UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial

Propuesta de sistema de gestión de mantenimiento en el Departamento de Facilidades en la empresa Smith & Nephew

AUTORA

Allison Arias Madrigal

TUTOR

Ing. Alejandro Leiva González. MBA

LECTOR

San José, abril, 2020

DEDICATORIA

A mis amigos y familiares que han estado cerca, disfrutando conmigo cada proceso.

A los que han hecho lo imposible para que yo pudiese estudiar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento eterno a Sergio Sánchez Ramos, gracias por recordarme que tengo alas y por ayudarme a volar.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis consiste en una propuesta de sistema de gestión de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y edifico en el área de Facilidades en la empresa Smith & Nephew. Se sustentó en la importancia que representa la mejora continua en ese Departamento para realizar labores de una manera más eficaz y que genere beneficios.

El impacto que genera esa sección es permitir a los usuarios contar con las instalaciones adecuadas para producir, pero la mejora del nuevo diseño con respecto al sistema anterior está en poder ejecutar los mantenimientos de edificio y equipos de una manera más controlada, evitando contratiempos.

El documento está compuesto por seis capítulos que permiten buscar herramientas que se puedan implementar durante la priorización de las causas de atrasos de mantenimientos. De esta manera se logra obtener un problema en específico y crear una propuesta funcional para facilidades.

Se consigue cuantificar las cantidades de mantenimientos por equipos y áreas, demostrando cuántos tuvieron atrasos y de qué tipo. Para finalmente proponer un sistema que permita el desarrollo de los mantenimientos de la manera más fluida posible, reduciendo tiempos sin valor y disminuyendo los costos.

Durante la realización de este trabajo se consultó fuentes bibliográficas y se realizó análisis de los requerimientos actuales del Departamento, logrando demostrar por diferenciación de horas en comparación al tiempo teórico que se ahorró la suma de $ 4,166.52. Se propone seguir brindando control a lo propuesto para ajustar los costos de mantenimiento durante el futuro.

CONTENIDO

DEDICATORIA 2
AGRADECIMIENTOS 3
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR (A) 4
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA 5
DECLARACIÓN JURADA 6
SOLICITUD DE DEFENSA 7
RESUMEN EJECUTIVO 8
CONTENIDO 9
TABLAS 12
FIGURAS 14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN 16
Generalidades De La Empresa 17
Planteamiento Del Problema 17
Objetivos 18
Objetivo general 18
Objetivos específicos 18
Justificación 18
Antecedentes 19
Proyecciones 21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 22
Mantenimiento 22
Gestión de mantenimiento 22

Planificación y programación de actividades 23
Planificación 23
Programación 23
Diagrama de Gantt.....23
Excel.....23
Técnicas de recolección de datos.....24
Observación directa.....24
Fichas de registro 25
Análisis FODA.....25
Gráfico de Pareto 30
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....31
Enfoque.....31
Alcance 31
Diseño.....32
Muestra De La Investigación.....33
Variables O Unidades De Análisis.....33
Instrumentos.....36
Proceso Para La Recolección De Datos 37
Método De Análisis.....38
Cronograma 38
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....41
Análisis de la Gestión de Mantenimiento.....41
Funciones del personal de facilidades.....41
Documentación 42

Identificación de la maquinaria 43
Impacto hacia otros departamentos 44
Mantenimiento Preventivo de Equipos 44
Mantenimiento Preventivo de Edificio 49
Mantenimiento Correctivo de Equipos 51
Mantenimiento Correctivo de Edificio 53
Causas de atrasos en mantenimientos 55
Gráfico Pareto 57
Diagrama Ishikawa 58
Matriz FODA 60
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 61
Conclusiones 61
Recomendaciones 62
CAPÍTULO VI. PROPUESTA 62
Propuesta 62
Análisis económico 73
Plan de Implementación 74
APÉNDICES 76
REFERENCIAS 2

TABLAS

Tabla 1 Ficha de registro 25

Tabla 2 Análisis factores FODA.....27

Tabla 3 Matriz MEFI 28

Tabla 4 Matriz MEFE 29

Tabla 5 Enfoques 31

Tabla 6 Alcances.....32

Tabla 7 Variables 33

Tabla 8 Instrumentos.....36

Tabla 9 Tipos de mantenimiento 41

Tabla 10 Personal de Facilidades.....42

Tabla 11 Planilla de mantenimiento.....43

Tabla 12 Mantenimientos Preventivos de Equipos.....47

Tabla 13 Mantenimiento Preventivo de Edificio 50

Tabla 14 Mantenimiento Correctivo de Equipos 52

Tabla 15 Mantenimiento Correctivo Edificio.....54

Tabla 16 Causas de atrasos.....55

Tabla 17 MEFE.....60

Tabla 18 MEFI.....61

Tabla 19 Control de vencimientos de cursos.....65

Tabla 20 Fechas de curso 66

Tabla 21 Repuestos sanitarios 70

Tabla 22 Repuestos de fajas 70

Tabla 23 Equipo de seguridad 70

Tabla 24 Costo de mantenimiento preventivo de equipos 73

Tabla 25 Costo de mantenimientos.....73

Tabla 26 Costo de mantenimientos preventivos por hora 73

Tabla 27 Proyección ahorro.....74

Tabla 28 Responsabilidades 75

Tabla 29 Indicadores de control.....75

FIGURAS

Figura 1 WBS 39

Figura 2 Diagrama Gantt 40

Figura 3 Placa de maquinaria 44

Figura 4 Mantenimiento Preventivo de Equipos 45

Figura 5 Diagrama de flujo mantenimiento preventivo de edificio 49

Figura 6 Diagrama de flujo Mantenimiento Correctivo de Equipos 51

Figura 7 Diagrama de flujo mantenimiento correctivo de edificio 53

Figura 8 Diagrama de Ishikawa 58

Figura 9 Permiso de trabajo 63

Figura 10 Menú control de inventario 66

Figura 11 Menú secundario control de inventario 67

Figura 12 Inventario Equipo Predictivo 68

Figura 13 Lista maestra de Equipos 68

Figura 14 Menú de repuestos 69

Figura 15 Diagrama Gantt Equipos 71

Figura 16 Diagrama Gantt Edificio 72

GRÁFICOS

Gráfico 1 Pareto de atrasos en mantenimientos.....57

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como principal objetivo proponer un sistema de gestión de mantenimiento en el Departamento de Facilidades de la empresa Smith & Nephew. Se mide los principales factores asociados al tema en estudio, y asimismo se analizan aquellas relaciones entre las variables y los efectos para demostrar sus causas.

La importancia de estudiar este tema radica en la oportunidad de mejora que se observa en el Departamento, ya que al ser industria médica se debe realizar mantenimientos de infraestructura, equipos y sistemas con la menor cantidad de inconvenientes para no afectar el proceso productivo.

Una línea de investigación es un enfoque que abarca conocimientos y perspectivas de análisis, que permitan el desarrollo de proyectos construidos de manera sistemática alrededor de un tema de estudio. Cabe mencionar que este trabajo se realiza bajo la línea de investigación de evaluación de procesos, mediante el desarrollo y medición de indicadores de gestión.

En el Capítulo I se muestra las generalidades de la empresa para conocer el ambiente donde se va a trabajar, el planteamiento del problema u oportunidad de mejora y con base en él se establece el objetivo general y los específicos. Se muestra la justificación para comentar los beneficios con la implementación del proyecto, los antecedentes cumplen con tener trabajos similares anteriores como puntos de referencia y, finalmente, las proyecciones para describir las metas esperadas.

En el Capítulo II se expone el marco teórico, donde se sustenta la teoría del estudio por realizar, exponiendo las diferentes metodologías por aplicar, y brindando una perspectiva del planteamiento del problema. El siguiente Capítulo III, llamado Marco metodológico, se plantea el enfoque de estudio elegido, el alcance que se va a lograr con la investigación; además de cómo se recolectará la muestra y, a partir de ello, cómo se analizarán los datos y sus variables. Finalmente se presenta un cronograma para mostrar el desarrollo del trabajo.

Posteriormente se presenta el Capítulo IV, donde se muestra el análisis de los resultados para desarrollar los primeros tres objetivos planteados y así crear el Capítulo V, donde se redacta los puntos hallados en el capítulo anterior y actividades que logren solucionar el problema. Posteriormente, una vez alcanzadas las recomendaciones y conclusiones, viene el último capítulo, donde se brinda la propuesta con el respectivo análisis económico y el plan de implementación.

Generalidades De La Empresa

La historia se remonta a más de 160 años con la familia de Thomas James Smith, quien abrió una pequeña farmacia en Hull, Inglaterra, en 1856. A su muerte en 1896, su sobrino Horacio Nelson Smith se hizo cargo del negocio.

Actualmente Smith & Nephew apoya a los profesionales sanitarios en más de 100 países en sus esfuerzos diarios para mejorar las vidas de sus pacientes, con posiciones de liderazgo en mercados de:

- Ortopedia-reconstrucción: sistema de reemplazo de rodilla, cadera y hombro.
- Cuidado avanzado de heridas: tratamiento y prevención del cuidado de heridas crónicas y agudas de difícil cicatrización.
- *Sports Medice*: cirugía mínimamente invasiva de la articulación.
- Trauma y extremidades: productos para la reparación de fracturas de huesos.

Planteamiento Del Problema

Conversando con el personal de facilidades dicen que presentan pausas o retrasos en los mantenimientos, causados por un conjunto de factores los cuales produce aumento de costos y tiempos, que impiden brindar un servicio más eficiente.

Comentan la necesidad de herramientas de control que permitan al personal atender adecuadamente los mantenimientos correctivos y disminuir los tiempos de búsqueda de material y equipo.

Según un análisis del Departamento de Facilidades, que se hizo junto con el mío, se crea un diagnóstico preliminar con los siguientes factores de falla:

- El Departamento no da seguimiento a los permisos y cursos de los contratistas, lo cual causa atraso e impide que el mantenimiento comience en el tiempo establecido.
- Constantemente hay llamadas de atención por parte del Departamento de Salud, Ambiente y Seguridad por incumplimiento de las normas de uso de equipo de protección personal a la hora de ejecutar labores.

- Falta de control de materiales, lo cual atrasa la reparación, ya que se debe buscar en planta y cotizar en caso de no contar con inventario.

Por lo tanto, se genera la siguiente pregunta:

¿Cómo desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento en el Departamento de Facilidades de Smith & Nephew?

Objetivos

Objetivo general

Proponer un sistema de gestión de mantenimiento para el Departamento de Facilidades en la empresa Smith & Nephew.

Objetivos específicos

- Describir la situación actual del Departamento para comprender la oportunidad de mejora.
- Medir las variables asociadas a la oportunidad de mejora para conocer los factores que influyen en ella.
- Analizar la relación entre las variables y su efecto para demostrar sus causas.
- Definir la propuesta por implementar para la oportunidad de mejora proyectada.
- Establecer métodos de control para asegurar el funcionamiento de la propuesta.

Justificación

Actualmente el Departamento de Facilidades es el encargado de velar por los mantenimientos de los equipos de aire acondicionado y comprimido, agua, electricidad, seguridad y sistema contra incendios de la planta. Al ser dispositivos de diferentes áreas y responsables, no se obtiene el debido control del mantenimiento de dichos equipos, por lo cual se propone un sistema de gestión para controlar los procesos.

Primeramente, se debe definir la situación actual para conocer sus variables, poder medirlas y analizarlas a fin de lograr desarrollar la propuesta y establecer procedimientos de control que garanticen la mejora en el mantenimiento del Departamento.

De acuerdo con los objetivos de estudio, su resultado permite encontrar soluciones concretas a problemas de manejo de mantenimientos en los equipos y edificio, que están a cargo del Departamento de Facilidades.

El sistema permite tener control de inventario, fechas de mantenimiento, listas maestras de equipos, vencimientos de permisos y cursos para contratistas. Teniendo el Departamento todo en una carpeta en la nube donde se pueda ver y modificar la información en tiempo real, se permite el manejo de data fluido y evitar demoras por compras, inicios de mantenimientos y el ingreso de contratistas a la planta.

Antecedentes

Se trata de un artículo científico realizado por Ricardo Castillo, Ana Teresa Prieto y Egilde Zambrano. Bajo el título "Elementos de la gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas", en Maracaibo, Venezuela. Realizado en la Fundación Miguel Unamuno y Jugo. Utilizaron una muestra del personal para analizar los elementos de gestión de mantenimiento y concluyeron que la planificación, organización, programación, ejecución y control tienen una alta presencia, pero no así los elementos de recurso humano y de seguridad. (Castillo, Prieto, & Zambrano, 2013)

Tesis realizada por Jhonattan Javier Sanmartín Quizhpi y Manuel Patricio Quezada Tocto. Llamada "Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa Cerámica Andina C.A", en Cuenca, Perú, para optar por el grado académico de ingeniería industrial en la Universidad Politécnica Salesiana. Donde analizan mediante el *Balanced ScoreCard* (indicadores de desempeño) para medir el rendimiento de la gestión de mantenimiento en las perspectivas financieras, cliente interno, aprendizaje y crecimiento.

Concluyen brindando la estructuración del mantenimiento mediante misión, visión, objetivos y alcance, además de la propuesta de formatos necesarios para registrar la información técnica de las máquinas, se establecen indicadores y proponen la adquisición por parte de la empresa de un *software* que se ajuste a las necesidades. (Sanmartín Quizhpi, 2014).

Tesis elaborada por Paola Juliana Uscátegui Cristancho. El título es "Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el Departamento de Confiabilidad y proyectos en la empresa Petrosantander Colombia (inc)" en Bucaramanga, Colombia, para obtener la especialización en alta gerencia en la Universidad Industrial de Santander. Su objetivo es buscar las herramientas que lleven al departamento a aumentar su eficiencia, maximizar recursos y disminuir costos mediante la implementación de la gestión de mantenimiento asistida por computador mediante el *software* MP9. (Uscátegui Cristancho, 2014)

Tesis realizada por César David García Esparza, bajo el título “Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC metro en la Ciudad de México”, para optar por el grado académico de maestro en ingeniería industrial en la Universidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas en el Distrito Federal, México. Aquí el principal problema es la inexistencia de un sistema de gestión de información y de una metodología estandarizada para la realización de los proyectos. Proponen una metodología de gestión de proyectos propuesta por el Instituto para el Manejo de Proyectos, e implementación de indicadores de fiabilidad y disponibilidad para mostrar información más detallada a fin de garantizar la prestación del servicio. (García Esparza, 2015).

Artículo científico realizado por Carol Alavedra Flores, Gastelu Pinedo Yumira, Méndez Orellana Griseyda, Minaya Luna Christian, Pinedas Ocas Brandon, Prieto Gilio Krisley, Ríos Mejía Kenny y Moreno Rojo César. Llamado “Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013” en la Universidad de Lima en Perú con el título Implementando el uso de indicadores MTBF (tiempo medio entre fallas), MTTR (tiempo medio entre inactividad) y análisis de la situación actual. Concluyeron que del modelo de regresión múltiple ajustado se obtuvieron los valores más adecuados para lograr un mejor margen de mantenimientos correctos. (Alavedra Flores, y otros, 2016)

Artículo científico realizado por Juan Gonzalo Ardila Marín, María Isabel Ardila Marín, David Rodríguez Gaviria y Diego Andrés Hincapié Zuluaga. Bajo el título “La gerencia del mantenimiento: una revisión”. Donde se investiga los problemas enfrentados por la gerencia de mantenimiento y se logra concluir el diseño, implementación y uso de Sistemas Computarizados de Gestión del Mantenimiento (CMMS) como herramienta para la optimización de los activos físicos. (Ardila Marín, Ardila Marín, Rodríguez Gaviria, & Hincapié Zuluaga, 2016)

Artículo científico escrito por Michael Herrera Galán y Yoenia Duany Alfonzo sobre “Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento”. Realizado en la planta de productos naturales del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) en La Habana, Cuba. La investigación ejecutó los primeros dos niveles del método Kant para cumplir con las buenas prácticas del Departamento de Mantenimiento. (Herrera Galán & Duany Alfonzo, 2016).

Tesis “Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca”. Elaborada por Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco para la obtención del grado académico de magíster en Gestión de Mantenimiento Industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en Riobamba, Ecuador.

El objetivo del trabajo es el desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el adecuado funcionamiento de los equipos eléctricos y mecánicos, aplicando como metodología de Proceso de Análisis Jerárquico en inventario de activos, análisis de criticidad, planificación del mantenimiento, control y mejora. (Viscaíno Cuzco, 2016).

Tesis realizada por Jimmy Víctor en la Universidad San Ignacio de Loyola para optar por el título profesional de ingeniero en la especialidad de ingeniería industrial y comercial. El título es “Propuesta de sistema de gestión integral en mantenimiento para una empresa de maquinaria de línea amarilla” en Lima, Perú. El problema se basa en la deficiente gestión del mantenimiento, así que se propuso herramientas específicas: reorganización de organigrama, *check list* para recolección de datos e historial de mantenimientos para dar continuidad. (Martinez Calizaya, 2016)

Artículo científico realizado por Mercado Verena y José Bernardo Peña, llamado “Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica” en Cumaná, Venezuela. El objetivo es presentar el modelo que se ajuste a las normas ISO y requerimientos de los sistemas industriales. Además presenta un esquema basado en requerimientos sobre parámetros eléctricos orientados a la optimización de la energía eléctrica y una gestión basada en programación y planificación de las actividades relacionadas con el mantenimiento y así poder anticiparse a fallas e interrupciones. (Mercado & Peña, 2016).

