

**SEP**

**TecNM**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E  
INVESTIGACIÓN  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN**



**“PLAN DE MANTENIMIENTO Y MEJORA EN EL DEPARTAMENTO  
DE EDIFICIO”  
CASO: BHE**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN**

**PRESENTA:  
JUAN LUIS ALVARADO ACOSTA**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DOCTOR RODOLFO MARTINEZ GUTIERREZ**

Tijuana, Baja California. Marzo de 2021



Instituto Tecnológico de Tijuana

Tijuana Baja California, 27/abril/2021

No. de Oficio: 026/Coord. /2021

Asunto: Autorización impresión de tesis

**DRA. YAZMIN MALDONADO ROBLES**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E**  
**INVESTIGACIÓN**  
**PRESENTE**

En lo referente al trabajo de tesis titulado: "Plan de mantenimiento y mejora en el departamento de edificio" Caso BHE, presentado por el C. JUAN LUIS ALVARADO ACOSTA, alumno con número de control: G01210856 de la Maestría en Administración. Informamos a usted que después de una minuciosa revisión, los miembros del comité manifiestan APROBAR LA TESIS en todas sus partes, en virtud de reunir las exigencias de un trabajo profesional y a su vez satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias, por lo que se autoriza al interesado para que proceda de inmediato a la impresión del mismo.

**ATENTAMENTE**

*Excellencia en Educación Tecnológica -  
Por una juventud integrada al desarrollo de México -*

**DR. RODOLFO MARTINEZ GUTIERREZ**  
**PRESIDENTE**

**M.C. CARMEN ESTHER CAREY RAYGOZA**  
**SECRETARIO**

**DR. CARLOS HURTADO SÁNCHEZ**  
**VOCAL**



Calleada del Tecnológico S/N Esq. Av. Castillo de Chapultepec y calle Cuauhtémocin, Fracc. Tomás Aquino C.P. 22414, Tijuana, Baja California.  
(664) 6078400 Ext. 101 / e-mail: [dir\\_tijuana@tecnm.mx](mailto:dir_tijuana@tecnm.mx)  
[tecnm.mx](http://tecnm.mx) | [tijuana.tecnm.mx](http://tijuana.tecnm.mx)





Instituto Tecnológico de Tijuana

Tijuana, Baja California,

26/mayo/2021

OFICIO No. 043/DEPI/2021

Asunto: **Autorización de Impresión de Tesis**

**MARIBEL GUERRERO LUIS**  
**JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**PRESENTE**

En lo referente al trabajo de tesis, "Plan de mantenimiento y mejora en el departamento de edificio Caso BHE". Presentado por C. **Juan Luis Alvarado Acosta**, alumno de la Maestría en Administración con número de control **G01210856**; informo a usted que a solicitud del comité de tutorial, tengo a bien **Autorizar la impresión de Tesis**, atendiendo las disposiciones de los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México.

Sin más por el momento le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica  
Par una juventud integrada al desarrollo de México*



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
E INVESTIGACIÓN**

**YAZMIN MALDONADO ROBLES**  
**JEFA DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

ccp. Archivo  
YNR/lap



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO  
CAMPUS INSTITUTO TECNOLOGICO DE TIJUANA

CARTA DE CESION DE DERECHOS.

En la ciudad de Tijuana, Baja California, del 24 de Junio del 2021, el alumno Juan Luis Alvarado Acosta, alumno del Programa de Maestría en Administración, con número de control G01210856, manifiesta que es el autor intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección del Dr. Rodolfo Martinez Gutierrez y ceden los derechos del trabajo intitulado "Plan de Mantenimiento y Mejora, en el departamento de edificio, caso BHE" al Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de Tijuana para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, figuras, graficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección del correo electrónico: [rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx](mailto:rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.



Juan Luis Alvarado Acosta

---

Nombre y firma del estudiante.

## Agradecimientos.

Mis agradecimientos sinceros a mis compañeros de trabajo, que cada día compartimos desafíos y retos, que han inspirado el tema de esta tesis, a mis jefes superiores que cada día que paso en mis estudios de maestría entiendo la responsabilidad de administrar el departamento, a mis hijos y esposa, fuente de inspiración y apoyo incondicional, motor de mi vida, a Dios, que está haciendo posible que cumpla este sueño y meta compartida, a mi madre la cual es la persona que más me ha inspirado y enseñado durante toda mi vida, a pesar que ya no está aquí, siempre dedicare cada triunfo a ella, especialmente los relacionados a mi superación personal en el ámbito escolar y profesional.

Al grupo especial de compañeros de la maestría, con la cual he encontrado una hermandad y cariño sincero y mutuo, al igual que mis maestros que me sorprendieron con su amplio y basto conocimiento y humanismo.

Resumen de tesis.

La industria maquiladora en la zona de Baja California, principalmente en Tijuana, es considerada como la solución de reducción de costos de las grandes empresas transnacionales.

El mantenimiento preventivo se considera como una actividad que no genera valor, comparándola con las demás funciones administrativas y de operación, poco valorada, pues cuando todo funciona bien, no se necesita o no se percibe, sólo cuando el equipo falla o empieza a generar desperdicios y paro total de producción, es cuando se observa con detenimiento esta actividad, es cuando se revisan los recursos y las capacidades para ver qué sucedió, más sin embargo el mantenimiento preventivo rutinario se descuida, al dedicarle tiempo y recursos a la producción y ventas, es cuando los servicios se convierten en correctivos, incrementando el costo de este servicio de manera exponencial.

Esta investigación conllevó el diseño de un plan de mantenimiento mejorado, donde se incluyeron los equipos de edificio dedicado a la manufactura de productos electrónicos, se revisaron las actividades de mantenimiento del 2018 y 2019, documentándose los mantenimientos realizados por personal externo durante los servicios, anexado con un entrenamiento por medio del fabricante/proveedor (propuesta de valor) para garantizar que el mantenimiento será realizado según el fabricante y el equipo funcione de manera óptima y sin contratiempos, de manera interna.

Mediante la utilización del sistema de mejora PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), se validó la hipótesis donde el plan de mantenimiento y mejora en el departamento de mantenimiento de Planta contrajo mejoras en reducción de costos y mejoró la utilización de los recursos, creando un círculo virtuoso de mejora, generando ahorros, para satisfacción/atracción de clientes actuales y nuevos.  
**Palabras clave:** Plan de mantenimiento, presupuesto, mejora, mantenimiento preventivo.

*Abstract.*

*Since the maquiladora industry proliferated in Baja California area, mainly in Tijuana, these companies have been faced many challenges, being considered cost reduction from many of the biggest manufacturing companies.*

*Preventive maintenance (activity with no value added) is considered an unfortunate activity, comparing it with the other administrative and operational functions, undervalued, because when everything works well, is not needed or not perceived, only when the equipment fails or begins to generate waste, air conditioning failures, or total production shutdown, is when this activity is looked at carefully, it is when the resources and capabilities are reviewed to see what happened, but however the maintenance routine preventative cares, by devoting time and resources to production and sales, is when services become corrective, increasing the cost of this service exponentially.*

*This investigation, led us to development a master plan that included building equipment dedicated to the manufacture of electronic products, reviewed the maintenance activities of 2018 and 2019, documenting the maintenance carried out by external personnel during the services, annexed with a training by the manufacturer/supplier (value proposal) to ensure that the maintenance will be carried out according to the manufacturer and the equipment works optimally and without a set, internally.*

*Using the PHVA improvement system (Plan, Do, Verify and Act), the hypothesis was validated where the maintenance and improvement plan in the plant maintenance department led to improvements in cost reduction and better use of resources, creating a virtuous circle of improvement, generating savings, for satisfaction/attraction of current and new customers. **Keywords:** Maintenance plan, budget, improvement, preventive maintenance.*

Índice General, índice de gráficas, figuras y tablas.

Agradecimientos .....	v
Resumen de tesis .....	ii
<i>Abstract</i> .....	iii
Índice General, índice de gráficas, figuras y tablas.....	iv
Capítulo I. Planteamiento de la investigación .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Definición del problema.....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.1.1 Objetivos específicos .....	3
1.4 Preguntas de Investigación y/o Hipótesis .....	3
1.5 Formulación de hipótesis .....	4
1.6 Definición de variables .....	4
1.7 Justificación.....	6
1.8 Delimitación del estudio .....	8
1.9 Limitación del estudio.....	8
Capítulo II. Fundamento Teórico.....	10
Capítulo III. Metodología .....	18
3.1 Diseño de la investigación.....	19
3.2 Sujeto de Estudio.....	19
3.3 Universo o Población.....	19

3.3.1 Muestra.....	20
3.3.2 Selección de la Muestra.....	21
3.4 Método y técnicas de recolección de datos.....	21
3.5.1 Validez del instrumento.....	33
3.6 Recolección de Datos.....	34
3.6.1 Tabulación.....	34
3.7 Estadística descriptiva de la muestra y estimación de parámetros.....	49
Capítulo IV. Resultados.....	50
4.1 Análisis de resultados.....	51
4.2 Análisis e interpretación de los resultados.....	51
4.3 Hallazgos.....	52
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.....	54
5.1 Propuesta.....	55
5.2 Recomendaciones.....	55
5.2.1 Recomendaciones para la empresa sujeto de investigación.....	56
5.2.2 Recomendaciones para investigaciones futuras.....	57
5.3 Conclusiones.....	57
Bibliografías.....	59
Anexos.....	63

Índice de Graficas.

Gráfico 1.1 Diagrama de Macro Proceso.....	5
Gráfico 1.2 Organigrama BHE.....	6
Grafico 3.7 Plan de mantenimiento.....	35

Grafico 3.8 Artículos en el plan de mantenimiento .....	35
Grafico 3.9 Cumplimiento del plan personal .....	36
Grafico 3.10 Impedimento para realizar el plan personal .....	36
Gráfico 3.11 Entrenamiento básico en Mejora continua .....	38
Gráfico 3.12 Herramienta aplicada de Mejora continua .....	38
Gráfico 3.13 Conocimiento de métrico de Mejora continua .....	39
Gráfico 3.14 Líder de Mejora continua .....	39
Gráfico 3.15 Participación en Proyectos .....	40
Gráfico 3.16 Cumplimiento de Proyectos .....	41
Gráfico 3.17 Razones de incumplimiento en Proyectos .....	41
Gráfico 3.18 Puesto o función .....	42
Grafico 3.19 Contratación temporal o indefinida .....	43
Grafico 3. 20 Herramientas para desempeño del trabajo .....	43
Grafico 3. 21 Solicitud de materiales para desempeño del trabajo .....	44
Grafico 3. 22 Razones de la falta de herramientas en el trabajo .....	44
Gráfico 3. 23 Presupuesto para partes y herramientas .....	45
Gráfico 3. 24 Participación en la solicitud de presupuesto anual .....	46
Gráfico 3. 25 Conocimiento de base al presupuesto .....	46
Gráfico 3. 26 Presupuesto Solicitado contra presupuesto real .....	47
Gráfico 3. 27 Diferencia entre presupuesto real y solicitado .....	47
Gráfico 3. 28 Percepción de la base del presupuesto .....	48
Gráfico 3. 29 Comentario para mejora en la asignación de presupuesto .....	48

Gráfica 4.1 Costos mensuales de Mantenimientos a edificio..... 51

Gráfica 4.2 Costos trimestral de Mantenimientos a edificio, 2018-2019..... 52

#### Índice de figuras.

Figura 2.1 Casa TPM ..... 12

Figura 2.2 Proceso Universal de solución de problemas y DMAIC..... 13

Figura 2.3 Circulo de Deming..... 15

#### Índice de tablas.

Tabla 2.4 Hoshin Kanri en BHE Tijuana..... 63

Tabla 3.1 Lista de números departamentales y cuentas ..... 19

Tabla 3.2 Números de cuentas, Mantenimiento de edificio 370..... 20

Tabla 3.3 Lista de equipos HVAC..... 21

Tabla 3.4 Plan de Mantenimiento anual, resumen ..... 23

Tabla 3.5 Lista de equipos por costo de mantenimiento..... 23

Tabla 3.6 Pareto de costos por equipo..... 25

Tabla 5.1 Cronograma de Actividades..... 56

# **Capítulo I.**

## **Planteamiento de la investigación.**

## **1.1 Antecedentes:**

A finales del 2016, la empresa *Benchmark Electronics* (BHE), dedicada a la manufactura de placas electrónicas, situada en la ciudad de Tijuana, conocida por su estilo de negocio como *Contract Manufacturing* (CM), tomó la decisión estratégica de cambiar de edificio, debido al crecimiento de su cartera de clientes e incremento en ventas; los equipos de edificio actuales (con más de 20 años en operación) fueron reemplazados por equipos nuevos y de alto costo en mantenimiento, aunque modernos y bajo consumo energético, esta decisión incrementó los costos de la operación, de los recursos (personal técnico) y las pólizas de servicio para mantenimiento, entre otros, los cuales se deben de mejorar y controlar, para apoyar a la permanencia del negocio.

En el periodo del 2005 al 2015, la compañía Suntron de México S de R.L. de C.V. situada en Avenida Producción, modulo C, en el Parque Industrial Internacional (FINSA) contaba con un edificio que se mantenía con un bajo nivel de mantenimiento, edificio construido en la época de los 80's, con equipos adquiridos de transferencia (usados), enfocada principalmente en la producción y ventas para sus inversionistas. En el 2015, esta maquiladora de placas electrónicas y arneses, cambió de razón social, pasando a ser parte de la compañía multinacional *Benchmark Electronics Inc.* lo que generó un cambio de cultura organizacional, incluyendo las áreas de soporte, iniciado por un proyecto ambicioso de adquisición de edificio, en otra ubicación, al doble de tamaño actual (de 10,000 metros cuadrados a 19,000 metros cuadrados), con inversiones en mejoras/ajustes para producir placas electrónicas de más de 5 millones de dólares americanos.

Ante este nuevo edificio, se espera de los departamentos de soporte, el aplicar la mejora continua enfocado a la reducción de costos por mantenimientos especializados, por este motivo se realiza esta investigación, la cual está dirigida al departamento de mantenimiento de Edificio, exclusivamente.

La tecnología de la información aplicada a equipos del nuevo edificio, entrega información (datos) en tiempo real para análisis de fallas y mantenimientos, nueva practica que fue respaldo de este proyecto.

La tecnología de la información aplicada a equipos del nuevo edificio, entregará información (datos) en tiempo real para análisis de fallas y mantenimientos, nueva practica que será respaldo de este proyecto.

### **1.2 Planteamiento del problema:**

Desde el 2006, al día de hoy, la Dirección Gerencial ha dedicado todos sus esfuerzos al logro de las metas de e incremento en las ventas exclusivamente, minimizando la importancia de los demás métricos, enfocándose a vender, típica forma de operar de las maquiladoras de manufactura industrial, sin exceptuar los demás departamentos en relación con la operación, como lo es el departamento de instalaciones de edificio, sacrificando y eliminando los recursos financieros para Mantenimientos Preventivos (MP), esto pone en riesgo a toda producción de la planta, las certificaciones y la seguridad, sólo cumpliendo con lo mínimo permisible localmente, cumpliendo con las regulaciones en primera instancia, corriendo riesgos innecesarios, como lo es la operatividad del negocio debido a que los mantenimientos preventivos pasan a correctivos por la incongruencia entre el Plan de mantenimiento y presupuesto actual del departamento de mantenimiento de Planta.

En Junio del 2018, el corporativo realizó cambios organizacionales, cambiando de CEO, Gerente General y Director de Operaciones, en más de una ocasión, generando incertidumbre y cambios administrativos, pues se congelaron temporalmente los servicios de mantenimiento a equipos de edificio, además de empujar los mantenimientos programados de 3, 6 y 10 meses, reanudándose hasta mayo 2019 (11 meses) para su revisión y evaluación, minimizando el riesgo e importancia y posible deterioro de equipos, en consideración que los equipos son nuevos y seguirían operando sin problemas.

Definición del problema:

Se tiene en riesgo toda la operatividad del negocio debido a que los mantenimientos preventivos pasan a correctivos por la incongruencia entre el Plan de mantenimiento y presupuesto actual del departamento de mantenimiento de Planta.

### **1.3 Objetivos.**

A continuación, se describen el objetivo general y los objetivos específicos.

#### 1.3.1 Objetivo General:

Desarrollar un Plan de mantenimiento preventivo mejorado, en el departamento de Mantenimiento de Planta de acuerdo a un presupuesto revisado para asegurar el funcionamiento óptimo de los servicios de equipo de Planta.

