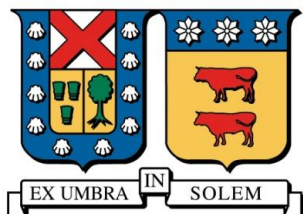


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
SANTIAGO – CHILE



**“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE
ADMINISTRACIÓN DEL TRABAJO DE
MANTENIMIENTO EN USM CAMPUS SAN
JOAQUÍN”**

VÍCTOR ALEXIS SOTO CELEDÓN

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL MECÁNICO – MENCIÓN PRODUCCIÓN.**

PROFESOR GUÍA: Mg. Ing. LUIS GUZMÁN BONET.
PROFESOR CORREFERENTE: Dr. Ing. JAIME NUÑEZ SEGOVIA.

Abril - 2021

AGRADECIMIENTOS

Por medio de este mensaje, inicialmente quisiera agradecer a todos aquellos funcionarios de la educación que tuvieron participación activa en mi desarrollo profesional y académico, pues por medio de ellos logré forjar el temple y la disciplina intelectual que se requiere para el desarrollo adecuado de mi profesión. Por su apoyo, rigor y comprensión les estaré siempre agradecidos.

Luego a mis compañeros y amigos, los que han compartido conmigo este trayecto y meta. Por ser un pilar de sustento y apoyo, al mismo tiempo de darme la posibilidad de ser un elemento de aporte para ellos. De todo corazón les agradezco la lealtad y paciencia que han tenido a lo largo de estos años, por lo mismo y frente a usted dejo que este documento será el sello tangible de un periodo extenso que me marcó y desarrolló, fruto de todas las vivencias ocurridas, en las cuales ustedes han tenido una participación directa o indirecta, pero siempre influyendo en mi avance.

Finalmente, de manera más transversal, agradezco a mi familia, sobre todo a mi núcleo familiar compuesto por mi padre, madre y tía, quienes en una triada casi divina, me han colmado de bendiciones, devoción y apoyo. Es menester declarar que, de no ser por ellos en muchos niveles, todo esto no sería posible, y pese a que el logro llegó por medio de mis acciones, este logro es una proyección de su esfuerzo y paciencia. Quiero decirles que este será su legado, y por ende me esforzaré en que este legado sea digno de su esfuerzo, pues la sociedad hoy más que nunca apremia a los profesionales a ser honestos, éticos, de calidad e integridad, valores que ustedes tres me han inculcado desde que tengo memoria y uso de razón. Con todo el amor y orgullo que soy capaz de sentir, les dedico este éxito a ustedes, quienes han dedicado todo de sí para mí.

DEDICATORIA

A todos aquellos que han compartido parte de su vida en este trayecto, sobre todo a Tomas Ignacio, que con sobria paciencia acompañó mis estudios y trabajo, con calidez y una mirada serena.

Aunque la vida te ha llevada más allá de nuestro alcance, siempre te tendremos en nuestros corazones como un acompañante silencioso y leal.

RESUMEN

El objetivo del trabajo presente es el de proponer un sistema de planificación efectivo para la Unidad de Mantenimiento del campus universitario de San Joaquín, de la Universidad Técnica Federico Santa María, institución educativa de nivel superior.

Este proyecto se enfoca en las funciones asociadas a la gestión de procesos de mantenimiento, tales como el análisis, organización, ejecución y control del mantenimiento llevado a cabo por la unidad.

Como primer acercamiento, se plantea un estudio teórico que sienta las bases en las que se sustentará el avance estratégico de la Unidad de Mantenimiento, todo esto basado en el diagnóstico realizado previamente por la memoria “Creación de un proyecto de mejora en la gestión del mantenimiento para la Unidad de Mantención de la UTFSM campus San Joaquín”, realizada por el Sr. Cristóbal Flores Muñoz como actividad para optar el título de Ingeniero Civil Mecánico.

Posteriormente, se diagnosticará el estado actual de las actividades llevadas a cabo por la Unidad de Mantenimiento y la gestión de ellas. A partir de esto, se plantea la posibilidad de generar el plan matriz del mantenimiento y proponer uno que sea más eficaz a partir de planes piloto en los equipos o procesos de mayor criticidad identificados por la Unidad de Mantenimiento.

Luego de un diagnóstico de los procesos que representan mayor criticidad para la gestión de actividades del mantenimiento, se propone una rutina que plantea un primer estándar en las bases de las actividades de la Unidad de Mantenimiento, desde la cual se espera cimentar las siguientes mejoras y modificaciones que sean pertinentes.

A partir de este plan propuesto, se propondrán también una serie de potenciales mejoras para el mediano y largo plazo, en función de los resultados y datos que se vayan recopilando a lo largo de la ejecución del nuevo modelo. Esta generación de data histórica permitirá a largo plazo aspirar a mejoras mucho más técnicas y

precisas, pero siempre cuidando de no dejar de lado los procesos más esenciales de la gestión y administración del mantenimiento.

Finalmente, se espera, que la implementación de este plan de administración de actividades permita al equipo de la Unidad de Mantenimiento tener una capacidad de respuesta mejor y competitiva con respecto a los estándares de calidad que la universidad se esfuerza en tener en cada aspecto, de este modo poder alinear la estrategia interna de esta unidad de servicios con la misión global institucional, asegurando la seguridad y confiabilidad del entorno educativo.

ABSTRACT

The objective of the present work is to propose an effective planning system for the Maintenance Unit of the San Joaquin University Campus, of the Technical University Federico Santa María, an institution of higher learning.

This project focuses on the functions associated with the management of maintenance processes, such as the analysis, organization, execution, and control of the maintenance carried out by the unit.

As a first approach, there is a theoretical study that lays the foundations on which the strategic progress of the Maintenance Unit will be placed, all this based on the diagnosis previously made by the report “Creation of a project to improve maintenance management for the Maintenance Unit of the UTFSM San Joaquin campus”, carried out by Mr. Cristóbal Flores Muñoz.

Subsequently, the status of the activities carried out by the U.M. Will be evaluated, with this information, there will be the possibility of generating the main maintenance plan and suggesting one that is more effective than previous pilot plans in some of the most critical equipment or processes identified by the Maintenance Unit is proposed.

After a diagnosis of the processes that represent greater urgency for the management of maintenance activities, a routine will be generated that raises the first standard in the foundations of the activities of the UM and from which it is expected to cement the following improvements and modifications that are relevant.

With this information, there will be a possibility to propose a plan and series of potential improvements for the medium and long term will also be offered, depending on the results and data that are collected throughout the execution of the new model. This generation of historical information will allow in the future to aspire to much more technical and precise upgrades, but always taking care not to neglect the most essential processes of maintenance management and administration.

Finally, it is expected that the implementation of this plan will allow the U.M. to have a better and more competitive response capacity regarding the quality standards that

the university strives to obtain in each aspect, thus being able to align the internal strategy of this department with the general institutional mission, ensuring the safety and reliability of the educational environment.

GLOSARIO

CSSJ: Campus Santiago San Joaquín de la Universidad Técnica Federico Santa María.

UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María.

UM: Unidad de mantenimiento e infraestructura de la UTFSM CSSJ.

GM: Gestión del mantenimiento.

DI: Dirección de Infraestructuras de la UTFSM

OT: Orden de trabajo.

OP: Orden de Compra

SIIF: Sistema de Interno de Información Financiero de la UTFSM.

ERP: Sistema de planificación de recursos empresariales, proviene de “Enterprise Resource Planning” por sus siglas en ingles.

CNA: Comisión Nacional de Acreditación de Chile.

BMS: Sistemas de Gestión de Edificios, proviene de “Buildings Management Systems” por sus siglas en ingles.

RCM: Mantenimiento centrado en la confiabilidad, proviene de “Reliability-Centered Maintenance”, por sus siglas en ingles.

APQP: Planificación Avanzada de la Calidad del Producto, proviene de “Advanced Product Quality Planning” por sus siglas en ingles.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| RESUMEN..... | iv |
| ABSTRACT | vi |
| GLOSARIO | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiv |
| ÍNDICE DE TABLAS | xvi |
| INTRODUCCIÓN | xvii |
| OBJETIVOS | xx |
| PLAN DE TRABAJO..... | xxi |
| 1 Marco Teórico..... | 23 |
| 1.1 Norma ISO 55001:2018. | 23 |
| 1.1.1 Cuestionario de Evaluación de Tópicos claves..... | 24 |
| 1.2 Niveles y Estrategias del Mantenimiento..... | 28 |
| 1.2.1 Mantenimiento Correctivo..... | 29 |
| 1.2.2 Mantenimiento Preventivo..... | 29 |
| 1.2.3 Mantenimiento Predictivo..... | 31 |
| 1.3 Administración de los Trabajos de Mantenimiento..... | 33 |
| 1.3.1 Gestión de las Operaciones del Mantenimiento..... | 35 |
| 1.3.2 Gestión de las Tareas del Mantenimiento..... | 37 |
| 1.3.3 Gestión de los Equipos..... | 39 |
| 1.3.4 Gestión de los Repuestos..... | 41 |
| 1.4 Planificación del Mantenimiento..... | 42 |