Proyecciones

- Desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento.
- Demostrar las causas de la oportunidad de mejora.
- Utilizar los métodos de control para asegurar el funcionamiento del sistema.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que fundamenta este proyecto proporciona al lector una idea más clara acerca del tema en desarrollo. Esta sección permite conocer los conceptos y pasos básicos necesarios para el entendimiento del asunto.

Mantenimiento

Al ser una empresa de dispositivos médicos el objetivo es mejorar la vida del paciente, por lo tanto, el mantenimiento de equipos e infraestructura es fundamental para poder producir según la misión de la compañía y necesidades del cliente.

El mantenimiento es el conjunto de actividades mediante las cuales un equipo o sistema se mantiene o restablece en un estado donde pueda realizar sus operaciones, e influye en la calidad de los productos y se convierte en una estrategia para ser competitivos. Cuando las actividades respectivas se coordinan bajo un esquema centralizado en dirección y filosofía gerencial, se desarrolla la gestión del mantenimiento. (Castillo, Prieto, & Zambrano, 2013, pág. 58).

El Departamento ejecuta tareas preventivas y correctivas de infraestructura y equipos de edificio como lo son aire acondicionado y comprimido, electricidad, entre otros. Brinda además al empleado las condiciones necesarias para producir.

Para realizar estas labores se debe contemplar las actividades mediante la gestión del mantenimiento.

Gestión de Mantenimiento

Es la ejecución de las tareas que se realizan en el Departamento para garantizar las condiciones establecidas de funcionamiento, como lo menciona la siguiente definición:

Actividades desarrolladas con el objetivo de conservar los equipos e instalaciones en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico. Para aplicarlo de manera eficaz, se debe disponer de un registro de la información confiable de las máquinas y tener un plan de inspección. (Castillo, Prieto, & Zambrano, 2013, págs. 59-69).

El sistema actual permite ejecutar todos los mantenimientos; no obstante, se pierde de control puntos que permitirían llevar el control de equipos, contratistas y consumibles para cumplir con fechas y requisitos establecidos, mediante la planificación y programación de actividades.

Planificación Y Programación de Actividades

Planificación

Para iniciar con la propuesta se debe conversar con el personal del Departamento para asignar un responsable directo durante la realización de este proyecto, como lo define Terrazas: "actividad genérica que tiende a la asignación y distribución de recursos con el fin de alcanzar un objetivo. Es una actividad de análisis que tiende a ir de lo general a lo particular". (Terrazas Pastor, 2011, pág. 9).

Programación

Luego de planificar las actividades, estas se deben ejecutar para iniciar con la propuesta. Esta se desarrolló en dos diagramas Gantt para mantenimientos preventivos, y que definen cuándo se van a realizar y el tiempo teórico de ejecución.

Diagrama de Gantt

"Son un sistema gráfico que se ejecuta en dos dimensiones, el tiempo y las actividades por desarrollar. Es muy útil para mostrar la secuencia de ejecución de operaciones de todo un trabajo y puede utilizarse tanto como una herramienta de planificación como de seguimiento y control", (Terrazas Pastor, 2011, pág. 10)

Los diagramas desarrollados en la propuesta fueron realizados en el so*ftware* Excel, pues el objetivo es lograr establecer un control de la ejecución de los mantenimientos, ya que se toma en cuenta equipos, infraestructura, semanas de trabajo y duración. Permite además la optimización de los recursos y genera responsables que estén en continua vigilancia para cambios de mejora .

Excel

Es un programa informático para realizar tareas contables y financieras, durante el desarrollo del proyecto ha sido utilizado para la creación de registro de atrasos, tiempos, salida y entrada de materiales, fechas de cursos, registro de datos y diagramas Gantt.

La información utilizada en el *software* fue recolectada mediante diferentes técnicas.

Técnicas de Recolección de Datos

El autor Chévez (s.f,) menciona que para recolectar datos se utiliza una serie de herramientas y técnicas que, en forma genérica, denominan instrumentos de recolección de datos, usados en todo tipo de investigaciones. Es siempre posible crear una nueva herramienta adaptada para una circunstancia en particular. (pag.11-15).

En cualquier caso, se debe cumplir con tres requisitos, según Chévez: confiabilidad, validez y objetividad.

La confiabilidad se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo objeto, bajo las mismas condiciones, produce resultados iguales.

La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente recolecte o mida el dato que pretende medir.

La objetividad se refiere al grado en el que el instrumento es permeable a la influencia de sesgos y tendencias de los responsables que lo administran, califican e interpretan.

Continuando con el autor mencionado, también presenta los tipos de instrumentos de recolección de datos.

Observación Directa

Los mantenimientos fueron supervisados mediante la observación directa, analizando presencialmente los diversos factores que interfieren en la ejecución de la tarea.

Algunas maneras de realizar y registrar:

- Croquis: Herramienta de registro y observación natural. Se establecen las ideas para desarrollar los diagramas de flujo de los mantenimientos.
- Fotografías: Es un instrumento de registro altamente usado. Permite recolectar imágenes de los equipos para registrar la información técnica de manera digital.
- Instrumentos medición: El cronómetro permite registrar los tiempos de duración de los mantenimientos y analizar la duración real versus la teórica.
- Instrumentos de registro: El sistema Excel permitió ingresar toda la información registrada para ser analizada y desarrollar la propuesta.

Fichas de Registro

Permiten mantener un proceso uniforme, ordenado y metódico de investigación, registro y de archivos, de manera concisa. La estructura es variable según el tipo de observación que habrá de registrarse, diseñando una que se adapte a las necesidades y requerimientos específicos. (Chévez, s.f., págs. 20-22). A continuación, se muestra la tabla genérica utilizada para anotar las observaciones durante los mantenimientos.

Tabla 1 Ficha de registro

Fecha	Equipo/Area	Responsable S+N	Contratiempo	Comentario
Fecha del dia del mantenimiento	Equipo o area que requiere el mantenimiento	Personal responsible de los contratistas	Problema que genera atraso	Observaciones durante la actividad

Nota: Allison Arias Madrigal

Permite registrar todos los detalles observados durante la ejecución del mantenimiento y, de esta manera, recolectar la información necesaria para cuantificar el problema durante el desarrollo del capítulo IV.

Análisis FODA

Según Ponce Talacón, (2007), el análisis FODA consiste en “realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que en conjunto diagnostican la situación interna de una organización, así como la evaluación interna como lo son las oportunidades y amenazas”, (p.114). Es una herramienta que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización, y estimar el efecto que una estrategia tiene para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna y su situación externa.

Continuando con el autor Ponce Talacón, explica el cómo identificar las fortalezas y debilidades. Una fortaleza de la organización es alguna función que esta realiza de manera correcta, son los recursos considerados valiosos y la misma capacidad competitiva como un logro. Una debilidad se define como un factor que hace vulnerable a la entidad o una actividad que se realiza de forma deficiente.

Para el análisis FODA, una vez identificados los aspectos fuertes y débiles de una organización se debe proceder a la evaluación de ambos, lo importante radica en que los activos competitivos superen a los pasivos; es decir, lo trascendente es dar mayor preponderancia a los activos. El éxito

de la dirección es diseñar estrategias a partir de las que la entidad realiza de la mejor manera, tratando de evitar las acciones cuya probabilidad de triunfo se encuentren en función de los pasivos competitivos.

Las oportunidades constituyen aquellas fuerzas de carácter externo no controlables por la organización, pero que representan elementos potenciales de crecimiento y mejora. La oportunidad es un factor que permite moldear las estrategias de las entidades y las amenazas son las fuerzas no controlables por la compañía pero que representan aspectos negativos y problemas potenciales.

En la siguiente figura se muestran los aspectos que deben considerarse para elaborar los listados de la matriz.

Tabla 2 Análisis factores FODA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Capacidades fundamentales en áreas claves. Recursos financieros adecuados. Buena imagen de los compradores. Ser un reconocido líder en el mercado. Estrategias de las áreas funcionales bien ideadas. Acceso a economías de escala. Aislada (por lo menos hasta cierto grado) de las fuertes presiones competitivas. Propiedad de la tecnología. Ventajas en costos. Mejores campañas de publicidad. Habilidades para la innovación de productos. Dirección capaz. Posición ventajosa en la curva de experiencia. Mejor capacidad de fabricación. Habilidades tecnológicas superiores.	No hay una dirección estratégica clara. Instalaciones obsoletas. Rentabilidad inferior al promedio. Falta de oportunidad y talento gerencial. Seguimiento deficiente al implantar la estrategia. Abundancia de problemas operativos internos. Atraso en investigación y desarrollo. Línea de productos demasiado limitada. Débil imagen en el mercado. Débil red de distribución. Habilidades de mercadotecnia por debajo del promedio. Incapacidad de financiar los cambios necesarios en la estrategia. Costos unitarios generales más altos en relación con los competidores clave.
OPORTUNIDADES	**AMENAZAS**
Atender a grupos adicionales de clientes. Ingresar en nuevos mercados o segmentos. Expandir la línea de productos para satisfacer una gama mayor de necesidades de los clientes. Diversificarse en productos relacionados. Integración vertical (hacia adelante o hacia atrás). Eliminación de barreras comerciales en mercados foráneos atractivos. Complacencia entre las compañías rivales. Crecimiento más rápido en el mercado.	Entrada de competidores foráneos con costos menores. Incremento en las ventas y productos sustitutos. Crecimiento más lento en el mercado. Cambios adversos en los tipos de cambio y políticas comerciales de gobiernos extranjeros. Requisitos reglamentarios costosos. Vulnerabilidad a la recesión y ciclo empresarial. Creciente poder de negociación de clientes o proveedores. Cambio en las necesidades y gustos de los compradores. Cambios demográficos adversos.

Nota: Humberto Ponce Talacón

Una vez elaborada la matriz FODA, que enlista los factores internos y externos que influyen en el desempeño de una organización, el siguiente paso es evaluar primeramente la situación interna del Departamento mediante la Matriz de Evaluación de los Factores Internos (MEFI). Sirve para formular estrategias, ya que resume las fortalezas y debilidades en áreas funcionales, ofreciendo una base para identificar y evaluar las relaciones entre ellas. (Ponce Talacón, 2007, págs. 63-65)

A continuación, se muestra la siguiente tabla que contiene una lista genérica para poder realizar la matriz MEFI.

Tabla 3 Matriz MEFI

Matriz MEFI			
Fortalezas			
Factor crítico de éxito	**Peso**	**Calificación**	**Puntuación**
Subtotal Fortalezas			
Debilidades			
Subtotal Debilidades			
Total	**1**	**-**	

Nota: Humberto Ponce Talacón

Continuando con el autor Ponce Talacón, el procedimiento para su elaboración consiste en cinco etapas, y la diferencia se tomará solamente para realizar la evaluación de las fortalezas y debilidades de la organización, siendo distintos los valores en las calificaciones. Se debe asignar un peso entre 0,0 (no importante) hasta 1,0 (muy importante); el peso otorgado a cada factor expresa su importancia relativa, y el total de todos los pesos debe dar la suma de 1,0.

Para asignar la calificación, se deben usar valores entre 1 y 4, donde 1 es irrelevante y el 4 se evalúa como muy importante. Posteriormente se debe efectuar la multiplicación del peso con la calificación para determinar una puntuación y sumar el total ponderado.

El objetivo es comprar el peso ponderado total de las fortalezas contra el peso ponderado total de las debilidades, y determinar si las fuerzas internas de la organización en su conjunto son favorables o desfavorables.

Una vez elaboradas las matrices FODA y MEFI, existen otras para enriquecer el análisis estratégico como lo es la Matriz de Factores Externos (MAFE), donde se observan algunos cambios con respecto a las anteriores, ya que establece un análisis cuantitativo simple de los factores externos, es decir, las oportunidades y las amenazas mediante el siguiente procedimiento:

Se debe asignar un peso relativo de 0 (irrelevante) a 1,0 (muy importante); el peso manifiesta considerada relativa que tiene cada factor, tomando en cuenta que las oportunidades deben tener más peso que las amenazas, por lo que es necesario establecer que la suma de todas las oportunidades y las amenazas debe ser 1,0. Luego se tiene que ponderar con una calificación de 1 a 4 a cada uno de los factores determinantes para el éxito con el propósito de evaluar si las estrategias actuales de la empresa son realmente eficaces, siendo 4 una respuesta superior y 1 una respuesta mala.

Finalmente se debe multiplicar el peso de cada factor por su calificación para obtener una puntuación y sumar las calificaciones de cada una de las variables, a fin de determinar el total del ponderado de la organización en cuestión, como se muestra en la Tabla 2. (Ponce Talacón, 2007, págs. 87-98)

Tabla 4 Matriz MEFE

Matriz MEFE			
Oportunidades			
Factor crítico de éxito	**Peso**	**Calificación**	**Puntuación**
Subtotal Oportunidades			
Amenazas			
Subtotal Amenazas			
Total	**1**	**-**	

Nota: Humberto Ponce Talacón

El objetivo de esta herramienta es identificar y evaluar relaciones entre las áreas fuertes y débiles de la organización, pero se debe comparar el peso ponderado total de fortalezas contra debilidades para analizar si las fuerzas internas del Departamento son favorables y se logra reducir los aspectos negativos.

Gráfico de Pareto

Es utilizado para asignar datos de tal manera que se muestren de modo descendente, por lo que los menos importantes son asignados al lado izquierdo y los más importantes son colocados al lado derecho del gráfico. Durante el desarrollo del proyecto se utilizó para priorizar las causas de los mantenimientos.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se explica los métodos utilizados para el análisis del problema de investigación; es el resultado de la aplicación, sistemática y lógica, de los conceptos y fundamentos expuestos en el capítulo II.

Enfoque

Una vez evaluado el tema de investigación, surgen los objetivos y pregunta de investigación, los que dan origen a las hipótesis de trabajo y al enfoque mismo al tema por investigar. Por lo tanto, ya existe una estrecha relación entre el planteamiento del problema, la revisión de la literatura de trabajos anteriores similares y la hipótesis. A continuación, se presentarán los tipos de enfoques y se justificará el seleccionado.

Tabla 5 Enfoques

Cuantitativo	Cualitativo	Mixto
Utiliza la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías	Utiliza la recolección y análisis de datos para afinar las preguntas de investigación que van a relevar nuevas interrogantes en el proceso de interrogación	Utiliza ambos enfoques en forma combinada

Nota: Universidad de las Américas, Puebla

Se decide utilizar el enfoque cuantitativo, ya que se requiere analizar el comportamiento de una serie de causas y efectos, a partir de datos numéricos y con base en estudios probabilísticos, pues el objetivo es obtener respuestas de la población en estudio sobre preguntas específicas. La finalidad empresarial seria la toma de decisiones exactas que ayuden a utilizar la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento, y para ello es necesario realizar un estudio previo mediante el método cuantitativo.

Alcance

El alcance de una investigación expresa el resultado de lo que se obtendrá a partir de ella y condiciona el método que se seguirá para obtener dichos resultados, por lo cual es importante identificar cada uno antes de desarrollar la investigación. A continuación, se presentan los cuatro tipos de alcance que se puede tener en un análisis, explicando posteriormente cuál es el más conveniente para este proyecto.

Tabla 6 Alcances

Exploratorio	Descriptivo	Correlacional	Explicativo
Cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o que no se ha abordado antes	Procura especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis	Se utiliza para conocer la relación o grado de asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables en determinado contexto. Los estudios correlacionales pretenden responder a preguntas de investigación	Son más que la descripción de conceptos o fenómenos o el establecimiento de relaciones entre variables; más bien, están diseñados para determinar las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables

Nota: Roberto Hernández Sampieri

Se selecciona el alcance explicativo, ya que el objetivo es encontrar las razones o causas que provocan ciertos eventos o sucesos, y con esto se pretende explicar el por qué ocurre el fenómeno, bajo qué condiciones, por qué se relacionan dos o más variables; todo esto bajo un método estructurado incluyendo propósitos de exploración, descripción y correlación.

Diseño

El término *diseño* se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea y responder al planteamiento del problema. Según Hernández, (2017) el diseño cuantitativo experimental es un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas o antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos o consecuentes), en una situación que controla el investigador.

Continuando con el autor, menciona que el diseño no experimental es la manera de clasificar las investigaciones por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan datos, ya sean transeccionales (recolección de los datos en un solo momento) o longitudinal (recaudación de los datos en varios momentos). En este caso se utilizará el diseño cuantitativo no experimental transeccional, ya que durante la investigación se tomarán datos en un solo momento para describir las variables y analizar su interrelación.

Muestra De La Investigación

La muestra es un subgrupo de la población, se utiliza por economía de los recursos y tiempo. No obstante, se requiere delimitar la población para seleccionar los casos o unidades de estudio. Existen dos tipos de muestra, y a continuación, se explicarán y definirá la de mayor interés para el proyecto.

La muestra probabilística es cuando todos los elementos de la población tienen al inicio la misma probabilidad de ser escogidos. Se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño adecuado de la muestra, por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis.

La muestra no probabilística es cuando la elección de las unidades no depende de la probabilidad, sino de razones relacionadas con las características de la investigación. El procedimiento no es mecánico y no se utiliza fórmulas de probabilidad, sino que depende de las decisiones de un investigador y las muestras seleccionadas responden a otros criterios.

Para el tema en desarrollo, se utilizará la muestra no probabilística, específicamente la que viene en cadena o por redes ("bola de nieve"). Ya que en este caso se trabaja en la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento, donde es clave identificar únicamente a ciertos participantes que pueden proporcionar datos pertinentes y una vez contactados, se les entrevistaría y se les pediría que puedan agregar a personas similares para obtener información.