##### 1.3.1.1 Objetivos específicos:

1. Desarrollar Plan de mantenimiento.
2. Realizar plan mejorado y documentar los mantenimientos externos.
3. Verificar los servicios externos y mejorar.
4. Controlar métricos mediante *Hoshin Kanri*.

### **1.4 Preguntas de Investigación y/o Hipótesis:**

1. ¿Tiene un plan de mantenimiento? ¿Cuánto necesito para realizarlo?
2. ¿Qué se necesita realizar para que los servicios externos se realicen de manera interna?
3. ¿Cuáles son las consecuencias de no realizar los mantenimientos?
4. ¿Qué porcentaje de ahorro se puede lograr utilizando técnicas de mejora en mantenimiento?

## **1.5 Formulación de hipótesis.**

Un Plan de Mantenimiento y mejoras en la Planta, la administración del presupuesto y el uso de métricos, garantizará el buen desempeño del departamento, donde el edificio estará enfocado a ser el modelo a seguir, manteniendo contento a clientes actuales y futuros.

## **1.6 Definición de variables:**

### **Variable dependiente**

1. Plan de Mantenimiento.
2. Revisión del presupuesto.

### **Variable independiente**

1. Iniciativas de Mejora Continua: TPM, PHVA, *Hoshin Kanri*.
2. Plan de presupuesto y servicios optimizado.
3. Documentación de procedimientos.

### **1.6.1 Modelo Conceptual:**

Las iniciativas de mejora continua aporta a los procesos productivos la base para reducir costos e incrementar ganancias de manera controlada, eliminando el desperdicio, el presupuesto óptimo y puesto a tiempo, traerá en consecuencia que los equipos funcionen sin contratiempos y de manera óptima, por la falta de mantenimiento; además un plan de mantenimiento reducirán los costos, los mantenimientos internos realizados por nuestro personal, sustituirán a los servicios externos, que son de alto costo, será esto posible mediante entrenamiento y capacitación.

La operación, las finanzas, las ventas, todos los departamentos están íntimamente relacionados con un solo fin: generar ganancias, en todo el macro proceso, se puede observar en el gráfico 1.1:

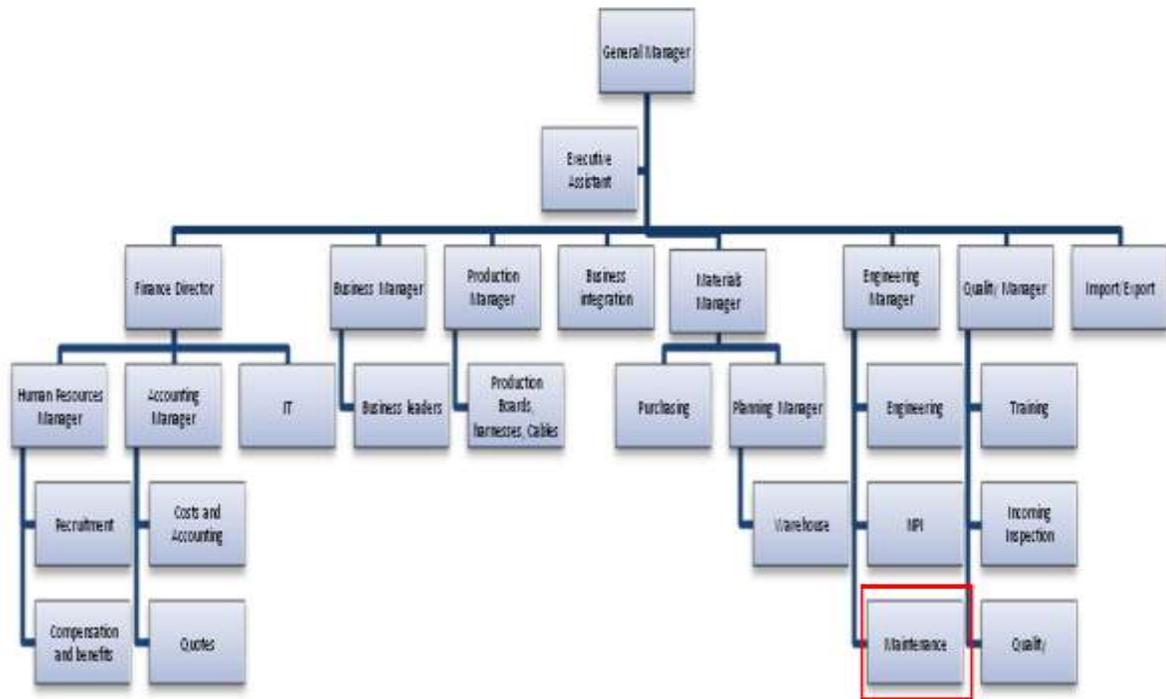
Gráfico 1.1 Diagrama de Macro Proceso.



Fuente: BHE intranet, Diagrama del Macro Proceso, 2018.

Los grandes corporativos desglosan sus estructuras laborales de operaciones por departamentos, este es el caso de BHE, que utiliza el organigrama para la realización de sus metas productivas, el departamento de Edificio de Planta, se encuentra dentro de Ingeniería, contribuyendo al sostenimiento de la organización, como lo muestra el gráfico 1.2 Organigrama BHE.

Gráfico 1.2 Organigrama BHE.



Fuente: BHE intranet, Organigrama BHE Tijuana, Marzo 2019

### 1.7 Justificación:

En la industria maquiladora, el mantenimiento preventivo es de suma importancia para garantizar la producción y ventas, evitando paro de líneas y maquinaria, con la que se transforma la materia prima a producto terminado.

Cuando falla un equipo de Planta, este debe de reactivarse de inmediato o en su caso específico, el equipo de respaldo debe de entrar de manera que los usuarios no se den cuenta del desperfecto, en lo que se analiza la falla y se repara, o en algunos casos, en lo que se piden las partes y están llegan para ser instaladas.

La seguridad en el desarrollo de los servicios internos, realizados por los técnicos en mantenimiento de edificio, así como los servicios externos de parte de contratistas y personal técnico especializado, es de suma importancia, de manera que el departamento de Seguridad e Higiene, en conjunto con el supervisor y el

gerente de edificio, ponen en primer lugar, para resguardo de la salud laboral del personal, mediante la utilización y puesta en marcha de procedimientos de manera que estos cumplan con las regulaciones gubernamentales, así como de aseguradoras y clientes, donde el enfoque está íntimamente ligado a la seguridad en el trabajo, la documentación y permisos de trabajos de alto riesgo son realizados de manera diaria y cotidiana, realizándose cada vez que se solicita una orden de trabajo, también la entrega de equipo de protección personal y la disposición de material peligroso.

La importancia en la realización del mantenimiento preventivo a los equipos de Planta, donde los servicios principales (agua tratada, alumbrado, aire acondicionado, aire comprimido, vacío, piso ESD, limpieza de pisos y sanitarios), garantizará a la empresa, el no correr riesgos operativos y dará larga vida a los equipos, optimizando la rentabilidad del negocio, minimizando el costo y maximizando la utilidad y calidad en los servicios de edificio.

La imagen empresarial es importante para BHE, como atractivo para clientes actuales y futuros, las buenas prácticas de manufactura (acrónimo en inglés: “*Good Manufacturing Practices*”, GMP), garantizarán el crecimiento de la empresa y de la región, generando nuevos empleos e incrementando dividendos para sus inversionistas.

El plan de mantenimiento preventivo, pero principalmente en la negociación y conciencia de la relevancia del mismo, hace que esta investigación tome importancia, pues se desarrolló un Plan estratégico-metódico que demostró, la realización de mantenimientos a equipos de edificio, mediante una estrategia de reducción de costos y proyectos de ahorro, utilizando los recursos de manera adecuada, realizando mantenimientos de manera interna y reduciendo los servicios externos, logrando que el departamento de mantenimiento de edificio opere de manera óptima, realizando cambios importantes los cuales se pueden repetir en otras empresas hermanas, pues aún siguen subcontratando a proveedores para realizar los mantenimientos de alto costo.

Comúnmente, los departamentos de servicio y mantenimiento, dedicados a entregar soporte al proceso productivo, se ve minimizada su importancia, ya que no contribuyen directamente en el valor del producto de venta, participando solo como gasto operativo, el cual se incluye de manera despreciable y casi nula en las cotizaciones del producto, cuando se costea el material y mano de obra.

Esto genera que se vea al departamento como un gasto, ya que se le menciona sólo cuando algo no está funcionando, la falta de energía, de aire comprimido, cuando hace calor o frío y el aire acondicionado no funciona adecuadamente, cuando no se lavan los sanitarios o cuando no hay agua.

Mas sin embargo, cuando un servicio de Planta se detiene, daña o hace falta, toda la operación se detiene, pues los equipos funcionan con energía eléctrica, aire comprimido y vacío primordialmente, la materia prima requiere de un control de humedad y temperatura para su transformación y conservación, el agua tratada y potable es indispensable para los procesos, en fin, nada funciona sin estos servicios.

### **1.8 Delimitación del estudio:**

- a. Este estudio se desarrolla en la compañía BHE.
- b. Específicamente en el departamento de Mantenimiento de Edificio,
- c. Presupuesto y gasto 2018 al primer semestre del 2019, del departamento,
- d. Revisión e interpretación de la información disponible y autorizada,
- e. Manuales de equipos y proveedores de servicio,
- f. La información utilizada será solo la autorizada por la compañía BHE.

### **1.9 Limitación del estudio:**

El acceso a la información financiera del departamento 370, del 2018 a junio 2019. Por ser un nuevo edificio y equipo nuevo, no se cuenta con una línea base de

consumos, presupuesto y mantenimiento, equipos de reciente generación, costos de operación, equipos diferentes a los del otro edificio en tamaño y tecnología, sistemas adicionales para el control automatizado en nuevo edificio contra equipos obsoletos y deficientes, adicional el nuevo edificio mide 194,000 metros cuadrados, contra 96,000.

La alta gerencia local está pasando por un periodo de cambios, transferencia de líneas de mando y nuevas formas de administración.

# **Capítulo II.**

## **Fundamento Teórico.**

En el siguiente capítulo, se describe el marco teórico y referencial, no se incluye marco jurídico debido al alcance de esta investigación.

## **2.1 Marco teórico**

Los procesos asociados a la gestión del mantenimiento deben ser innovadores, metódicos, planeados y liderados por la alta administración, involucrando desde el personal operativo hasta los gerentes (Espinosa et al., 2008); definitivamente no debiera de haber algún problema relacionado a la productividad en los métricos de las empresas, más sin embargo las compañías se dedican más a las ventas y al cumplimiento de normas internacionales ISO, dejando de lado la gestión de los mantenimientos de equipos de edificio, involucrándose en la mejora continua de los procesos productivos.

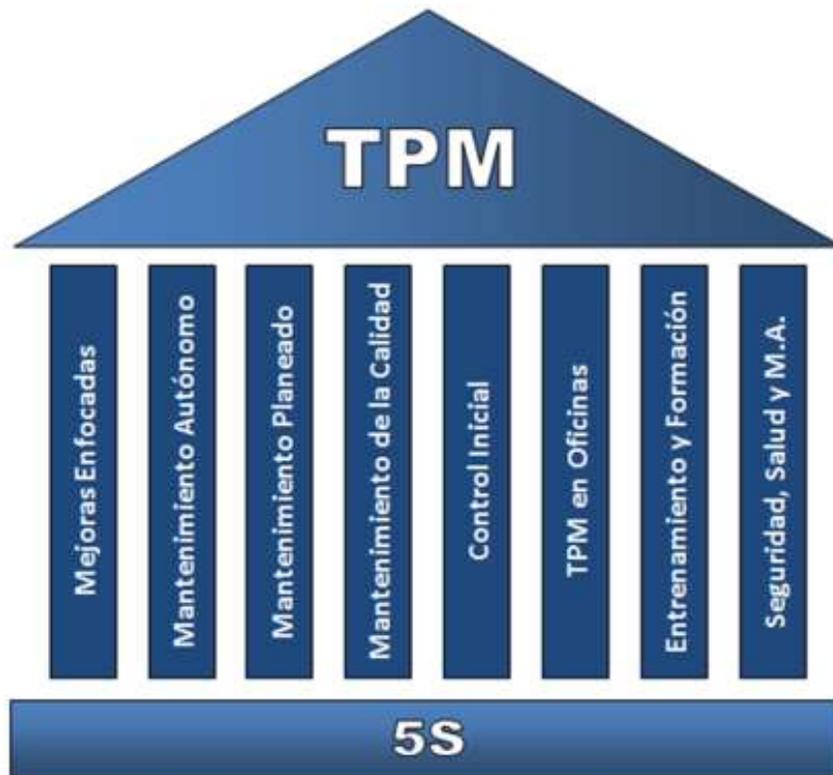
La administración del mantenimiento sólo se revisa cuando pone en riesgo las ventas por afectaciones a la productividad y calidad de los productos, algunas ocasiones se revisa el estado de las instalaciones, basándose en principios de 5S, creyendo que es suficiente para dar una buena impresión a las visitas, tanto de clientes como de corporativo.

El TPM tiene un impacto positivo en las organizaciones; tiene una amplia utilización en un rango extenso de industrias; está unido, generalmente a grandes corporaciones; y que el modelo de implantación más utilizado es el del *Japan Institute of Productive Maintenance* (JIPM), en su alcance "*Production TPM*", optando muy pocas empresas por la implantación del concepto "*Company Wide TPM*". En la figura 2.1, Casa TPM, se observa los pilares que la sostienen son: Mejora continua, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planeado, Entrenamiento y Formación, Seguridad, entre otras.

Esta herramienta de Lean, el TPM se vuelve todo un reto, cuando se descubre la obtención Justo a tiempo (JIT) de las partes de reemplazo, calibraciones y herramientas para la realización del mantenimiento.

Para el logro del TPM dentro del departamento de mantenimiento de edificio, es necesario crear la cultura de organización y estandarización, conocida como 5S, a su vez, esta deberá de ser soportada con entrenamiento al personal, el uso de dispositivos a prueba de error (*Poke-Yoke*), cambios rápido de modelo (SMED) y siempre asegurando el bienestar y seguridad del personal.

Figura 2.1, Casa TPM.



Fuente: Toyota production system: Beyond large-scale production Ohno, T. (1988).

Existen otras técnicas de mejora continua que se pueden utilizar en mantenimiento, actualmente se utiliza como estrategia Gerencial *Hoshin Kanri*, anexo 2.4 Hoshin Kanri en BHE Tijuana, esta se utilizará en este proyecto, donde las metas del departamento están íntimamente ligadas con las de la alta Gerencia.

Para desarrollo del proyecto, la herramienta de calidad y mejora continua se utilizará DMAIC, ver figura 2.2 y PHVA o círculo Deming, ver figura 2.3, ambas comúnmente comparadas.

Figura 2.2, Proceso Universal de solución de problemas y DMAIC.



Fuente: Comparación entre el proceso universal de problemas y la metodología DMAIC, 2016

El ciclo PHVA o ciclo *Shewhart* o Deming.

Los cambios y la competitividad que enfrentan las empresas hoy en día, los han mantenido ocupados en mejoras de proceso y calidad, de manera sostenida para lograr sobrevivir y estar a la altura de las expectativas del mercado global y de los clientes, productos y servicios de bajo costo y de alta calidad, aunque existen muchas técnicas para lograr dichas metas, estos deben de basarse en algún sistema de calidad integral, que sostenga y lleve de la mano en todos los procesos al cumplimiento de las metas y mejora continua.

El ciclo PHVA es la herramienta de mejora más utilizada, donde se autoevalúan cada etapa, en un círculo de mejora, donde al terminar, en realidad se está iniciando de nuevo, dando pie a la mejora de manera cíclica, en un ciclo sin fin.

Se compone de cuatro etapas:

1. Plan (o planificar)

Es donde se identifica el o los problemas y/o actividades a mejorar, se establecen los objetivos, se definen los indicadores de control y método y herramientas para logra dichos objetivos, se realiza mediante grupos de trabajo o el uso de tecnología aplicables a los procesos, se utiliza el benchmarking, ya que se puede aplicar a más de un sector.

2. Hacer (o ejecutar).

Es llevar el plan a la acción directa, la realización de las tareas antes planeadas, la aplicación del plan, verificación y retroalimentación de datos para el análisis posterior, se puede realizar pruebas piloto antes de realizar los cambios a gran escala, ya que la prueba deberá de ser representativa para controlar los resultados.