| | | |
|-------|--|----|
| 1.5 | Gestión del cambio y Mejora Continua..... | 44 |
| 1.5.1 | Sostenibilidad de las Mejoras. | 48 |
| 2 | Antecedentes de la Unidad de Mantenimiento del C.S.S.J. de la UTFSM..... | 51 |
| 2.1 | Descripción de la Unidad de Mantenimiento. | 51 |
| 2.1.1 | Miembros de la Unidad del Mantenimiento..... | 52 |
| 2.2 | Políticas de la Unidad de Mantenimiento..... | 53 |
| 2.2.1 | Misión y Visión..... | 54 |
| 2.2.2 | Objetivos de la Unidad de Mantenimiento..... | 55 |
| 2.3 | Procesos administrados por la Unidad de Mantenimiento. | 56 |
| 2.3.1 | Procesos Internos de la Unidad de Mantenimiento..... | 61 |
| 2.3.2 | Procesos Externos de la Unidad de Mantenimiento..... | 61 |
| 2.4 | Activos Mantenidos por la Unidad de Mantenimiento..... | 62 |
| 2.5 | Historial de Mejoras Implementadas..... | 65 |
| 3 | Diagnóstico de la Unidad de Mantenimiento. | 68 |
| 3.1 | Contexto General de la Organización..... | 68 |
| 3.2 | Liderazgo..... | 69 |
| 3.3 | Planificación..... | 69 |
| 3.4 | Apoyo. | 70 |
| 3.5 | Operaciones..... | 71 |
| 3.6 | Evaluación del Desempeño. | 71 |
| 3.7 | Mejoras e Implementación. | 71 |
| 3.8 | Diagnóstico y Conclusiones del Capítulo. | 72 |
| 4 | Análisis de Criticidad de los Procesos Administrativos de la U.M. | 78 |
| 4.1 | Riesgo y Seguridad..... | 78 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.2 | Criticidad Estratégica del Mantenimiento..... | 81 |
| 4.3 | Análisis de Resultados..... | 83 |
| 4.4 | Conclusiones del Capítulo..... | 85 |
| 5 | Definir Plan de Acción para la Mejora..... | 87 |
| 5.1 | Minimizar la Cantidad de Acciones Correctivas de Mantenimiento..... | 87 |
| 5.2 | Reducir los Gastos Asociados a las Intervenciones Correctivas..... | 88 |
| 5.3 | Aumentar la Disponibilidad y Vida Útil de los Equipos..... | 89 |
| 5.4 | Mejorar los Canales de Comunicación entre la Unidad de Mantenimiento y Otros Departamentos..... | 90 |
| 5.5 | Estrategia “Cero Residuos”..... | 91 |
| 5.6 | Conclusiones del Capítulo..... | 92 |
| 6 | Acciones y Evaluación del Plan de Mejora Propuesto..... | 93 |
| 6.1 | Minimizar la Cantidad de Acciones Correctivas de Mantenimiento..... | 93 |
| 6.1.1 | Acciones de Mejora..... | 96 |
| 6.1.2 | Plazos y Métodos de Control..... | 96 |
| 6.1.3 | Evaluación del Desempeño y Correcciones..... | 97 |
| 6.2 | Reducir los Gastos Asociados a las Intervenciones Correctivas..... | 99 |
| 6.2.1 | Acciones de Mejora..... | 99 |
| 6.2.2 | Plazos y Métodos de Control..... | 100 |
| 6.2.3 | Evaluación del Desempeño y Correcciones..... | 101 |
| 6.3 | Aumentar la Disponibilidad y Vida Útil de los Equipos..... | 101 |
| 6.3.1 | Acciones de Mejora..... | 102 |
| 6.3.2 | Plazos y Métodos de Control..... | 102 |
| 6.3.3 | Evaluación del Desempeño y Correcciones..... | 103 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 6.4 | Mejorar los Canales de Comunicación entre la Unidad de Mantenimiento y Otros Departamentos..... | 104 |
| 6.4.1 | Acciones de Mejora..... | 105 |
| 6.4.2 | Plazos y Métodos de Control. | 105 |
| 6.4.3 | Evaluación del Desempeño y Correcciones..... | 106 |
| 6.5 | Estrategia “Cero Residuos”..... | 107 |
| 6.5.1 | Acciones de Mejora..... | 107 |
| 6.5.2 | Plazos y Métodos de Control. | 108 |
| 6.5.3 | Evaluación del Desempeño y Correcciones..... | 109 |
| 6.6 | Conclusiones del Capítulo..... | 110 |
| 7 | Plan Matriz de Mantenimiento. | 114 |
| 7.1 | Plan Matriz Administrativo del Mantenimiento..... | 114 |
| 7.2 | Procedimientos Administrativos del Mantenimiento. | 118 |
| | CONCLUSIONES | 121 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 126 |
| | ANEXOS | 130 |
| | Anexo 1: Formatos ejemplo para la documentación del Mantenimiento. | 130 |
| | Anexos 2: Diagramas de Flujo Propuestos para la gestión del mantenimiento de la U.M. | 133 |
| | Anexos 3: Modelo de evaluación de criticidad estratégica de los activos mantenibles. | 135 |
| | Anexo 4: Diagramas de flujo de procesos propuestos del plan matriz de mantenimiento..... | 136 |
| | Anexo 5: Funciones de cada empleado de la U.M. para los requerimientos internos, respecto al contrato acordado..... | 141 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 6: Tabla de respuestas de cumplimiento estratégico de la administración.... | 144 |
| Anexo 7: Resultados de análisis de riesgo operacional, magnitud de riesgo y nivel de criticidad estratégico para los activos y equipos mantenibles por la U.M. | 150 |
| Anexo 8: Niveles de probabilidad, exposición, consecuencia y clasificación del riesgo..... | 154 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1: PLAN DE TRABAJO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | XXI |
| FIGURA 2: COMPARACIÓN DEL IMPACTO EN LOS TIEMPOS DE REPARACIÓN Y DISPONIBILIDAD PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO, PREVENTIVO Y PREDICTIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 33 |
| FIGURA 3: BARRERAS PARA LA EJECUCIÓN DE ESTRATEGIAS Y CAMBIOS ORGANIZACIONALES. FUENTE: MCCLEAN, DAVID R. (2015). STRATEGIC PLANNING: AS SIMPLE AS A, B, C. LULU PUBLISHING SERVICES | 45 |
| FIGURA 4: IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS PARA NIVELES INDUSTRIALES. FUENTE: SÁNCHEZ, J. & CALDERÓN V. (2012) “DISEÑO DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL PERSONAL Y LAS PRINCIPALES TENDENCIAS QUE AFECTAN SU AUDITORÍA”, CHILE. | 48 |
| FIGURA 5: ORGANIGRAMA DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO E INFRAESTRUCTURA DEL CAMPUS SAN JOAQUÍN, DE LA UTFSM. FUENTE: ENCARGADO DE LA U.M. (2019)..... | 53 |
| FIGURA 6: DIAGRAMA DE FLUJO DE ACCIÓN SOBRE LOS REQUERIMIENTOS INGRESADOS A LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, BASADA EN LA INFORMACIÓN OTORGADO POR EL ENCARGADO DE LA U.M..... | 57 |
| FIGURA 7: LISTA DE ACTIVOS MANTENIDOS EXTERNAMENTE CON SU RESPECTIVA PERIODICIDAD. FUENTE: INFORME DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS (UTFSM, 2018). | 65 |
| FIGURA 8: EJEMPLO DE DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO DE PROCESOS INTERNOS DE LA U.M. (PARTE 1). FUENTE: ENCARGADO DE LA U.M. | 67 |
| FIGURA 9: EJEMPLO DE DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO DE PROCESOS INTERNOS DE LA U.M. (PARTE 2). FUENTE: ENCARGADO DE LA U.M. | 67 |
| FIGURA 10: MATRIZ DE RIESGO OPERACIONAL. FUENTE: FLORES, C “CREACIÓN DE UN PROYECTO DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LA U.M. DE LA UTFSM CAMPUS SAN JOAQUÍN” (2018)..... | 80 |
| FIGURA 11: MATRIZ DE RIESGO DE SEGURIDAD DE LA UTFSM CSSJ. FUENTE: FLORES, C “CREACIÓN DE UN PROYECTO DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LA U.M. DE LA UTFSM CAMPUS SAN JOAQUÍN” (2018)..... | 80 |
| FIGURA 12: DISTRIBUCIÓN DE NIVELES DE CRITICIDAD ESTRATÉGICA EN LOS EQUIPOS INTERVENIDOS POR LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | 85 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 13: DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO PARA LA PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO (RESUMIDO). EN VERDE LOS PROCESOS NUEVOS INCORPORADOS AL PROCESO YA EXISTENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | 95 |
| FIGURA 14: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS PARA DESARROLLAR EL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.... | 98 |
| FIGURA 15: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO/CORRECTIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ... | 111 |
| FIGURA 16: FORMATO DE FICHA TÉCNICA PARA EQUIPOS, MOBILIARIO O ACTIVOS MANTENIBLES POR LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | 130 |
| FIGURA 17: PLANTILLA PARA LA DOCUMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS ACTIVOS A CARGO DE LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 131 |
| FIGURA 18: PLANTILLA PARA LA DOCUMENTACIÓN DE LOS TIEMPOS ASOCIADOS A LAS TAREAS DE MANTENCIÓN DE LOS ACTIVOS A CARGO DE LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 132 |
| FIGURA 19: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS INTERNOS DE LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 133 |
| FIGURA 20: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS EXTERNOS DE LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 134 |
| FIGURA 21: DIAGRAMA DE FLUJO PARA DEL PROCESO DE ANÁLISIS DEL NIVEL DE CRITICIDAD ESTRATÉGICA DE LOS ACTIVOS PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO. FUENTE: MODIFICADO DEL MODELO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA REQUERIMIENTOS OPERATIVOS DE LA ENAP (FUENTES, P 2014)..... | 135 |
| FIGURA 22: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PROPUESTOS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PLAN MATRIZ DE MANTENIMIENTO PARA LOS PROCESOS GESTIONADOS POR LA U.M. EN ÁREAS PÚBLICAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 139 |
| FIGURA 23: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PROPUESTOS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PLAN MATRIZ DE MANTENIMIENTO PARA LOS PROCESOS GESTIONADOS POR LA U.M. EN ÁREAS ADMINISTRATIVOS O ACADÉMICAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 140 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| TABLA 1: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ESTRATÉGICA DE LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | 74 |
| TABLA 2: CRITERIOS Y NIVELES DEL MODELO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD ESTRATÉGICAS. FUENTE: ADAPTADO DEL MODELO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA REQUERIMIENTOS OPERATIVOS DE LA ENAP (FUENTES, P 2014). | 81 |
| TABLA 3: LISTADO DE ACTIVOS MANTENIDOS POR LA U.M. CON MAYOR CATEGORÍA DE CRITICIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | 84 |
| TABLA 4: PLAN MATRIZ DE MANTENIMIENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA U.M. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | 115 |
| TABLA 5: FUNCIONES DE CADA EMPLEADO DE LA U.M. PARA LOS REQUERIMIENTOS INTERNOS, RESPECTO AL CONTRATO ACORDADO. FUENTE: FLORES, C 2018; "CREACIÓN DE UN PROYECTO DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD DE MANTENCIÓN DE LA UTFSM CAMPUS SAN JOAQUÍN. | 141 |
| TABLA 6: TABLA DE RESPUESTAS DE CUMPLIMIENTO ESTRATÉGICO DE LA ADMINISTRACIÓN, SEGÚN CUESTIONARIO BASADO EN LA NORMA ISO 55001:2018, PARA MEDIR EL LIDERAZGO, SOPORTE, OPERACIÓN, DESEMPEÑO Y ASPECTOS DE MEJORA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | 144 |
| TABLA 7: TABLA DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE RIESGO OPERACIONAL, MAGNITUD DE RIESGO Y NIVEL DE CRITICIDAD ESTRATÉGICO PARA LOS ACTIVOS Y EQUIPOS MANTENIBLES POR LA U.M. FUENTE: ACTUALIZADO DEL REALIZADO POR FLORES, C. (2018). | 150 |
| TABLA 8: NIVELES DE PROBABILIDAD DEL RIESGO DE FALLA DE LA ORGANIZACIÓN, CON SU RESPECTIVA DESCRIPCIÓN Y VALOR ASOCIADO. FUENTE: OHSAS 18001 (2016). | 154 |
| TABLA 9: NIVELES DE EXPOSICIÓN DEL RIESGO DE FALLAS PARA LA ORGANIZACIÓN, CON SU RESPECTIVA DESCRIPCIÓN Y SU VALOR ASOCIADO. FUENTE: OHSAS 18001 (2016). | 154 |
| TABLA 10: NIVELES DE CONSECUENCIA DEL RIESGO DE FALLAS PARA LA ORGANIZACIÓN, CON SU RESPECTIVA DESCRIPCIÓN Y VALOR ASOCIADO. FUENTE: OHSAS 18001 (2016). | 154 |
| TABLA 11: CLASIFICACIÓN Y CONDICIÓN DE LAS MAGNITUD DE RIESGO SEGÚN LOS VALORES CALCULADOS DE EVALUAR EL NIVEL DE CONSECUENCIAS, EXPOSICIÓN Y PROBABILIDAD DE FALLAS EN LOS EQUIPOS MANTENIBLES POR LA U.M. FUENTE: OHSAS 18001 (2016). | 155 |