Variables O Unidades De Análisis

Se muestra la tabla # 6 con los objetivos específicos y sus respectivas variaciones que posteriormente se medirán u observarán para determinar las causas y efectos, por lo que para cada objetivo se establece el siguiente cuadro

Tabla 7 Variables

Objetivos específicos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir la situación actual del departament	Situación actual	Es el estado en el que se encuentra los sistemas de información existentes	Número de mantenimientos correctivos y preventivos de	• Hojas de registros

o para conocer el problema		en el momento que se inicia su estudio. (López González, s.f.)	equipos y edificio con atrasos entre número total de mantenimientos	
Medir las variables asociadas al problema para su análisis	• Pausas por actividades sin valor para el mantenimiento.	• Pausas: Breve interrupción de la acción. • Actividades sin valor: Conjunto de operaciones sin grado de utilidad • Mantenimiento: Conjunto de operaciones y cuidados para que las industrias y equipos puedan seguir funcionando adecuadamente. (Real Academia Española, 2018)	• Mantenimientos cumplidos bajo las especificaciones esperadas entre total de mantenimientos • Tiempo de duración real versus el teórico	• Hojas de registro • Cronómetro

Analizar la relación entre las variables y los efectos para demostrar sus causas	• Permisos de trabajo • Fechas de mantenimiento • Material	• Permisos de trabajo: autorización legal para laborar en un lugar. • Fechas de mantenimiento • Días acordados para la ejecución de los cuidados de equipo y edificio. • Material: Consumibles y herramientas necesarias para el departamento.	• Monitoreo de los mantenimientos • Estudios estadísticos • Análisis de registros de observaciones de mantenimiento • Análisis del impacto económico	• Excel • Registros de mantenimientos • Métricas financieras del Departamento
Definir la propuesta por implementar para la oportunidad de mejora proyectada	Sistema de gestión de mantenimiento	Conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad del mantenimiento, evitando retrasos en el proceso por diversas variables (Hoyer Rodríguez, 2014)	• Metodologías explicadas en el marco teórico	• Excel • Estandarización de documentos • Diagrama Gantt • Control de inventarios
Establecer métodos de control para garantizar el funcionamien	Procedimientos de control	Información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho para determinar su evolución futura	• Comentarios de atrasos registrado en el sistema CADapult	• *Software* CADapult • Excel

to de la propuesta		(Mondragón Pérez, 2002)	entre el total de tiquetes • Cursos vencidos entre cursos totales	

Nota: Allison Arias Madrigal

Instrumentos

Tabla 8 Instrumentos

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios esperados
Número de mantenimientos correctivos de equipo con atrasos entre total de mantenimientos correctivos de equipo	Hojas de registros de atrasos de mantenimiento	Computadora Datos por parte de los técnicos del Departamento	Conocer el porcentaje de mantenimientos correctivos de equipos que presentan atrasos
Número de mantenimientos correctivos de edificio con atrasos entre total de mantenimientos correctivos de edificio	Hojas de registros de atrasos de mantenimiento	Registros por parte de los técnicos Computadora	Conocer el porcentaje de mantenimientos correctivos de edificio que presentan atrasos
Número de mantenimientos preventivos de equipo con atrasos entre total de mantenimientos preventivos de equipos	Hojas de registros de atrasos de mantenimiento	Computadora Datos por parte de los técnicos del Departamento	Conocer el porcentaje de mantenimientos preventivos de equipos que presentan atrasos

Número de mantenimientos preventivos de edificio con atrasos entre total de mantenimientos preventivos de edificio	Hojas de registros de atrasos de mantenimiento	Computadora Datos por parte de los técnicos del Departamento	Conocer el porcentaje de mantenimientos preventivos de edificio que presentan atrasos
Tiempo de duración real de cada mantenimiento entre tiempo de duración teórico	Hojas de registros de atrasos de mantenimiento Horas de entrada y salida de contratistas Duración de tiquetes en CADapult	Computadora Tablas de ingreso de contratistas Excel	Conocer el tiempo excedido en mantenimientos
Cursos HSE vencidos entre cursos HSE total	Tabla de control de cursos	Computadora Excel	Conocer la cantidad de cursos vencidos

Nota: Allison Arias Madrigal

Proceso Para La Recolección De Datos

Una vez elegido el diseño de investigación, definidas la unidad de análisis y la determinación de la muestra, el siguiente paso es recolectar los datos sobre las variables. Como se muestra en la tabla de instrumentos, se observan los indicadores y los instrumentos por utilizar para obtener los datos necesarios. Se manipularán registros de mantenimiento, *check list* de monitoreo de la realización de mantenimiento además de la observación, dentro del contexto de facilidades lo cual quiere decir el área del *mezzanine* de la planta, cuarto de máquinas y área de torres de enfriamiento.

Los datos se codificarán en una hoja de Excel para ingresar los históricos y nuevos datos, clasificados por registros, documentación, entrevistas y observación. Primeramente, se realizará una prueba piloto de dicha hoja para así luego preparar los instrumentos y determinar el método

de aplicación; posteriormente se va a capacitar a los técnicos e ingenieros para ingresar los datos y tener actualizado el sistema y obtener los datos necesarios.

Método De Análisis

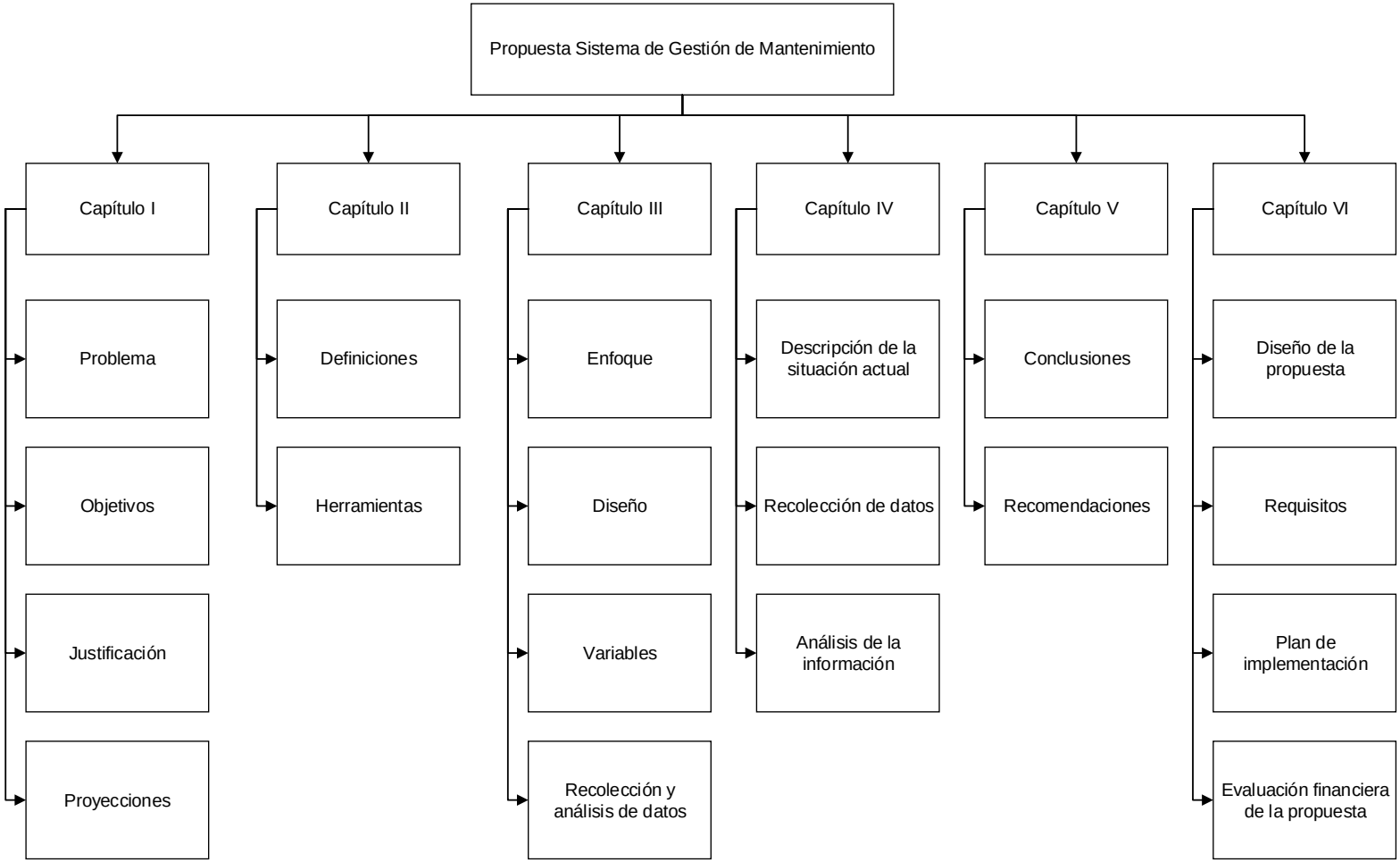
Se selecciona el programa Excel, ya que tiene la capacidad de ingresar los datos y utilizar fórmulas que permitan el análisis estadístico de esa información, explorándola mediante las variables de estudio y así visualizarla por cada inconstante, realizando análisis estadísticos mediante gráficos, para luego establecer relaciones entre categorías y generar explicaciones y soluciones.

Cronograma

A continuación, se muestra el cronograma del desarrollo de los capítulos para identificar los plazos de tiempo correspondientes para cada sección.

En la figura 3 se muestra el *Work Breakdown Structure (WBS),* herramienta para organizar el trabajo en elementos de manera no complicada y una fácil manera de comprender el proyecto, y el cual comprende cada capítulo del trabajo con las fases correspondientes.

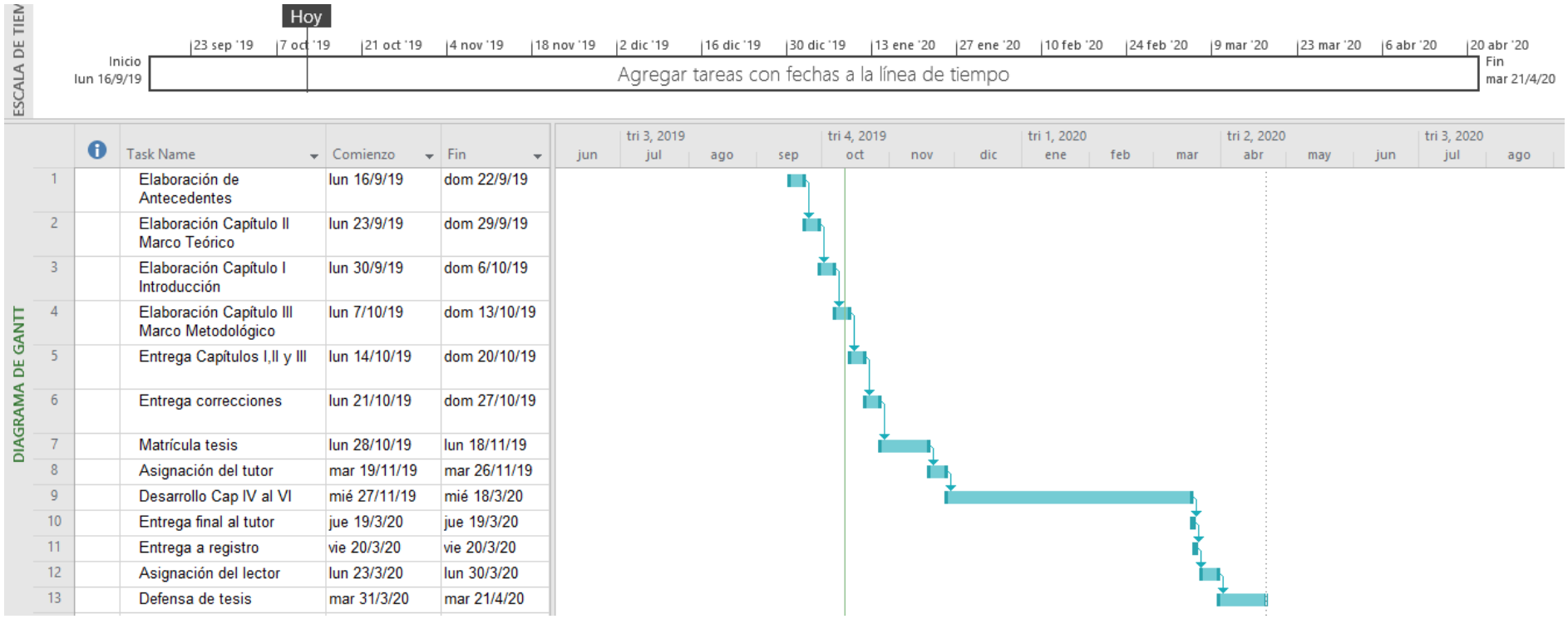
Figura 1 WBS



Nota: Allison Arias Madrigal

En la figura 4, se muestra el diagrama de Gantt, donde se aprecia cada tarea por realizar con su respectiva fecha de inicio y finalización. Esta herramienta funciona de manera visual para la programación de las actividades, y así lograr el control de la planificación del proyecto.

Figura 2 Diagrama Gantt



Nota: Allison Arias Madrigal

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Durante este capítulo se desarrollarán tablas con información, matrices, diagramas y gráficos que permitan demostrar la situación actual del Departamento, analizando sus causas y mostrar el problema por resolver. Se muestra el diagrama de flujo del proceso para poder describir cómo se ejecutan los diferentes mantenimientos.

Análisis de la Gestión de Mantenimiento.

El Departamento lleva mantenimiento enfocado a actividades preventivas y correctivas para edificio y equipos. Los procedimientos y la estructura tienen revisiones programadas que presentan en ocasiones pausas y atrasos, ya que se debe detener la tarea por llamadas de atención al inadecuado uso de equipo de protección personal, pero no se cuenta con los requisitos necesarios para ingresar a realizar mantenimientos dentro de la planta, entre otros.

Además, los equipos y el edificio presentan a diario fallas por intervenir de manera inmediata, los cuales se atrasan debido la ausencia de un control de inventarios para repuestos y consumibles.

Se muestra la lista de actividades que realiza el Departamento.

Tabla 9 Tipos de mantenimiento

Mentenimientos
Aire acondicionado
Generador electrico
Aire comprimido
Sistema contra incendios
Estructura de edificio

Nota: Allison Arias Madrigal OJO eléctrico

Funciones del personal de facilidades

Los encargados del mantenimiento en el área de Facilidades se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 10 Personal de Facilidades

Puesto	Cantidad
Director	1
Gerente	1
Ingeniero	4
Tecnicos de edificio	2
Tecnicos de equipos	3
Tecnicos subcontratados	2

Nota: Allison Arias Madrigal OJO Técnicos

La empresa cuenta con tres turnos: A de 6:00 a.m. a 2:00 p.m.; B de 2:00 p.m. a 10:00 p.m. y C de 10:00 p.m. a 6:00 a.m. Por lo tanto, los técnicos de equipos ofrecen a la planta un servicio constante, debido a que hay uno por cada turno, los de edificio y subcontratados trabajan en turnos A y B como soporte durante la mayor presencia de personas en el edificio.

Documentación

Actualmente se registran los mantenimientos de manera física mediante reportes elaborados por los contratistas, como se observa en la siguiente imagen como referencia. Facilidades no posee documentación de lista maestra de equipos que permita tener información básica compilada en caso de consulta ante compra de repuestos o especificaciones técnicas, calendario de mantenimientos por realizarse durante el año con horas establecidas para dar seguimiento a próximas tareas y estimar costo por horas por mantenimiento de equipos y estimar incrementos según las pausas/retrasos informados y datos compilados de los contratistas que permitan tomar acciones preventivas ante el vencimiento de un curso.

Tabla 11 Planilla de mantenimiento

Planilla de Mantenimiento de Chiller			
Cliente		**Fecha**	
Instalador		**Telefono**	
Equipo		**Contacto**	
Modelo		**N Serie**	
Modelo		**N Serie**	
Lecturas Obtenidas			
Item	**Efectuado**	**No realizado**	**Observaciones**
1.1 Revision de contactores y terminales			
1.2 Revision de sensores			
1.3 Revision de tuberias principales de agua			
1.4 Revision de aislamiento termico de tuberias principales de agua			
1.5 Limpieza de filtros serpentines			

Nota: Allison Arias Madrigal OJO teléfono – Revisión – térmico – Ítem - contactos

Identificación de la Maquinaria

Los equipos tienen placas de rotulación con especificación técnica como cantidad y tamaño de roles, corriente, voltaje, número serial, entre otros. Dependiendo de si la maquinaria está al exterior o expuesto a productos químicos esa información va deteriorándose con el paso del tiempo. Es importante recolectar los datos de cada equipo en digital para tener acceso en caso de cotización o cambio de repuestos.

