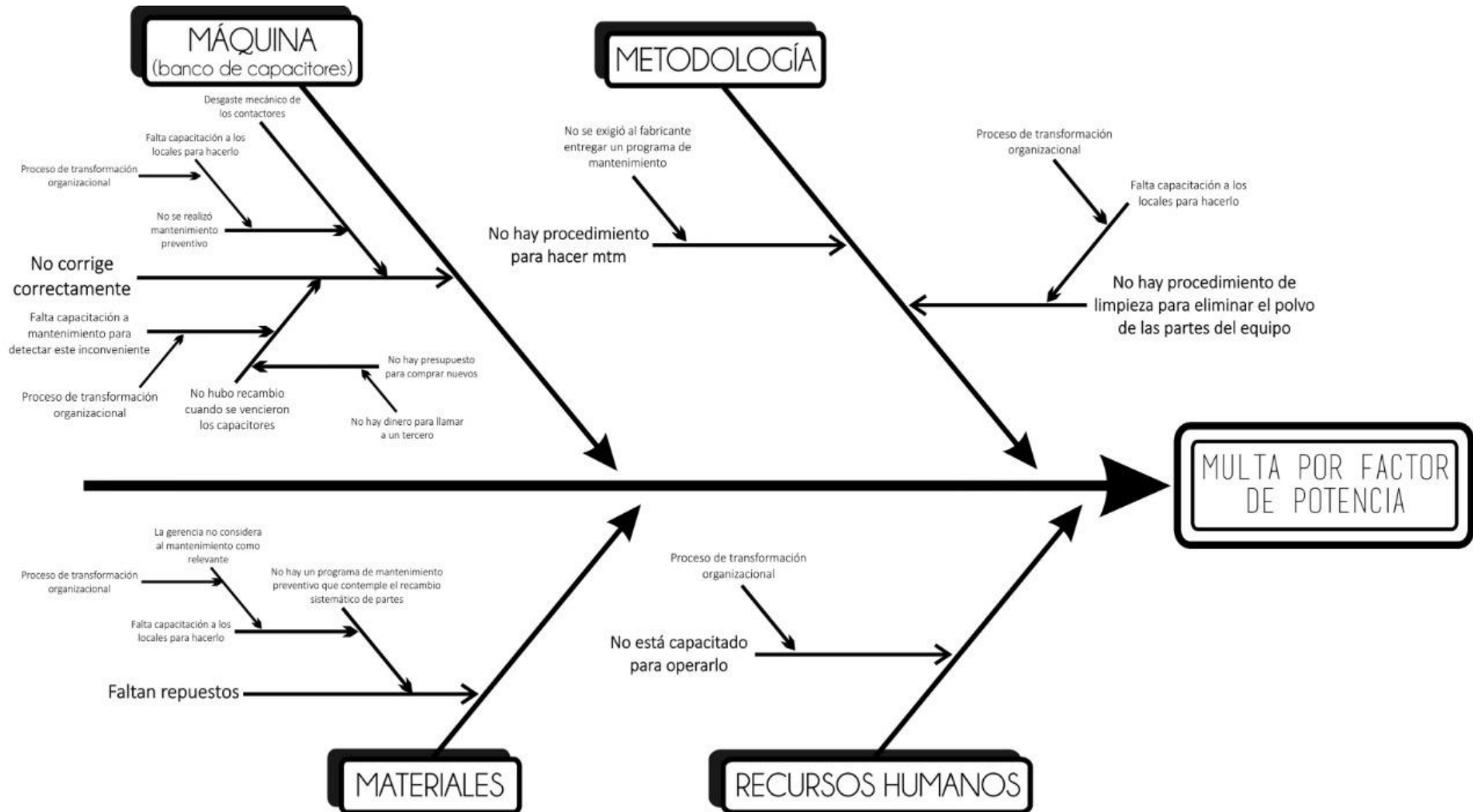


Figura 38: Diagrama de Ishikawa  
Fuente: Elaboración propia

Independientemente de la forma de compensación del factor de potencia, se puede observar que la causa raíz de la problemática abordada es la importancia que tiene la planificación del mantenimiento. Debido a esto se pudo encontrar falta de presupuesto ya sea para comprar repuestos como para contratar a un tercero que haga el mantenimiento al banco de capacitores. La dirección está analizando otras formas de compensación para evitar estos inconvenientes.