INTRODUCCIÓN

Se define el mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las actividades técnicas y administrativas correspondientes para alcanzar el objetivo deseado: prolongar la vida útil de un activo o proceso, sin que este incurra en falla.

Si bien el concepto del mantenimiento es ampliamente usado en el ámbito industrial, donde ha vivido un proceso de constante evolución a la par de las condiciones industriales y técnicas a las que enfrenta, aún en el consciente colectivo sigue siendo una disciplina técnica y relegada a los procesos industriales. Sin embargo, tal y como la conciencia del cambio y la calidad se han arraigado en el pensar colectivo como técnicas o filosofías de vida, el mantenimiento (como muchas otras disciplinas técnicas) ha dado asomos de ser extremadamente útil y versátil a la hora de ser aplicado en actividades más rutinarias y menos industriales.

Como profesionales del área de la ingeniería, es nuestro propósito contribuir al mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios. Una de las formas de contribuir a dicho mejoramiento es asegurando la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de las operaciones mediante un óptimo mantenimiento. A su vez, unos de los sistemas que más bienes y servicios puede involucrar es el de una institución de educación superior.

La motivación de este trabajo es la implementación de un proceso de mejora en la Unidad de Mantenimiento de mi propia casa de estudio, la cual tiene como función asegurar la disponibilidad de ciertos activos claves para el correcto funcionamiento del campus, además de cumplir con determinados niveles de calidad y seguridad para la comunidad universitaria. Adicionalmente, se espera poder alinear el funcionamiento y calidad de sus procesos con la misión de excelencia de la casa de estudios, la cual cuenta con un gran capital intelectual para este tipo de tareas.

Muchas veces se ha escuchado el lema “en casa de herrero, cuchillo de palo”, sin embargo, el mundo actualmente requiere un cambio de mentalidad y ser capaces de aplicar este nivel de calidad y practicas no solo en lo teórico o industrial, sino que, en cada aspecto de nuestras vidas, de tal forma que podamos aspirar a un proceso de mejora continua social y personal.

Por último, una mejora de la U.M. traerá consigo diversos beneficios perceptibles por todos los niveles de la institución, siendo el más significativo el uso eficiente de recursos. En adición, todo proceso de mejora concretado con éxito dejará al descubierto otro flanco o elemento que puede o debe ser mejorado, convirtiendo esto en un ciclo (potencialmente) sin fin de mejora continua.

Pasando de las expectativas y visiones que conlleva el implementar un plan que buscar aportar en la administración eficiente de ciertas actividades, cabe mencionar que todo sistema de gestión (sea de activos, recursos humanos o intelectuales, procesos o bienes) deberá tener siempre una altura de miras con una visión clara y una misión que seguir, siempre manteniendo concordancia en su avanzar con los horizontes esperados.

Es por ello, que este trabajo, si bien se centrará en mostrar un plan piloto para la U.M., también espera proponer todo un sistema de chequeos y evaluaciones para el mediano y largo plazo, con el fin de orientar los posibles planes de mejora y modificaciones que surjan con el pasar del tiempo y la aplicación de la planificación presentada. A partir de esto, se espera generar información específica y real, que detalle la realidad de la U.M.

La importancia de generar esta base de información en los procesos más esenciales y básicos de todo proceso radica en que siempre se debe diagnosticar y conocer la realidad de algo, antes de intervenirlo. Del mismo modo que un médico solicita exámenes específicos previo a determinar qué clase de intervención es la adecuada para un paciente, un ingeniero deberá sostener su proyección en los datos técnicos de un proceso, y si estos no existen, pues deberá generar las instancias adecuadas para obtener dicha información.

Si bien se pueden plantear muchas mejoras sustanciales, basadas en resultados de situaciones o eventos ajenos a la realidad de la U.M., aunque similares en varios aspectos, no es correcto ni certero intervenir algo si no se tiene total claridad de porqué se realiza y que es lo que se espera obtener. Aunque ya existen incontables casos de éxito al aplicar tal o cual herramienta de mejora, gestión o diseño, nunca se alcanzará un estado de mejora efectivo si no se retrocede a lo esencial y se busca conocer tanto como determinar la base de algo.

Dicho esto, se deja en claro que el primer paso de este proceso de mejora será generar un diagnóstico más detallado de los procesos de la U.M., de los cuales se espera obtener una “radiografía” de la criticidad de sus procesos y, de ser posible, conocer el estado actual del desempeño. Posterior a ello se planteará una serie de rutinas y pasos que definirán un estándar inicial en la gestión de actividades y recursos. Dicho plan deberá ser tan flexible como eficaz dentro de lo posible, pues deberá ser un primer paso en la formalización técnica de la unidad, y por lo mismo, deberá dejar abierta la posibilidad de cambios sustanciales orientados en la constante mejora de esta unidad.

En esencia, el proceso planteado mantendrá como columna guía del esfuerzo aplicado, la metodología planteada por Edwards Deming y su connotado Círculo de Deming, que describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua cíclica y efectiva (sin caer en mejorar procesos inútiles o eficientar las pérdidas). Plantea que todo proceso de mejora debe seguir un ciclo de Planificación, Ejecución, Verificación y Actuación, para luego retomar el ciclo desde el inicio.

De este modo y aspirando a la implementación de la mejora en los procesos de la U.M., primero se planificarán sus actividades, luego se espera la puesta en marcha de estos, dejando planteado una pauta de verificación de los resultados, dejando abierto para próximas evaluaciones de mejora de la unidad, la posibilidad de analizar y componer planes de mejora con una base más consolidada y sustentable en el tiempo.

OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos sobre los que estarán definidos los posteriores análisis y estudios, a su vez de que orientarán toda la estrategia desarrollada en el documento. Estos objetivos se pueden separar como un objetivo general y otros objetivos específicos.

Objetivo General.

Proponer un Plan Matriz de Mantenimiento en la Unidad de Mantenimiento del campus San Joaquín de la Universidad Técnica Federico Santa María, orientado a un proceso de mejora continua del proceso de gestión y planificación de la U.M. y acorde con la misión de excelencia de la institución universitaria, que permita eficientar y mejorar los procesos de gestión actuales.

Para cumplir el propósito antes señalado se deben abordar los siguientes objetivos específicos:

Objetivos Específicos.

- Realizar un diagnóstico del proceso de Administración de Trabajo de Mantenimiento actual en Unidad de Mantenimiento CSJ.
- Determinar áreas de mejoramiento del proceso de Administración de Trabajo de Mantenimiento.
- Realizar un análisis de criticidad de los procesos involucrados.
- Definir el plan acciones para mejorar las áreas de mejora detectadas.
- Implementar, a modo de plan piloto, un subconjunto de las acciones propuestas con la finalidad de evaluar la efectividad del plan de mejora propuesto.

PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo establecerá el orden del trabajo y la secuencia con la que se abordarán cada uno de los objetivos planteados para cumplir el objetivo principal del trabajo de título. Esta secuencia está descrita en la Figura 1 a continuación:

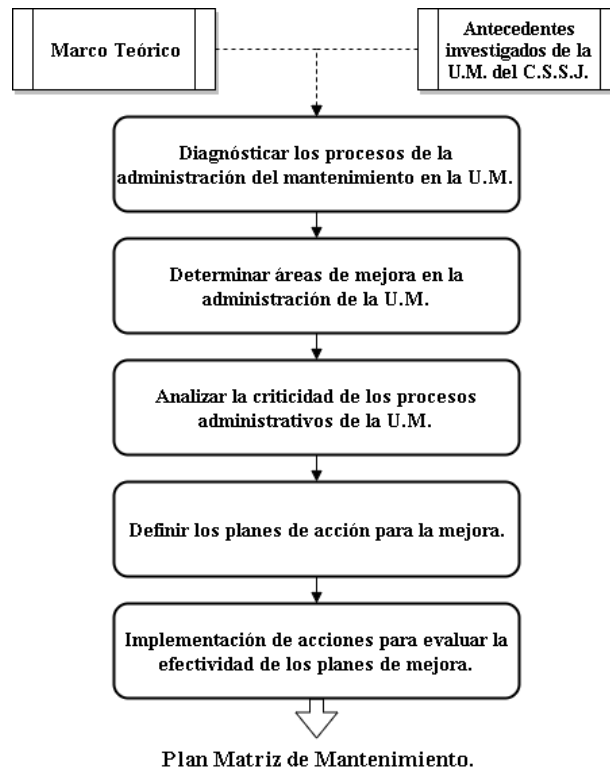


Figura 1: Plan de Trabajo. **Fuente:** Elaboración propia.