Se muestra la rotulación de equipo como referencia

Figura 3 Placa de maquinaria

Nota: Allison Arias Madrigal

Impacto Hacia Otros Departamentos

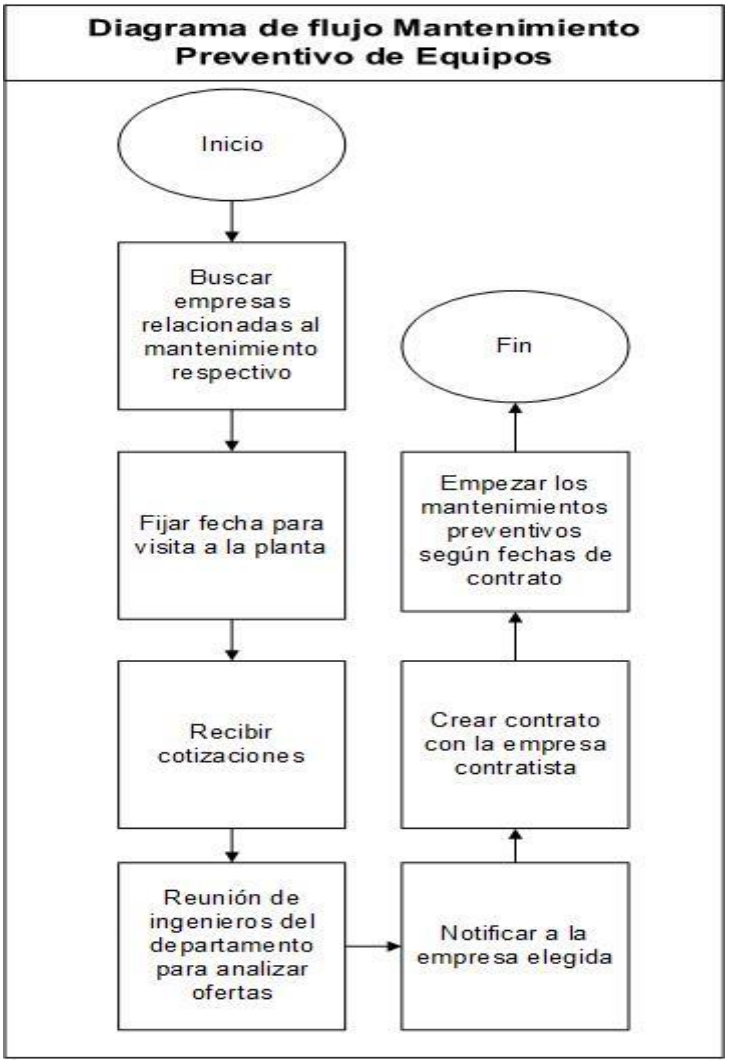
Facilidades cuenta con equipos de respaldo que permiten durante cada mantenimiento continuar con normalidad las operaciones, esto quiere decir que no se ve afectado ningún departamento. Dentro de la industria médica existen procesos y documentación que al no cumplir con los requerimientos de calidad requieren detener la producción o iniciar proceso de cuarentena; no obstante, los empleados comentaron que la modalidad de “n+1” se ha logrado no registrar no conformidades por mantenimientos de Facilidades.

Posteriormente al análisis de las áreas mencionadas, se procede a explicar mediante diagramas de flujo los diferentes mantenimientos.

Mantenimiento Preventivo de Equipos

Se destina a la conservación de los equipos por medio de la revisión y limpieza, para así garantizar su funcionamiento y fiabilidad.

Figura 4 Mantenimiento preventivo de equipos



Nota: Allison Arias Madrigal

Los mantenimientos preventivos de equipos pueden realizarse con el personal directo de la empresa si cuentan con el tiempo, equipo, entrenamientos y certificaciones adecuados. Sin embargo, los que representan una mayor inversión económica en las áreas anteriormente mencionadas, son realizados por contratistas por decisión de la empresa, ya que el Departamento de Facilidades cuenta con tres técnicos por turno los cuales se dedican al mantenimiento preventivo del edificio y al correctivo del edificio y equipos.

Por lo tanto, se inicia con la búsqueda de una empresa que cumpla con los requisitos para ejecutar el mantenimiento. Estos visitan las instalaciones, se realiza un recorrido por la zona por convenir según el equipo al que se desea emplear el mantenimiento, y recolectan la información necesaria para crear la cotización.

Una vez reunidos los ingenieros con las diferentes ofertas, se analizan precios y beneficios para elegir un contratista, notificar y crear el contrato fijando fechas de mantenimientos con la frecuencia requerida por la planta.

Además, los empleados contratistas deben inscribirse a un curso impartido por el Departamento de *Health, Security and Environment* (Salud, Seguridad y Ambiente) llamado HSE por sus siglas en inglés. En esta sección se les enseñará las normas de seguridad y comportamiento para laborar dentro de las instalaciones de una manera correcta, y posterior a ello se completa el permiso de trabajo para iniciar el mantenimiento al equipo asignado.

A continuación, en la tabla 7 se muestra los registros de los mantenimientos preventivos de equipos durante 2017-2019 evidenciando los nombres a cargo del Departamento de Facilidades, frecuencia de la tarea a través del tiempo, cantidades en funcionamiento y en mantenimientos, y cuántas veces se registró un incumplimiento al período establecido para ejecutar el trabajo.

Es programado según la recomendación del fabricante con respecto al funcionamiento del equipo. Es indispensable seguir el lineamiento de las tareas para garantizar el correcto funcionamiento de la planta y de la vida útil de los equipos.

Tabla 12 Mantenimientos preventivos de equipos

Mantenimiento Preventivo de Equipos											
Frecuencia	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Mensual	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Semestral	Total
Equipo	Air Handler Unit	Make Up Air	Chiller	Compressed Air Dryer	Air Compressor	Cooling Water System	Fain Coil	Slipt	Fire Protection System	Electrical Generator	
Cantidad de equipo	13	3	3	2	2	3	8	6	1	2	43
Mantenimientos 2017-2019	130	30	30	60	60	30	80	60	10	10	500
Mantenimientos con problemas	34	11	12	12	15	7	9	7	3	4	114
% Atrasos 2017-2019											**22.80**

Nota: Allison Arias Madrigal

Nota: Los nombres de los equipos se mantienen en inglés por origen del fabricante.

Se define el concepto de cada equipo para mayor comprensión de la tabla

Chillers: Es una unidad de enfriamiento aplicada al acondicionamiento de aire a gran escala. Funciona en conjunto con otros equipos para circular el refrigerante hacia cada uno de los ambientes.

Compressed air dryers: Es una máquina que reduce la cantidad de humedad en el aire del ambiente. Ayuda a no generar mayor corrosión en conexiones neumáticas.

Air compressors: Es una máquina de fluido que aumenta la presión del aire y la desplaza a ciertos fluidos como gases y vapores, luego ocurre el intercambio de energía entre el fluido y energía y la impulsa a fluir.

Air handler units: Es un dispositivo para regular y circular el aire como parte de un sistema de aire acondicionado.

Make up air: Máquina que está diseñada para reponer el aire en el espacio interior que se elimina debido a los ventiladores de extracción. Extrae el aire fresco del exterior del edificio para reemplazar el que no puede circularse por reproceso.

Fan coil: Son equipos que utilizan el agua como refrigerante, circulando por serpentines. Impulsa el aire por ventiladores y pasa por tubos donde circula agua, produciendo termo transferencia.

Slipts: Unidad de aire acondicionado para habitaciones pequeñas.

Cooling water system: Son estructuras para disminuir la temperatura del agua utilizada en plantas industriales.

Fire protection system: Es un conjunto de sensores y alarmas alrededor del edificio configurados para la expulsión de agua y productos químicos específicos en caso de incendio, a fin de evitar daños a las estructuras y equipos.

Electrical generator: Máquina que produce electricidad a partir de la energía mecánica generada tras el consumo de combustible, para que la planta pueda seguir en funcionamiento pese a una emergencia de ausencia de energía eléctrica.

Cada equipo presenta una frecuencia de mantenimiento distinto por recomendación del fabricante debido a sus especificaciones técnicas.

Para obtener los datos se realizaron caminatas en el área de casa máquinas donde se encuentran los *chillers, compressed air dryers* y *air compressors,* el mezzanine para registrar los *air handler units, make up air* y *fan coil*. Cuartos de tecnología y oficinas de gerentes para contabilizar los *slipts* y finalmente el exterior de la planta para registrar el *cooling water system, fire protection system* y el *electrical generator*.

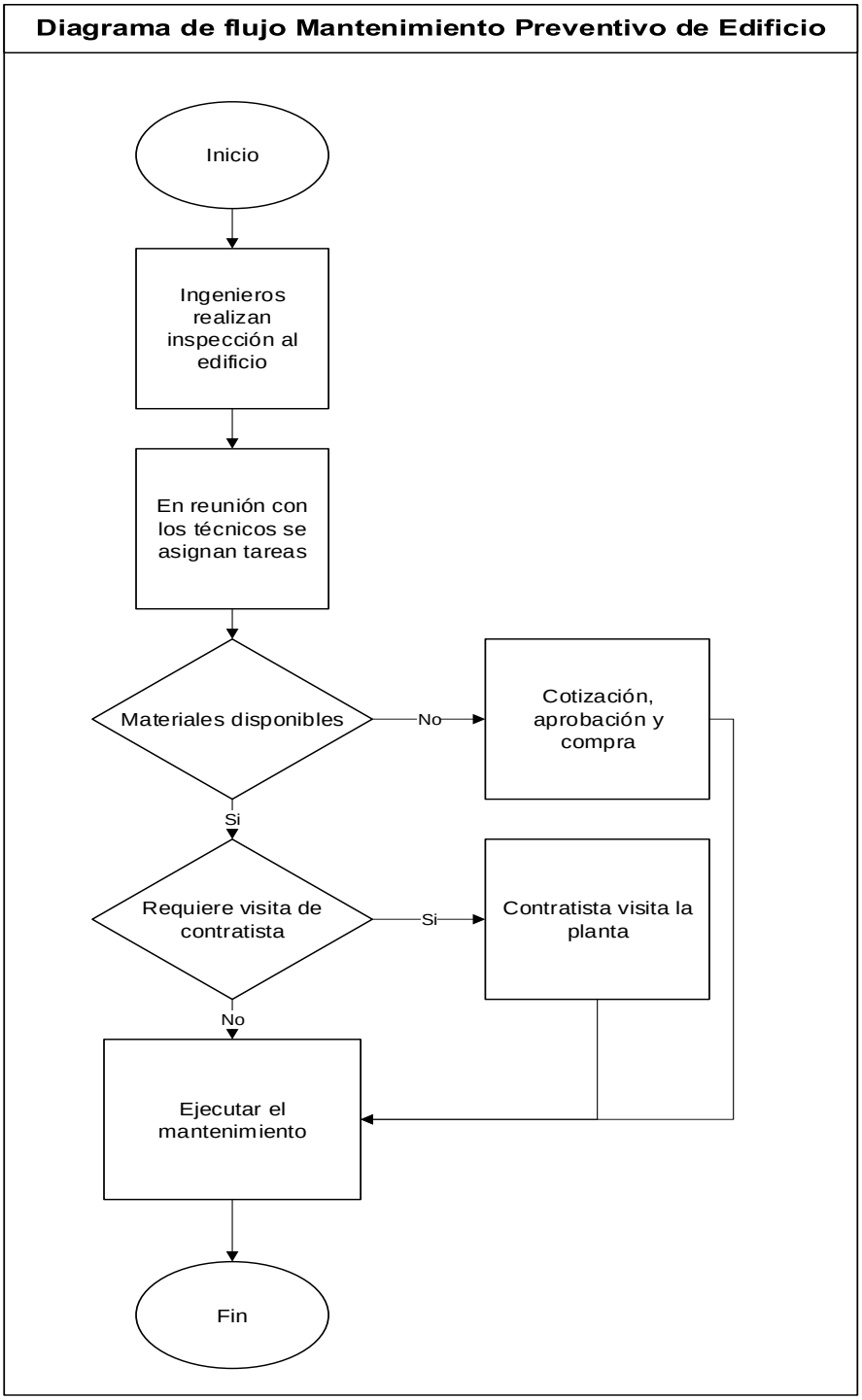
Reflejan un 22,80% de mantenimientos con inconvenientes durante los últimos dos años y seis meses, el equipo que presenta mayor problema es la *air handler unit* y el menor es el *fire protection system,* las causas fueron mencionadas al inicio de este capítulo.

Posteriormente se explica el proceso de mantenimiento preventivo de edificio.

Mantenimiento Preventivo Del Edificio

Se destina a la revisión y reparaciones que requieran las instalaciones para garantizar su funcionamiento.

Figura 5 Diagrama de flujo y mantenimiento preventivo del edificio



Nota: Allison Arias Madrigal

Primeramente, los ingenieros realizan caminatas al edificio, estas no tienen una frecuencia definida. Posteriormente hablan con los técnicos durante las reuniones semanales y les notifican de las observaciones durante el recorrido para asignar responsables.

Se debe verificar que exista en el edificio el material necesario, pues de lo contrario hay que solicitar una cotización y esperar la aprobación. También se debe contemplar si se necesita colaboración de un contratista para realizar el trabajo, por lo cual hay que agendar una visita para ejecutar el mantenimiento.

A continuación, se muestra la información recolectada de los mantenimientos preventivos del edificio.

Tabla 13 Mantenimiento preventivo del edificio

Mantenimiento Preventivo de Edificio				
Frecuencia	Diaria	Diaria	Diaria	Total
Tarea	Limpieza	Inspección	Instalación	
Mantenimientos 2017-2019	130	130	130	390
Mantenimientos con problemas	34	0	61	95
% Atrasos 2017-2019				**24.36**

Nota: Allison Arias Madrigal

Las tareas se dividen en grandes áreas, limpieza de lámparas y uso de hidrolavadora. Inspección que requiere revisar sanitarios, lavamanos, duchas e instalación referida al acto de pintar.

El mayor registro de problemas está ligado a la instalación, esto se debe a los retrasos por no poder pintar en áreas donde se trabaja 24/7 y tienen que realizarse en vacaciones. Además de no contar con el material necesario para pintar, pues hay que esperar una cotización y aprobación del color dentro del edificio.

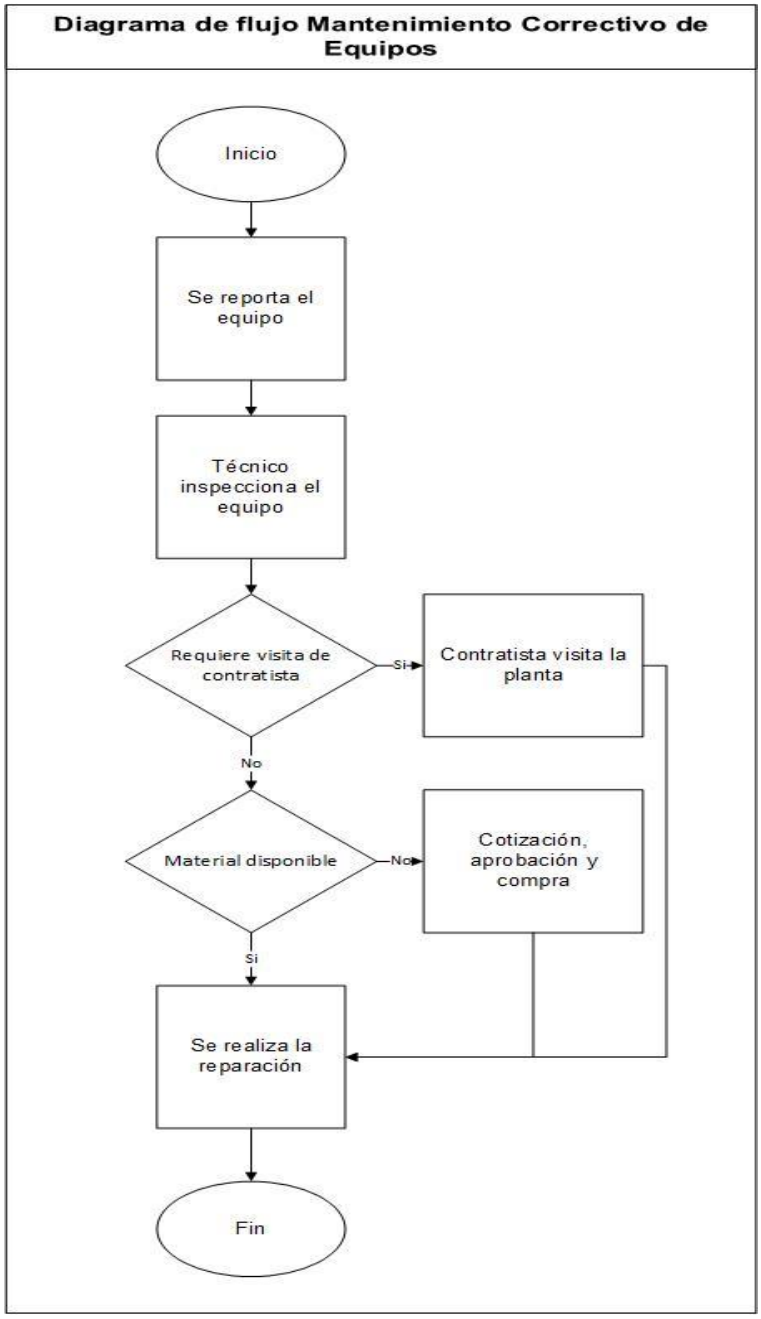
Por lo tanto, se propone una herramienta de control de inventario que permita realizar los mantenimientos preventivos de edificio sin atrasos de este tipo.

A continuación, se presenta el flujo de mantenimiento correctivo de equipos.

Mantenimiento Correctivo de Equipos

Se encarga de corregir los defectos que se encuentran en los equipamientos.

Figura 6 Diagrama de flujo mantenimiento correctivo de equipos



Nota: Allison Arias Madrigal

El área donde se encuentran los equipos es zona restringida únicamente para personal de Facilidades; por lo tanto, cada reporte se genera mediante los compañeros del Departamento, ya que son los únicos con la accesibilidad de ingresar en el *mezzanine*, casa máquinas y torres de enfriamiento.

El técnico encargado en el turno donde se efectúa la observación revisa el equipo, y analiza si es necesario que el contratista visite la planta de manera urgente y si se quiere material. De ser así, se deberá poner en contacto con la empresa encargada del mantenimiento preventivo de la máquina para dar soporte, además de solicitar la cotización de los materiales en caso de no tener en inventario.

Además, se muestra la figura 6 sobre el registro de mantenimiento correctivo de equipos durante 2017-2019.