3. Verificar (o comprobar).

Al implementar las acciones o mejoras, viene el turno de comprobar los logros en relación a las metas que se definieron en un principio, mediante las herramientas definidas en la fase uno (diagramas, lista de acciones, indicadores clave de proceso), estas deben de estar definidas junto con los criterios a considerar para evaluar su efectividad.

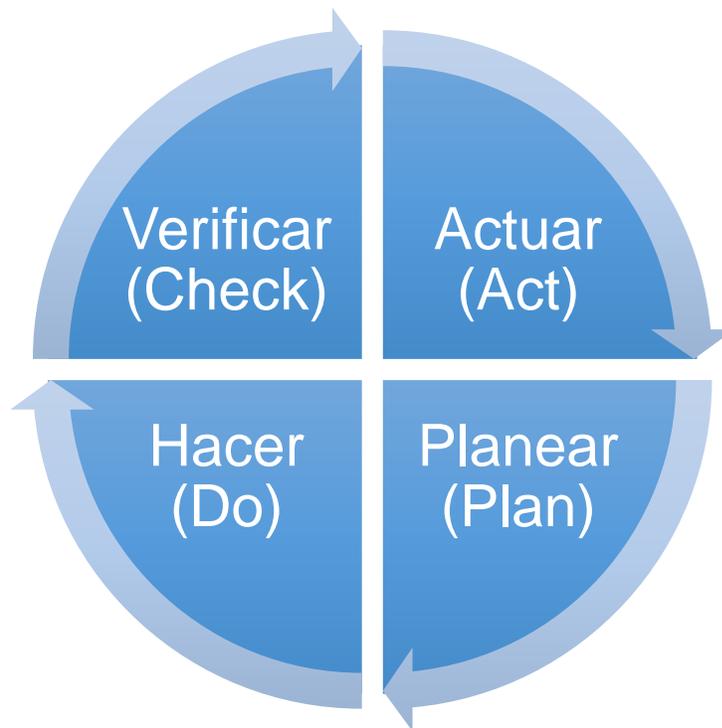
4. Actuar.

Una vez comparando los resultados obtenidos con los objetivos marcados en la fase uno, se realizan las acciones de corrección y preventivas para mejorar las áreas o

puntos señalados, así como las experiencias obtenidas y aprendizaje, para estandarizar y solidificar metodologías efectivas en la resolución de los problemas.

Al finalizar este paso, se debe de regresar al paso uno periódicamente, para analizar nuevas mejoras a implementar, las mejoras tangibles son: tiempo, calidad y costo, respectivamente.

Figura 2.3, Circulo de Deming



Fuente propia, Circulo de calidad o circulo Deming, 1986

## **2.2 Marco referencial.**

El mantenimiento de Planta, se basa principalmente en los equipos que mantienen a los sistemas productivos funcionales, su buen desempeño y funcionamiento es primordial para cualquier negocio, investigaciones realizadas concuerdan con este principio, adicionalmente se integra la administración estratégica, el factor humano, la seguridad, entre otros.

En la edición escrita por Hernández Gómez, Andrés; Escobar Toledo, Carlos; Larios Prado, Juan M; Noriega Morales, (2015) "Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial" describe y presentan los resultados de un estudio efectuado a personal relacionado con el proceso de implantación del Mantenimiento Productivo Total, siglas en inglés "*TPM*" en empresas de la industria maquiladora de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Se aplicó un Análisis Factorial para identificar los Factores Críticos de Éxito, vinculados con la implantación del *TPM*, los cuales están organizados en aspectos estratégicos y administrativos, del desarrollo del recurso humano y técnicos propios del TPM. Dentro del análisis, mencionan la importancia de la administración estratégica en mantenimiento, así como el desarrollo del recurso humano, enfocado a técnicos en esta investigación, justificando la importancia en el personal.

En el artículo de Juan A. Marín-García, Rafael Mateo Martínez "Barreras y facilitadores de la implantación del TPM" describen literatura y mencionan la importancia de la aplicación de TPM, pero abordan las barreras en la implementación, así como los facilitadores, personal clave para el éxito de esta estrategia de mejora.

Existen otras tantas literaturas que apoyaron esta investigación, mencionadas en la bibliografía, relacionadas a la importancia de la implementación y administración de técnicas administrativas, pues mantenimiento de planta como

una parte productiva desvinculada con las ventas directamente, se menosprecia su importancia, pero es de suma importancia, ya que va directamente ligada al patrimonio y plusvalía de la edificación, punto importante, ya que ningún cliente desea que su producto sea manufacturado en un edificio en mal estado, que ponga en riesgo la entrega a tiempo y recibo de bienes, para venta.

En esta investigación se deja a un lado el marco jurídico, pues apegado a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STTP), se decide no mencionarlas, pues se investiga un caso en específico, donde aplican todas las leyes actuales y sus modificaciones aplicables a la industria de la transformación, conocida como “maquiladora”.

# **Capítulo III.**

## **Metodología.**

### 3.1 Diseño de la investigación.

El tipo de la investigación a desarrollar es de enfoque cuantitativo, el alcance de la investigación es descriptivo, ya que buscaremos características y rasgos importantes de afectaciones de mantenimiento de edificio al proceso productivo, así como análisis de presupuesto para este rublo y cómo afectará la mejora continua. Las etapas básicas del proyecto se realizarán mediante la Planeación y definición del problema, medición y análisis de la información de los mantenimientos y proveedores (PHVA), considerando el análisis de los costos del 2018 y primer semestre del 2019, información obtenida del *Budget Corporate System* (BCS), implementación de un plan de mantenimiento desarrollado de acuerdo a la información previamente revisada y control de los activos y métodos de mantenimiento, de acuerdo a técnicas de manufactura esbelta dedicadas a TPM, para garantizar resultados óptimos y reducción de costos.

Esta actividad se cargará al actual sistema de control de Activos (*EAM*) para su control cíclico y permanencia, como un sistema de aseguramiento de la realización y calidad.

### 3.2 Sujeto de Estudio.

Se revisó la información financiera (presupuesto de antes y actual) del departamento 370 (*Facilities*), también la mejora continua y técnicas de TPM, según la empresa BHE y su relación con mantenimiento.

### 3.3 Universo o Población.

Departamento de mantenimiento y cuentas relacionadas al departamento 370. A continuación, se muestra en la tabla 3.1 una lista de números de cuentas.

Tabla 3.1 Lista de números departamentales y cuentas.

No. Departamento	Nombre	Activo
370	Facilities	Activo

Fuente: elaboración propia, lista departamental, BCS. BHE intranet. 2019

### 3.3.1 Muestra.

Información del 2018 al primer semestre del 2019, presupuestos asignados a mantenimiento, por cuenta, departamento. Los demás departamentos de mantenimientos de equipo, quedaron excluidos, debido al alcance y delimitación de esta investigación. También se incluyó las técnicas más comunes de TPM y de mejora continua, descritas en apartados anteriores.

A continuación, se muestran las cuentas correspondientes al departamento 370 (Edificio) en la Tabla 3.2 Números de cuentas, Mantenimiento de edificio 370, así como el presupuesto asignado a cada cuenta:

Tabla 3.2 Números de cuentas, Mantenimiento de edificio 370.

# Cuenta	Descripción de Cuenta	Presupuesto
<b>53020</b>	<i>Production Hand Tools</i>	\$ 0.00
<b>53030</b>	<i>Expensed Small Equipment</i>	\$ 1,000.77
<b>53060</b>	<i>Safety Supplies/Materials</i>	\$ 300.00
<b>53100</b>	<i>Repair and Maintenance</i>	\$ 1,500.00
<b>54700</b>	<i>Janitorial &amp; Trash</i>	\$ 2,500.00
<b>54800</b>	<i>Repair &amp; Maintenance-B</i>	\$ 2,000.00
<b>55500</b>	<i>Equipment Rental</i>	\$ 1,665.00
<b>55625</b>	<i>Equipment Maintenance</i>	\$ 0.00
<b>60013</b>	<i>Other Professional Fees</i>	\$ 1,200.00
	Disponible	\$ 10,165.77

Fuente: Elaboración propia, numero de cuentas y montos en dólares americanos, sistema BCS, enero 2019,

### 3.3.2 Selección de la Muestra.

La muestra será estratificada: se descargó del sistema BCS por cuentas, departamentos, el presupuesto asignado por cuarto desde el 2018 a junio 2019.

### 3.4 Método y técnicas de recolección de datos.

El método a utilizar es comparativo de gastos y ventas de cada año, se verifican tendencias, validando el incremento/decremento en base a las ventas, se pretende justificar la relación de gasto-venta-porcentaje por mantenimiento.

A continuación, se muestra lista de equipos de mantenimiento de edificio, por categorías, en la tabla 3.3 Lista de equipos de Planta, resumen, se observa una parte de la lista de equipos de HVAC, equipos de extracción de aire, equipos de tratamiento de agua y des-ionizado, equipos del sistema eléctrico subestación y equipos del sistema contra incendios, en anexos se puede observar la lista completa, Tabla 3.3.1 Lista de equipos de Mantenimiento de Planta.

Tabla 3.3 Lista de equipos HVAC.

Numero Capital	Descripción	Manufacturero	TIPO	Cantidad
TM-00XXXX	Manejadoras de aire, Humidificadores, Planta de agua helada (chillers), Bombas de agua, unidades minisplits, etc.	CARRIER, ARMSTRONG, TORREY.	Equipos de HVAC	50
TM-00XXXX	Inyectores de aire, Extractores de aire metálicos y de fibra, extractores para cocina, etc.	ARMSTRONG, GREENHECK	Equipos de extracción de aire.	15

TM-00XXXX	Tanques, válvulas, filtros multimedia, de carbón, contenedor de sal, bombas, sensores, medidor TDS, lámpara UV, etc.	AQUATROL, TURBIDEX, HYDRANAUTI CSDOROT	Equipos de tratamiento de agua y des-ionizado (RO / DI water)	25
TM-00XXXX	Reguladores de voltaje, Transformadores, gabinetes eléctricos y alimentadores, etc.	SIEMENS, GE, SCHNEIDER	Equipos del sistema eléctrico subestación.	76
TM-00XXXX	Detectores térmicos, foto sensores, estaciones de jalón, monitores modulares, rociadores, hidrantes, etc.	HONEYWELL, VICTAULIC,	Equipo del sistema contra incendios.	407

Fuente propia, sistema de control de activos EAM, equipos HVAC, BHE febrero 2019

Existen otros equipos, los cuales por su naturaleza no se pueden realizar sus mantenimientos de manera interna o a terceros, donde el proveedor, como parte del arrendamiento considera los servicios necesarios para cumplimiento normativo gubernamental, servicios que se incluyen en las cláusulas del contrato.

Se descarga del sistema de presupuesto (BCS) los registros de mantenimiento (gastos por cuentas) de periodos desde el 2018 a junio del 2019.

En la siguiente tabla, se muestran los costos de mantenimiento (partes y servicios) por equipo, correspondientes al 2019, como parte del Plan de mantenimiento de equipos:

En la tabla 3.4 Plan de Mantenimiento anual, resumen, se muestran los costos de mantenimiento (partes y servicios) por equipo, correspondientes al 2019, como

parte del Plan de mantenimiento de equipos, en anexos se presenta el plan completo, 3.4.1 Plan de Mantenimiento Anual.

Tabla 3.4 Plan de Mantenimiento anual, resumen.

PREVENTIVE MAINTENANCE , FACILITIES ANNUAL PLAN 2019

NOTE: no corrective maintenance and Clearing material included

TOTAL COST: \$ 98,216.43 USD

Asset	Description	CLASS	Assigned To	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	TOTAL
TOTAL				\$ 12,091.21	\$ 6,468.75	\$ 7,177.62	\$ 7,950.01	\$ 12,113.61	\$ 13,340.96	\$ 16,791.67	\$ 20,382.66	\$ 98,216.43

Fuente propia, sistema de control de activos EAM, equipos EXHAUST, BHE. Febrero 2019

De este Plan de Mantenimiento anual 2019, se obtuvo la tabla 3.5 Lista de equipos por costo de mantenimiento, donde el servicio y partes fueron los más costosos, con la finalidad de identificar las oportunidades de mejora, colocándolos de mayor a menor, formado una tabla que nos permitirá la identificación y visualización de equipos y posteriormente graficar, separando los mantenimientos internos y partes de los mantenimientos externos de servicio.

Tabla 3.5 Lista de equipos por costo de mantenimiento.

Descripción	TOTAL	Rel	R / Acu
RO (X2), WATER THREATMENT SYSTEM	\$ 17,660.00	18%	18%
Air Cooled Variable Speed screw Chiller #1	\$ 12,868.30	13%	31%
Air Cooled Variable Speed screw Chiller #2	\$ 12,868.30	13%	44%
Air Handling Unit	\$ 9,680.00	10%	54%
Air Compressor Atlas GA90VSD (2016)	\$ 6,091.60	6%	60%
Air Compressor Atlas GA90VSD (2017)	\$ 6,091.60	6%	66%
Edificio General CPA	\$ 5,277.62	5%	72%
Humidifiers	\$ 4,680.00	5%	77%
VACUUM PUMP (2017)	\$ 4,520.72	5%	81%
Filter Cabing SMT/WAVE	\$ 4,000.00	4%	85%
CLASS 3 Coating Room SAGEM	\$ 3,051.25	3%	88%

<i>Filter Cabing Industrial Coating Room</i>	\$ 2,400.00	2%	91%
<i>3 Phase water pump armstrong (15 H.P.)</i>	\$ 2,000.00	2%	93%
<i>3 Phase water pump Armstrong (20 H.P.)</i>	\$ 2,000.00	2%	95%
<i>Barrera vehicular (x3) acceso a BHE</i>	\$ 1,750.00	2%	97%
<i>High V. Air Switch, 15 KV, 2000 kVA &amp; 1-750 kVA</i>	\$ 1,557.03	2%	98%
Extractor EA-07 ( <i>Coating Paint Cabing</i> )	\$ 200.00	0%	98%
Extractor EA-03 (SMT/WAVE)	\$ 160.00	0%	99%
Extractor EA-02 (SMT/WAVE)	\$ 160.00	0%	99%
Extractor EA-01 (SMT/WAVE)	\$ 160.00	0%	99%
Extractor EA-06 ( <i>Coating Paint Cabing</i> )	\$ 160.00	0%	99%
Extractor	\$ 80.00	0%	99%
Inyector de aire parte externa <i>coating</i>	\$ 80.00	0%	99%
Inyector de aire parte externa <i>coating industrial</i>	\$ 80.00	0%	99%
Extractor EA-09 ( <i>Coating PVA</i> )	\$ 80.00	0%	99%
Extractor EA-08 ( <i>Coating PVA</i> )	\$ 80.00	0%	100%
Extractor de fibra EA-05	\$ 80.00	0%	100%
Extractor EA-13 (Oficinas)	\$ 80.00	0%	100%
<i>KITCHEN</i> Injector 1500HP/1PH230V/6.8 FLA	\$ 80.00	0%	100%
<i>KITCHEN</i> Extractor 1850 CFM con grasera.	\$ 80.00	0%	100%

Elaboración propia, Fuente: extracto al Plan de Mantenimiento, abril 2019.

Se generó la gráfica 3.6 Pareto de costos por equipo, para analizar los equipos de mayor costo por mantenimiento, logrando identificar los equipos candidatos a realizarles los servicios de manera interna, para reducción de costos, donde se localizó a los 2 compresores y a las 2 torres de enfriamiento, los cuales analizamos en esta investigación, estos equipos representan el 38% del total del costo de mantenimiento.



6. Se forman listas de mantenimientos y partes de reemplazo, se analizan la viabilidad de equipos candidatos a manejarse internamente.
7. Se analizan los costos internos contra externos.
8. Se implementan las mejoras, se documentan y se presentaran en la parte de sugerencias de esta investigación.

Adicional en esta investigación, se desarrollan listados de equipos críticos, no solo por el costo, por lo que representa si existiera un paro o daño que perjudicara a producción de manera significativa, se laboran listas de partes, se revisa el almacén de partes, se calculan máximos y mínimos, así como punto de re-orden, se da localidad y se calcula el costo total; todo esto es parte del Plan de mantenimiento de equipos de Planta.

### **3.5 Diseño del instrumento.**

Las variables de la investigación: Presupuesto y Proyectos, se realizaron mediante el acceso al sistema de presupuestos (BCS) donde están los registros por cuentas y departamentos, por meses-años, se utilizarán encuestas para ver el estado y el sentir de Los líderes de grupos que utilizan presupuestos (Gerentes departamentales, Ingenieros y técnicos), mediante la herramienta de Hoshin Kanri, se desarrollaron y actualizaron las metas del corporativo aplicables al departamento en contribución con las metas de la compañía.