Las primeras etapas del trabajo corresponden a los cimientos sobre los cuales se sostendrá la metodología para abordar los pasos esenciales del trabajo. En primer lugar están los antecedentes de la U.M. basados en la información recopilada y levantamientos previamente realizados del equipo de trabajo. El siguiente elemento es el Marco Teórico, sección en la que se explican los conceptos, modelos y teorías necesarios para abordar el problema.

Posteriormente, el Plan de Trabajo inicia con el Diagnóstico de la situación actual a nivel administrativo de la U.M., etapa en la cual se enmarcarán los problemas y se

detectarán las principales causas de estos. La segunda etapa del Plan de Trabajo consiste en Determinar las áreas de mejora potenciales para la administración de las operaciones de mantenimiento, llevadas a cabo por la U.M., lo cual se realizará a partir de los problemas detectados y del planteamiento de los objetivos adecuados para encaminar la mejora de la administración de la U.M. La tercera etapa consiste en realizar un Análisis de la criticidad de los procesos de la U.M., lo que sumado a los objetivos planteados y áreas de mejora detectados, dará prioridad a que aspectos de la administración y actividades de la U.M. deben ser abordados inicialmente en beneficio de asegurar un avance hacia la mejora y el cumplimiento de los objetivos previamente planteados.

La cuarta etapa del Plan de Trabajo corresponde a Definir los planes de acción para desarrollar las mejoras deseadas, detallando rutas de acciones y metas, además de los alcances de responsabilidad que estos deben tener. El quinto paso del Plan de Trabajo consiste en Implementar acciones para evaluar la efectividad del plan de mejora propuesto, siendo éstas acciones un plan piloto que permitirá evaluar la propuesta descrita en este trabajo, y de ser necesario, sentar las bases en las que fundamentar con solidez, posibles acciones de modificación y mejora que se deseen llevar a cabo en la U.M. a posteriori. Para finalizar, todo lo expuesto permitirá tener un Plan Matriz de las actividades administrativas del mantenimiento de la U.M., lo que permitirá dar por cumplido el objetivo central de este trabajo de memoria.

1 Marco Teórico

En este capítulo, se abordan todas las bases teóricas que serán empleadas para el desarrollo de este trabajo. Estas representarán las aristas que guiarán y justificarán los procedimientos a realizar, además de facilitar el entendimiento de los criterios empleados para el estudio y generación de propuestas de mejora.

El marco teórico servirá como guía tanto para la lectura de este documento, como para la revisión de las decisiones y procedimientos descritos, funcionando como el pilar central en torno al cual se desarrollan y orientan tanto las acciones de mejora propuestas, como las modificaciones y estrategias que puedan ser abordadas a futuro, a partir de los descrito en este documento.

1.1 Norma ISO 55001:2018.

La Organización Internacional de Estandarización o ISO por su sigla en inglés, es un ente que realiza normas para que las labores sean mejor desempeñadas, a través de la generación de documentos creados por sus comités técnicos (International Organization for Standardization, 2018). La norma utilizada en esta memoria menciona la gestión de activos. Los beneficios de está, son que permiten a las organizaciones alcanzar sus objetivos a través de un manejo efectivo y eficiente de sus activos.

La norma en sé puede dividirse en 7 grandes tópicos:

- I. Contexto: En este tópico se abarcan todos los temas de la organización, como su contexto interno y externo, estructura, roles, misión y visión. Es fundamental entender las necesidades y requerimientos de los “stakeholders” a la hora de crear o auditar el sistema de gestión de activos que posee la organización.
- II. Liderazgo: Corresponde al compromiso y liderazgo que hay en la organización, desde la alta gerencia y su influencia. Además se tratan las

políticas o la declaración de principios de la organización y se ahonda de mayor forma en los roles y responsabilidades de los trabajadores de esta.

- III. Planeación: Todas las acciones y medidas en las que incurre la organización para mitigar el riesgo, además de los planes de gestión de activos para ser capaces de definir las actividades a implementar. Entrega dirección y expectativas a un grupo de activos.
- IV. Soporte: Evaluación de los aspectos que funcionan como apoyo para los elementos en el sistema de gestión de activos, como recursos con los que cuenta la organización, requerimientos de información, la competencia del personal y/o la comunicación entre los participantes.
- V. Operación: Se tratan temas como la planeación y control en la ejecución de las tareas, aspectos sobre gestión del cambio con sus respectivos registros y la mitigación del riesgo. Además se trata la externalización y el control de esta.
- VI. Evaluación de desempeño: Se abordan ideas sobre los métodos que permitan monitorear, medir, analizar y evaluar la información que se recopila en el sistema de gestión de activos. Se plantea la realización de auditorías internas, su frecuencia de realización y sus criterios de revisión.
- VII. Mejora: Se tratan aspectos sobre las no conformidades y sus respectivas acciones correctivas y preventivas, se aborda la idea de mejora continua en la organización y su personal.

1.1.1 Cuestionario de Evaluación de Tópicos claves.

Para poder diagnosticar la madurez y condiciones base de una organización, se pueden emplear métodos de evaluación que midan el desempeño de los procesos y la capacidad de liderazgo de un equipo. Alejandro Pistarelli en sus múltiples publicaciones sugiere que este tipo de diagnósticos deben incluir la voz y opinión de los funcionarios o empleados asociados a las operaciones del mantenimiento, pues en estas respuestas se puede obtener información de carácter cualitativo muy útil para evaluar el impacto o importancia que perciben los miembros encuestados con respecto a los criterios evaluados.

En su texto “Manual para el Mantenimiento: Ingeniería, Gestión y Organización” (Pistarelli, A. 2010), Alejandro Pistarelli propone evaluar los siete tópicos de la Norma ISO 55001 por medio de un cuestionario orientado a recopilar no solo las respuestas directas al cumplimiento de esos tópicos, sino que también invita a poner atención al vocabulario (verbal y corporal), el cual puede dar mucha información implícita de la cultura organizacional misma. De este modo, se podrá obtener un diagnóstico inicial sólido con el que iniciar las acciones de evaluar y aplicar mejoras pertinentes.

Las preguntas que el autor propone, según cada tópico son las siguientes:

Liderazgo:

- Liderazgo y Compromiso:
 1. ¿Se observa un compromiso en la organización para definir los objetivos?
 2. ¿Se observa un compromiso en la organización para definir métricas de éxito?
 3. ¿Existe una cultura de trabajo colaborativo enfocada a los objetivos definidos?
 4. ¿Hay un apoyo hacia las actividades de mejora?
- Roles y Responsabilidades:
 6. ¿Los roles reflejan los responsables de las actividades en forma clara?
- Políticas:
 7. ¿Existen políticas de mantenimiento por distintos activos?
 8. ¿Esta política presenta los compromisos y las responsabilidades?
 9. ¿La política considera la toma de decisiones con respecto a los activos?
 10. ¿Las políticas consideran las acciones a realizar con respecto a los activos?
 11. ¿La política define el tipo de mantenimiento para cada grupo de activos?

Soporte:

- Recursos:
 - 12. ¿Con cuanto personal cuenta la Unidad de Mantenimiento?
 - 13. ¿Con cuántos recursos económicos cuenta la unidad?
- Competencia:
 - 14. ¿Qué conocimientos son necesarios para la Unidad de Mantenimiento?
 - 15. ¿Qué competencias tiene el personal?
 - 16. ¿Con que experiencia cuenta el personal?
- Consciencia:
 - 17. ¿El personal entiende el rol de la Unidad de Mantenimiento?
 - 18. ¿El personal comprende su responsabilidad?
 - 19. ¿El personal entiende su contribución al sistema de gestión del mantenimiento?
- Comunicación:
 - 20. ¿Hay comunicación adecuada entre los stakeholders y la Unidad de Mantenimiento?
 - 21. ¿Se comunican las reparaciones?
- Requerimientos de Información:
 - 22. ¿Cómo se levanta la información?
 - 23. ¿Para qué se utiliza la información?
 - 24. ¿Quién levanta la información?
- Información Documentada:
 - 25. ¿Cómo se maneja la información almacenada?
 - 26. ¿Cuál es el criterio para almacenarla?
 - 27. ¿Es utilizada?

Operación:

- Planeación y Control:
 - 28. ¿Quién es el encargado de la planificación?
 - 29. ¿Cómo se informan que tareas se van a realizar?

30. Se consideran los riesgos en la planificación?

31. Se consideran los riesgos en la ejecución?

▪ Gestión del Cambio:

32. ¿Hay registro de las actualizaciones o cambios?

33. ¿En el registro se considera tanto los efectos positivos como negativos?

34. ¿Hay planes de mitigación del riesgo en caso de ser necesario?

▪ Externalización:

35. ¿Cuáles son los activos mantenidos externamente?

36. ¿Se controlan estos trabajos?

37. ¿Cómo se controlan?

38. ¿Se controlan los trabajos externalizados por otras unidades?

Evaluación del Desempeño:

▪ M.M.A.E:

39. ¿La unidad de mantenimiento cuenta con algún método que permita Monitorear – Medir – Analizar – Evaluar (M.M.A.E.)?

40. Si existe alguno ¿Hasta qué punto hay información?

41. ¿Cómo se realiza el análisis de la información?

42. ¿Se hace algo con esta información?

▪ Auditoría Interna:

43. ¿Existen Auditorías internas?

44. ¿Cada cuanto se realizan?

45. ¿Quién las realiza?

46. ¿Cuáles son los criterios?

Mejoras:

▪ No conformidades y acciones correctivas:

47. ¿Cómo se identifican las no conformidades?

48. ¿Cómo se controlan las no conformidades?

49. ¿Se registran las consecuencias de las no conformidades?