Tabla 14 Mantenimiento correctivo de equipos

Mantenimiento Correctivo de Equipos											
Frecuencia	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Mensual	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Semestral	Total
Equipo	Air Handler Unit	Make Up Air	Chiller	Compressed Air Dryer	Air Compressor	Cooling Water System	Fain Coil	Slipt	Fire Protection System	Electrical Generator	
Cantidad de equipo	13	3	3	2	2	3	8	6	1	2	43
Mantenimientos 2017-2019	32	7	10	12	8	7	11	12	1	2	102
Mantenimientos con problemas	3	2	4	2	3	3	0	0	0	0	17
% Atrasos 2017-2019											**16.67**

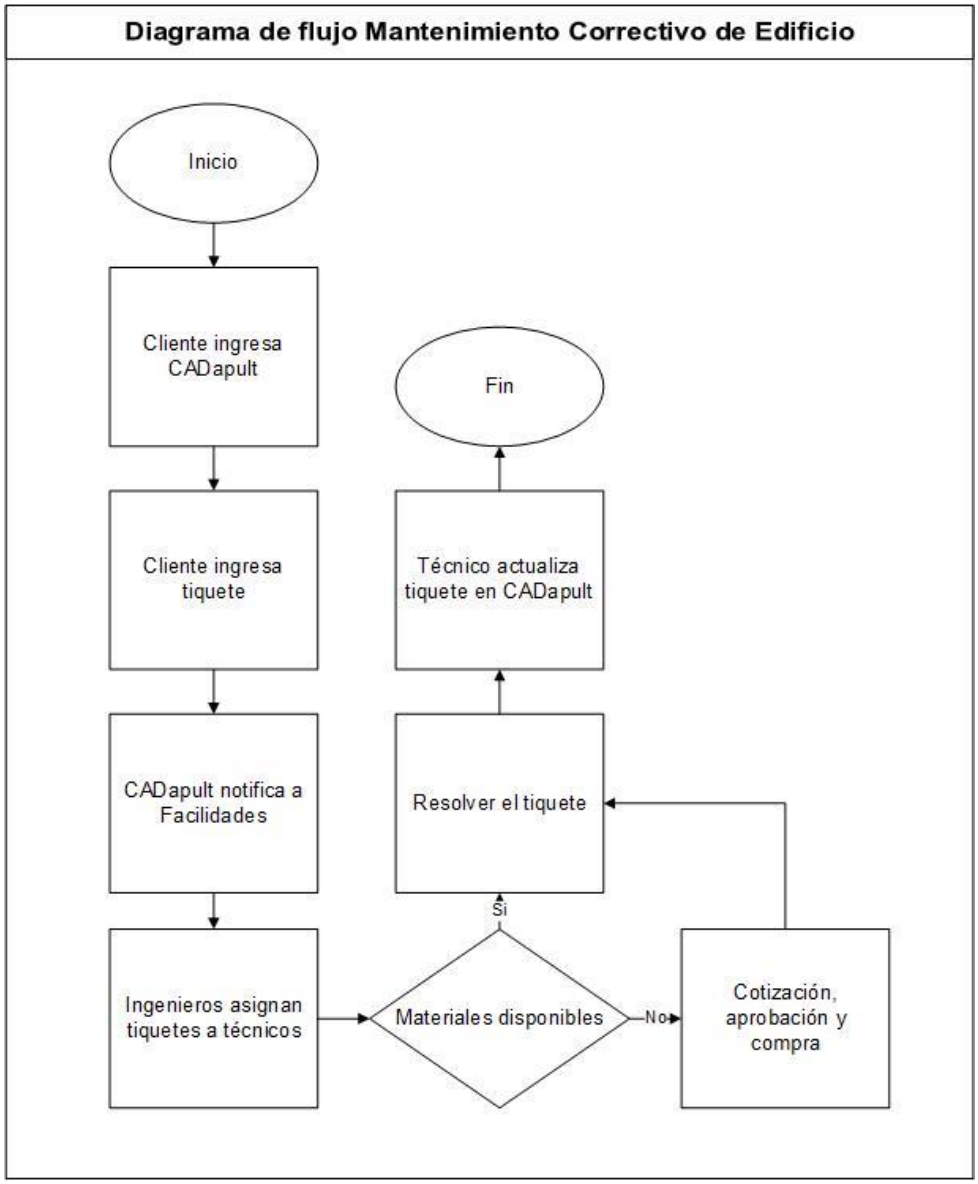
Nota: Allison Arias Madrigal

Los equipos *chiller* son los que presentan la mayor cantidad de problemas durante la ejecución del mantenimiento. Más adelante se mostrará los diferentes problemas que se dieron durante los años 2017-2019 para enfocar la propuesta. Se muestra a continuación el respectivo último diagrama de flujo .

Mantenimiento Correctivo de Edificio

Tiene como objetivo la conservación física y funcional de las instalaciones.

Figura 7 Diagrama de flujo mantenimiento correctivo de edificio



Nota: Allison Arias Madrigal

El Departamento de Facilidades utiliza el sistema CADapult, el cual permite a cualquier empleado ingresar y registrar un tiquete, este puede estar relacionado con plomería, pintura, aire acondicionado, tornillería, entre otros. Los ingenieros asignan los tiquetes a los técnicos dependiendo del área, carga de trabajo y emergencia de resolución del tiquete.

Es importante mencionar que, si no se puede realizar el trabajo por el nivel de dificultad se tendrá que llamar a un contratista, el cual debe visitar la empresa para realizar la cotización del trabajo.

Se debe revisar en planta si se cuenta con la herramienta y material necesario para poder realizar el mantenimiento, de lo contrario se tiene que buscar un proveedor y solicitar aprobación de la cotización lo cual crea retrasos, ya que se debe esperar el ingreso del pedido.

Una vez analizado el flujo, se procede a mostrar la tabla con la cantidad de mantenimientos correctivos de equipos registrados en los últimos dos años y seis meses.

Tabla 15 Mantenimiento correctivo del edificio

Mantenimiento Correctivo Edificio					
Tiquete	Plomería	Pintura	Mecánico	Eléctrico	**Total**
Mantenimientos 2017-2019	44	9	713	432	1198
Mantenimientos con problemas	19	3	321	168	511
% Atrasos 2017-2019					**42.65**

Nota: Allison Arias Madrigal

Nota: Plomería se refiere a trabajos realizados por atención de fugas de agua y que requieren reparación o reemplazo de piezas de PVC. Pintura gira en torno a los trabajos realizados por mantenimiento del edificio donde se requiere pintar paredes o tuberías. Mecánico se refiere a los trabajos realizados por mantenimiento de edificio y activos del personal de la planta donde se quiere utilizar herramientas y consumibles ferreteros. Eléctrico hace referencia a los trabajos realizados por mantenimiento de edificio y equipos eléctricos donde se requiere utilizar herramientas y consumibles eléctricos.

Los problemas registrados por áreas fueron los siguientes

Plomería: faltante de piezas, pegamentos y compañeros para supervisión de fugas en alturas.

Pintura: asuntos de pintura, brochas, cintas para demarcación y compañeros para supervisión de trabajos de pintura en alturas.

Mecánico y eléctrico: faltante de herramientas, materiales y compañeros para supervisión de trabajos mecánicos y eléctricos en alturas.

La tabla 8 muestra los atrasos durante el 2017-2019 sobre el mantenimiento correctivo de equipos y representa un 42,65%. Al mostrar el mayor de los atrasos en el área mecánica, esto se debe a que no todas las veces se cuenta con la maquinaria o personal necesario para resolver el tiquete, y se debe solicitar ayuda a alguna empresa externa, por lo que el Departamento se tiene que sujetar a la disponibilidad de los contratistas.

Causas de Atrasos En Mantenimientos

Los datos fueron recopilados y mostrados bajo el formato de la tabla 1, y resumidos para mostrarlos en la tabla 16.

Tabla 16 Causas de atrasos

Atrasos mantenimientos 2017-2019				
Causas	**Preventivo Equipos**	**Preventivo Edficio**	**Correctivo Equipos**	**Correctivo Edificio**
Falta de permiso de trabajo	15	13	2	34
Actualización curso de contratistas	9	10	2	63
Llegadas tardías	9	5	2	52
Falta de herramienta/material	33	28	5	188
Falta de personal	9	16	1	55
No coordinación de fechas	17	18	4	76
Pausas por falta de EPP	22	5	1	43
Total	**114**	**95**	**17**	**511**

Nota: Allison Arias Madrigal

Las causas que generan el incumplimiento al período establecido del mantenimiento son:

- El no traer a tiempo el permiso de trabajo, el contratista debe esperar a que alguien de su empresa se lo envíe para imprimirlo o solicitar el documento en blanco al personal de seguridad de Smith & Nephew para completarlo a mano, y esperar una firma por un integrante autorizado del Departamento de Facilidades y HSE para dar inicio al mantenimiento; de lo contrario, no se puede realizar la tarea.
- El personal de seguridad son los encargados de llevar el historial de contratistas y verificar si cuentan con el curso de ingreso al día, el problema radica en que la información no es suministrada a los técnicos e ingenieros de Facilidades y se les notifica del vencimiento del curso hasta que el contratista se registra en planta para realizar un mantenimiento. El no saber con anticipación las fechas de expiración no permite actualizar el curso a tiempo y

esperar a la próxima fecha si todos los contratistas cuentan con el retraso de la capacitación o coordinar una nueva visita con empleados que si cuenten con los requisitos al día.

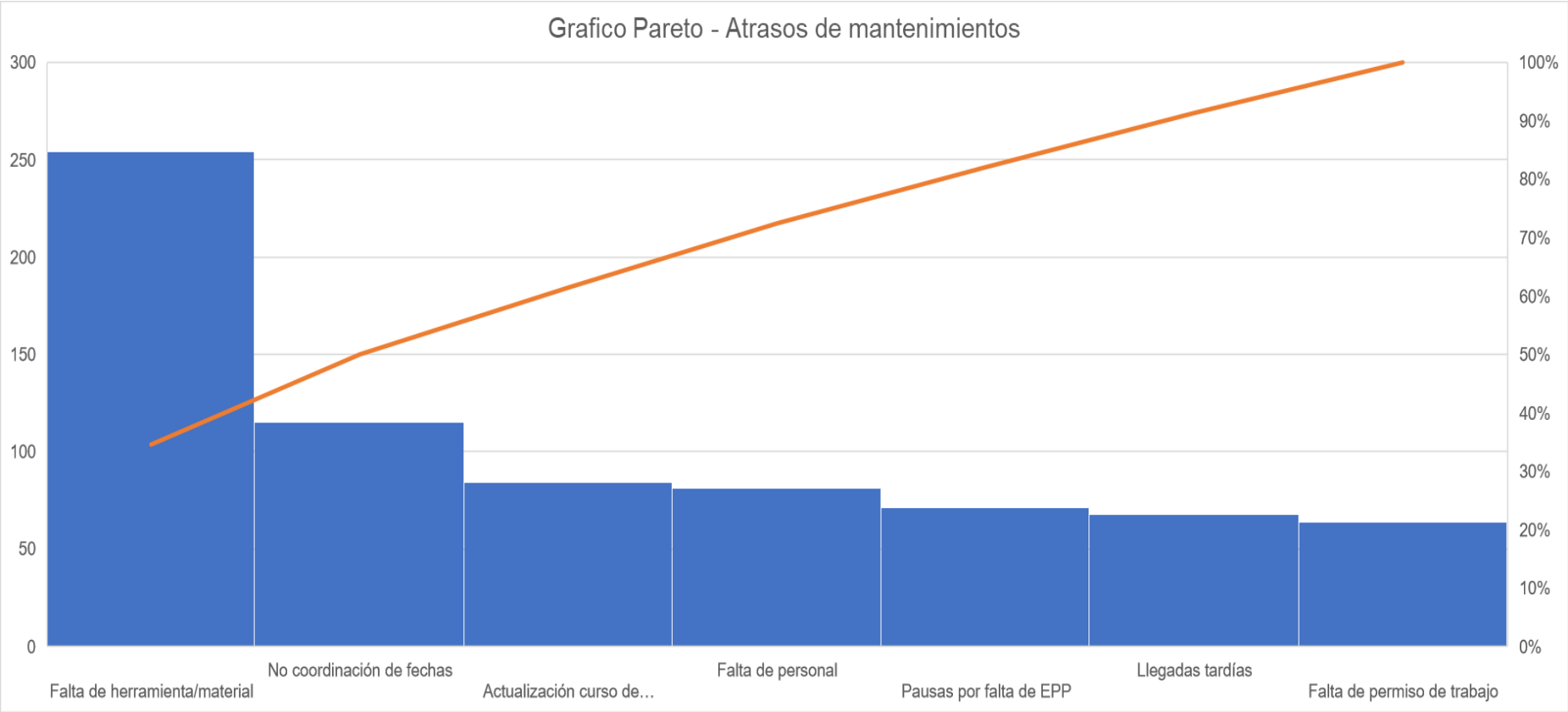
- Las llegadas tardías implican un retraso en el mantenimiento porque no se inicia en la hora establecida, y se debe a accidentes automovilísticos y exceso de automóviles en carretera que causan caos vial, pues los contratistas vienen de largos trayectos y se pierden en ruta o eventos personales que los obligan a retrasarse a la hora establecida.
- Si el mantenimiento es realizado por personal directo o indirecto ambos sufren de falta de herramienta y material; por lo tanto, el contratista solicita ayuda al personal de Facilidades o viceversa. Esto causa incumplimiento porque es durante la realización del trabajo que son percatados de la ausencia de los instrumentos necesarios, por lo cual deben pausar la actividad hasta encontrar lo necesario para continuar.
- La falta de personal genera atrasos, ya que depende de la tarea por cuestiones de seguridad y se debe estar acompañado o supervisado por un compañero de trabajo entrenado. Si el mantenimiento es correctivo y no se cuenta con la herramienta o material necesario, se debe llamar a un contratista y se aumenta el tiempo de respuesta, ya que hay que contactar y esperar disponibilidad.
- La coordinación de fechas afecta, ya que al no tener un calendario de mantenimiento preventivo de equipos y edificio, se impide el control visual de los próximos trabajos sin verificar que se cumpla con todos los requerimientos antes de la fecha de ejecución. Por el área correctiva se incluye edificio, pues implica la cantidad de veces que el tiquete excedió del tiempo establecido para ser resuelto: Alto – 1 día, Medio – 2 días, Regular – 3 días.
- El uso del equipo de protección personal (casco, chaleco reflectivo, guantes, lentes, zapatos de punta de acero y dieléctricos) es de carácter obligatorio dentro de las instalaciones, por lo tanto, el Departamento de HSE realiza visitas a los mantenimientos y se debe detener el proceso si el personal no está utilizando el equipo necesario, pues detiene la operación lo cual genera atraso.

Las variables de atrasos en mantenimiento fueron suministradas por el Departamento, se proporcionó cantidades registradas de los años 2017-2019. El siguiente período fue recopilado por la elaboradora del proyecto.

Se muestra el Pareto tomado de la tabla anterior, para priorizar las causas y saber qué herramientas realizar para la propuesta.

Gráfico Pareto

Gráfico 1 Pareto de atrasos en mantenimientos



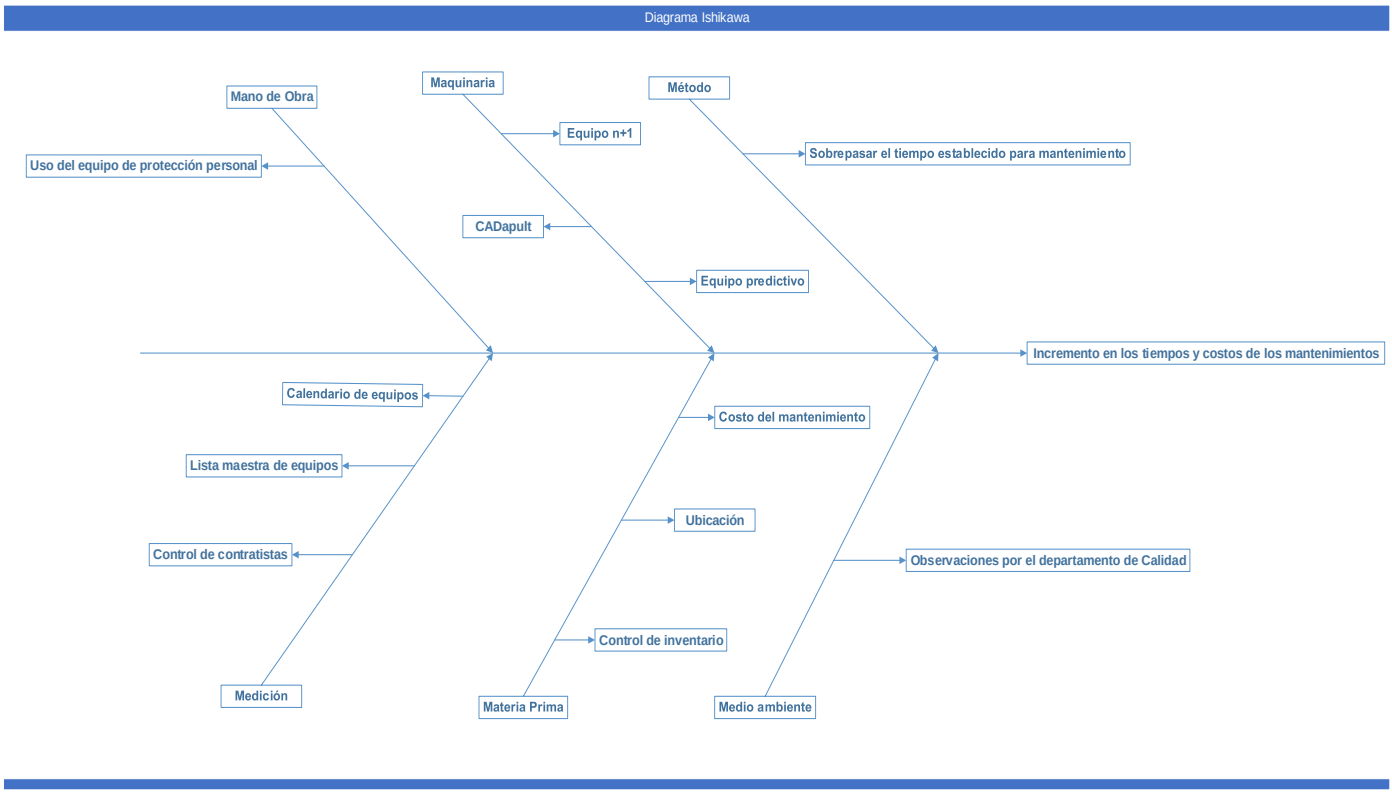
Nota: Allison Arias Madrigal Gráfico ojo

De esta manera se logra demostrar de una manera más visual las principales áreas por mejorar para resolver el problema. Permite priorizar las fallas que causan atrasos en los mantenimientos tales como falta de herramienta o material, coordinación de fechas y actualización de cursos de contratistas. De esta manera se pueden elaborar herramientas que conformen un sistema que permita realizar el mantenimiento sin el menor de los inconvenientes posibles, y se consigue reducir costos.