Lo que se propone es una capacitación y se puede leer más sobre ella en el apartado 3.13.

### 3.11.3 CALDERAS

Un punto importante de desvío es la falta de ensayos no destructivos a las calderas, la calibración de sus válvulas y de los controles de nivel y presión.

Si se analiza desde un punto de vista desde los consumos de recursos, la falta de ensayos y calibraciones producen que las calderas no funcionen con el nivel de servicio esperado lo que aumenta los consumos.

Es por eso, que se aconseja lo siguiente:

Caldera 1: habría que darla de baja de forma permanente porque los pedidos de extensión de vida útil son por 10 años y a partir de los 30 años de vigencia. Este aparato sometido a presión posee 39 años de antigüedad por lo que no se justifica realizar dicho pedido. Como ya está pedido una actualización del equipo que consiste en la instalación de dos generadores de agua caliente de acumulación (termotanques, se recomienda designar un responsable para que le dé un seguimiento a la gestión hasta que queden instalados en sala de máquinas.

Caldera 3: En este caso, se debería realizar los ensayos no destructivos, la calibración y chequeos del quemador, de los instrumentos de medición y de los elementos de seguridad que la legislación vigente obliga. De esta manera se lograría mayor seguridad en la operación y un rendimiento mayor, ergo menor consumo de gas y agua.

Caldera 5 ( $P=6\text{kg/cm}^2$ ): Se proponen dos sugerencias:

1. Reemplazar la caldera por un generador de vapor eléctrico para abastecer el autoclave del sector esterilización. De esta forma se mejoraría la seguridad, el alto consumo de energía y se simplificaría el mantenimiento. Consultando a proveedores locales se estimó su costo es 660.000 pesos argentinos.

2. Realizar los ensayos no destructivos, la calibración y chequeos del quemador, de los instrumentos de medición y de los elementos de seguridad. En este caso particular hay que hacer hincapié en que se trata de un aparato sometido a presión que trabaja a una presión de trabajo de 6kg/cm<sup>2</sup>, lo que genera un riesgo muy alto si algún componente llegase a fallar.

Para estimar el riesgo se utilizó el método Fine como se muestra en el Cuadro 9 :

Parámetros	Descripción	Puntuación
Gravedad	Desastrosa (varias muertes, daños importantes entre 2 millones de pesos)	40
Frecuencia	Continuo (o muchas veces al día)	10
Probabilidad	Muy posible	6
Valoración del riesgo	Riesgo muy alto: Detención inmediata de la actividad	2400

Cuadro 9. Método Fine - Estimación del riesgo de la caldera 5  
Fuente: Elaboración propia

Como se explicó en el apartado 2.1, este método es subjetivo y posee dos puntos críticos. Entonces, como en el Hospital no se tolera un equipo cuyo funcionamiento puede ocasionar un riesgo de muerte, la valoración del riesgo muy alto obtenida es coherente. Teniendo en cuenta esto se debe considerar la detención de la actividad.

Para la caldera 3 y 5, se consultó a proveedores habilitados por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, OPDS, y se consiguió el costo de 51.200 pesos argentinos + IVA que incluyen:

- A. Preparación y ejecución de pruebas hidráulicas;
- B. Calibración de dispositivos de seguridad y control, desarme y calibración, certificación y armado.
- C. Presentación de informes ante el Ministerio de Salud de la provincia de Buenos Aires basado en la legislación del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS), ambos organismos de la misma gobernación.
- D. Puesta a punto de los equipos para dejar en condición "operativos".