- Acciones preventivas:
 - 50. ¿La unidad del mantenimiento posee acciones preventivas?
 - 51. La unidad del mantenimiento posee acciones predictivas?
 - 52. De ser así, ¿En qué activos se realizan?
 - 53. ¿Es realizado a nivel interno o externo?
- Mejora Continua:
 - 54. ¿La idea de mejora continua está presente en la alta dirección?
 - 55. ¿La idea de mejora continua está presente en el personal operativo?
 - 56. ¿Cómo se demuestra?
 - 57. ¿La organización fomenta y apoya la mejora continua?
 - 58. ¿Cuántos recursos destina la organización a esto?

1.2 Niveles y Estrategias del Mantenimiento.

“El mantenimiento de una organización es equivalente a cuidar de la salud de esta, por medio de rutinas, chequeos e intervenciones cada cierto tiempo, según indiquen los síntomas de la organización” Sacristán, F. R. (2001).

El mantenimiento industrial, por definición de la R.A.E., es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Dependiendo de las políticas y métodos empleados, el mantenimiento se puede categorizar por su nivel de madurez y profundidad en el entendimiento y proyección de sus acciones. Cada uno de estos modelos suele incluir las herramientas o actividades de sus predecesores, debido a que la evolución de estos modelos del mantenimiento dependerá de la información y aplicación recopilada.

Otro criterio para clasificar los modelos de mantenimiento es la especialidad que implica la tarea, o de acuerdo con el impacto y riesgo que implica la avería e indisponibilidad de un equipo. Es en función de la naturaleza de las tareas y como se abordan que el mantenimiento se puede comprender por la siguiente evolución

técnica: Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo.

1.2.1 Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo es también conocido como reactivo. Es el método más tradicional que más comúnmente se ha utilizado en las fábricas. Es un tipo de mantenimiento que se basa en arreglar las averías conforme van surgiendo.

No requiere ninguna planificación sólo requiere ir atendiendo día a día las averías que necesitan ser reparadas dentro del proceso de producción. Para realizarlo casi siempre hay que paralizar la producción generando pérdidas por el tiempo invertido y los gastos generados.

Para minimizar su impacto en el proceso de producción, se necesita que el departamento de mantenimiento esté bien dimensionado contando con los operarios de mantenimiento necesarios para reparar las averías en el mínimo tiempo posible.

Además, también es necesario que la empresa cuente con un alto inventario de recambios, ya que de lo contrario, el tiempo de parada de la máquina se alargará dependiendo del plazo de entrega de la nueva pieza.

Hoy en día, muchas empresas siguen basando su mantenimiento en este método, con el riesgo que ello supone en el cumplimiento de plazos de entrega, sin establecer ninguna relación de causa ni realizando ninguna prevención de estos fallos.

Este mantenimiento es útil para algunas empresas con poca carga de producción y donde no se produzcan tantas averías por la naturaleza del trabajo. En estos casos sería más caro realizar planes de mantenimiento que el beneficio que se obtendría de ellos.

1.2.2 Mantenimiento Preventivo.

Al mantenimiento preventivo, también se le llama mantenimiento planificado.

El mantenimiento preventivo trata de un conjunto de tareas de mantenimiento que tienen como objetivo mantener las instalaciones anticipándose a las averías.

Su objetivo es seguir consiguiendo las mismas prestaciones de los equipos y máquinas y compensar el desgaste que van sufriendo con el paso del tiempo, pero siempre antes de que surja una avería y de manera preventiva para evitarlos en el futuro.

Tienen un carácter sistemático, es decir que se realizan o bien por horas de funcionamiento de la instalación o por periodos de tiempos. Se tiene un registro del tiempo que tardan los componentes más importantes en averiarse.

Normalmente se aprovechan tiempos con menor carga de trabajo para llevarlo a cabo.

Dentro del mantenimiento preventivo podemos encontrar el mantenimiento conductivo y el mantenimiento rutinario.

- El **mantenimiento conductivo** es llevado a cabo por el personal de producción que atiende a la instalación, suelen ser tareas sencillas como son la lectura de parámetros, inspecciones sensoriales, pequeñas tareas de ajustes o configuración, etc-
- El **mantenimiento rutinario** es el conjunto de técnicas que sin llegar al desmontaje de los equipos los conserva en el mejor estado posible por medio de engrases, limpiezas, sustituciones periódicas, etc.

Este tipo de mantenimiento es claramente superior al correctivo, para empresas de mayor nivel.

Es muy beneficioso evitar las averías, ya que permite reducir los costes. Aun así la mayor desventaja que tiene este sistema es el tiempo que consumen las inspecciones, durante las cuales el proceso de producción debe detenerse. Si la instalación tiene tiempos de descanso podrá realizarse durante estos, pero en muchos casos las instalaciones están funcionando todo el día y eso no es posible.

1.2.3 Mantenimiento Predictivo.

Es el más tecnológico de los tres tipos de mantenimiento. Se trata de un conjunto de tareas de mantenimiento que relacionan una variable física o química con el estado en que se encuentra la máquina, con el fin de predecir cuándo empieza a fallar una determinada máquina o equipo. Requiere conocer muy bien los equipos, las técnicas y las herramientas que utilizamos para esa tarea.

Este tipo de programas de mantenimiento reporta un gran ahorro de costes ya que además de detectar los fallos de manera precoz permite programar con suficiente antelación el tiempo de reparación, los suministros y mano de obra que requerirá la tarea.

Su principal inconveniente es la dificultad que conlleva obtener una respuesta clara y segura ya que no existe ningún parámetro ni conjunto de parámetros que revele a la perfección el estado del equipo.

Garrido, S. G. (2010), en su texto “*Organización y gestión integral del mantenimiento*”, señala que la elección de una estrategia debe considerar factores como el impacto, los costos, la capacidad real de la unidad encargada del mantenimiento, pero por sobre todo, los requerimientos de la producción o de disponibilidad de los activos mantenibles. De hecho, aunque lo ideal es evolucionar en los métodos que se planifica y ejecutan las tareas de mantenimiento, también es necesario evaluar cuál de las estrategias es la más adecuada según los requerimientos reales, pues no necesariamente todos los equipos responderán de igual manera a los diferentes enfoques. De hecho siempre habrá casos donde es más sencillo tener un repuesto disponible antes de invertir tiempo y esfuerzo en monitoreo o chequeos de rutina, y esta decisión se puede tomar únicamente con la suficiente información técnica, más la experiencia en las labores de administrar las tareas de mantenimiento.

Aun así, los beneficios de poder madurar las estrategias del mantenimiento son visibles, sobre todo en lo que respecta a mejorar la capacidad operativa de las funciones del mantenimiento. La Figura 2 ejemplifica este tipo de ventajas de cada nivel respecto a su predecesor, respecto al tiempo disponible de un equipo (color

verde) y el tiempo indisponible del mismo (color rojo), producto de una avería o detención. En el caso del mantenimiento correcto, el tiempo de indisponibilidad del equipo comenzará al momento de ocurrir la avería. A partir de ahí, comienzan los tiempos de preparación (color café) en el que dispone del equipo, personal y se realizan las inspecciones para luego coordinar las actividades de reparación (color azul). Por lo general las reparaciones del mantenimiento correctivo suelen llevar más tiempo que en los otros niveles, debido a que estas suelen responder a fallas o averías catastróficas. Luego se realizan los preparativos finales y la puesta en marcha, periodo en el cual se verifica el estado final de los trabajos ejecutados (color amarillo).

Cuando se aborda la misma situación con una estrategia preventiva, la intervención no sea realiza una vez ocurrida la falla, por lo que los tiempos de reparación para este caso serán menores, sobre todo porque esta clase de intervención suele ser de chequeos o de carácter más simple. Adicionalmente el tiempo de preparación no es parte del tiempo indisponible del equipo, debido a que al estar planificado con anticipación.

Aunque en si cada intervención del mantenimiento preventivo genera menores tiempos improductivos, puede que se realicen más de los necesarios, de hecho en la Figura 2 observamos que en total, el tiempo indisponible del mantenimiento preventivo es equivalente al del correctivo, es por lo que el caso idóneo es aquel en el que se pueda hacer una única intervención cuando sea realmente necesaria. Esto último se puede lograr en el caso del mantenimiento predictivo, la cual realiza la intervención justo antes de que ocurra la avería, puesto que este tipo de estrategia permite incluso identificar la causa, el origen e incluso el momento de ocurrir la avería.

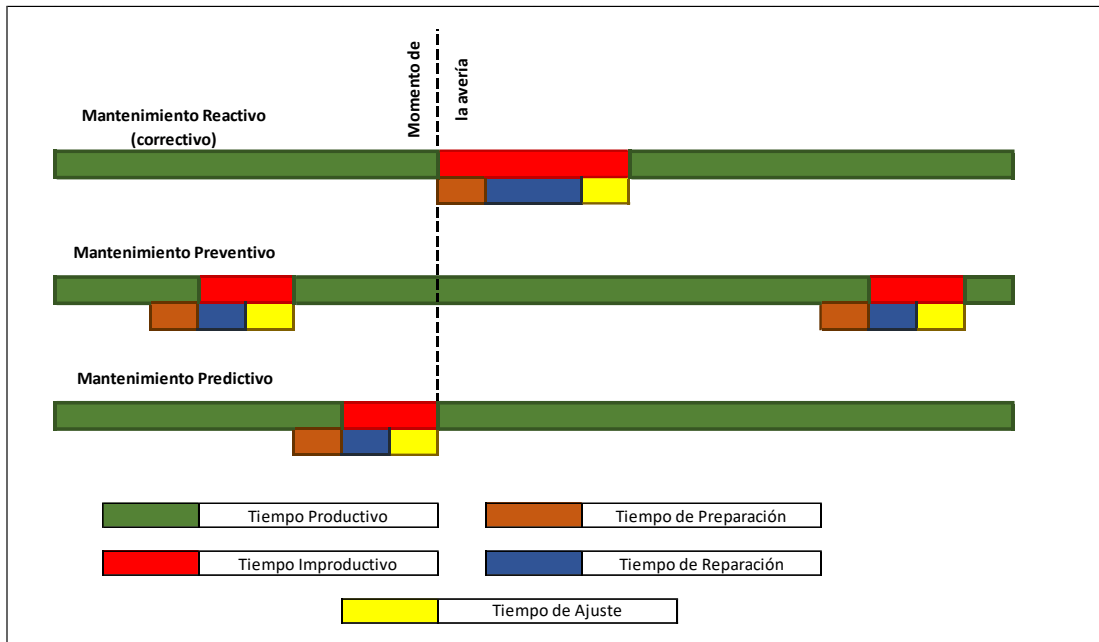


Figura 2: Comparación del impacto en los tiempos de reparación y disponibilidad para el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. **Fuente:** Elaboración propia.