Diagrama Ishikawa

Este diagrama permite identificar las causas potenciales del problema. Fueron recopiladas mediante la conversación con el Departamento para conocer los incidentes que afectan en los mantenimientos.

Figura 8 Diagrama de Ishikawa



Nota: Allison Arias Madrigal

Mano de obra: Incrementa en los tiempos durante las tareas debido a que el personal directo/indirecto deja de utilizar el equipo de protección personal, y continúan ejecutando el

mantenimiento. El Departamento de HSE tiene que velar porque todo empleado que esté utilizando lo necesario para garantizar seguridad a la hora de realizar el trabajo, lo cual incluye visitas a los mantenimientos y dar llamadas de atención para pausar la tarea, debe tener el equipo de protección personal completo nuevamente.

Maquinaria: El equipo n+1 impide que producción sea afectada por algún mantenimiento, es decir, de los dispositivos en funcionamiento se cuenta con otro igual para que cuando se requiera detener dicho equipo, las instalaciones mantengan su funcionamiento regular y comienza a trabajar el equipo de respaldo. Cabe mencionar que no existe registros de documentación con el Departamento de Calidad por incumplir las especificaciones de aire en cuarto limpio que ponga en riesgo la producción, es decir, no afecta a ningún departamento. El Departamento de Microbiología realiza una muestra después del cambio de máquina y las variaciones se han mantenido en el rango aceptado. Además, utilizan un *software* llamado CADapult el cual permite llevar un registro de tiquetes por mantenimientos correctivos de edificio, y así se puede estimar y analizar el nivel de servicio y, en el caso de mantenimientos correctivos de equipos, cuentan con herramientas predictivas que permiten determinar la falla.

Método: Debido a los excesos de tiempos registrados durante los mantenimientos se causa que su costo aumente, lo que afecta el presupuesto del Departamento e impide los ahorros.

Medición:

No existe recopilación de información de equipos, repuestos, contratistas que permitan disminuir los tiempos muertos durante la ejecución de los mantenimientos.

Materia prima:

Los materiales y herramientas no presentan un lugar fijo para su ubicación, lo cual genera atrasos en los mantenimientos, además de que disminuye el servicio y aumenta el costo.

Medio ambiente:

El Departamento de HSE tiene que hacer hincapié para trabajar en un ambiente seguro y detener el mantenimiento cuando se exponga.

Las variables utilizadas fueron empleadas durante el análisis FODA, con el fin de examinar los efectos en áreas de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta actualmente el Departamento.

Matriz FODA

A continuación, se presenta el FODA realizado bajo la Matriz de Evaluación de Factores Internos y Externos para asignar puntuación y calificación a los factores críticos de éxito y determinar cuáles son las zonas de enfoque.

Tabla 17 MEFE OJO Evaluación-Calificación-Puntuación-atención-Departamento-crítico

Matriz Evaluacion de Factores Externos (MEFE)			
Oportunidades			
Factor critico de exito	**Peso**	**Calificacion**	**Puntuacion**
Disminuir costos de mantenimiento	0.25	4.00	1.00
Aumentar la seguridad del personal de mantenimiento	0.15	3.00	0.45
Disminuir incumplimientos a las normas de calidad	0.15	3.00	0.45
Subtotal Oportunidades	0.55	10.00	1.90
Amenazas			
Aumento de los costos de mantenimiento	0.21	4.00	0.84
Llamadas de atencion del departamento de Calidad	0.12	2.00	0.24
Llamadas de atencion del departamento de HSE	0.12	2.00	0.24
Subtotal Amenazas	0.45	8.00	1.32
Total	**1.00**	**18.00**	**3.22**

Nota: Allison Arias Madrigal OJO Todas las cantidades deberían ir con coma

En la matriz anterior se muestra las amenazas con menor peso, esto se debe a que a mayor el número es equivalente al grado de relevancia. Evidencia que las áreas por trabajar externamente son las oportunidades. Esto permite analizar las áreas por desarrollar en la propuesta y a su vez disminuir las amenazas.

La oportunidad mayor calificada se debe a que es el área de más afectación para la empresa al tratarse de gastar de más en un mantenimiento presupuestado, y resolviendo en conjunto los otros factores de éxito.

Posteriormente se realiza el mismo procedimiento para los factores internos

Tabla 18 MEFIE OJO valuación-crítico-Calificación-Puntuación-técnico-

Matriz Evaluacion Factores Internos (MEFI)			
Fortalezas			
Factor critico de exito	**Peso**	**Calificacion**	**Puntuacion**
Equipo n+1	0.20	4.00	0.80
Entrenamientos y certificaciones al personal tecnico	0.10	3.00	0.30
Equipo predictivo	0.10	3.00	0.30
Sistema de tiquetes	0.05	3.00	0.15
Subtotal Fortalezas	0.45	13.00	1.55
Debilidades			
No hay sistema de control de inventario	0.20	4.00	0.80
Carencia de 5s	0.10	3.00	0.30
Falta de calendario de mantenimiento	0.15	3.00	0.45
Falta de base de datos de contratistas	0.10	3.00	0.30
Subtotal Debilidades	0.55	13.00	1.85
Total	**1.00**	**26.00**	**3.40**

Nota: Allison Arias Madrigal Cantidades con comas

Es el factor equipos n+1 el mayor calificado en su área, ya que la empresa al dedicarse a producción de dispositivos médicos debe mantenerse en óptimas condiciones, para garantizar la calidad del producto final.

Las fortalezas presentan menor relevancia, ya que las debilidades son un indicador de áreas por mejorar y, por ende, se les debe prestar mayor atención. Una vez analizados los factores durante el diagnóstico, se propone a brindar las conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se describe la situación actual para dar a conocer la problemática del Departamento, la ausencia de un control que permita ejecutar los mantenimientos de manera establecida y evitar aumento de costos.
- Se mide las variables para calcular los factores que influyen en ellas, observando que los atrasos afectan en primer lugar al mantenimiento correctivo del edificio, y posteriormente el preventivo de equipos.

- Las 3 principales causas de atrasos se deben a falta de herramienta/material, a que no hay coordinación de fechas y a la actualización de cursos de contratistas.
- Se crea una propuesta para un sistema de gestión de mantenimiento.

Recomendaciones

Documentación:

Fechas de contratos

Fechas de vencimiento de cursos de cada empresa contratista

Fechas de próximos cursos por parte de HSE

Gantt de mantenimiento de equipos y edificio

Cantidad de ítemes actuales y punto de reorden

Parte de los mantenimientos correctivos no logran ser registrados, ya que las personas no utilizan el sistema CADapult, pero sí usan el teléfono o correo electrónico; por lo tanto, se recomienda que todo tiquete sea ingresado al sistema aún después de resuelto. Esto para tener más conocimiento de las labores ejecutadas, utilizando métricas de nivel de servicio y poder tomar decisiones en cuanto al personal directo e indirecto.

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

Propuesta

Actualmente la empresa maneja la información por medio de la nube, el Departamento de IT con base en el puesto del empleador se les facilitan accesos a carpetas. La propuesta parte del hecho de utilizar la nube para que los empleados de Facilidades puedan estar ingresando y observando datos en tiempo real.

Como método de control, las actividades han sigo agregadas a la estandarización de trabajo de los técnicos, donde son revisadas semanalmente durante las reuniones. Además de tener encuentros con los jefes de manera mensual, que les permita hacer notar el cumplimiento de la propuesta.

Se propone un Excel en la carpeta de Facilidades de dominio compartido, donde el personal pueda obtener plantilla de permiso para enviar con anterioridad al contratista, además de información de cada empresa contratada con fechas de cursos actuales y próximos cursos. Esto para poder notificar al contratista cuándo vence el curso y actualizarlo antes de que se ejecute el mantenimiento.

Es importante mencionar que la información de los contratistas no será suministrada, por lo tanto se utilizará datos ficticios.

Figura 9 Permiso de trabajo

Fecha de Elaboración del trabajo: _____ **Empresa Contratista:** _____

Trabajo tramitado por el Departamento de _____ **Contacto de Smith & Nephew CR:** _____

Ubicación donde se realizará el trabajo: _____

Descripción de actividad(es) a realizar: *Incluya las tareas secuenciales que completan la actividad a desarrollar*

Paso a paso

Nombre completo de participantes en el trabajo:

Aislamiento de energías peligrosas (Marque con una X la energía por aislar)

☐ Mecánica ☐ Eléctrica ☐ Neumática ☐ Hidraúlica ☐ Térmica ☐ N/A

Indique el número de panel o sección de equipo a bloquear: _____

Utilización de productos químicos.
Los productos quimicos deben encontrarse rotulados con etiqueta del sistema global armonizado y mantener la hoja de seguridad en sitio.
Nombre del Producto Químico a utilizar: _____
Cantidad requerida: _____ Lugar de almacenamiento: _____

Delimitación del área de trabajo.Marque con una X el dispositivo a utilizar
Distancia de aislamiento desde el punto donde se genera el trabajo:_____

☐ Cinta de Precaución Amarilla. ☐ Cinta de Peligro Roja. ☐ Malla
☐ Conos o Pedestales ☐ Mixta.(Conos y Cinta.) ☐ Otros:_____

Riesgos asociados a la actividad y aspectos ambientales

☐ Proyección de partículas
☐ Atrapamiento
☐ Golpes/cortes
☐ Quemaduras
☐ Caída de materiales y/o cargas
☐ Caída al mismo nivel
☐ Caída a distinto nivel / Caída de altura
☐ Orden y limpieza deficientes
☐ Consumo de agua
☐ Consumo de electricidad
☐ Consumo de Materias Primas
☐ Consumo de Combustibles

☐ Otro personal trabajando en el área
☐ Choque eléctrico
☐ Arco eléctrico
☐ Fuego / explosión
☐ Exposición a ruido
☐ Exposición a vibraciones
☐ Fatiga visual (Iluminación pobre)
☐ Exposición a altas o bajas temperaturas
☐ Emisiones al Aire
☐ Aguas residuales
☐ Residuos Peligrosos
☐ Residuos no peligrosos

☐ Deficiencia de oxígeno
☐ Exposición a gases, humos, vapores
☐ Exposición a polvo
☐ Sobre esfuerzo por manipulación manual de cargas
☐ Manipulación productos químicos
☐ Generación de lixiviados
☐ Emisión al aire de refrigerante
☐ Derrame de materiales peligrosos
☐ Residuos bioinfecciosos
☐ Consumo de Sustancias Químicas
☐ Otro. **Especifique:**

Medidas de prevención de riesgos. (*Indicar todas las medidas de control a implementar de acuerdo a los riesgos identificados)*

- ☐ Usar dispositivos de elevación mecánica
- ☐ Sustituir químicos tóxicos o materiales
- ☐ Aislar el ruido generado por equipo
- ☐ Colocar guardas protectoras en máquinas
- ☐ Instalar plataformas y andamios
- ☐ Instalar sistema o puntos de anclaje
- ☐ Instalar iluminación artificial
- ☐ Instalar interruptor automático
- ☐ Instalar sistema de puesta a tierra
- ☐ Mantener Orden y limpieza del área
- ☐ Señalizar área de trabajo
- ☐ Bloquear y etiquetar fuentes de energía
- ☐ Instalar muros para contener derrames
- ☐ Supervisión permanente del trabajo
- ☐ Personal capacitado / competente
- ☐ Equipo de Protección Personal (EPP)
- ☐ Otro. **Especifique:**

Nota: El contratista debe notificar los riesgos y las medidas de control a implementar a todo su personal asignado al trabajo antes del inicio de labores.

Equipo de Protección Personal - EPP. *(Marque con una X el equipo requerido para el trabajo)*

EPP Básico:

- ☐ Casco
- ☐ Gafas protectoras
- ☐ Protectores auditivos (tapones, orejeras)
- ☐ Zapatos de seguridad
- ☐ Guantes de trabajo (cuero, multipropósito)
- ☐ Barbiquejo

EPP riesgo eléctrico:

- ☐ Gafas de seguridad
- ☐ Casco dieléctrico
- ☐ Zapatos dieléctricos
- ☐ Guantes dieléctricos
- ☐ Careta contra arco eléctrico
- ☐ Balaclava (capucha) contra arco eléctrico
- ☐ Traje contra arco eléctrico
- ☐ Sobreguante de cuero

Otros EPP:

- ☐ Protección contra caídas (arnés, línea de vida, trípode)
- ☐ Protección respiratoria. (Mascarilla, respirador con filtro , línea de aire)**.**
- ☐ Protección soldadura: Delantal de cuero, guantes, escarpines, gafas
- ☐ Protección contra químicos: Delantal, guantes de nitrilo, careta/pantalla facial
- ☐ Adicionales. **Especifique:** _____

Indicar si los trabajos implicarán alguna de las siguientes actividades: *(Marcar todas las que aplican)*

- ☐ Entrada en espacios confinados CR-HSEREG-013-01
- ☐ Trabajos en caliente Tarjeta amarilla FM global
- ☐ Trabajos en equipos energizados CR-HSEREG-014-01
- ☐ N/A

En caso de haber marcado alguna de ellas, adjuntar el Permiso(s) de Trabajo respectivo (s) con este documento.

¿ Realizará trabajos en Altura (Superior a 1.80 metros)? ☐ SI ☐ NO

Marque el tipo de dispositivo(s) a utilizar:

- ☐ Escalera Sujeta
- ☐ Dispositivo Mecánico.(Brazo telescópico,scissor lift, canasta etc.)
- ☐ Sillines con doble sujeción.
- ☐ Escaleras limpias
- ☐ Mínimo dos personas
- ☐ Otros. ***Especifique:***

Trabajos con Andamios.

Marque el tipo de dispositivo(s) a utilizar:

- ☐ Fijados (indique número de cuerpos)_____
- ☐ Sin Fijar
- ☐ Andamio colgante.*(Indicar la Cap.Máxima de personas y resistencia del cable)*

Firma Contratista Responsable | **Contacto Smith & Nephew CR** | **Revisado por el Departamento HSE Smith & Nephew CR**

Validez del permiso:

Desde: *(Colocar fecha y hora)*
Fecha:_____ Hora: _____ AM ☐ PM ☐

Hasta: *(Colocar fecha y hora)*
Fecha:_____ Hora: _____ AM ☐ PM ☐

Número de la póliza de riesgos del contratista : _____
Fecha de vencimiento de la póliza de riesgos : _____

En caso de emergencias o anomalías contacte a la brigada de emergencias
Número de Emergencia:5-5-5
Frecuencia de radio: 7

Mantenga este permiso SIEMPRE visible en el sitio de trabajo

Nota: Departamento HSE

Además, se incluye la tabla para crear base de datos de contratistas, permitiendo la visibilidad de fechas de inicio de curso por parte de los contratistas y el calendario de próximos cursos, para así notificar y actualizar el proceso antes de realizar el mantenimiento.

Tabla 19 Control de vencimientos de cursos póliza

Contratista	N Poliza INS	Fecha de vencimiento de poliza	Fecha de curso
Nombre del personal contratista	Numero de poliza del INS	Fecha en que vence la poliza del INS	Fecha de curso de HSE
Allison Arias Madrigal	30021	25 julio 2020	01 diciembre 2019

Nota: Allison Arias Madrigal

Además se muestra las fechas de los próximos cursos para contemplar el rango de tiempo necesario, para que los contratistas puedan visitar la planta sin contratiempos.

Tabla 20 Fechas de curso OJO Próximos - Día

Proximos cursos	
Dia	Mes
6	Enero
12	Enero
24	Enero
30	Enero
6	Febrero
12	Febrero
24	Febrero
30	Marzo
6	Marzo
12	Marzo
24	Marzo

Nota: Allison Arias Madrigal

Se propone un Excel en la carpeta de Facilidades de dominio compartido, donde el personal pueda ingresar entradas y salidas de ítemes de mayor consumo, para que haya conocimiento de la cantidad mínima de cada artículo, y realizar las compras necesarias para mantener un inventario de seguridad.