#### E. Control y verificación de presostatos y manómetros.

#### 3.11.4 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Por lo desarrollado anteriormente, se pudo notar que actualmente se está trabajando con la cantidad mínima de equipos posible. Esto los convierte en equipos críticos porque deben asegurar la continuidad de los servicios esenciales. Es por eso que no puede utilizarse un mantenimiento correctivo sino un preventivo sistemático y/o detectivo.

- Grupo electrógeno: se recomienda realizar mantenimiento preventivo sistemático y también detectivo. El primero es conveniente porque el grupo posee un motor en el que trabajan partes móviles que se desgastan a lo largo del tiempo y que requieren reemplazo. Además, se debe realizar cambios de filtros, de aceite, de correas, etc. El segundo tipo de mantenimiento se recomienda porque se trata de un equipo redundante pasivo, es decir, que solo entra en funcionamiento si el suministro de energía eléctrica falla. Es por eso que se requiere programas de encendido, limpieza de los bornes de la batería, verificar ausencia de fugas, etc.
- Bombas: Se trata de los dos tipos que se mencionaron en el apartado 3.10.4. Aquí se recomienda un mantenimiento preventivo sistemático en el que se inspeccione y controle que no haya fugas en los sellos mecánicos, que el nivel de aceite en el depósito de los cojinetes sea el correcto, que se monitoree las temperaturas de los cojinetes y la vibración excesiva, etc.

#### 3.11.5 EQUIPOS REDUNDANTES

En este apartado se encuentran los equipos que entran en funcionamiento si en el equipo principal ocurre un desperfecto o aquellos que funcionan para no exigir al máximo a uno solo. Se hace referencia a:

- Bombas elevadoras de 7,5 HP desde la cisterna hasta los tanques: funcionan dos y la conexión fue realizada para 4. Se recomienda la compra de repuestos a fin de reparar las dos bombas restantes para completar el sistema.
- Bombas del sistema de climatización de 7,5 HP: funcionan 3 y la conexión fue realizada para 6. De igual forma, se recomienda la compra de repuestos para solucionar los inconvenientes de las otras 3 restantes.
- Grupo electrógeno de características similares al existente como se puede ver en la Figura 32 pero de encendido manual. Sería útil arreglar este equipo porque en caso



de corte del suministro eléctrico podría extenderse el abastecimiento de electricidad hacia más sectores.

Para estos equipos redundantes se propone un mantenimiento detectivo que tiene como finalidad la búsqueda de fallos ocultos por medio de chequeos regulares de su funcionamiento.

Es importante tener en cuenta que un dispositivo redundante tiene más de un modo de falla si se tiene en cuenta todas las partes que lo componen, por lo que la tarea de mantenimiento debe cubrir todos estos modos de falla. Además, al ejecutar las rutinas, se deben evitar los desarmes que puedan introducir en indisponibilidad sobre los elementos propios a controlar.

#### 3.11.6 DESCONGELAMIENTO DEL ESTANQUE CRIOGÉNICO ESTACIONARIO

Como se mencionó en el apartado 3.10.6, el excesivo congelamiento de parte del vaporizador del estanque criogénico estacionario de oxígeno genera una ralentización del cambio de estado de oxígeno y su posterior ingreso a la red del HIEMI en estado gaseoso.

Como esto no debería estar sucediendo, se recomienda comunicarse con el proveedor para que analice cuál es la mejor solución factible para resolver este inconveniente. Una de las causas que pudo haber originado esto es el aumento de los consumos y la no ampliación del vaporizador lo que lo hace estar trabajando al límite de su capacidad.