1.3 Administración de los Trabajos de Mantenimiento.

Según Tavares, L. (1999), en su libro de la “Administración Moderna del Mantenimiento”, independiente de los objetivos y posibles mejoras que pueda tener la U.M., la administración del mantenimiento deberá siempre responder a las siguientes funciones:

- Recopilar y ordenar la información, tanto técnica como histórica, de los equipos y activos mantenidos, para efecto de tener una data completa y bien clasificada cuando se requiera.
- Registrar toda información relacionada a los activos (características técnicas, OT asociadas, historial de las OT, repuestos, cantidad de fallas y chequeos, entre otros).
- Planificar según la prioridad o criticidad y la disponibilidad de los recursos, tanto logísticos como de mano de obra, las tareas de mantenimiento sean estos preventivos o correctivos.

- Programar las tareas a ser ejecutadas, indicando el área de operaciones de mantenimiento, detallando las tareas a realizar, los responsables de ejecutarlas, las herramientas y repuestos a emplear u otra información pertinente para su desarrollo.
- Analizar la información y reportes generados con los trabajos realizados, con el fin de detectar errores y elaborar planes para la rectificación de los procedimientos.
- Reportar y comunicar de manera efectiva las situaciones anormales o importante, tanto a la entidades o unidades superiores, como a los funcionarios a cargo.
- Supervisar y auditar las acciones del área operativa de mantenimiento, a través de la revisión del cumplimiento de los planes y/o métricas de gestión del mantenimiento (KPI).

Para poder lograr estos objetivos, el encargado de la administración del mantenimiento debe tener en todo momento la información actual e histórica de los activos con sus respectivos sustentos técnicos. En caso de no contar con ellos, deberá generarlos o plantear instancias en las cuales se pueda generar y recopilar esta información.

Esta información será necesaria para la toma de decisiones que impactarán al desarrollo de las actividades de mantenimiento, tales como:

- La compra de equipos e insumos con características específicas.
- Considerar la baja de algún activo, o el rediseño de algún proceso.
- Aumento o disminución de los equipos de trabajo y personal de la unidad.
- Mantenimiento propio o el Outsourcing de este.
- Correcta operación y ejecución de las tareas de mantenimiento.
- Mantener un control de la logística y stock.
- Estandarización de las marcas y modelos, tanto de los equipos como de sus componentes.
- Atención puntual y efectivo de las diferentes requisiciones.

Estos puntos se plantean como lineamiento de los trabajos que deberán ser realizados y sostenidos durante el tiempo para la administración del mantenimiento, siendo estos la primera mejora respecto a este tipo de funciones. Al plantear de manera específica los puntos a lograr, se da pie a poder pensar que acciones o medidas son y serán necesarias para lograrlos, y como incorporarlas a la planificación actual del mantenimiento. Ante esto, el primer acercamiento será el cómo se abordarán la incorporación y modificación del plan actual y de futuros planes.

1.3.1 Gestión de las Operaciones del Mantenimiento.

El mantenimiento industrial se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial.

En la actualidad las operaciones de mantenimiento se centran en realizar estudios sobre los equipos y procesos susceptibles a fallo, aplicando técnicas estadísticas, metodologías de medición, gestión económica de procedimientos, integración multidepartamental, entre otras, que permitan planificar las tareas y recursos adecuados para evitar que se produzcan fallas o paradas en la producción.

Las razones por las cuales es beneficioso gestionar las Operaciones del Mantenimiento:

- Reducir costos generados por la falla de equipos que obligan a parar la producción.
- Optimizar el inventario de repuestos disponibles en stock, sin tener que comprar de más, ni sufrir la carencia de repuestos cuando se requieran.
- Brindar seguridad al personal de campo en el cumplimiento de sus actividades diarias.
- Rebajar costos de producción, a fin de producir productos más competitivos en el mercado.

- Evitar el desperdicio de recursos: materia prima, energía, mano de obra.
- Optimizar el consumo de recursos y presupuesto asignado al departamento de mantenimiento.
- Optimizar la utilización de equipos y maquinaria, prolongando su tiempo de vida.
- Cumplir estándares de calidad exigidos por los consumidores y organismos reguladores.
- Garantizar el cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la actividad productiva.
- Mantener un control y supervisión sobre las tareas que ejecuta el departamento de mantenimiento.

Existen diversas técnicas para la gestión del Mantenimiento, las cuales se adaptan a realidades distintas según el tipo de empresa, así tenemos:

- 1) Mantenimiento Preventivo-Correctivo: Tiene por objetivo organizar tareas de prevención de fallas y realizar acciones correctivas cuando se presente una falla, no se enfocan en la planificación justificada de actividades sino más bien en la programación de actividades y asignación de recursos. Basándose en la ocurrencia de fallas se establece trabajos preventivos a fin de que se repitan las mismas fallas, así mismo basándose en pruebas y observaciones se analizan los equipos a fin de programar tareas que eviten la aparición de nuevas fallas.
- 2) Mantenimiento Productivo Total (TPM): Se basa en que ciertas tareas cotidianas de mantenimiento sean realizadas por los operadores de producción, como parte de sus actividades rutinarias, ya que son estos quienes conocen los equipos en el día a día y por tanto pueden anticipar posibles fallas.
- 3) Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM): Se basa en el análisis de la base instalada de equipos y maquinarias, de modo de aplicar técnicas que permitan anticipar posibles fallas, efectuando tareas de prevención y predicción.

- 4) **Mantenimiento como Cliente Interno de Producción:** Bajo este concepto el departamento de mantenimiento se convierte en cliente y subordinado del departamento de producción, teniendo la responsabilidad de proveer un buen trabajo (confiabilidad en los equipos) para permitir un proceso productivo eficiente y continuo.
- 5) **Administración del Mantenimiento:** Lo cual implica crear una organización conformado por personas y recursos, dedicados a la gestión, planificación, ejecución, y supervisión, de las tareas de mantenimiento, cuyo objetivo se centra en maximizar la disponibilidad de los equipos para no interrumpir el proceso productivo, y a la vez optimizando los recursos empleados.
- 6) **Gestión Integral del Mantenimiento:** Esta filosofía integra la labor de administración de mantenimiento con otras áreas dentro de la empresa, como son ingeniería, logística, compras, calidad, seguridad, comercial, entre otros, funcionando como una parte integrada a la gestión global de la organización empresarial.

1.3.2 Gestión de las Tareas del Mantenimiento.

Los equipos, desde el punto vista de elementos individuales, siguen políticas de mantenimiento en el día a día, basadas en estrategias de mantenimiento clásicas, las cuales se basan en el desarrollo de tareas de conservación, revisión y reparación. De este modo tenemos los siguientes tipos de mantenimiento:

- a) **Mantenimiento Correctivo:** Correspondiente al conjunto de actividades destinadas a corregir defectos y solucionar fallas, en este caso se espera a que ocurra el problema para brindar la solución adecuada.
- b) **Mantenimiento en Uso:** Consiste en la realización de tareas cotidianas realizadas por el mismo operador de los equipos, básicamente se trata de trabajos de limpieza, inspección visual, toma de datos, lubricación, apriete de tornillos, etc.

- c) **Mantenimiento Preventivo:** Conformado por el conjunto de actividades que buscan anticiparse a la ocurrencia de un problema avería o falla, estas actividades son planificadas en el tiempo y espacio, buscando fortalecer puntos frecuentes de falla, localizando vulnerabilidades, reemplazando componentes antiguos o desgastados.
- d) **Mantenimiento Predictivo:** Es aquel encargado de recopilar y analizar información que permita determinar el momento y lugar adecuado para efectuar tareas de mantenimiento preventivo, conociendo e informando permanentemente el estado del equipamiento de planta, lo cual requiere contar con instrumentos adicionales que permitan adquirir dicha información, sin embargo, permite reducir costos de mantenimiento al hacer un uso eficiente de los recursos.
- e) **Mantenimiento Periódico:** Es aquel mantenimiento que tiene lugar a determinado ciclo periódico de tiempo, sin importar las condiciones del equipo, en este mantenimiento se realiza una rutina de tareas predefinidas, dejando los equipos en óptimas condiciones para soportar un nuevo ciclo de trabajo.
- f) **Mantenimiento a Cero Horas:** Es aquel mantenimiento programado con la finalidad de llevar al equipo a un punto como si estuviera salido recién de fábrica (cero horas de funcionamiento), lo cual implica reemplazar componentes críticos, renovar piezas, reparar partes, etc.
- g) **Mantenimiento de Verificación:** Tiene lugar luego de realizado un cambio importante en el equipo (Ejemplo: cambio de piezas internas), con el objetivo de comprobar las óptimas condiciones del equipo para entrar en operación nuevamente.
- h) **Mantenimiento de Calibración:** Consiste en la revisión y ajuste de parámetros, a fin de ubicar el equipo en su punto óptimo de funcionamiento.
- i) **Mantenimiento Integrado:** Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o

indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnico, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

Dado que los equipos no son todos iguales o no todos corresponden a la misma categoría, se utiliza un conjunto de estas estrategias de mantenimiento. Por ejemplo, mientras un registrador electrónico puede recibir un mantenimiento periódico, un motor puede recibir un mantenimiento predictivo, en cambio una tubería de aire puede recibir un mantenimiento correctivo, mientras el sensor de flujo de la tubería recibe un mantenimiento de calibración.

Factores como el costo de reparación, costo de repuestos, costo de parada de máquina, impacto ambiental, seguridad patrimonial, calidad de productos, stock de productos, normativa legal, garantía de equipos, pérdidas de producción, etc., permitirán determinar la combinación adecuada de estrategias de mantenimiento a utilizar para determinado equipo en particular, según su rango de importancia asignado.