Los proyectos de ahorro y el comité, en conjunto con la mejora continua, apoyaron a la matriz de Hoshin Kanri, para alinearse con los objetivos de la compañía.

A continuación, se presenta la encuesta realizada a personal de BHE (Técnicos de mantenimiento de edificio, ingenieros de Manufactura y Gerentes departamentales):

## Plan de mantenimiento y Presupuesto

El objetivo de esta encuesta es de carácter reservado y confidencial, aplicado a una investigación de la Maestría en Administración del ITT.

\*Obligatorio

1. Dirección de correo electrónico \*

---

### Plan de mantenimiento

2. ¿Cuenta con un Plan de mantenimiento personal ? \*

*Marca solo un óvalo.*

Sí

No *Después de la última pregunta de esta sección, pasa a la pregunta 5.*

3. Que artículos personales estan en su plan de mantenimiento ?

*Marca solo un óvalo.*

Automovil / motocicleta / bicicleta

Casa (pintura, chapas, ventanas, pisos)

Baños

Tuberías de gas / agua / luz

Todos

Solo algunos

4. **¿Cumple con el plan de mantenimiento personal?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí *Después de la última pregunta de esta sección, pasa a la pregunta 13.*
- No

5. **¿Tiene algún impedimento para la realización del mantenimiento personal? \***

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- Otro: \_\_\_\_\_

## Conocimiento de Mejora Continua

6. **¿Ha recibido entrenamiento básico en herramientas-iniciativas de Mejora Continua?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Sí
- No
- no lo se

7. **¿De las siguientes herramienta de mejora continua cuál o cuáles son las más aplicadas a su departamento?**

*Marca solo un óvalo.*

- 5S
- Empresa Visual
- Kanban
- Mapeo de flujo de Valor
- Cambio de modelo en menos de 1 digito (SMED)
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Todas
- Ninguna

8. **¿Conoce los métricos con los cuales su departamento es evaluado?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- solo algunos

9. **¿Conoce al líder-campeón de Mejora continua en su empresa?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí  
 No  
 Tal vez

## Proyectos

10. **¿Ha participado en proyectos de mejora en los últimos 3 meses? \***

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Sí  
 No  
 no lo se

11. **¿Se cumple con el tiempo planeado en los proyectos que usted ha participado?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí *Después de la última pregunta de esta sección, pasa a la pregunta 12 .*  
 No  
 no siempre

12. **¿Cual es la razón principal del por que los proyectos no cumplen con el tiempo proyectado?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Cambios al plan  
 Sin presupuesto  
 Sin metodología clara y definida  
 Otro: \_\_\_\_\_

## Tec\_Ger

13. **¿Cual es su puesto en la empresa?**

*Marca solo un óvalo.*

- Gerente *Pasa a la pregunta 18.*  
 Ingeniero / Soporte  
 Tecnico

## Presupuesto (TEC)

*Para técnicos e Ingenieros*

**14. ¿Cuenta usted con un contrato por tiempo indefinido?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- No lo se

**15. ¿Cuenta usted con la herramienta básica para el desempeño de sus actividades? \***

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No

**16. ¿Cuenta con el material cuando lo solicita para realizar su trabajo?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí *Después de la última pregunta de esta sección, deja de rellenar el formulario.*
- No
- no siempre

**17. ¿Cual es la razón de la falta de material-herramienta para realizar el trabajo?**

*Marca solo un óvalo.*

- Material / herramienta equivocada
- Falta de planeacion / definicion de prioridades
- Presupuesto
- Entrenamiento
- Otro: \_\_\_\_\_

**18. ¿Que propone para solucionar la falta de material-herramienta?**

---

---

---

---

---

*Deja de rellenar este formulario.*

**Presupuesto (Ger)**

Sección solo para opción de Gerente

19. **¿Cuenta con presupuesto en su departamento para compras, partes, herramientas?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- no lo se

20. **¿Participa en la solicitud del Plan de presupuesto de manera anual?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- no lo se

21. **¿Conoce la base con la que se define el presupuesto?**

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- Tal vez

22. **¿Que tan apegado está el presupuesto solicitado en el plan anual con el colocado mensualmente / trimestralmente?**

*Seleccione del 1 al 5 (donde 5 es totalmente de acuerdo, 1 es totalmente desacuerdo)*

*Marca solo un óvalo.*

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

23. **¿Cual es la razón que usted considera de esta diferencia entre el presupuesto real y el colocado?**

*Marca solo un óvalo.*

- No se presento el plan / sin participacion este año
- Desconocimiento del sistema
- Falta de información
- Sin justificación de proyectos
- Otro: \_\_\_\_\_

24. **Según su experiencia ¿El presupuesto es el indicado?**

*Marca solo un óvalo.*

- si
- No
- no lo se
- Otro: \_\_\_\_\_

25. **¿Qué solución propone para que el presupuesto sea el más apegado a las necesidades de su departamento? \***

*Marca solo un óvalo.*

- Proyectos de Mejora con retornos de inversion
- Revisión de presupuestos de manera mensual, por cuarto, etc.
- No tengo problemas de presupuesto
- Asi como esta funciona para mi departamento
- Otro: \_\_\_\_\_

Estas encuestas se realizaron en junio del 2019, se entregaron a 18 personas: cuatro gerentes y líderes departamentales, cuatro técnicos y diez ingenieros, los cuales representan el 50% del personal con injerencia directa con presupuesto asignado al departamento de Mantenimiento de Edificio.

### **3.5.1 Validez del instrumento.**

Las listas de equipos y presupuestos, son procedimientos estándares, las grandes compañías que cuentan con equipos industriales, utilizan programas de control de activos, donde regularmente enlistan sus equipos capitales, mantenimientos y calibraciones, para control de presupuestos.

Este sistema esta desligado al sistema de presupuestos de fianzas BCS, lo cual le da cierta incertidumbre y descobijo a los servicios y compra de partes, generando incongruencias entre ambas, por consecuencia, la solicitud de presupuesto adicional es parte de la vida cotidiana de los gerentes y líderes departamentales, principalmente en el departamento de edificio.

En las encuestas realizadas, se logra coincidir en la falta de presupuesto como problema principal y generalizado de las 3 partes solicitantes, debido a esta desvinculación y desinformación del sistema de gasto interno.

Cada año, se revisan y se actualizan los proyectos de mantenimiento y gasto a futuro, realizado cada noviembre, previo al cierre y solicitud del presupuesto para el ciclo entrante, donde participan cada líder departamental y gerentes, revisado por la dirección de finanzas y Gerencia General.

Al enviarse la petición al corporativo, este regresa el documento con sus observaciones, así como su aprobación con sus respectivas modificaciones. Los cambios y ajustes se realizan en la aparición de proyectos de inversión y nuevas tecnologías, donde se contemplan, no siempre, partidas designadas a

presupuestos, cuando no, este debe de ser considerado como parte del gasto corriente, volviendo a lastimar el recurso pre-asignado.

### **3.6 Recolección de Datos.**

#### **3.6.1 Tabulación.**

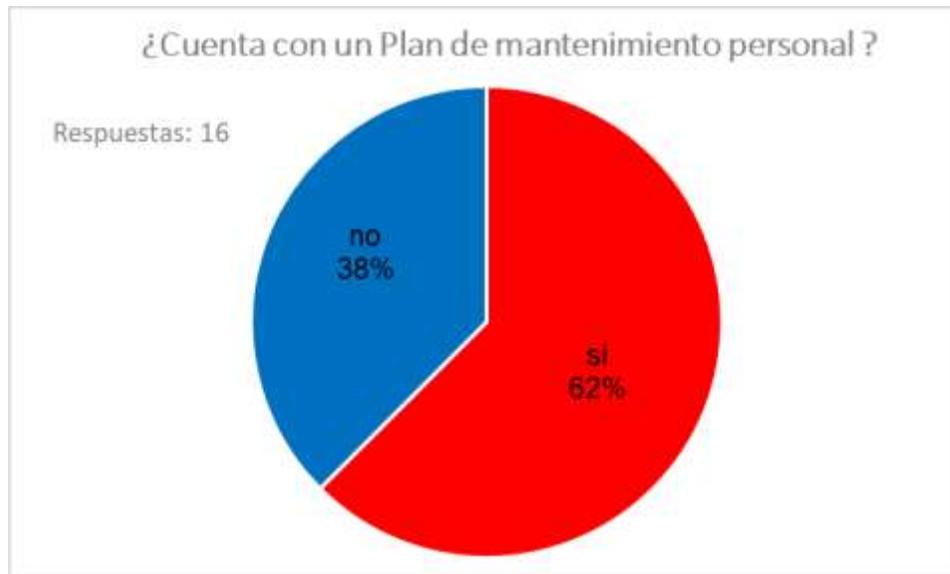
Resultado de las encuestas al personal de BHE (Gerentes, técnicos e ingenieros),

En la primera sección, se desarrollaron preguntas para ver el nivel y conocimiento básico de mantenimiento, para garantizar que el personal entrevistado conociera el tema de la investigación.

Resultado, sección 1 (Mantenimiento).

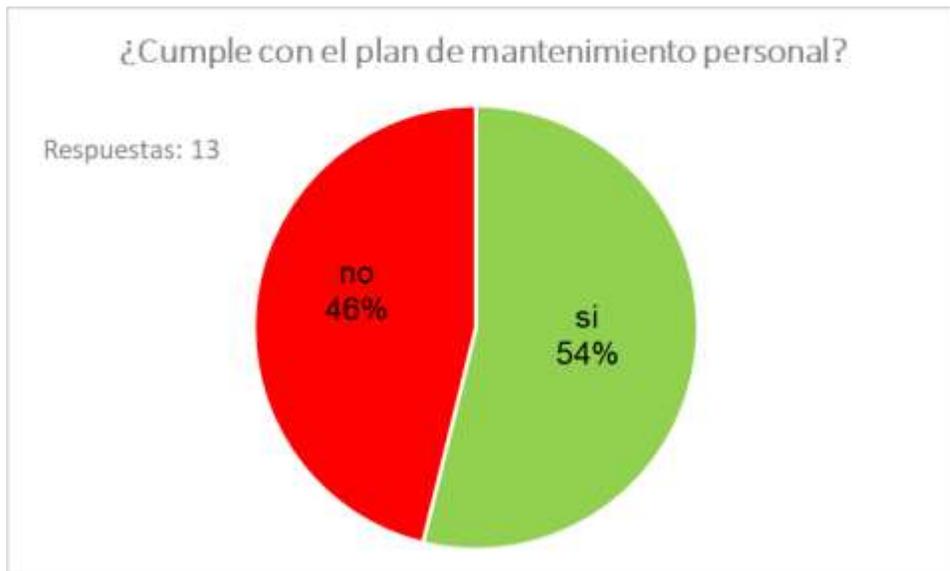
La mayoría de los entrevistado, como se muestra en la gráfica 3.7 Plan de mantenimiento, comentan que cuentan con un plan personal, mostrando la importancia que este representa en la vida cotidiana, sin embargo, no realizan esta actividad en todos los servicios básicos de una casa, grafica 3.8 Artículos en el plan de mantenimiento, esto lleva a que la mitad se realice a pesar de no tener impedimento en realizar estas acciones, como se puede observar el grafico 3.9 y 3.10, respectivamente.

Grafico 3.7 Plan de mantenimiento.



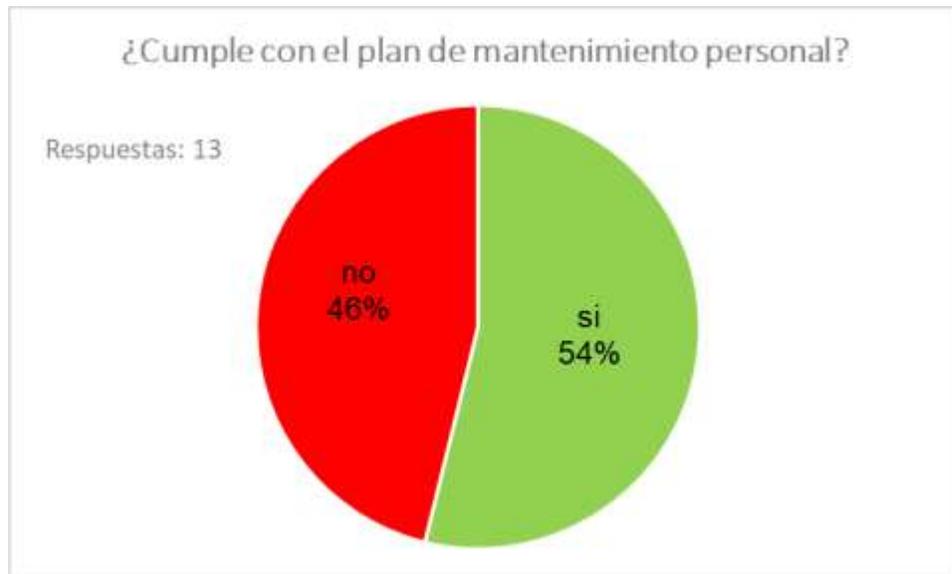
Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Grafico 3.8 Artículos en el plan de mantenimiento.



Elaboración: propia, Fuente: encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019

Grafico 3.9 Cumplimiento del plan personal.



Elaboración: propia, Fuente: encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019

Grafico 3.10 Impedimento para realizar el plan personal.



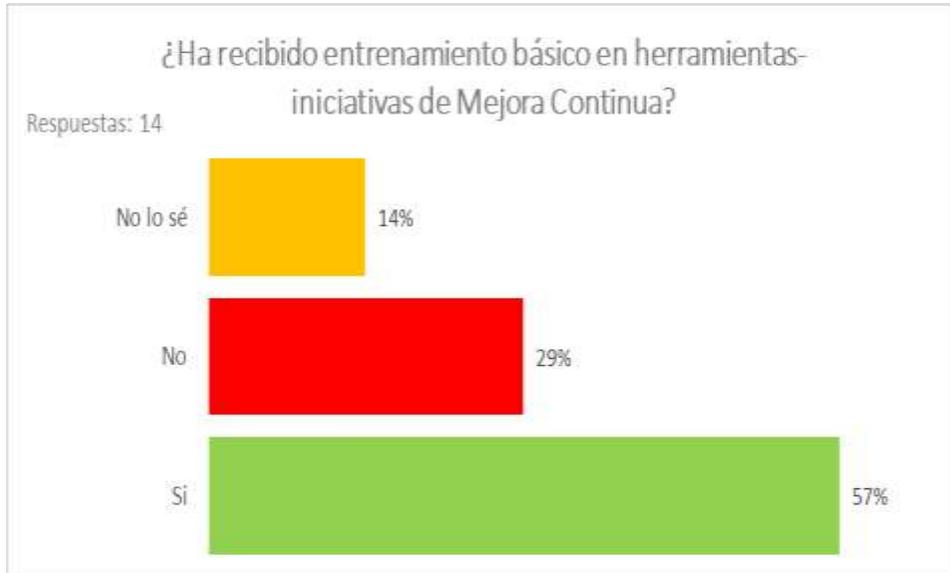
Elaboración: propia, Fuente: encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019

En la segunda parte de la encuesta, se tocaron temas de mejora continua y entrenamientos, siendo estos los resultados obtenidos:

Resultado, sección 2 (Mejora Continua).