Figura 10 Menú control de inventario

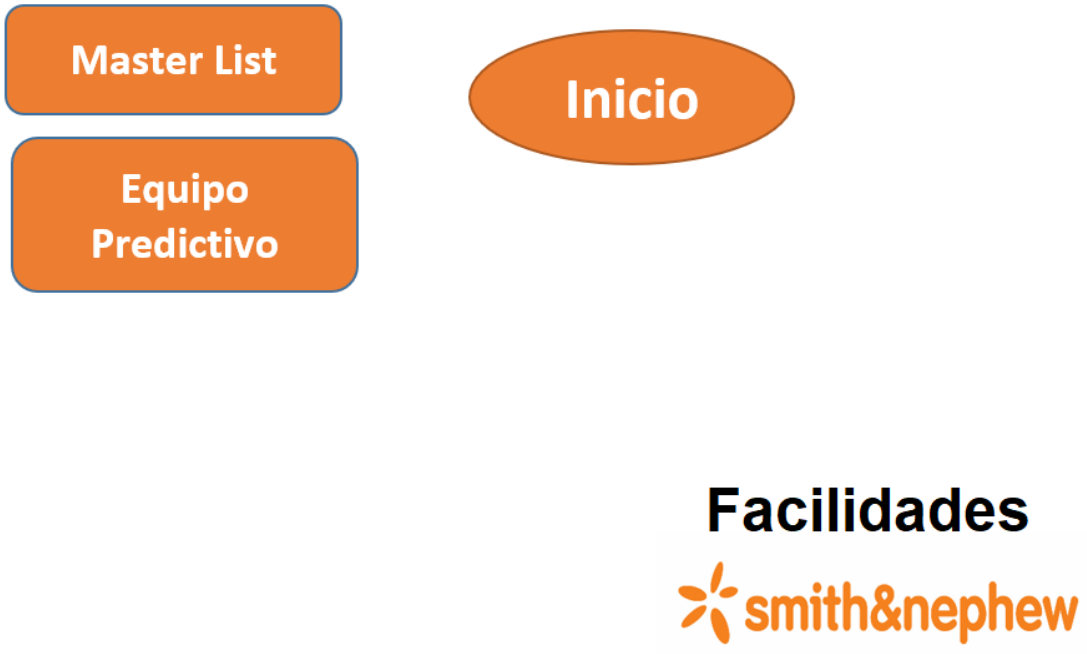
Nota: Allison Arias Madrigal

Mediante hipervínculos se genera la hoja de vista inicial, donde cada usuario puede ingresar a la zona de interés. A continuación se muestran algunas de las pestañas para comprender el sistema.

Pestaña equipos:

Presenta un segundo menú para dividir la lista maestra de equipos y lista de equipo predictivo.

Figura 11 Menú secundario control de inventario

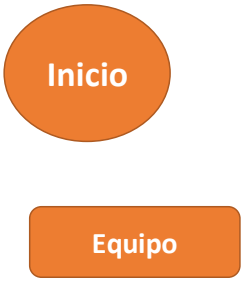


Nota: Allison Arias Madrigal

Permite tener en un solo archivo todos los activos responsables de Facilidades, separando los equipos de mantenimiento predictivo que son de alto valor económico.

Figura 12 Inventario Equipo Predictivo

Smith & Nephew - Facilities			
Inventario Equipo Predictivo			
Item	**Cantidad**	**Marca**	**Fecha calibración**
Test flow meter	1	Ashcroft	
Vacuum Test	1	Ashcroft	
Analizador energía	1	Fluke	
Analizador eléctrico	1	Fluke	
Traqueles	1	N/A	
Cámara termográfica	1	Fluke	
Vacuum kit	1	Ashcroft	
Donas flexibles	1	Fluke	
Tester Gancho y voltímetro	1	Fluke	
Anemómetro	1	Supco	
Detector fugas gas	1	Amprobe	
Termómetro laser	1	Fluke	
Flowmeter	1	Belimo	
Identificador circuitos	1	Sperry	
Indicador presion diferencial	1	Magnehelic	
Equipo ultrasonido	1	UDT	Mar-20
Medidor flujo	1	Shortrige	
Kit extractor roles	1	OTC	
Etiquetadora	1	SKF	
Bota flujo	1	Handi mark	
Juego cubos	1	Shortrige	
Piston hidráulico	1	William	
Extractor roles grandes	1	N/A	
Extractor roles pequeños	1	N/A	
Aspiradora	1	Omega	
Nanómetro refrigerante	1	Yellow Jacket	
Alineador Laser	1	Stealth Series	
Calentador Inductivo	1	SKF	
Probador de aislamiento	1	Megger	



Nota: Allison Arias Madrigal

La lista maestra de equipos especifica el nombre del equipo, la cantidad actual y quién es el fabricante.

Figura 13 Lista maestra de equipos

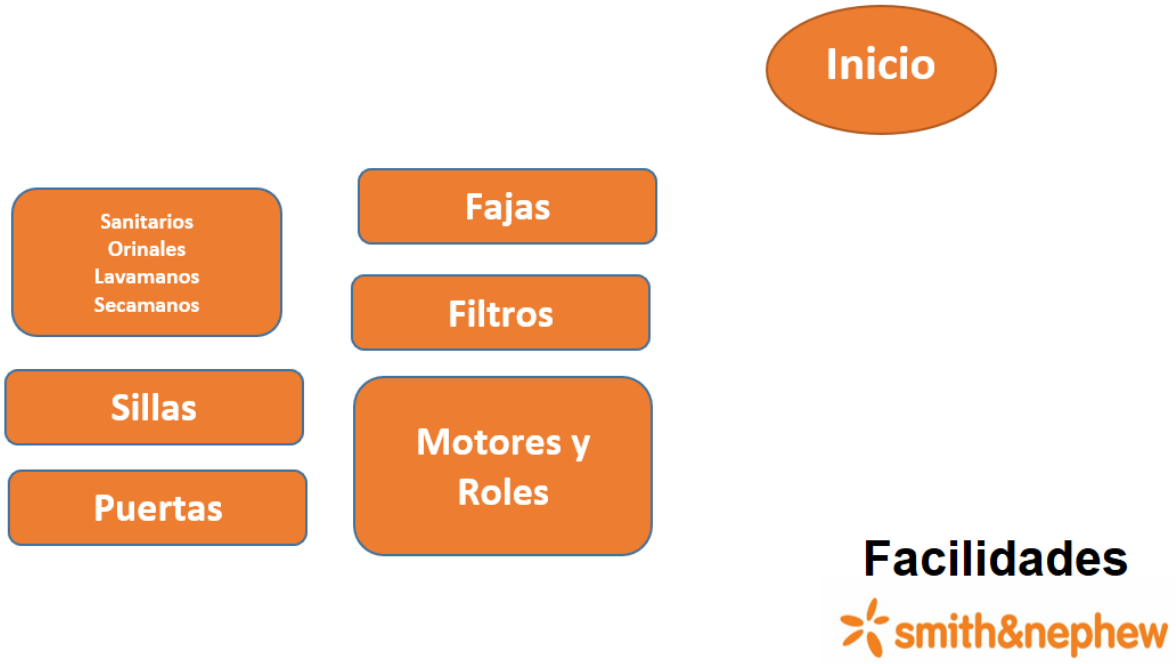
Smith & Nephew												
Lista de Equipos												
Equipment name	Agile Part Number	SAP ID	ID	Manufacturer	Vendor/supplier	Voltage	Current	Compress Air	Location	SAP (Yes/No)	Maintenance frequency	Company Maintenance
Air Compressor 01	65770	10106710	AC-01	KAESER	Kaeser Costa Rica	480	20	No	Cuarto Máquinas		Mensual	ENESA
Air Compressor 02	65770	10099826	AC-02	KAESER	Kaeser Costa Rica	480	20	No	Cuarto Máquinas	Yes	Mensual	ENESA
Air Dryer 01	24343	10106710	AD-01	KAESER	Kaeser Costa Rica	110	90	Si	Cuarto Máquinas	Yes	Mensual	ENESA
Air Dryer 02	24343	10106710	AD-02	KAESER	Kaeser Costa Rica	110	150	Si	Cuarto Máquinas	Yes	Mensual	ENESA
Air Handler Unit (AHU) 1.1	22308	10099832	AHU1.1	Carrier	Clima Ideal	480	70	No	Mezanine	Yes	Trimestral	Clima Ideal
Air Handler Unit (AHU) 1.2	22308	10099833	AHU1.2	Carrier	Clima Ideal	480	70	No	Mezanine	Yes	Trimestral	Clima Ideal
Air Handler Unit (AHU) 1.3	22308	10099834	AHU1.3	Carrier	Clima Ideal	480	39	No	Mezanine	Yes	Trimestral	Clima Ideal
Air Handler Unit (AHU) 1.4	22308	10099835	AHU1.4	Carrier	Clima Ideal	480	70	No	Mezanine	Yes	Trimestral	Clima Ideal
Air Handler Unit (AHU) 2.1	22308		AHU2.1	Carrier	Clima Ideal	480	125	No	Mezanine	Yes	Trimestral	G-Flow
Air Handler Unit (AHU) 2.2	22308		AHU2.2	Carrier	Clima Ideal	480	125	No	Mezanine	Yes	Trimestral	G-Flow

Nota: Allison Arias Madrigal

La lista maestra de equipos está compuesta por 225 equipos, con registro de su número de parte en el sistema Agile, número de identificación en el sistema, caracterización del equipo por orden alfa numérico, quién es el manufacturero, quién es el suplidor, cuál es su capacidad en voltaje y corriente, si requiere el uso del aire comprimido, en qué área de la planta está , si el equipo se halla ingresado en SAP, cuál es la frecuencia de mantenimiento y quién es el contratista asignado .

Ambas listas de equipos favorecen al registro y conteo de equipos, además de especificaciones que les permita tomar decisiones sobre mantenimientos y con quién ponerse en contacto.

Figura 14 Menú de repuestos



Nota: Allison Arias Madrigal

Mediante hipervínculos se genera un segundo menú a partir del menú principal previamente mostrado, se clasifica por repuestos de baños, sillas, puertas y repuestos para equipos de aire acondicionado como lo son fajas, filtros, motores y roles.

Tabla 21 Repuestos sanitarios

Smith & Nephew - Facilities									
Inventario Sanitarios/Orinales/Lavamanos/Secamanos									
Item	Unidad de medida	Entrada	Salida	Saldo	Punto Reorden	Alerta	Marca	Proveedor	Comentarios
Sensor lavamanos sv-358	Unidad	3	0	3	3		Helvex	Helvex/F Belemita	
Fuente alimentacion sv-360	Unidad	1	0	1	3	REALIZAR PEDIDO-2	Helvex	Helvex/F Belemita	

Nota: Allison Arias Madrigal

Tabla 22 Repuestos fajas

				Smith & Nephew - Facilities					
				Inventario Fajas					
Equipo	EQ. Model	P/N Fajas	Entrada	Salida	Saldo	Punto Reorden	Alerta	Marca	Proveedor
AHU 6.3	39LA25KA-AE-AHT1A2	5VX470	2	0	2	6	REALIZAR PEDIDO-4	Gates	Ferreteria Belemita/La Florida
AHU 8.2	39MN30D022Y0K12XGES	5VX680	1	0	1	2		Gates	Ferreteria Belemita/La Florida

Nota: Allison Arias Madrigal

Tabla 23 Equipo seguridad

Smith & Nephew - Facilities					
Inventario HSE					
Item	Cantidad	Marca	Proveedor	Cantidad minima deseada	Comentarios
Lockout 480V	5	Bradly	Sondel/Evaltron	5	
Lockout 480/270V	10	Bradly	Sondel/Evaltron	8	
Lockout varios candados	14	Bradly	Sondel/Evaltron	10	

Nota: Allison Arias Madrigal

Como se muestra en las imágenes anteriores, las diferentes clasificaciones permiten tener control de los equipos, modelos, alerta de pedido, marca y proveedor. Para realizar las compras, el sistema facilita la información necesaria para cotizar con anticipación, y que así se logre obtener los insumos necesarios antes de realizar algún mantenimiento, evitando contratiempos de pedidos.

Figura 15 Diagrama Gantt Equipos

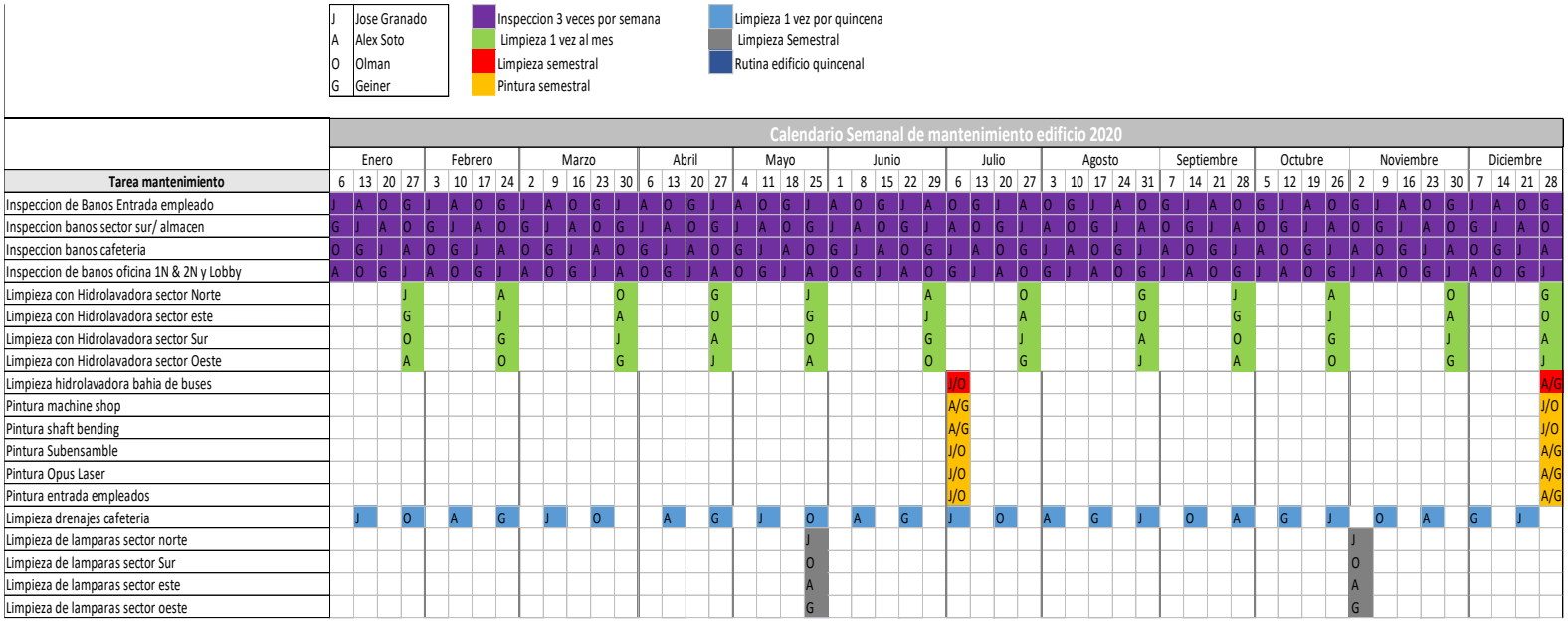
	Jan					Feb				Mar					Apr				May					Jun				Jul					Ago					Sept				Oct				Nov				Dec			
WORKWEEK →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	Hrs x equipo
System ↓																																																							
Air Compressor 01				2				2					2				2				2				2				2				2				2			2				2				2				2			26
Air Compressor 02				2				2					2				2				2				2				2				2				2			2				2				2				2			26
Generador Eléctrico 01														6													6														6											6		24
Generador Eléctrico 02														6													6														6											6		24
Air Dryer 01																	2				2				2				2				2				2			2		2			2				2					20
Air Dryer 02																	2				2				2				2				2				2			2		2			2				2					20
Air Handler Unit (AHU) 1.1													8													8														8											8		32
Air Handler Unit (AHU) 1.2													8													8														8											8		32
Air Handler Unit (AHU) 1.3													8													8														8											8		32
Air Handler Unit (AHU) 1.4													8													8														8											8		32

Nota: Allison Arias Madrigal

El mantenimiento fue recopilado por equipo, tiempo teórico de duración y cuántas horas se consumen al año en mantenimientos preventivos de equipos. Eso permite una mejor coordinación de fechas, y la toma de decisiones sobre frecuencia o tiempos establecidos.

De igual manera se procede a realizar otro Gantt para mantenimiento preventivo de edificio. Se establece las tareas por responsables y frecuencias, lo que permite un control sobre las labores realizadas y por completar.

Figura 16 Diagrama Gantt edificio



Nota: Allison Arias Madrigal

La inspección anticipada de los diferentes sectores de la planta ayudará a disminuir los eventos correctivos y mantener una rutina de mantenimiento de edificio establecida; controlando los responsables, las tareas por completar e insumos necesarios.

Análisis económico

Se muestra los costos de los diferentes mantenimientos, para demostrar los aumentos por demoras.

Tabla 24 Costo de mantenimiento preventivo de equipos

Equipo	QTY equipos	Freq mantenimiento	Hrs Mantenimiento anual total	Costo
Cooling Towers	3	Trimestral	12	$ 12,000.00
Compressors	2	Mensual	52	$ 28,000.00
Air Conditioning (todos los equipos)	23	Mensual	184	$ 550,000.00
Fire Protection System	5	Bimensual	27	$ 28,000.00
Electrical Generator	2	Trimestral	48	$ 15,000.00
Total				**$ 633,000.00**

Nota: Allison Arias Madrigal

Tabla 25 Costo de mantenimientos OJO baños

	Costo anual
Mantenimiento preventivo general edificio	$195,000.00
Fontaneria	$ 36,000.00
Resp para banos	$ 12,000.00
Pintura	$ 12,000.00
Mantenimiento correctivo general equipos	$ 48,000.00
CADapult	$ 5,000.00
Total	**$308,000.00**

Nota: Allison Arias Madrigal

Con los datos de los costos de mantenimiento anual y los de horas proporcionadas en el Gantt, se puede estimar el costo de mantenimiento por hora por equipo.