Estos factores sumados a la experiencia en el proceso y en la planta, servirán para definir un modelo de mantenimiento que englobe la política de actividades a realizar, este modelo también es conocido como estilo de mantenimiento y es propio de cada planta bajo condiciones predefinidas de operación, es decir que, si el proceso productivo o la planta sufre variaciones, el modelo también requerirá variarse acorde a las nuevas condiciones.

1.3.3 Gestión de los Equipos.

El primer paso de la gestión de equipos corresponde a conocer el parque de activos (equipos, máquinas, instrumentos, herramientas, etc.), por lo cual se requiere contar con una lista ordenada o inventario de dicha base instalada. Además, a fin de contar con información útil, se requiere complementar la información inventariada con datos

que indiquen la relación existente entre los distintos elementos y su función dentro del proceso productivo.

Los equipos pueden ordenarse según su ubicación (locación física), según el área operativa a la que pertenecen, según su membresía a determinado sistema o subproceso, según su utilización, según su importancia, según su costo, entre otros.

Una empresa puede contar con una o varias plantas productivas, cada una de las cuales puede contar con diversas zonas o áreas funcionales, así mismo cada área puede tener un responsable de la infraestructura y elementos que se ubican en el lugar, por cuanto cada responsable de área o de departamento sería el encargado de llevar la actualización del inventario de sus equipos.

La gestión también implica conocer la vida de cada equipo desde que ingresa a la planta, hasta que se le da de baja, conociendo todas las tareas y cambios que se han ejercido sobre cada equipo; cabe mencionar que cada equipo debe contar con un código de identificación que lo haga único, y que a la vez lo enlace a familias de equipos con características similares.

Los equipos se pueden identificar mediante un formulario estandarizado, que contenga información de estos, a más detallado sea permitirá contar con más información para tomar decisiones. Es recomendable completar una hoja de registro para cada equipo, señalando los siguientes campos de registro sobre cada equipo:

- Nombre y código del equipo.
- Datos generales y especificaciones técnicas.
- Descripción de su uso o función dentro del proceso.
- Instructivo de funcionamiento.
- Parámetros y valores referenciales, en los cuales su funcionamiento es correcto.
- Análisis de criticidad del equipo.
- Modelo de mantenimiento recomendado.
- Lista de repuestos críticos y repuestos no críticos.

- Lista de consumibles.

Adicionalmente se recomienda llevar una base de datos con el registro del historial de mantenimiento de los principales equipos (más críticos).

1.3.4 Gestión de los Repuestos.

La gestión de los repuestos consiste en la planificación de compra de repuestos, a fin de mantener un stock óptimo, en función al grado de criticidad del repuesto, criticidad del equipo, costos, disponibilidad, tiempos de entrega, negociaciones con el proveedor, entre otros.

Se puede establecer categorías de repuestos, así tenemos:

Según su necesidad en planta:

- Repuestos que son necesarios mantener en stock dentro de planta.
- Repuestos que no son necesarios tener en stock, pero si es necesario tener identificado al proveedor, plazos de entrega, disponibilidad, costo, etc.
- Repuestos indiferentes, que no es necesaria una planificación en torno a ellos.

Según su facilidad de adquisición:

- Repuesto genérico, es aquel que puede ser reemplazado por otras opciones o por otros proveedores.
- Repuesto estándar, es aquel que puede comprarse a varios proveedores especializados.
- Repuesto específico, es aquel que solo lo vende el fabricante del equipo.
- Repuesto alternativo, es un repuesto específico que puede ser replicado o fabricado a medida por otra empresa.

Adicionalmente, se deberán establecer criterios para tener en cuenta en la selección y compra del repuesto, según:

- Criticidad del equipo.
- Consumo periódico.

- Plazo de entrega.
- Costo del repuesto.
- Costo de parada del equipo.
- Atención del proveedor.
- Alternativas que ofrece el mercado.

Los repuestos al igual que los equipos deben ser identificados y codificados, para luego ser guardados en un almacén. Así mismo se debe realizar periódicamente revisiones al inventario de repuestos, a fin de controlar y garantizar la disponibilidad de estos.

1.4 Planificación del Mantenimiento.

Como definición formal de la R.A.E., la planificación, planeación o planteamiento es el proceso metódico diseñado para obtener un objetivo determinado. Implica tener objetivos juntos a las acciones requeridas para que aquella meta sea concluida exitosamente. Aunque en si planificar o planear es un término acuñado en diversas áreas del saber y que hacer humano, en este caso el interés del concepto está orientado a la administración de procesos y lo industrial, es por eso por lo que definiciones de autores como las de Murdick, 1994: *“Consiste en decidir con anticipación lo que hay que hacer, quien tiene que hacerlo y cómo deberá hacerse”*, o de Cortés, 1998: *“Es el proceso de definir el curso de acción y los procedimientos requeridos para alcanzar los objetivos y metas, estableciendo que hay que hacer para llegar al estado final deseado”*.

Ambas definiciones plantean algo esencial, que es crear una herramienta con la que se obtienen resultados y generar valor a las acciones que se realizan, siempre orientadas a un objetivo específico. Para ello es necesario estudiar los objetivos propuestos y los métodos en que se esperan alcanzar.

De hecho, autores como Goodstein, (1998), y Sisk (s/f), concuerdan que tener un plan de acción genera muchos beneficios que clarifican muchas dudas durante el desarrollo del trabajo. Los beneficios principales de tener un plan son los siguientes:

1. Define la necesidad de recursos para alcanzar los objetivos.
2. Clarifica las actividades y las dudas respecto a objetivos buscados.
3. Establece prioridades.
4. Cuantifica los niveles de desempeño para tener éxito.
5. Revela las debilidades y fortalezas para conseguir los objetivos.

En las actividades de administración y/o gestión del mantenimiento, la planificación se vuelve esencial en la estrategia, pues permite anticipar como actuar el futuro, tanto inmediato como a largo plazo, y plantearlo en forma de trabajo. El poder tomar decisiones presentes basado en escenarios probables del día de mañana, facilitará la actuación precisa antes diferentes eventos. Aunque no se debe confundir esta planificación estratégica con planes, conjeturas o ideas, sino que son las acciones o pasos que debo tomar desde el hoy apuntando al futuro que se espera obtener, que en el caso del mantenimiento siempre apunta a la disponibilidad o vida útil de un activo.

En el caso particular de los procesos del mantenimiento, *“planificar supone reducir el riesgo de una determina acción gracias a anticipar las consecuencias”*, dice García Garrido, S (2003) en su libro *“Organización y Gestión Integral del Mantenimiento”*. El mismo sugiere que, para aprovechar las ventajas de esta herramienta, debe ser bien empleada por los gestores y encargados de administrar el mantenimiento, procurando siempre los siguientes elementos en su organización:

- Analizar la situación pasada, y la situación actual de la empresa.
- Tener una idea del entorno de trabajo y la base instalada de equipos.
- Verificar los logros alcanzados, cuantificarlos y medirlos.
- Investigar los acontecimientos que marcaron el cambio positivo.
- Aprender los procedimientos utilizados para la implementación y el desarrollo.

- Aprender los mecanismos de supervisión y retroalimentación utilizados.
- Consultar las diversas experiencias y dificultades que tuvieron que afrontar.
- Conocer el monto de inversión, tiempo y recursos que fueron empleados.
- Conocer la rentabilidad y la recuperación de la inversión realizada.
- Analizar el valor agregado adquirido por la empresa.

1.5 Gestión del cambio y Mejora Continua.

En todo nivel organizacional existirá problemas o dificultades para implementar cambios y mejoras, muchas veces el origen de estos no es del todo cuantificable o previsible por planes específicos o estratégicos.

Hoy en día una de las áreas que más variabilidad ha presentado en las organizaciones a nivel mundial es la de RR.HH., sobre todo por la necesidad creciente de poder gestionar o administrar la emocionalidad de las personas que participan o trabajan en equipos y organizaciones de toda índole.

Este efecto es inevitable, pues con el paso del tiempo hemos adquirido cada vez más herramientas para el manejo de los procesos técnicos, con resultados de precisión y control muy elevados, pero también se fue dejando de lado el valor y efecto humano en la industria. Incluso, en aquella pujante 4ª Revolución Industrial, en la que se espera la automatización total de los procesos, siempre habrá que gestionar el recurso humano, por lo que siempre existirá una variabilidad que tratar, dado que cada persona es un mundo en sí mismo.

Por lo general, una de las tareas más complejas para un líder de equipo u organización, es plantear cambios enfrentando la gestión humana y emocional del personal. De hecho, se suele enfocar tanto el esfuerzo y planificación a las consideraciones técnicas de una propuesta de mejoras, que por lo general se pasa por alto la comunicación y el generar instancias que faciliten la adopción de la nueva cultura organizacional deseada.

El no manejar bien los recursos humanos, es equivalente a no alinear de manera correcta los recursos y capacidades de un equipo para generar una ventaja clara a la hora de desarrollar un plan de mejora, generando barreras extras a superar que dificultan el desarrollo del plan tanto como generan rechazo a este. Este tipo de barreras a considerar están descritas en la Figura 3, que según un estudio realizado el año 2015 a varias instituciones multinacionales a nivel global, señaló que las principales barreras o dificultades que suelen enfrentar empresas, tanto del área industrial como de servicios, son aquellas que requieren involucrar e integrar a los miembros de los procesos clave de la mejora o el cambio dispuesto.