#### 3.11.7 ABLANDADOR DE AGUA

Como se mencionó en el apartado 3.10.3 el excedente de sarro aguas arriba, por ejemplo, como se comentó en los intercambiadores, permite asegurar que el ablandador de agua no está funcionando correctamente. Como el mantenimiento de este equipo se encuentra tercerizado, se propone contactar al proveedor para reprogramar sus visitas. La gerencia de mantenimiento del hospital no debe dejar de supervisar que los terceros cumplan con sus tareas porque puede darse que los plazos y las acciones pactadas entre las partes no se lleven a cabo correctamente.

### 3.12 PLANIFICACIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

A continuación, en el cuadro 10 se enumeran las propuestas de mejora en acciones para poder visualizarlas mejor en el diagrama de Gantt y se les asigna un responsable:

	Acciones a implementar	Fecha inicio	Duración en días	Responsable
Acción 1	Renociar contrato de potencia con EDEA	02/05/2019	30	Gerente de soporte técnico
Acción 2	Realización de ensayos no destructivos y calibración de los instrumentos de la caldera 3 y 5	02/05/2019	30	Gerente de soporte técnico
Acción 3	Reunirse con el proveedor del ablandador de agua	02/05/2019	30	Gerente de soporte técnico
Acción 4	Reunirse con Indura para solucionar el congelamiento del vaporizador	02/05/2019	45	Gerente de soporte técnico
Acción 5	Reparar las bombas elevadoras de agua	01/06/2019	60	Gerente de soporte técnico
Acción 6	Planificar el mantenimiento preventivo del grupo electrógeno y las bombas elevadoras existentes	01/07/2019	15	Gerente de soporte técnico
Acción 7	Colocar capacitores para compensación local - Equipo de rayos y tomógrafo	01/08/2019	45	Gerente de soporte técnico
Acción 8	Presupuestar la reparación del grupo electrógeno 1	15/09/2019	60	Gerente de soporte técnico y gerente de área contable
Acción 9	Dar de baja la caldera 1	15/11/2019	14	Gerente de soporte técnico
Acción 10	Instalación y puesta en marcha de los termotanques	15/11/2019	14	Gerente de soporte técnico

Cuadro 10. Enumeración de las propuestas de mejora  
Fuente: Elaboración propia en función de las propuestas de mejora

Las áreas que cuyos responsables forman parte son Soporte Técnico (también puede encontrarse como Jefatura de recursos físicos) y Contable. La primera porque se requiere del conocimiento del personal que allí trabaja, y la segunda porque es la encargada de armar los pliegos de licitación.

A continuación, en la Figura 39 se puede observar el diagrama de Gantt:

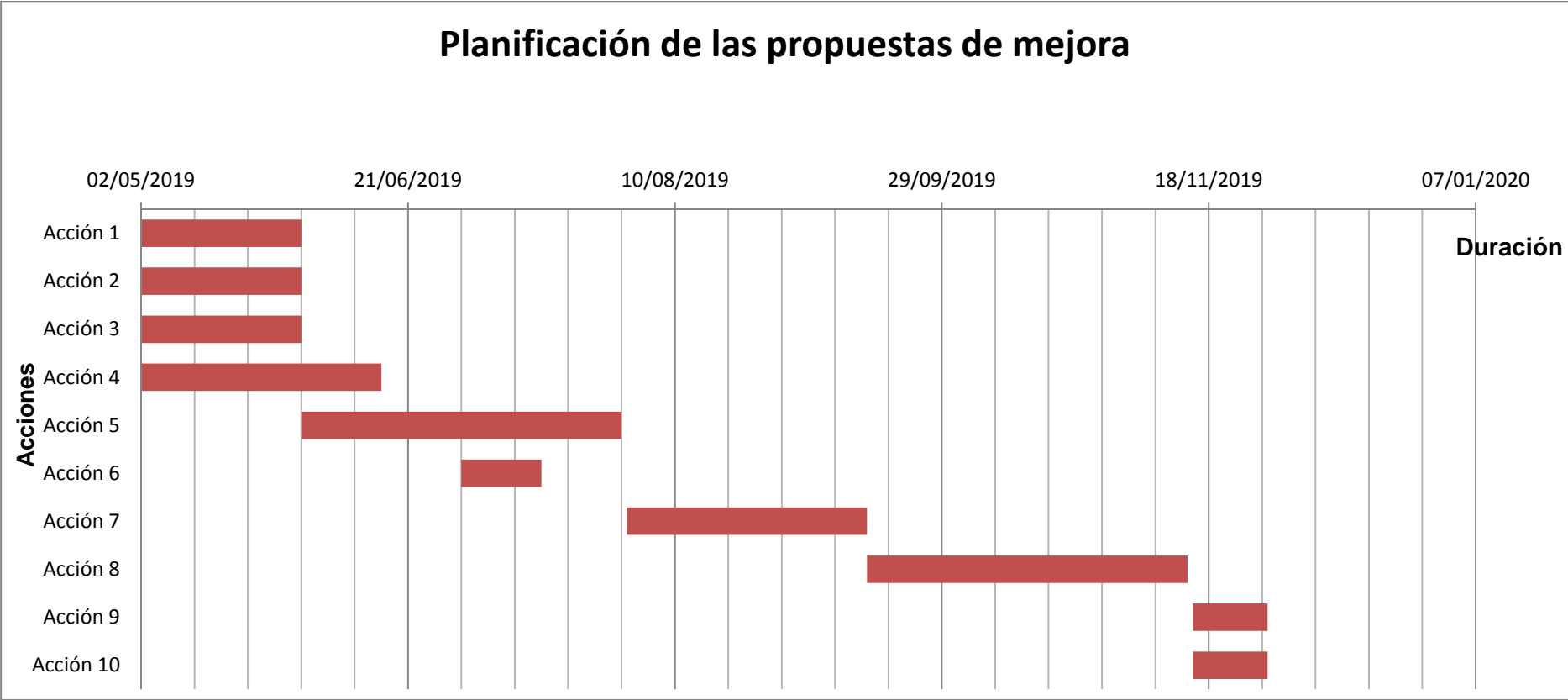


Figura 39. Diagrama de Gantt  
Fuente: Elaboración propia en función de las propuestas de mejora

Para poder planificar las propuestas de mejora se tuvo en cuenta su costo, su urgencia y su impacto. Se comenzó con la revisión del contrato de potencia que se tiene con la empresa EDEA ya que significaba una reducción rápida del importe abonado en la factura de electricidad. De esta forma, el ahorro se podría utilizar para solventar parte de los gastos en las otras propuestas.

Así mismo, se dio prioridad 1 a la realización de los ensayos no destructivos y la calibración de los instrumentos de medición de la caldera 3 y 5 porque representa un riesgo.

También se indicó reunirse con el proveedor de oxígeno, Indura, y con la empresa encargada de la mantención del ablandador de agua debido a que estas medidas deberían no tener costo pero si un gran impacto. En el primer caso, para asegurar la vaporización del oxígeno en la red por lo que se estaría pensando en todos los pacientes a los que se abastece con ella; en el segundo caso, para mejorar la eliminación de iones calcio y magnesio y así reducir las incrustaciones en los equipos que funcionan con agua, ergo disminuir los consumos de gas.

Luego, se indicó continuar con la reparación de las bombas redundantes porque no tienen un elevado costo asignado, pero si un gran impacto positivo. Y por último, se recomendó realizar la compensación local porque se estimó un costo de 26.000 pesos argentinos y un ahorro de tan solo 1420 pesos argentinos.

### 3.13 PLANIFICACIÓN DE LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Como se observó en el diagrama de Ishikawa, un gran problema en la institución es la importancia que se le da al mantenimiento. Es por eso, que se cree conveniente realizar una capacitación al personal de ese sector para poder ver las ventajas de tener implementado una correcta gestión. Ésta debería ser realizada por el jefe del área y en etapas.