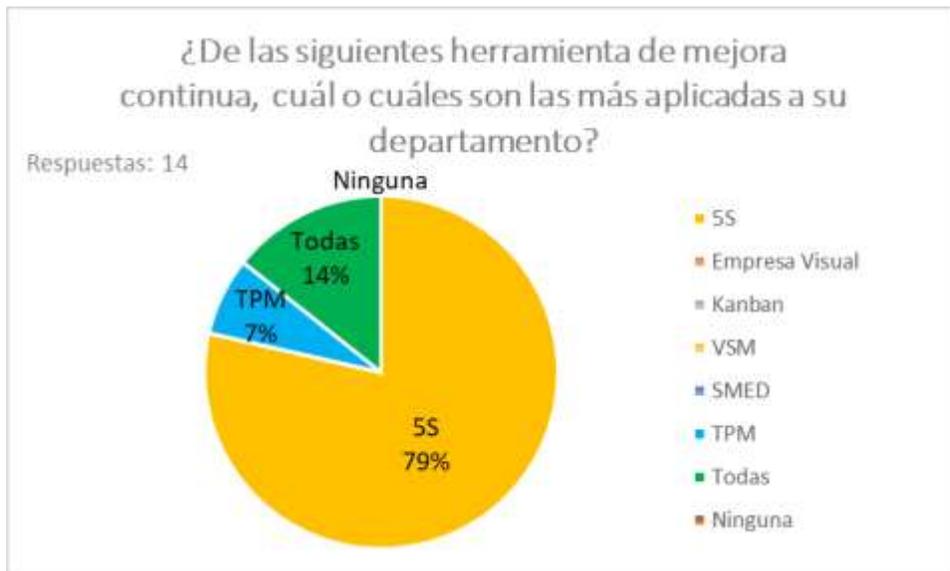
Esta sección, se puede observar que la mitad tiene conocimientos de mejora continua, grafica 3.11 Entrenamiento básico en Mejora continua, ya sea por entrenamientos anteriores o internos, esta parte no se investigó debido al enfoque de esta investigación, pero son solo algunas las herramientas más utilizadas como las 5 "S", grafico 3.12 Herramienta aplicada de Mejora continua, como parte del entrenamiento básico al ingresar a la empresa, con seguimiento en los pizarrones de desempeño, adicional se observa que en el conocimiento de los métricos por departamento, grafica 3.13 Conocimiento de métrico de Mejora continua, solo la mitad reconoce conocerlos, también se menciona que conocen al líder-campeón de mejora, la persona responsable de impartir conocimiento y entrenamiento relacionado a técnicas y herramientas de manufactura esbelta, principalmente, se logra percibir que aún no se integra esta modalidad y cultura de mejoramiento, se muestra en el grafico 3.14 Líder de Mejora continua.

Gráfico 3.11 Entrenamiento básico en Mejora continua.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3.12 Herramienta aplicada de Mejora continua.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3.13 Conocimiento de métrico de Mejora continua.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3.14 Líder de Mejora continua.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

En la tercera parte, se realizaron cuestionamientos de participación en proyectos, indicador donde el tema de presupuestos es discutido, no solo como parte del ahorro, más bien como impulsor del mismo.

Resultado, sección 3 (Proyectos).

La actividad de proyectos a nivel ingeniería es parte fundamental para la compañía y clientes que esperan reducción de costos, principalmente a material y tiempos de labor, demostrando las encuestas que solo un 21% del personal aún no ha participado en estos proyectos, grafico 3.15 Participación en Proyectos, de manera formal, los que sí, han tenido dificultades para terminar a tiempo, grafico 3.16 Cumplimiento de Proyectos, con varias variables a considerar, pero la más significativa es el presupuesto, Gráfico 3.17 Razones de incumplimiento en Proyectos, siendo mayoría los ingenieros a cargo de realizar las mejoras, Gráfico 3.18 Puesto o función, lo contrario con los técnicos que son los que realizan los trabajos específicos y no participan directamente en los proyectos, solo como soporte, la gerencia al igual que los ingenieros tienen el mismo problema, pues la solicitud y justificación para la obtención de presupuesto en proyectos de mejora no van alineados.

Gráfico 3.15 Participación en Proyectos.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3.16 Cumplimiento de Proyectos.



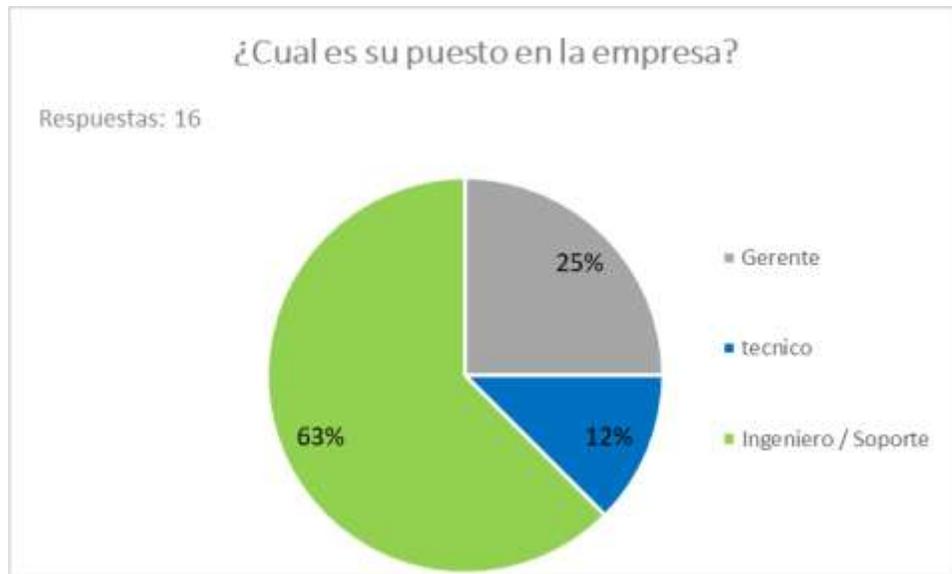
Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3. 17 Razones de incumplimiento en Proyectos.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3. 18 Puesto o función.



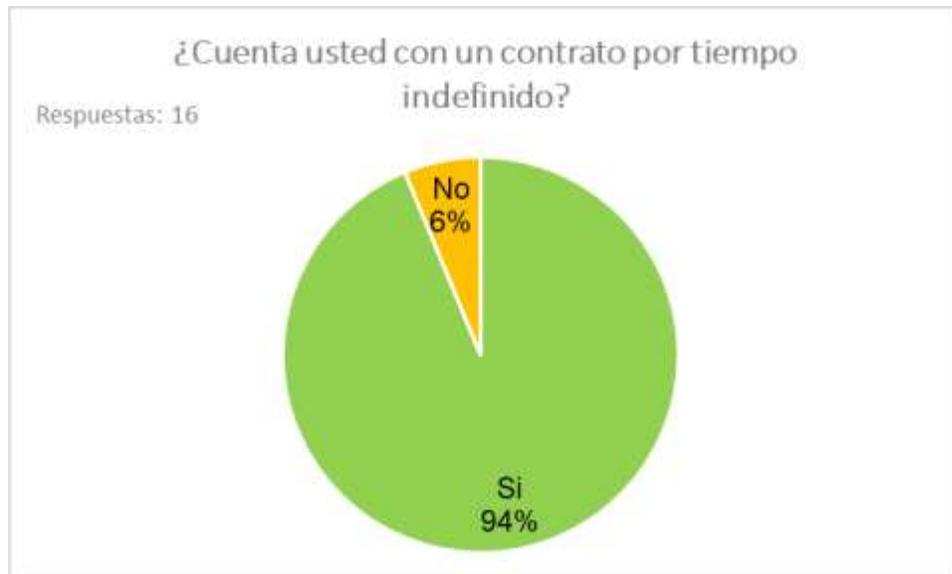
Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

En la cuarta parte, se aborda el tema de presupuesto, en 2 secciones: la primera dirigida a gerentes, líderes departamentales, ingenieros y personal técnico, la segunda a gerentes y líderes departamentales solamente.

Resultado, sección 4, a ingenieros y técnicos (Presupuesto).

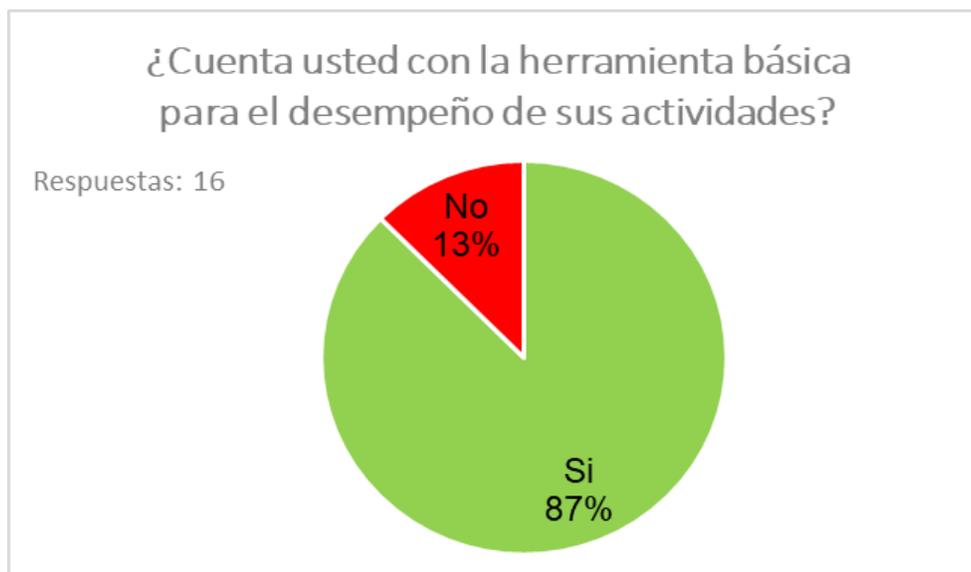
El 94% del personal entrevistado declara que cuenta con un contrato por tiempo definido, gráfico 3.19 Contratación temporal o indefinida. el cual el 87% tiene las herramientas básicas para desempeñar sus labores diarias, Gráfico 3.20 Herramientas para desempeño del trabajo., pero cuando se trata de la compra de materiales, estos no se compran, Gráfico 3.21 Solicitud de materiales para desempeño del trabajo, solo el 19% está seguro y el 81% no siempre se obtiene como una práctica del día a día, el principal motivo conocido es, de nuevo, la falta de presupuesto con un 87%, Gráfico 3.22 Razones de la falta de herramientas en el trabajo.

Grafico 3. 19 Contratación temporal o indefinida.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Grafico 3. 20 Herramientas para desempeño del trabajo.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Grafico 3. 21 Solicitud de materiales para desempeño del trabajo.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Grafico 3. 22 Razones de la falta de herramientas en el trabajo.

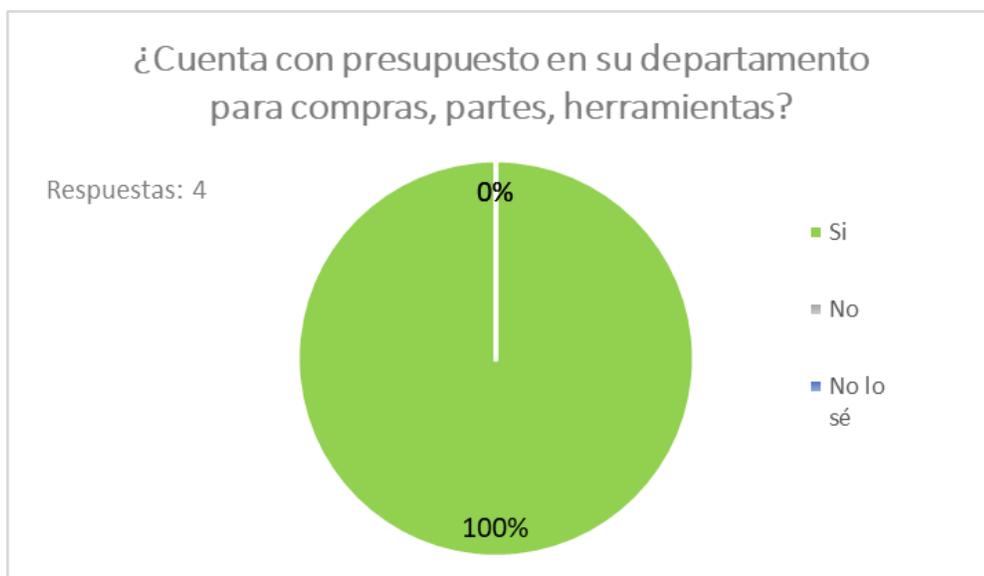


Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Resultado, sección 4, Gerentes y líderes departamentales (Presupuesto).

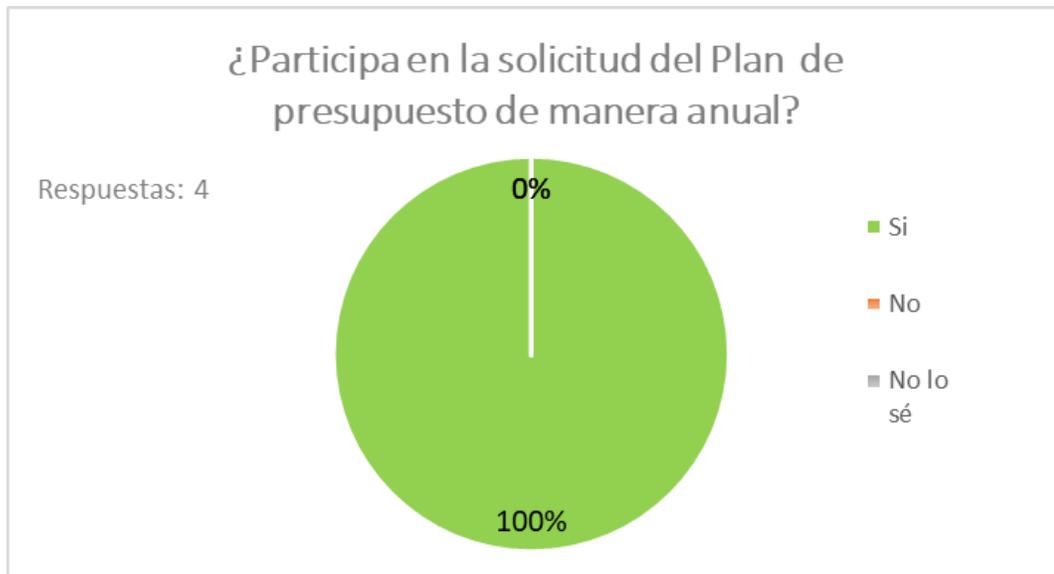
Al encuestar a los gerentes y líderes departamentales, los cuales confirman que sí se tiene un presupuesto base Gráfico 3.23 Presupuesto para partes y herramientas, además participan de manera regular y anual en la revisión de provisiones para los siguientes ciclos, Gráfico 3.24 Participación en la solicitud de presupuesto anual., confirmaron que lo que se pide, no corresponde a lo revisado previamente, ya que no se les da a conocer la base de su presupuesto, Gráfico 3.25 Conocimiento de base al presupuesto, hasta el momento que este es colocado en el sistema BCS, Gráfico 3.26 Presupuesto Solicitado contra presupuesto real, el 75% no está de acuerdo al monto asignado Gráfico 3.27 Diferencia entre presupuesto real y solicitado, las diferencias radican en la falta de información, comunicación, conocimiento en finanzas y control de presupuesto, Gráfico 3.28 Percepción de la base del presupuesto, las recomendaciones hechas por ellos mismos son la revisión de los recursos, de manera periódica, se logra ver en el Gráfico 3.29 Comentario para mejora en la asignación de presupuesto.

Gráfico 3. 23 Presupuesto para partes y herramientas.



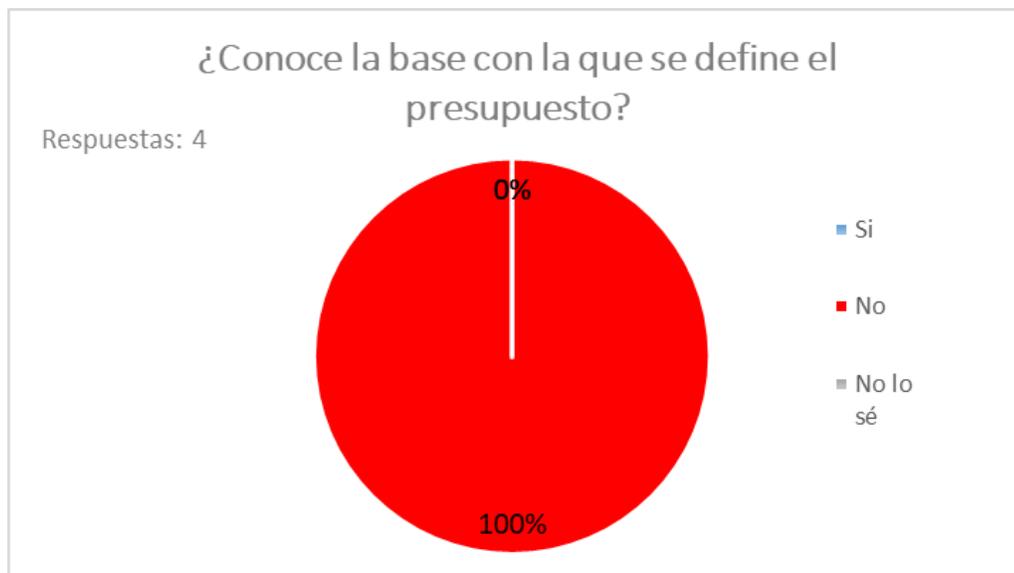
Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3. 24 Participación en la solicitud de presupuesto anual.