Tabla 26 Costo de mantenimientos preventivos por hora OJO Teórico

	Teorico x hora x equipo	Teorico	Real
Cooling Towers	$ 1,000.00	$ 4,000.00	$ 6,000.00
Compressors	$ 7,000.00	$ 14,000.00	$ 14,000.00
Air Conditioning (todos los equipos)	$ 55.35	$ 23,913.04	$ 25,352.25
Fire Protection System	$ 207.41	$ 5,600.00	$ 6,014.81
Electrical Generator	$ 156.25	$ 7,500.00	$ 7,812.50
Total	**$ 8,419.01**	**$ 55,013.04**	**$ 59,179.57**

Nota: Allison Arias Madrigal

Si se permite comparar los costos según el tiempo teórico, y se suma las horas extra registradas se puede mostrar $ 4,166.53 de diferencia en aumento de costos de mantenimiento anual.

Tabla 27 Proyección ahorro OJO Teórico - Proyección

Mantenimiento Preventivo de Equipos			
	Teorico	Real	Diferencia
2020	$ 55,013.04	$59,179.57	$ (4,166.53)
2021	$ 60,514.35	$65,097.53	$ (4,583.18)
2022	$ 66,565.78	$71,607.28	$ (5,041.50)
2023	$ 73,222.36	$78,768.01	$ (5,545.65)
2024	$ 80,544.60	$86,644.81	$ (6,100.21)
2025	$ 88,599.06	$94,521.61	$ (5,922.55)
Proyeccion ahorro			$(31,359.61)

Nota: Allison Arias Madrigal

Proyectando las mismas horas de atraso a través del tiempo dentro de los próximos 5 años, se logra estimar el costo de mantenimiento. Esto genera un gasto de $31,359.61, que es reducido si se aplican de manera continua las herramientas propuestas.

Plan de Implementación

1. Se contabiliza los ítemes de manera física (tubería, fajas, filtros, pinturas, productos químicos, repuestos para equipos, puertas, sillas, grifería, muebles, entre otros).
2. Los ítemes se clasifican y se les asigna un lugar fijo y rotulado.
3. Se ingresa los datos al Excel agregando además cantidad mínima, alerta de pedido y el suplidor.
4. Se crea en *Word* una guía de usuario para los técnicos con respecto al inventario.
5. Se contabiliza los equipos de facilidades y se rotulan.
6. Se ingresa la información para crear una lista maestra de equipos.
7. Se crea diagrama de Gantt en *Excel* con equipos, fechas y tiempos estimados de duración del mantenimiento preventivo de equipos.
8. Se crea diagrama de Gantt en *Excel* con áreas, responsables y frecuencias de mantenimiento preventivo de edificio.
9. Se crea *Excel* con información compilada de los contratistas y fechas de cursos.
10. Se suben los archivos a la carpeta de Facilidades.

11. Se capacita al personal.

Seguimiento de la propuesta:

Durante el *staff* realizado semanalmente, una vez al mes deberán revisarse los indicadores de control de la propuesta para garantizar el funcionamiento. Antes de ello se tiene que establecer responsables de recopilar los datos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 28 Responsabilidades

Correctivo Edificio	Correctivo Equipos	Preventivo Edificio	Preventivo Equipos	CADapult	Cursos
T. Edificio turno A	T. Equipos turno A	T.Edificio Turno B	T. Equipos turno B	T. Edificio Subcontratado Turno A	T. Edificio Subcontratado Turno B

Nota: Allison Arias Madrigal

Cada técnico es el responsable de recolectar la información según el indicador y brindar la información al jefe.

Tabla 29 Indicadores de control

Atrasos Correctivo Edificio	Total Mantenimientos Correctivo Edificio	% Incumplimiento
Atrasos Correctivo Equipos	Total Mantemientos Correctivo Equipos	
Atrasos Preventivo Edificio	Total Mantenimientos Preventivo Edificio	
Atrasos Preventivo Equipo	Total Mantenimientos Preventivo Equipo	
Atrasos CADapult	Total tiquetes	
Cursos vencidos	Cursos totales	

Nota: Allison Arias Madrigal

De esta manera se agregan los totales en la tabla propuesta para medir el porcentaje de cumplimiento, y analizar qué áreas se deben mejorar.

APÉNDICES

DEPARTAMENTO DE FACILIDADES

SMITH & NEPHEW

GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS EN EL TALLER

ALLISON ARIAS MADRIGAL

ABRIL 2019

Contenido

1. Introducción 3

1.2 Misión 3

1.3 Visión 3

1.4 Objetivo 3

1.5 Alcance 3

2. Roles y responsables 4

3. Especificaciones 5

4. Diagrama de flujo 6

1. Introducción

La presente guía de procedimientos tiene como propósito garantizar la óptima operación y desarrollo de las diferentes actividades del taller de facilidades. Así como el de servir como herramienta de apoyo y mejora institucional.

Contempla en forma ordenada y detallada las operaciones que se van a seguir para cada actividad. Es importante mencionar que este documento está sujeto a ítemes de consumo mensual y, por lo tanto, se debe actualizar en la medida que se presenten variaciones en la ejecución, normativa establecida o algún otro factor que influya en su operatividad.

1.2 Misión

Brindar una gestión eficiente, eficaz y consistente en el mantenimiento de instalaciones con altos estándares de calidad a Facilidades de Smith & Nephew Costa Rica.

1.3 Visión

Ser reconocido como un departamento líder de CR Operation que supera las expectativas de los clientes internos para ofrecer los mejores resultados, agregar valor tangible y así contribuir activamente al negocio principal.

1.4 Objetivo

Generar un documento estándar que permita administrar el inventario del taller del Departamento de Facilidades.

1.5 Alcance

Guía dirigida al personal técnico del taller del Departamento de Facilidades.

2. Roles y responsables

A continuación, se muestra la tabla con las actividades por realizar, el responsable y la frecuencia. Además, se adjunta un *link* que muestra el paso a paso de las operaciones para que los técnicos consulten cuantas veces sean necesarias.

Técnico A-1: Técnico encargado de aires turno 1. (Edgar)

Técnico A-2: Técnico encargado de aires turno 2. (Ariel)

Técnico A-3: Técnico encargado de aires turno 3. (Gilmar)

Técnico E-1: Técnico encargado de edificio turno 1. (Alex)

Técnico E-2: Técnico encargado de edificio turno 2. (José)

Handyman 1: SBM turno 1. (Geiner)

Handyman 2: SBM turno 2. (Olman)

Tabla 1

Tarea	**Responsable**	**Frecuencia**
Atender tiquetes	Todos	Diaria
Actualizar inventario fajas	Técnico A-2. Ariel	Semanal
Actualizar inventario roles	Técnico A-3. Gilmar	Semanal
Actualizar inventario filtros	Técnico A-2. Ariel	Semanal

Actualizar inventario pinturas	Técnico E-2. José	Semanal
Actualizar inventario de productos químicos	Handyman 1. Geiner	Semanal
Actualizar inventario fontanería	Técnico E-1. Alex	Semanal
Actualizar inventario Repuestos lavamanos y sanitarios	Técnico E-1. Alex	Semanal
Actualizar inventario consumibles eléctricos	Técnico A-1. Edgar	Semanal
Actualizar inventario consumibles ferreteros	Handyman 2. Olman	Semanal
Actualizar inventario piso y soldadura	Handyman 1. Geiner	Semanal

5

Actualizar inventario láminas cielo suspendido	Técnico E-2. José	Semanal
Actualizar inventario dispensadores Kimberly Clark	Técnico E-1. Alex	Semanal
Pedidos al *Supply Point* durante turno 1	Técnico E-1. Alex	Semanal
Pedidos al *Supply Point* durante turno 2	Técnico A-2. Ariel	Semanal

Además, cada ingeniero es responsable de que los técnicos bajo su mando cumplan con la gestión de inventarios, tanto en el sistema como en sitio para que la información concuerde.

3. Especificaciones

Ingreso de equipo nuevo:

1. Abrir Excel (Sistema de control de inventarios).

2. Buscar la pestaña correspondiente (repuesto, herramienta, consumible, equipo).

3. Registrar el artículo si es nuevo.

4. Utilizar la etiquetadora para identificar el equipo (si es la primera vez que ingresa).

5. Agregarlo a la sumatoria si el insumo está previamente agregado a la lista.

Listas de ítemes en puertas de gabinetes:

Cada gabinete cuenta con una en numeración y localización de las herramientas/repuestos/equipos. Favor conservar el orden.

Lista de control de inventarios:

1. Registrar en las hojas de control dentro de cada inventario

Dentro de cada gabinete se encuentran hojas de control para anotar cada vez que utiliza un insumo, y de esta manera actualizar el inventario posteriormente en Excel.

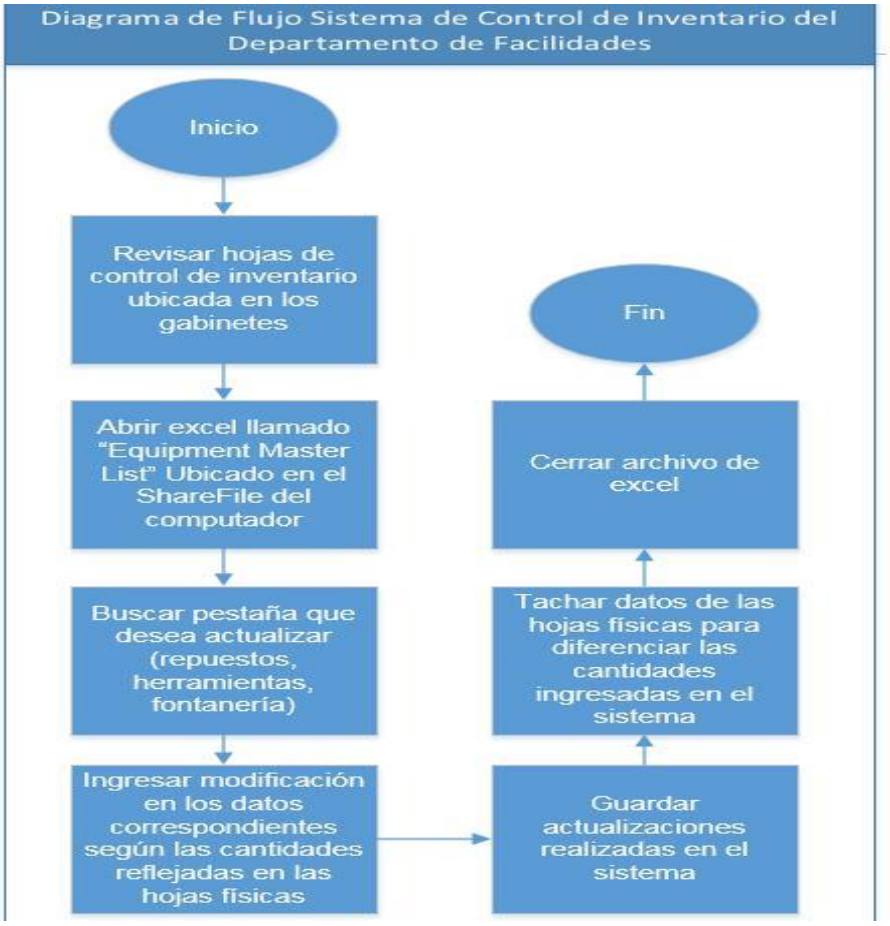
Lista de control de préstamos:

En el taller de Facilidades se encuentra un folder para el control de ítemes que se proporcionen a otros colaboradores, esto con el fin de conocer fechas y responsables.

6

4. Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de flujo realizado en el Departamento de Facilidades, para que los técnicos puedan utilizar el sistema de control de inventarios:

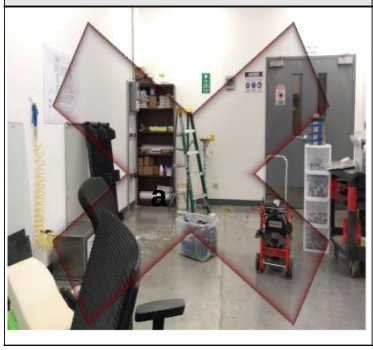
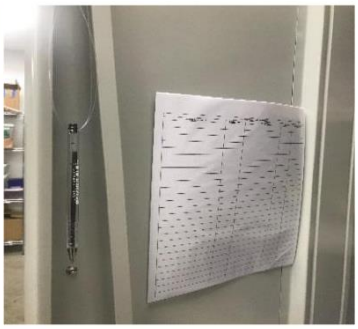


Como se muestra en el diagrama anterior, el personal encargado de dar mantenimiento al sistema debe conocer su responsabilidad (tabla 1) y así utilizar las hojas ubicadas en los gabinetes donde cada vez que se aumenta, disminuye o presta un artículo se tiene que hacer la anotación correspondiente . Esto con el fin de que el técnico pueda actualizar la hoja de Excel con la frecuencia que se menciona en tabla 1.

El sistema permite visualizar las cantidades de cada ítem, y genera alarmas mediante colores para conocer cuándo hacer los pedidos correspondientes para tener en *stock*

según se requiera, ya que algunos están únicamente registrados como consumo, pero terceros se encargan del almacenamiento y distribución a tiempo de lo estipulado en contrato.

5. Fotografías

Rotulación de herramientas	**Ordenar equipos**	**Rotulación de gabinetes**
		

Rotulación de muebles

Rotulación de equipos

REFERENCIAS

Alavedra Flores, C., Gastelu Pinedo, Y., Méndez Orellana, G., Minaya Luna, C., Pineda Ocas, B., Prieto Gilio, K., . . . Moreno Rojo, C. (enero-diciembre de 2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e komatsu-2013. *Ingenería Industrial*(34), 11-26. Obtenido de http://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf

Ardila Marín, J. G., Ardila Marín, M. I., Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. A. (2016). La gerencia del mantenimiento: una revisión. *Dimensión Empresarial, 14*(2), 127-142. doi:https://doi.org/10.15665/rde.v14i2.480

Castillo, R., Prieto, A., & Zambrano, E. (2013). Elementos de la gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas. *Negotium, 9*(25), 55-85. Obtenido de http://www.redalyc.org/pdf/782/78228410004.pdf

Chávez, D. D. (s.f.). *Conceptos y técnicas de recolección de datos en la investigación jurídico social*. Obtenido de https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a_20080521_56.pdf

Costa, C., Domínguez, J., Hernández, J., Leiva, A. M., & Verdú, F. (s.f.). *Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard).* España: Laboratorio de Técnicas Aplicadas de Gestión.

García Esparza, C. D. (2015). *Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de stc metro de la Ciudad de México.* Obtenido de http://148.204.210.201/tesis/1485361991578TESISGARCAES.pdf

Gómez, I. (s.f.). *No conformidades frecuentes en auditorías ISO 9001*. Obtenido de http://www.hederaconsultores.com/docs/noconformidadesfrecuentes.pdf

Hernández Sampieri, R., Méndez Valencia, S., Mendoza Torres, C. P., & Cuevas Romo, A. (2017). *Fundamentos de Investigación.* México: Mc Graw Hill.

Herrera Galán, M., & Duany Alfonzo, Y. (2016). Metología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Scielo, 37*(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100002

Hoyer Rodríguez, R. E. (2014). *Diseño de un plan de mantenimiento para instalaciones industriales de bombeo de agua potable.* Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.

ISO Tools. (23 de Febrero de 2015). *¿Qué es el Balanced Scorecard?* Obtenido de https://www.isotools.org/2015/02/23/que-es-el-balanced-scorecard-conoce-su-funcionamiento-y-ventajas/

López González, B. (s.f.). *Análisis de la situación actual*. Obtenido de http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAP/MAPD-02/UNIDADES_DE_APRENDIZAJE/UNIDAD_1/LECTURAS/Analisis_de_la_situacion_actual.pdf

Martinez Calizaya, J. V. (2016). *Propuesta de sistema de gestión integral en mantenimiento para una empresa de maquinaria de línea amarilla.* Obtenido de http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2586/1/2016_Martinez_Propuesta-de-sistema-de-gestion-integral.pdf

Mercado, V., & Peña, J. B. (2016). Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Saber, 28*(1), 99-105. Obtenido de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427746276011

Mondragón Pérez, A. R. (2002). ¿Qué son los indicadores? *Información y análisis* .

Morales, I. (2013). *Serie técnicas de resolución de problemas: los 5 por qué's* . Obtenido de http://www.5consultores.com/wp-content/uploads/2014/06/WP-T%C3%A9cnicas-Resoluci%C3%B3n-de-Problemas-5-Por-Qu%C3%A9.pdf

Ponce Talancón, H. (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinanción de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Consejo Nacional para la Enseñanza en la Investigación en Psicología A.C., 12*(1), 113-130. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf

Puebla, U. d. (s.f.). *Propuesta Manual de Operaciones de AMT*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/sanchez_a_m/capitulo3.pdf

Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de https://dle.rae.es/?id=DgIqVCc

Sanmartín Quizhpi, J. J. (Junio de 2014). *Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa Cerámica Andina.* Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8944/1/UPS-CT005205.pdf

Terrazas Pastor, R. (2011). Planificación y programación de las operaciones. *Perspectivas*(28), 7-32. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/4259/425941257002.pdf

Uscátegui Cristancho, P. J. (2014). *Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa Petrosantander Colombia (Inc).* Obtenido de http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2014/152309.pdf

Viscaíno Cuzco, M. A. (2016). *Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edifico de oficinas en la ciudad de Cuenca.* Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4752/1/20T00718.pdf

Wallace, D. (2014). *Gestión de Proyectos.* Escocia: Heriot-Watt University.