Primera etapa:

Aquí se propone que se armen plataformas, puede ser una por cada turno. Se deberían tratar temas relacionados al mantenimiento del sector donde se trabaja y la forma en que se utilizan los distintos equipos. Sería de gran utilidad realizar una lluvia de ideas para recoger propuestas y poder escuchar a todos los participantes. Ninguna idea debería ser descartada hasta tanto no haber sido debatida en grupo.

Segunda etapa:

Aquí, el facilitador (el jefe de mantenimiento) debe generar un ámbito de diálogo para que se debata las ideas recogidas de las lluvias de ideas y así se puedan generar conclusiones factibles con los recursos disponibles.

Tercera etapa:

Implementar las propuestas de la etapa 2 en el día a día. Probablemente, no todas puedan realizarse de un día para otro, pero lo importante en este proceso es comenzar, dar el puntapié inicial para el cambio. Y este no puede darse de forma eficaz si no forman parte todos los involucrados.

Cuarta etapa:

Continuar con las reuniones de la etapa 1 de forma mensual en un horario consensuado. Es importante poder escuchar lo que todos tienen para decir, sin importar la escala dentro del organigrama. El que mejor conoce cómo funciona un determinado equipo es aquel que lo opera.

Vale la pena aclarar que estas plataformas deberían comenzar tratando temas relacionados al mantenimiento, pero a medida que el equipo madure se pueden ir levantando avisos de riesgo que se vayan divisando o problemas de difícil resolución que ameriten hacer un análisis de causa raíz.

#### 4 CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo fue proponer una mejora a los consumos de los recursos esenciales. Por lo que se relevó la sala de máquinas, y con la buena predisposición de sus operarios y otros empleados se llegó a desarrollar las propuestas de mejora.

Por un lado, dentro de todas las mencionadas en el apartado 3.11 algunas son de rápida implementación y de gran impacto económicamente hablando. Otras necesitarán del esfuerzo de los directivos para realizarse porque requieren una pequeña inversión. Sin embargo, estas inversiones reducirían notablemente el riesgo con el que se está trabajando hoy en día en la institución.

Por otro lado, se mencionó una mejora que no va de la mano de lo técnico, sino que se trata de un cambio cultural y que es lo más difícil de llevar a cabo. Este cambio comenzaría con una capacitación a todo el personal de sala de máquinas sobre la importancia de una correcta gestión del mantenimiento. El paso siguiente, es que queden conformadas las plataformas y se traten todos los temas que se hayan levantado durante el tiempo previo a la reunión. Darle un espacio a los operarios para compartir sus ideas los hace crecer y poder ver cosas que no notan debido a la rutina diaria.

El objetivo de fondo es que con el aporte de todos se pueda comenzar un cambio cultural con pilares esenciales como el cuidado de las instalaciones.

Lo más importante de las organizaciones, tanto sean públicas o privadas, es su gente. Por lo que la mejor inversión debería realizarse en ella. Es decir, en desarrollarla y así generarle herramientas y espacios para que puedan crecer, sentirse motivada en su puesto y compartir ideas para mejorar aún más el ambiente laboral.

Algo especial que se notó en el Materno Infantil de la ciudad de Mar del Plata es que su personal tiene pasión por lo que hace y un aprecio muy grande por la institución. Hay que fomentar para que esto continúe a lo largo de los años.