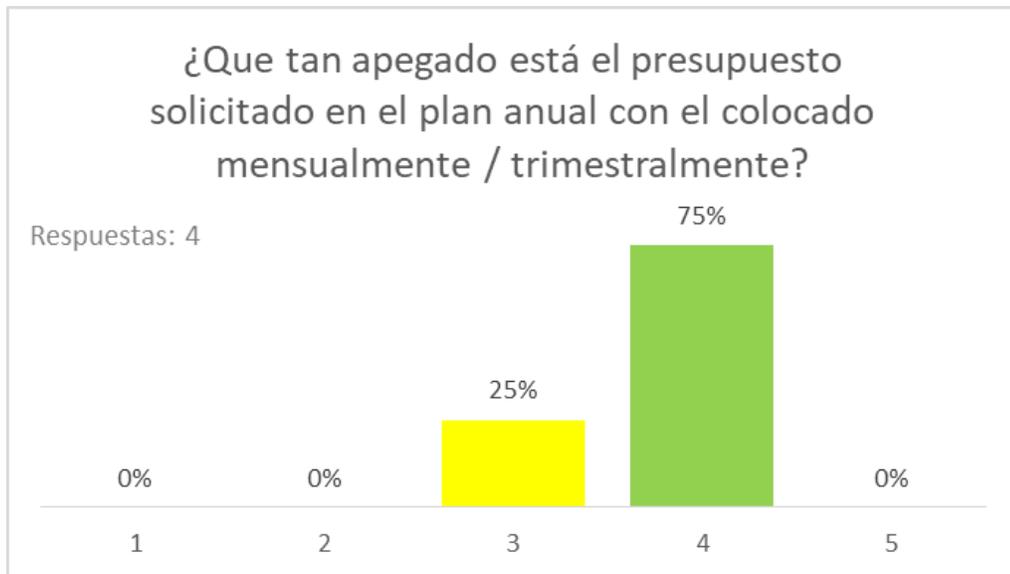
Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3. 25 Conocimiento de base al presupuesto.



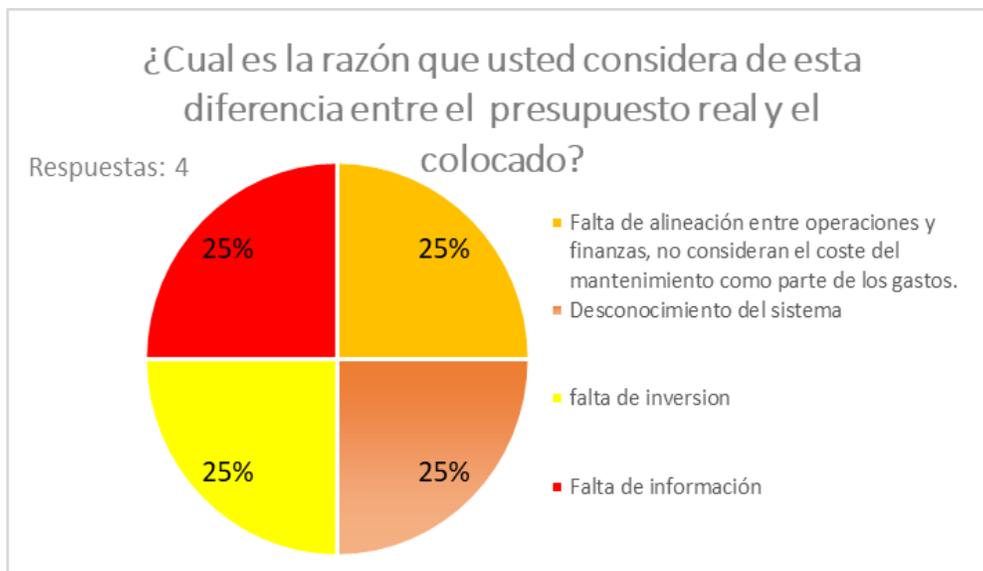
Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3. 26 Presupuesto Solicitado contra presupuesto real.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3. 27 Diferencia entre presupuesto real y solicitado.



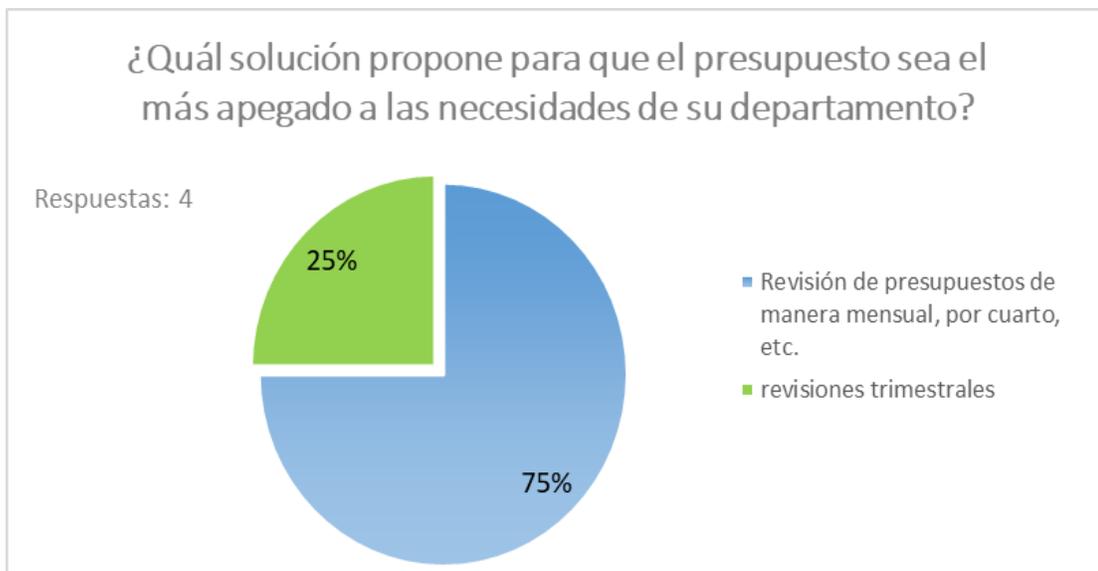
Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3. 28 Percepción de la base del presupuesto.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

Gráfico 3. 29 Comentario para mejora en la asignación de presupuesto.



Fuente propia, encuesta de investigación de 26 preguntas en BHE, junio 2019.

### **3.7 Estadística descriptiva de la muestra y estimación de parámetros.**

De acuerdo a la muestra de esta investigación, donde el total de técnicos de mantenimiento de edificio es igual a 5, la muestra se tomó solo a 2 técnicos, representando el 40% del total del universo, suficiente para que la muestra sea representativa.

Del total de ingenieros, se realizó la encuesta a 10, donde el universo es de un total de 12, representando el 83% del total, a su vez, de un universo de 8 gerentes y 2 líderes departamentales, se tomó la encuesta a 4, la cual representa el 40%.

Esta muestra fue adquirida en Julio 2019, debido a cambios internos, el universo actual pudo cambiar en días o semanas.

# **Capítulo IV.**

## **Resultados.**

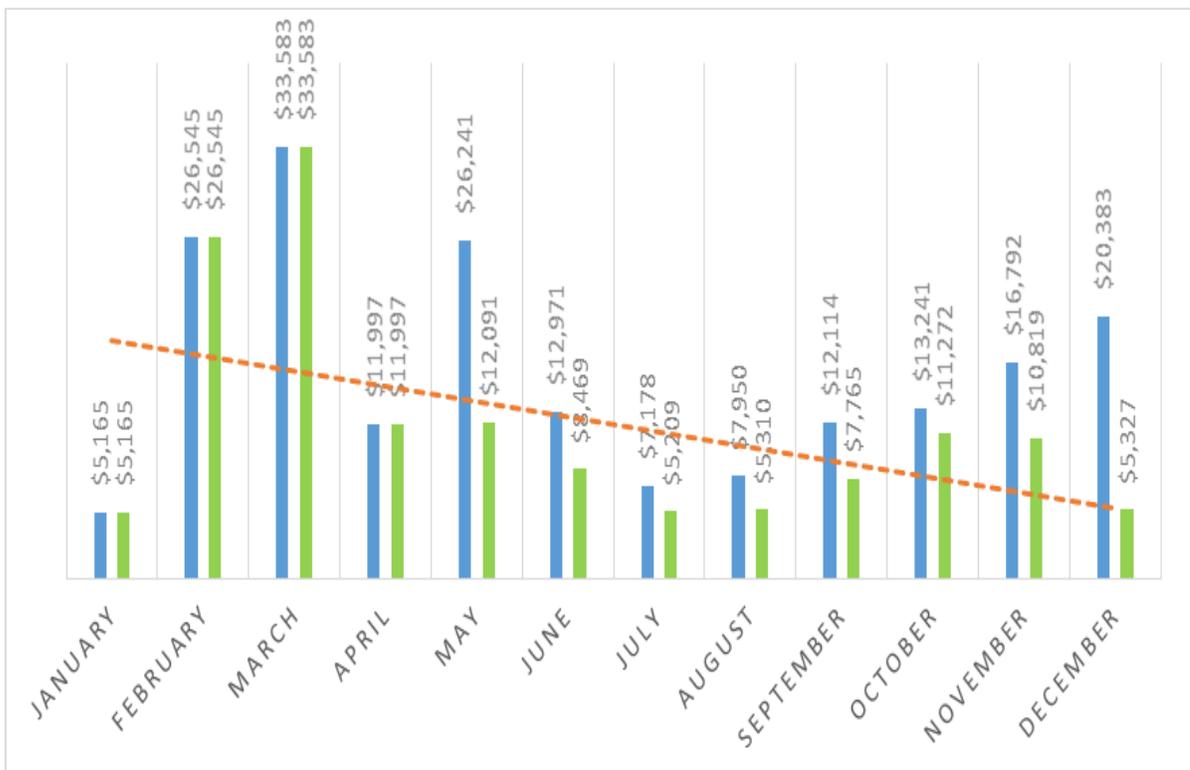
#### 4.1 Análisis de resultados.

Los datos de esta investigación fueron recopilados de los sistemas de administración de presupuesto y activos, así como de algunos manuales de equipos, en relación directa con activos de edificio, dejando de lado los equipos de manufactura y procesos productivos. Las encuestas fueron realizadas de manera presencial, debido a políticas de uso de correos en la empresa BHE.

#### 4.2 Análisis e interpretación de los resultados.

Como resultado de la investigación, se ratificó la necesidad de desarrollar un Plan integral de Mantenimiento, con costos de servicios y partes, para análisis y detección de oportunidades de mejora, donde se visualiza este ahorro significativo respecto al año corriente y el plan mejorado:

Gráfica 4.1, Costos mensuales de Mantenimientos a edificio.

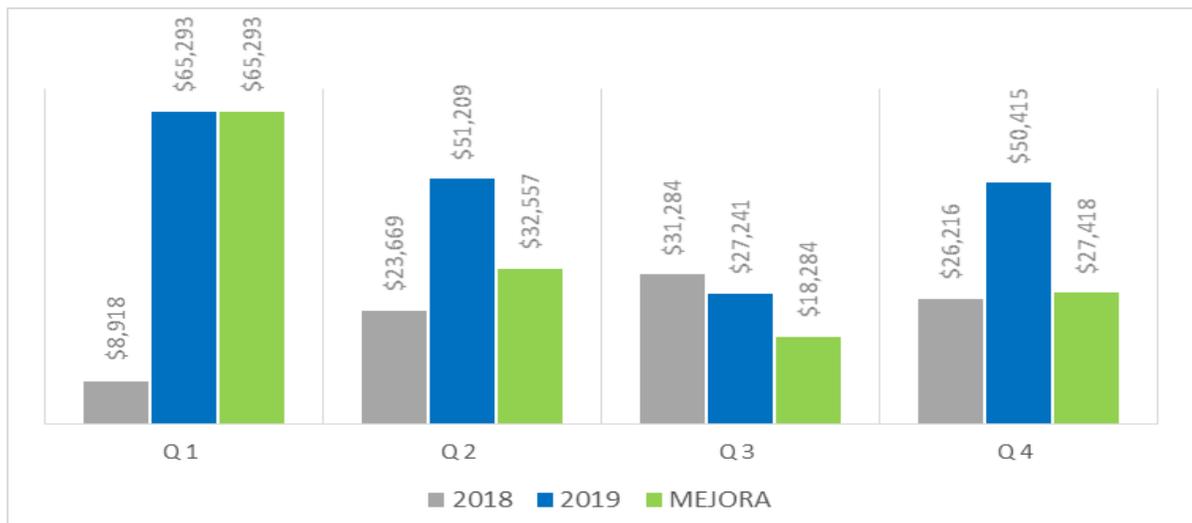


Fuente propia, extracto del Plan de mantenimiento y mejora aplicada, Julio 2019

La tendencia de ahorro va mejorando, según avanzan los meses, esta mejora se realizó tan solo con detectar los equipos y servicios externos que, con previa evaluación y realización de la documentación, se decidió realizarlos nosotros mismos, pues los técnicos y el superviso evaluaron y demostraron a la gerencia de edificio tener la capacidad para la realización y la herramienta, siguiendo los pasos y revisiones de actividades del proveedor, se podrá obtener al final del año ahorros en el costo total de mantenimiento de \$50,606 dólares americanos, el 26% del costo total anual.

Trasladando estos costos por trimestres, donde se comparó el año 2018, 2019 y las mejoras propuestas, se logra observar que aún se puede reducir el costo de los mantenimientos, con solo absorber los servicios externos a internos:

Gráfica 4.2, Costos trimestral de Mantenimientos a edificio, 2018-2019



Fuente propia, extracto del Plan de Mantenimiento, Julio 2019.

### 4.3 Hallazgos.

Esta investigación muestra el sentir de los gerentes respecto a problemas que normalmente no se comentan a los demás niveles administrativos, la falta de compromiso relacionado a proyectos de ahorro y mejora, la nula o reducida confianza, a pesar de las evaluaciones y presentaciones a la alta Gerencia, donde

los proyectos bien justificados y redituables, simplemente no avanzan, principalmente por no compartir la información financiera con el staff gerencial, el cual necesita ser entrenado, para manejo efectivo de la información y presupuesto.

Esta situación ha permeado a los ingenieros, dejándolos sin motivaciones, reduciéndolos de agentes de cambio a desarrolladores de propuestas, por lo general solo se queda en proyectos y buenas intenciones, gastando tiempo y generando el desánimo general.

La distribución y propaganda de la información financiera de manera abierta da más oportunidad y conocimiento a los líderes de proyectos, motivándolos a enfocarse en lo urgente e importante, la actualización de métricos y su seguimiento es de suma importancia, todos deben de tener el conocimiento básico para localizar sus indicadores clave departamentales y cuestionar el cómo poder contribuir a lograr las metas.

La herramienta que facilita esta comunicación es el *Hoshin Kanri*, pero al estar estático sin revisiones y sin mostrarlo al personal, la herramienta carece de sentido, siendo una técnica poderosa se vuelve una sobrecarga, al no tener movilidad, pierde su razón de ser, se genera descontrol y pasividad en los proyectos y metas departamentales.

Se detecta que el departamento de mantenimiento de edificio, se utiliza el TPM de manera parcial, pues el taller de trabajo esta desordenado, las partes están revueltas y falta implementar las 5S, Empresa Visual, principalmente.

Por otra parte, el tiempo extra no es requerido como actualmente se está planeando, pues las actividades de preparación se realizan en tiempo ordinario, dejando la actividad principal para después, cuando esta se debe planear en tiempo normal, la nula visión del supervisor al estar su cubículo al otro lado del edificio deja al personal técnico a merced de iniciar actividades a destiempo, a posibles pérdidas de material y herramienta, debido a que no se tienen controles visuales ni inventarios electrónicos.

**Capítulo V.**

**Conclusiones y  
recomendaciones.**

## 5.1 Propuesta.

Se desarrolla esta investigación en la Administración de la Producción y Calidad, como su área de trabajo, basada en los objetivos propuestos en capítulos anteriores, basado en la realización y análisis de un plan de mantenimiento mejorado, documentando los servicios externos para lograr aprender y replicar estos de manera interna, así como la obtención de herramienta especializada (donde aplique), generando procedimientos y manuales de mantenimiento, así como sus listas de verificaciones, dando de alta estos servicios en el sistema de gestión de activos EAM, generando ahorros y mejoras en la aplicación de estos mantenimientos, desarrollando experiencia para el personal técnico y supervisor.

Estas actividades alimentan al sistema EAM, donde se generan métricos que validan los existentes en el *Hoshin Kanri*, cumpliendo y convirtiéndose el departamento en un ejemplo a seguir de mejora de actividades, ahorros y ejecución de iniciativas Lean.

A su vez, se propone la generación de un pizarrón de indicadores de proceso clave para mantenimiento incluyente, donde el departamento de instalaciones de edificio sea el pilar y los demás departamentos de mantenimiento realicen las mismas acciones como parte de las mejores prácticas, para el cumplimiento de sus objetivos productivos, de calidad y mejora.

Cada servicio externo, se debe de revisar desde su solicitud y necesidad, pues, no todos se pueden absorber o replicar internamente, debido a su naturaleza, seguridad y complejidad, también, en la manera que sea posible, de debe de generar el enunciado del trabajo (conocido por sus siglas en inglés como “SOW” o “*Statement of Work*”) de manera estándar, para cotización de los servicios, se entrega a cada uno de los proveedores para sorteo.

Se recomienda realizar esta práctica cada 6 meses como mínimo, con todos los proveedores, analizar los trabajos y decidir cuál servicio es el siguiente a ser absorbido, previamente documentado.

Esta actividad, trae ahorros duros a la compañía y al departamento, además de darle más capacidad y empoderamiento al personal técnico, así como la experiencia y mantenimiento autónomo, parte del TPM.

Como práctica diaria, los recorridos al inicio de cada turno, el registro en minutas electrónicas y la actualización del pizarrón de indicadores de proceso clave para mantenimiento incluyente, aportara una visión a toda la compañía de cómo se deben de hacer las cosas, logrando ser un ejemplo de mejora continua, mostrando métricos alcanzables y ligados al *Hoshin Kanri*, para cumplimiento de los objetivos de Corporativo, de clientes internos y externos.

## **5.2 Recomendaciones.**

Como recomendaciones para la empresa sujeto de investigación y para investigaciones futuras, se describe a continuación ambos apartados.

### **5.2.1 Recomendaciones para la empresa sujeto de investigación.**

Se sugiere a la empresa BHE la puesta en marcha de estos pasos (método) para los demás departamentos, como una metodología de mejora, independientemente de la implementación de las iniciativas de *Lean Manufacturing* actuales y de uso interno, siempre y cuando se tenga la aprobación e involucramiento de la alta gerencia:

1. Generar lista de equipos, con requerimientos a detalle (mantenimientos preventivos, calibraciones, costos de servicios externos, partes de reemplazo, consumibles).
2. Analizar y desarrollar un Plan de Mantenimiento mejorado, identificando los servicios internos por relevancia (calidad y costo) como candidatos a ser absorbidos.
3. Realizar el SOW para estos equipos y cotizar (mínimo 3 cotizaciones).

4. Revisar la información, seleccionar al proveedor y documentar los servicios, se recomienda que personal técnico esté presente en todo momento.
5. Revisar el ahorro y poner en práctica el servicio de manera interna, registrando las actividades, herramientas y partes en el sistema EAM.
6. Documentar el ahorro como parte de los logros de mejora del departamento y colocarlo en el pizarrón de indicadores de proceso clave para mantenimiento.

Estas acciones se logran realizar en periodo de 3 a 6 meses, los ahorros y la generación de conocimiento es redituable 100% para la empresa y para el personal.

### **5.2.2 Recomendaciones para investigaciones futuras.**

Este método para generar ahorros y cumplir las metas del departamento de mejora, se pueden trasladar a los demás departamentos, más sin embargo no queda limitado como técnica y pasos estrictamente metódicos sin opción a mejorarse, las técnicas de *Lean Manufacturing*, *6 $\sigma$* , TPM, la implementación de Análisis de modo y prueba de fallo (PFMA) enfocado a mantenimiento, conocido como Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (*RCM* o *Reliability Centered Maintenance*), y otras tantas más, pueden contribuir enormemente al mejoramiento de esta investigación a futuro.

### **5.3 Conclusiones.**

Esta investigación logra alcanzar los objetivos específicos planteados, así como el objetivo general, ya que se desarrolla un Plan de mantenimiento preventivo mejorado, presentado en capítulos anteriores, para el departamento de Mantenimiento de Planta-edificio, de acuerdo a un presupuesto revisado y pre-autorizado, al presentarse con meses de anticipación el departamento de finanzas y la gerencia general lograron realizar acciones para apartar recursos a cuentas específicas para el departamento 370 (departamento de mantenimiento de edificio), asegurando el funcionamiento óptimo de los servicios de equipo de edificio y

reducción de gastos al absorber los servicios externos de alto costo, al utilizar el sistema EAM para registros y seguimiento puntual de los mantenimientos, ahora internos, trayendo ahorros duros del 26% del total del costo de mantenimiento anual.

Una de las actividades básicas del departamento, debe ser la aplicación de las 5S, para organizar no solo el taller de mantenimiento , herramienta y partes, principalmente para facilitar la búsqueda de material a tiempo, para el manejo de inventarios apropiados y sin desperdicios, por seguridad del mismo personal, apoyado de técnicas de Empresa Visual, etiquetando los anaqueles de herramienta y partes, manteniendo el anaquel de químicos actualizado y seguro, inventariando y revisando las existencias de herramienta de alto costo, utilizando calendarios y rutinas diarias asignadas a cada técnico de aseo en sus áreas de trabajo, colocando ayudas visuales de los riesgos de trabajo propios de las actividades del personal de mantenimiento de edificio y, principalmente, poner el ejemplo como encargado del departamento a subordinados.

Como equipo de soporte, el cliente solicita órdenes de trabajo de manera expedita, se debe de tener siempre la actitud de servicio, estar dispuestos a servir en tiempo y forma, apoyando a los clientes que, por la urgencia de su solicitud esta angustiado, dándole soluciones y tiempos de entrega razonables, sin dejar de lado las actividades primordiales del departamento.

Como parte del análisis financiero, se mostró que se puede lograr ahorros tangibles en el corto plazo, trayendo confianza a la alta gerencia para con los gerentes y líderes departamentales, al utilizar el método básico de un Plan de Mantenimiento mejorado, con datos duros y ahorros en el corto plazo, validando y documentando los servicios externos e internos, manteniéndose activos los proyectos de ahorro, cumpliendo los métricos departamentales y controlándolos, mediante herramientas visuales como pizarrones de desempeño y *Hoshin Kanri*, generando un torbellino virtuoso de mejora continua.

## **Bibliografías.**

Ohno, T. (1988). Toyota production system: Beyond large-scale production. Cambridge, Mass: Productivity Press.

Przekop, P. (2006). Six Sigma for business excellence: A manager's guide to supervising Six Sigma projects and teams. New York: McGraw-Hill.

Deming, E. W. (1982). Out of crisis. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology.

Domingo, A. J., & Arranz, M. A. (2006). Calidad y mejora continua. San Sebastián: Editorial Donostiarra.

Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total productive maintenance. Cambridge, Mass: Productivity Press.

Lefcovich, M. (2009). TPM mantenimiento productivo total: Un paso más hacia la excelencia empresarial. Santa Fe, Argentina: El Cid Editor.

Imai, M. (1992). Kaizen (Ky'zen): The key to Japan's competitive success. Singapore: McGraw-Hill.

McCarthy, D., & Rich, N. (2015). Lean TPM: A Blueprint for Change. Burlington: Elsevier Science.

Mantenimiento productivo total. (1993). Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción.

Sánchez, R. J. (2007). Propuesta para la implementación del mantenimiento total productivo (TPM). Buenos Aires: Monografías.

Asaka, T., & Ozeki, K. (2007). Manual de herramientas de calidad: El enfoque japonés. Madrid: TGP Hoshin S.L.

TMP Video Communications Corporation., & Association for Manufacturing Excellence (U.S.). (1997). Kaizen blitz. Wheeling, IL: AME.

Hirano, H. (2018). 5 Pilares de la Fabrica Visual: La fuente para la implantación de las 5S.

Madrigal, M. R. (2018). Control estadístico de la calidad. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.

Gutiérrez, P. H., & Vara, S. R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana.

Stephen P. Robbins , Mary Coulter , Octava edición 2005, Administración, México PEARSON EDUCACIÓN,

Artículo. Definición de Ética, Javier Ferrer, María Paz de Andrade, Maite Nicuesa, David Yanover, Cecilia Bembibre,

Arencibia Fernández, J. (2007). Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 1 (1), 1-8.

Socconini L. (2018). *Lean Company - Beyond Manufacturing*. Agosto 2018, de LeanSixSigma Institute Sitio web: <https://www.leansixsigmainstitute.org/post/copy-of-lean-company-beyond-manufacturing>.

BHE inside intranet. (2018). Procedures and Documentation. 2019, de Benchmark Electronics Inc. Sitio web: <http://inside.bench>

AEA members. (2018). JEL Classification System / EconLit Subject Descriptors. 2019, de American Economic Association Sitio web: <https://www.aeaweb.org/econlit/jelCodes.php?view=jel#M>

Ethical Traveler destination, Jeff Greenwald, Michael McColl, Gregg Butensky <https://ethicaltraveler.org/reports/destinations/the-worlds-ten-best-ethical-destinations-2018/>

INEGI. (2019). México en cifras; Baja California. 2019, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=02>

INADEM. (2018). Sectores estratégicos. 2018, de Instituto Nacional del Emprendedor Sitio web: <https://www.inadem.gob.mx/sectores-estrategicos-por-estado/baja-california/>

Infor. (2019). Campus plus info EAM. 2019, de Infor builds business software Sitio web: <https://webassets.infor.com/resources/Brochures/campus-plus-for-eam.pdf?mtime=20190821091727>

Bureau of Business Practice. (1900). The Memory jogger. Waterford, CT: Bureau of Business Practice.

Brassard, M., Ritter, D., & GOAL/QPC,. (2018). The memory jogger 2: Tools for continuous improvement and effective planning.

Herrera-Galán, M., & Duany-Alfonzo, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Ingeniería Industrial, XXXVII (1), 2-13.

Suárez Fragas, Y., & Medina Peña, D., & Hernández Alfonso, P. (2015). Sistema automatizado para la gestión del mantenimiento de equipos (módulos administración y solicitud de servicio). Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 24, 85-90.

Marín-García, J., & Martínez, R. (2013). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. Intangible Capital, 9 (3), 823-853.

García Alcaraz, J., Romero González, J., & Noriega Morales, S. (2012). El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. Contaduría y Administración, 57 (4), 173-196.

Hernández Gómez, A., Escobar Toledo, C., Larios Prado, J., & Noriega Morales, S. (2015). Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial. Contaduría y Administración, 60 (1), 82-106.

Deming, W. E. (2013). *The essential Deming: Leadership principles from the father of quality*. New York: McGraw-Hill.

Inzunza, S. M., Blanca, S. L., Padilla, S. G., & American Psychological Association. (2006). *Manual de estilo de publicaciones de la American Psychological Association*. México, D.F: Editorial El Manual Moderno.

Manuales de programación, operación y mantenimiento de equipos de edificio.



### 3.3.1 Lista de números departamentales y cuentas.

No. Departamento	Nombre	Activo
100	Other Administration	Activo
110	General Manager	Activo
130	Accounting	Activo
160	Human Resources	Activo
180	Quoting	Activo
190	Information Technology	Activo
310	Purchasing	Activo
330	Mfg. Management	Activo
340	Mfg. Management & Supervision	Activo
360	Program Management	Activo
365	Production Scheduling	Activo
370	Facilities	Activo
400	Manufacturing Engineering	Activo
425	System Configuration Support	Activo
440	Quality Assurance	Activo
450	Test Engineering	Activo
465	Environmental Health & Safety	Activo
480	Warehouse	Activo
485	Shipping / Import-Export	Activo
490	Other Non-Direct Production	Activo
495	CELCO	Activo
610	Surface Mount	Activo
685	Box-Build Integration	Activo
690	Other Direct Labor	Activo
695	Offload Direct Labor	Activo

Elaboración: propia, lista departamental, Fuente: BCS. BHE intranet. 2019

Tabla 3.3.1 Lista de equipos de Mantenimiento de Planta.

#### 3.3.1.1 Lista de equipos HVAC.

Numero Capital	Descripción	Manufacturero	Modelo	Número de serie
-------------------	-------------	---------------	--------	--------------------

3543.12 8	Small Chiller #11 for Reflow Oven	DURACHILL	DA758G	3D10A15 50
TM- 000703	Refri para Lonches #3 2014	TORREY	R-36	L07-0806
TM- 000756	Small Chiller #1, line 11 (SMT)	NESLAB	HX300	390189
TM- 005987	Air Handling Unit 23, AHU-10B	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3017U08 854
TM- 005988	Air Handling Unit 22, AHU-10A	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3017U09 026
TM- 005989	Air Handling Unit 24, AHU-11A	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3017U09 035
TM- 005990	Air Handling Unit 25, AHU-11B	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3017U09 023
TM- 005991	Air Handling Unit 26, AHU-12A	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3117U09 096
TM- 005992	Air Handling Unit 27, AHU-12BÂ	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3017U08 855
TM- 005993	Air Handling Unit 12, AHU-05A	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3017U08 866
TM- 005994	Air Handling Unit 13, AHU-05B	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3017U09 034
TM- 005995	Air Handling Unit 14, AHU-06A	CARRIER	40RUSA28A5A6- 0A0A0	3017U08 853

TM-005996	Air Handling Unit 15, AHU-06B	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U08965
TM-005997	Air Handling Unit 16, AHU-07A	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3117U09095
TM-005998	Air Handling Unit 17, AHU-07B	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U08856
TM-005999	Air Handling Unit 18, AHU-08A	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U08964
TM-006000	Air Handling Unit 19, AHU-08B	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U08966
TM-006001	Air Handling Unit 20, AHU-09A	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U09036
TM-006002	Air Handling Unit 10, AHU-04A	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U09025
TM-006003	Air Handling Unit 9, AHU-03B	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U09024
TM-006004	Air Handling Unit 6, AHU-02B	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U08865
TM-006005	Air Handling Unit 8, AHU-03A	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U08963
TM-006006	Air Handling Unit 5, AHU-01B	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U09033
TM-006007	Air Handling Unit 7, AHU-02A	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U08863

TM-006008	Air Handling Unit 4, AHU-01A	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3117U09098
TM-006009	Air Handling Unit 11, AHU-04B	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3117U09097
TM-006010	Air Handling Unit 21, AHU-09B	CARRIER	40RUSA28A5A6-0A0A0	3017U08864
TM-006011	Air Handling Unit 1, AHU-14	CARRIER	40RUSA25A6A6-0A0A0	2717U08068
TM-006012	Air Handling Unit 2, AHU-13A	CARRIER	40RUSA25A6A6-0A0A0	3017U09066
TM-006013	Air Handling Unit 3, AHU-13B	CARRIER	40RUSA25A6A6-0A0A0	3117U09086
TM-006015	Humidifiers, HUM-01	NORTEC	ELDUCT 150/440-480/3	2230536
TM-006016	Humidifiers, HUM-02	NORTEC	ELDUCT 150/440-480/3	2230540
TM-006017	Humidifiers, HUM-03	NORTEC	ELDUCT 150/440-480/3	2230537
TM-006018	Humidifiers, HUM-04	NORTEC	ELDUCT 150/440-480/3	2230539
TM-006019	Humidifiers, HUM-05	NORTEC	ELDUCT 150/440-480/3	2230535
TM-006020	Humidifiers, HUM-06	NORTEC	ELDUCT 150/440-480/3	2230541

TM-006021	Humidifiers, HUM-07	NORTEC	ELDUCT 150/440-480/3	2230542
TM-006022	Humidifiers, HUM-08	NORTEC	ELDUCT 150/440-480/3	2230538
TM-006029	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #1	CARRIER	30XVA3256M-0-- 410	3517Q95 656
TM-006030	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #2	CARRIER	30XVA3256M-0-- 410	3517Q95 660
TM-006035	i-VU System	CARRIER		
TM-006038	3 Phase water pump Armstrong Vertical type, split coupling (15 H.P.)	ARMSTRONG	R01518ET3E254 TC-S	
TM-006039	3 Phase water pump Armstrong Vertical Type, split coupling (20 H.P.)	ARMSTRONG	R02018ET3E256 TC-S	
TM-006043	Split system air conditioning MDF	CARRIER	FB4CNP048	2217A84 780
TM-006320	Single Packaged air conditioning 5 TON	CARRIER	50VL-C60---50---	3017C33 568