## 5 BIBLIOGRAFIA

1. *Legistalación EDEA*. (s.f.). Obtenido de <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-11769.html>
2. Mar del Plata, C. D. (2018). Ordenanza 23646, Sanción 26-04-2018. Decreto de Promulgación 850 ( 27-04-2018)., (págs. Expte 13728-5-2017- cpo 2).
3. Moubray, J. (2000). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Aladon LCC.
4. Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Aladon Ltd.
5. Sacristán, F. R. (2001). *Manual del mantenimiento integral en la empresa*. FC.
6. Summers, D. C. (2006). *Administración de la calidad*. Ciudad de México: Pearson.
7. Tavares, L. A. (1999). *Administración moderna del mantenimiento*. Editorial Científica Universitaria.
8. Torres, L. D. (2005). *Mantenimiento su implementación y gestión*. Científica Universitaria.
9. Summers, D. C. S. (2006). *Administración de la calidad*. México. Ed. Pearson.
10. SPIEGEL, Murray R. (1961). *Estadística*. Ed. McGraw-Hill de México.
11. Cátedra de Organización y Dirección Industrial I. Facultad de Ingeniería, UNMDP. (2018). *La empresa industrial*.
12. Norma ISO 9.000.

## 6 ANEXOS

### Anexo 3.10.6. Ficha general del tanque estacionario de oxígeno de Indura



#### Estanques Estacionarios

Quando las necesidades de consumo lo justifican, como en el caso de un hospital o industria, puede instalarse un estanque criogénico estacionario, que puede almacenar grandes cantidades de gas en forma líquida, ya sea oxígeno, nitrógeno o argón.

**Características**

**Construcción:** Consta de un recipiente interior de acero inoxidable para soportar bajas temperaturas, y uno exterior de acero al carbono, aislados entre sí por una combinación de alto vacío y material aislante.

**Regulación de presión:** Los estanques tienen un sistema que vaporiza líquido para aumentar la presión cuando está baja, a medida que se descarga el estanque. En caso de presión excesiva, entrega gas a la línea de consumo, con lo que la presión baja rápidamente. Este sistema está diseñado para que el estanque trabaje a una presión constante, adecuada a las necesidades del usuario. Su presión máxima es de 18 bar (262 psi).

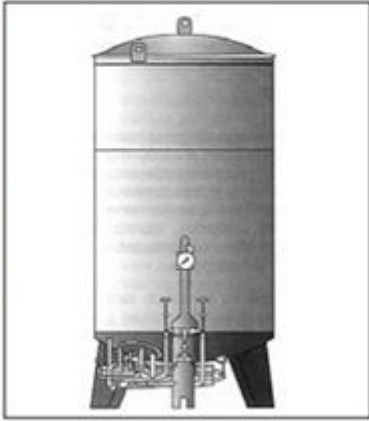
**Elementos de seguridad:** Los estanques están equipados con válvulas de alivio y discos estallantes, para dejar escapar el gas si hay un aumento excesivo de presión a causa de algún imprevisto.

**Capacidad:** INDURA dispone, para el uso de sus clientes, de estanques con las siguientes capacidades:

Galones	Litros	Oxígeno m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm)	Nitrógeno m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm)
500	1.900	1.600	1.290
900	3.400	2.870	2.330
1500	5.700	4.790	3.880
2000	7.600	6.380	5.170
3000	11.400	9.570	7.750
6000	22.700	19.140	15.500
11000	41.600	35.100	28.400

**Operación de estanques criogénicos**

**Solamente personal autorizado por INDURA puede manipular estanques criogénicos.**



**Ventajas del estanque estacionario**

**Carga:** Los estanques son cargados por un trailer criogénico, que lleva el gas en estado líquido directamente desde la planta productora hasta el usuario, evitando el movimiento de cilindros, con los siguientes costos de flete.

**Pureza:** El gas criogénico es de mayor pureza que el de cilindros, debido a su sistema de carga que permanece siempre aislado de cualquier posibilidad de contaminación.

**Retorno:** No hay retorno de gas a la planta de llenado como sucede con los cilindros, con la consiguiente economía para el usuario.

**Mejor distribución interna:** El estanque permite la instalación de una red centralizada de distribución de gases (Ver página 54).

**Seguridad:** Se evita el traslado de cilindros dentro del recinto hospitalario, evitándose riesgos innecesarios y previniendo la introducción de infecciones.