TM-006321	Split system air conditioning IDF 1	CARRIER	FB4CNF024	0616A71320
TM-006346	Refrigerador #1 (9.7A, 120V, 1 TO - 7C)	TORREY	CF-UIR 161	F17-001093
TM-006347	Refrigerador #2 (9.7A, 120V, 1 TO - 7C)	TORREY	CF-UIR 161	I17-000018
TM-006348	Congelador Freeze (6A, 220V, -18C)	TORREY	CF-UIR 261	H17-000739
TM-006349	Refri para Lonches #1 2018	TORREY	R36L	G17-005158
TM-006350	Refri para Lonches #2 2018	TORREY	R36L-4P	H17-005319

Elaboración: propia, Fuente: EAM, equipos HVAC, BHE febrero 2019

### 3.3.1.2 Equipos de extracción de aire.

Numero Capital	Descripción	Manufacturero	Modelo	Número de serie
TM-006041	Inyector de aire parte externa del cuarto de coating	GREENHECK	MSX-P120-H32-HZ	15109058
TM-006042	Inyector de aire parte externa del cuarto de coating industrial	GREENHECK	MSX-109-H12-HZ	15109059

TM-006045	Extractor EA-09 (Coating PVA)	GREENHECK	USF-413-10-BI-1-30-X	15113900
TM-006046	Extractor EA-08 (Coating PVA)	GREENHECK	USF-413-10-BI-1-30X	15113897
TM-006047	Extractor EA-07 (Coating Paint Cabling)	GREENHECK	USF-322-10-BI--75-X	15113895
TM-006048	Extractor de fibra EA-05	GREENHECK	10-BCSW-FRP-10-CCW	7624725-000030
TM-006049	Extractor de fibra EA-04	GREENHECK	10-BCSW-FRP-10-CCW	7624726-000030
TM-006050	Extractor EA-03 (SMT/WAVE)	GREENHECK	USF-424-10-BI-11-150-X	15113890
TM-006051	Extractor EA-02 (SMT/WAVE)	GREENHECK	USF-424-10-BI-11-150-X	15113887
TM-006052	Extractor EA-01 (SMT/WAVE)	GREENHECK	USF-424-10-BI-11-150-X	15113884
TM-006053	Extractor EA-13 (Oficinas)	GREENHECK	USF-315-10-BI-20-X	15113904

TM-006063	Extractor EA-06 (Coating Paint Cabing)	GREENHECK	USF-322- 10-BI-75-X	15113893
TM-006342	KKITCHEN Inyector Centrifugo 1500HP/1PH230V/6.8 FLA			CAPA2G12BEN
TM-006343	KITCHEN Extractor #1 Centrifugo 1850 CFM con grasera			CAPDU85HFABEN
TM-006344	KITCHEN Extractor #2 Centrifugo 2050 CFM con grasera			CAPDU85HFABEN2

Elaboración: propia, Fuente: EAM, equipos de extracción de aire, BHE febrero 2019.

### 3.3.1.3 Equipos de tratamiento de agua y des-ionizado (RO / DI water).

Numero Capital	Descripción	Manufacturero	Modelo	Clase
TM-006055	Pressure Tanks (Multimedia/Carbon)	AQUATROL	AT-2472NA- 4T	Pretreatment
TM-006055	Time/Meter Valves	AQUATROL	AQT-285	Pretreatment
TM-006055	Twin tank valve	PENTAIR	FLEX 9100 VALVE SXT	Pretreatment
TM-006055	Multimedia filter	TURBIDEX		Pretreatment

TM-006055	Carbon filter	AQUATROL	GCS-830	Pretreatment
TM-006055	Water softener filter	AQUATROL	TURBIDEX	Pretreatment
TM-006055	Salt Container			Pretreatment
TM-006055	RO System	TOTAL WATER	ARO 28800	REVERSE OSMOSIS
TM-006055	Membrane	HYDRANAUTICS	ESPA1 8X40	REVERSE OSMOSIS
TM-006055	Membrane housing		Fiber Glass 300psi 8x80	REVERSE OSMOSIS
TM-006055	Pre-filtration cartridge	BigBubba	BBH-150	REVERSE OSMOSIS
TM-006055	Booster Pump		NPE/NPE-F 7.5 hp vertical	REVERSE OSMOSIS
TM-006055	Booster Pump		NPE 316L SS	
TM-006055	TDS meter			REVERSE OSMOSIS
TM-006055	Level sensors			REVERSE OSMOSIS
TM-006055	Flow meters	DOROT	MDHE	REVERSE OSMOSIS

TM-006055	Flow pressure gages glycerine			REVERSE OSMOSIS
TM-006055	RO controller	R &D SPECIALITES	Series 150	REVERSE OSMOSIS
TM-006055	Deionization bottles			D I
TM-006055	Indicator light	RESILITE	R7031-500K	D I
TM-006055	Polish bag filters	FSI	X100 60 gpm	D I
TM-006055	UV lamp	POLARIS ULTRAVIOLET	UV-TF-24	D I
TM-006055	Holdings tanks (T1)	NORWESCO	1600 galons	STORAGE
TM-006055	Holdings tanks (T2-5)	TVN-1100	1100 galons	STORAGE
TM-006055	Horizont multistage Pumps	ESPA	PRISMA 15 0.5 hp	STORAGE

Elaboración: propia, Fuente: EAM, equipos *RO/DI system*, BHE febrero 2019.

3.3.1.4 Equipos del sistema eléctrico subestación.

Numero Capital	Descripción	Manufacturero	Modelo	Cantidad
TM-003928	Voltage Regulator		AVR-20WCSY045	7
TM-006032	High Voltage SF6 Switch, 15 KV, Incoming Section, Metering Section	SCHNEIDER	S2C141ACPID	1
TM-006033	2000 kVA, 13,200 - 480/277 Volts, Pad Mounted Transformer, Delta - Wye, Dead Front	GE		1
TM-006034	750 kVA, 13,200 - 480/277 Volts, Pad Mounted Transformer, Delta - Wye, Dead Front	GE	GP	1
TM-006036	75 kVA, 480/208-120 Volts, Pad Mounted Transformer, Delta - Wye, Dead Front	GE	GP	11
TM-006036	ELECTRIC PANELBOARDS AND FEEDERS (MAIN, 2Kamp, 1.5KAmps, 1KAmps)	SIEMENS		3
TM-006036	ELECTRIC PANELBOARDS AND	SIEMENS		45

	FEEDERS (SECONDARY)			
TM- 006036	ELECTRIC PANELBOARDS AND FEEDERS (GROUND SYSTEM)	SIEMENS		3
TM- 006036	ELECTRIC PANELBOARDS AND FEEDERS (UNDERGROUND CONNECTION)	SIEMENS		1
TM- 006036	ELECTRIC PANELBOARDS AND FEEDERS (ELECTRICAL CHARTS)	SIEMENS		1
TM- 006054	High Voltage Air Switch, 15 KV, Incoming Section, 1 - 2000 kVA & 1-750 kVA Switch			1
TM- 006036	Arresters			1

Elaboración: propia, Fuente: EAM, equipos *ELECTRICAL*, BHE febrero 2019

3.3.1.5 Equipo del sistema contra incendios “*Fire Protection System*”, (FPS):

Numero Capital	Descripción	Manufacturero	Modelo	Cantidad
TM-006056	Intelligent Thermal (Heat) Detectors with FlashScan	Honeywell	FST-851(A) Series	14
TM-006056	Intelligent Plug-In Photoelectric Smoke Detectors with FlashScan	Honeywell	FSP-851(A)	105
TM-006056	Beam Detectors: Conventional Reflective IR Beam Detector	Honeywell	6500 Series	7
TM-006056	Addressable Manual Pull Station	Honeywell	NBG-12LX	14
TM-006056	Remote Power Supplies 8-Amp	Honeywell	FCPS-24S8E (8-amp)	10
TM-006056	Intelligent Addressable Fire Alarm System	Honeywell	NFS-320	1
TM-006056	Modules, Monitor Modules with FlashScan	Honeywell	FMM-101(A)	13
TM-006056	Control and Relay Modules	Honeywell	FRM-1(A)	1
TM-006056	Fire Alarm Annunciator (Guards)	Honeywell	FDU-80	1
TM-006056	Selectable Output, Notification Appliances	Honeywell	Indoor Wall Horn/Strobe	
TM-006056	Selectable Output, Notification Appliances	Honeywell	Outdoor Wall Strobe	

TM-006056	Fire hose cabinet, rack, nipple and nozzle	Potter Roemer		25
TM-006056	Hydrant and sprinkler pump and feeding system (riser)	Victaulic		1
TM-006056	Sprinkler,	AGF Manufacturing Inc.		240

Elaboración: propia, Fuente: EAM, equipos FPS, BHE febrero 2019

### 3.4.1 Plan anual de Mantenimiento de equipos de Planta.

#### PREVENTIVE MAINTENANCE , FACILITIES ANNUAL PLAN

ANNUAL	6 MONTHS
2 MONTHS	MONTH

2019

NOTE: no corrective maintenance and Cleaning material included

TOTAL COST: \$ 98,216.43 USD

Asset	Description	CLASS	Assigned To	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	TOTAL
TM-003887	Air Compressor Atlas GA90VSD (2016)	AIR	ALVARL					\$ 1,278.00			\$ 4,813.60	\$ 6,091.60
TM-005978	CLASS 3 Coating Room SAGEM	AIR	ALVARL				\$ 671.25	\$ 2,380.00				\$ 3,051.25
AHU (X27)	Air Handling Unit	HVAC	ALVARL	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 9,680.00
HUM (X8)	Humidifiers	HVAC	ALVARL						4,680.00			\$ 4,680.00
TM-006023	Air Compressor Atlas GA90VSD (2017)	AIR	ALVARL	\$ 4,813.60				\$ 1,278.00				\$ 6,091.60
TM-006029	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #1	HVAC	ALVARL	\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75	\$ 4,993.30	\$ 12,868.30
TM-006030	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #2	HVAC	ALVARL		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75	\$ 4,993.30	\$ 1,968.75	\$ 12,868.30
TM-006031	Extractor	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006038	3 Phase water pump armstrong Vertical type, split coupling (15 H.P.)	HVAC	ALVARL	\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 2,000.00
TM-006039	3 Phase water pump Armstrong Vertical Type, split coupling (20 H.P.)	HVAC	ALVARL		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00	\$ 2,000.00

TM-006029	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #1	HVAC	ALVARL	\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75	\$ 4,993.30	\$ 12,868.30
TM-006030	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #2	HVAC	ALVARL		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75	\$ 4,993.30	\$ 1,968.75	\$ 12,868.30
TM-006031	Extractor	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006038	3 Phase water pump armstrong Vertical type, split coupling (15 H.P.)	HVAC	ALVARL	\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 2,000.00
TM-006039	3 Phase water pump Armstrong Vertical Type, split coupling (20 H.P.)	HVAC	ALVARL		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00	\$ 2,000.00
TM-006041	Inyector de aire parte externa del cuarto de coating	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006042	Inyector de aire parte externa del cuarto de coating industrial	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006045	Extractor EA-09 (Coating PVA)	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006046	Extractor EA-08 (Coating PVA)	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006047	Extractor EA-07 (Coating Paint Cabling)	EXHAUST	ALVARL	\$ 100.00						\$ 100.00		\$ 200.00
TM-006048	Extractor de fibra EA-05	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006049	Extractor de fibra EA-04	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006050	Extractor EA-03 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL		\$ 80.00						\$ 80.00	\$ 160.00
TM-006051	Extractor EA-02 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL		\$ 80.00						\$ 80.00	\$ 160.00
TM-006052	Extractor EA-01 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL		\$ 80.00						\$ 80.00	\$ 160.00
TM-006053	Extractor EA-13 (Oficinas)	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006054	High Voltage Air Switch, 15 KV, Incoming Section, 1 - 2000 kVA & 1-750 kVA Switc	ELECTRICAL	ALVARL								\$ 1,557.03	\$ 1,557.03
TM-006055	RO (X2), WATER THREATMENT SYSTEM	OSMOSIS	ALVARL	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	\$ 4,220.00	\$ 17,660.00
TM-006056	Edificio General CPA	BUILDING	ALVARL	\$ 778.86		\$ 778.86		\$ 778.86	\$ 2,162.16	\$ 778.86		\$ 5,277.62
TM-006058	VACUUM PUMP (2017)	VACCUM	ALVARL							\$ 4,520.72		\$ 4,520.72
TM-006063	Extractor EA-06 (Coating Paint Cabling)	EXHAUST	ALVARL		\$ 80.00						\$ 80.00	\$ 160.00
TM-006251	Filter Cabling Industrial Coating Room	EXHAUST	ALVARL	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 2,400.00
TM-006252	Filter Cabling SMT/WAVE	EXHAUST	ALVARL	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 4,000.00
TM-006342	KITCHEN Inyector Centrifugo 1500HP/1PH230V/6.8 FLA	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006343	KITCHEN Extractor #1 Centrifugo 1850 CFM con grasera	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-006344	KITCHEN Extractor #2 Centrifugo 2050 CFM con grasera	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00
TM-007266	Barrera vehicular (x3) acceso a BHE	BUILDING	ALVARL		\$ 1,750.00							\$ 1,750.00
<b>TOTAL</b>				\$ 12,091.21	\$ 8,468.75	\$ 7,177.61	\$ 7,950.00	\$ 12,113.61	\$ 13,240.91	\$ 16,791.63	\$ 20,382.68	\$ 98,216.43

Elaboración: propia, Fuente: Plan de Mantenimiento Anual, abril 2019

Tabla 5.1 Cronograma de Actividades:

Cronograma de Actividades		Alumno: Juan Luis Alvarado Acosta																			
Capítulos	Actividades	2do Bimestre 2018					1er Bimestre 2019					2do Bimestre 2019					1er Bimestre 2020				
Capítulo I:	Planteamiento de la investigación	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Feb	Mar	Abr	May	Jun
1.1	Antecedentes	■	■																		
1.2	Planteamiento del problema	■	■																		
1.2.1	Definición del problema	■	■																		
1.3	Objetivos		■	■	■																
1.3.1	Objetivos específicos		■	■	■																
1.3.1.1	Objetivos específicos		■	■	■																
1.4	Preguntas de investigación y/o Hipotesis			■	■	■															
1.5	Formulación de hipótesis			■	■	■															
1.6	Definición de Variables			■	■	■															
1.6.1	Metodo Conceptual			■	■	■															
1.7	Justificación				■	■															
1.8	Delimitación del estudio				■	■															
1.9	Limitación del estudio				■	■															
	<b>PRESENTACION COLOQUIO 1</b>					■															
Capítulo II:	Fundamento teórico: Marco teórico, referencial y legal																				
2.1	Marco Teorico						■	■	■	■											
2.2	Marco Referencial						■	■	■	■											
2.3	Marco Legal						■	■	■	■											
Capítulo III:	Metodología																				
3.1	Diseño de la investigación						■	■													
3.2	Sujeto de Estudio						■	■													
3.3	Universo o Población						■	■	■												
3.3.1	Muestra						■	■	■												
3.3.2	Selección de la Muestra						■	■	■												
3.4	Método y técnicas de recolección de datos						■	■	■	■											
3.5	Diseño del instrumento						■	■	■	■											
	<b>PRESENTACION COLOQUIO 2</b>																				
3.5.1	Validez del instrumento										■	■									
3.6	Recolección de Datos										■	■	■								
3.6.1	Tabulación										■	■	■								
3.7	Estadística descriptiva de la muestra y estimación de parámetros										■	■	■								
Capítulo IV:	Resultados de la aplicación del instrumento																				
4.1	Análisis de Resultados												■	■							
4.2	Análisis e interpretación de los resultados												■	■	■						
4.3	Validación de la situación problemática y/o Resultados extraordinarios												■	■	■						
	<b>PRESENTACION COLOQUIO 3</b>																				
Capítulo V:	Conclusiones y Recomendaciones																				
5.2	Propuesta																				
5.3	Recomendaciones																				
5.3.1	Recomendaciones para la empresa sujeto de investigación																				
5.3.2	Recomendaciones para investigaciones futuras																				
5.1	Conclusiones																				
	<b>PRESENTACION COLOQUIO 4</b>																				
	Bibliografía	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Glosario																				
	Anexos																				
	Apéndices																				
	Curriculum vitae del Tesista																				

Fuente Propia, cronograma y desarrollo de actividades, Julio 2018