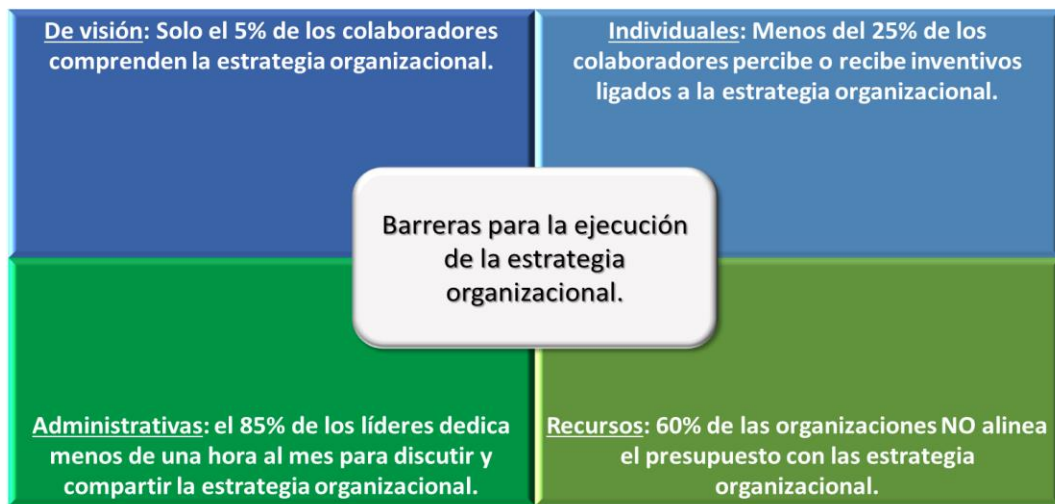


Figura 3: Barreras para la ejecución de estrategias y cambios organizacionales. **Fuente:** McClean, David R. (2015). Strategic Planning: As Simple as A, B, C. Lulu Publishing Services

Zimmermann, A (2000) menciona que, con tal de asegurar el éxito para la implantación de una estratégica o cambio estructural de una organización, se deben considerar los siguientes factores que confirman la importancia de gestionar el cambio desde un punto de vista no solo técnico-numérico:

- Establecer los pilares fundamentales, los cuales son las personas, los procesos y la tecnología, donde las personas son, sobre todo, elementos clave para el éxito.
- Considerando que las personas son uno de los pilares más importante, el modelo de liderazgo debe desarrollar la automotivación, porque la participación más productiva es la que se basa en el interés propio.

- Contar con el patrocinio de la alta dirección, dado que sin el apoyo de la más alta dirección, cualquier gestión carecerá de la cultura corporativa requerida.
- Integrar y centralizar la información, evitando las bases de datos individuales, centralizar y construir una plataforma de datos integrada y fácil de emplear. Toda organización debe evitar la tendencia a las “islas de información”.
- Integrar los proyectos de mantenimiento con todas las otras operaciones de la organización (en este caso, de la universidad).
- Por otro lado, también se pueden considerar los siguientes síntomas o consecuencias de prácticas erradas en toda organización:
- La carencia de cultura del cambio, en gran parte de las organizaciones o compañías, es porque existen divisiones estrictas entre la planificación y la ejecución, lo que genera conflictos en los objetivos.
- En general, no se considera el presupuesto para la “preparación operacional”, no existiendo disposición contractual, ni la recopilación o transferencia de la información desarrollado durante los procesos de ingeniería, construcción y comisionamiento de los equipos. Al no registrarse los aspectos críticos en los procesos iniciales de un activo, muy probablemente se pierdan para siempre.
- Un sistema, formato, codificación, o en general, una T.I. muy compleja dificultan el intercambio de información. Poseer documentos en diferentes formatos electrónicos y con diferente manejo, tanto interno para la organización, como externo, generan gran rechazo o resistencia a la participación colectiva.

Aunque estas barreras y condiciones se pueden dar en la mayoría, si no que en todas, de las organizaciones. Las herramientas o métodos que pueden ser empleados con tal de mitigar el impacto de estas barreras son tan variadas como los son las condiciones de cada organización, es por eso que inicialmente se dificulta planificar con exactitud que cuando hacer o aplicar tal o cual herramienta de la gestión emocional, debido a la variabilidad que representa cada individuo.

De hecho, Sagredo Pérez, A (2018) en su ensayo del clima organizacional para la gestión del cambio, indica que la mejor manera de implementar medidas que

mitiguen el rechazo a los cambios culturales y de procedimiento en las empresas, es emplear comunicación constante, que genere costumbre y con el tiempo, se normalicen o adopten los nuevos parámetros o estándares que se desean implementar. Este tipo de procesos requiere una gran disciplina y perseverancia en todos los interesados del cambio, sobre todo de un liderazgo constante, considerando acciones fundamentales como pilares que sostengan el proceso del cambio.

Por último, Sánchez, J. & Calderón V. (2012) proponen el siguiente procedimiento para considerar el desarrollo e implementación de estos pilares o para cualquier estrategia a nivel organizacional, la cual queda resumida en la Figura 4:

1. Generar un sentido de urgencia (Evangelizar): Convencer a la alta dirección de la urgencia de implantar el modelo, basándose en datos de la ineficiencia y fracasos en el desarrollo de sus procesos, contrastando con los beneficios y casos exitosos.
2. Conformar un área dedicada: Un grupo de profesionales dedicados a la misión de implantar el modelo. La implementación debe ser el objetivo central de este grupo y no ser selectiva su priorización. Idealmente deberá funcionar con cierta independencia de otras gerencias.
3. Determinar la situación actual: Realizar un diagnóstico de nuestra situación actual que determine el nivel de las interrelaciones y madurez respecto a la gestión de activos. Se debe determinar tanto lo que tenemos como organización (procesos y prácticas a consolidar o mejorar) y lo que necesitamos tener (procesos y prácticas que deben implantarse y desarrollarse).
4. Diseñar un margen de trabajo y un plan estratégico: Desarrollar el “framework” y determinar las áreas o actividades críticas que deben ser mejoradas o desarrolladas.
5. Desarrollar una ruta ordenada: Visualizar las acciones a realizar como un rompecabezas por armar, determinando las piezas necesarias y la secuencia más adecuada para el armado del rompecabezas.

6. Evaluar y mejorar lo realizado: Con tal de mantener la sostenibilidad y la mejora continua, vale la pena evaluar el desempeño de lo realizado, incluso siendo posible encontrar potenciales oportunidades de mejora.

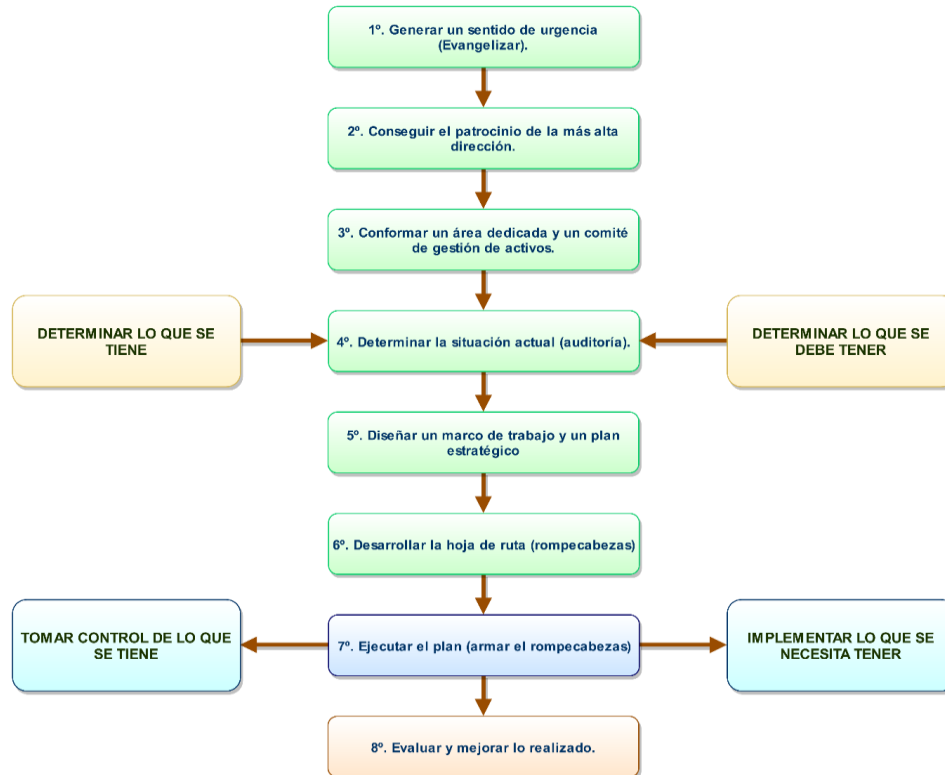


Figura 4: Implementación de la Gestión de Activos para niveles Industriales. **Fuente:** Sánchez, J. & Calderón V. (2012) “Diseño del proceso de evaluación del desempeño del personal y las principales tendencias que afectan su auditoría”, Chile.

1.5.1 Sostenibilidad de las Mejoras.

Es uno de los objetivos de la gestión del mantenimiento la búsqueda de una mejora en la eficacia y eficiencia del mantenimiento, esto implica principalmente:

- Cumplir con los objetivos planteados por el departamento, en tiempo y forma.
- Reducir los costos anuales de mantenimiento (guardando relación con el tamaño de infraestructura de equipos instalados).
- Mejorar el factor disponibilidad de los sistemas, equipos, y maquinaria de procesos instalados.

- Lograr el perfeccionamiento en la realización de actividades, por parte de un capital humano capacitado y debidamente entrenado en sus funciones.

El proceso de mejora implica establecer una planificación que determine metas a cumplir y estrategias para llegar a ellas; así como establecer escalas de monitoreo, que permitan determinar el grado de mejora.

Sin embargo, la planificación puede quedar solo en el papel si no se logra un deseo de mejora e involucramiento en el proceso, por tanto, la mejora continua abarca tanto a los líderes del departamento como a la parte operativa, incluyendo al personal ocasional que se pueda sumar a los trabajos (contratistas, proveedores, personal eventual); además requiere un cambio de actitud y un alto nivel de compromiso con la empresa, para poder hacer frente a los desafíos de ser mejor cada día.

Esto último representa un riesgo debido a que atentan a la sostenibilidad de los planes de mejora que son propuestos o llevados a cabo, lo que en caso de no ser mitigado o compensado, generará no solo un fracaso en la implementación correcta, sino que incluso suma una mentalidad de rechazo a los cambios estratégicos e intentos de mejora en los que se pueda incurrir a futuro.

Para evitar esto, se debe considerar la sostenibilidad de los sistemas de mejora, lo que implica mantener el nivel de mejora obtenido y ser capaz de aplicar sistemáticamente los métodos de mejora adecuados en su continua evolución. Idris & Zairi (2006) indican que: *“La sostenibilidad está orientada a mantener la efectividad interna y la competitividad externa conseguida a través de los procesos de mejora”*, y el mantenimiento de un nivel estratégico requiere no solo pensar cómo se llegará a esa posición, sino también a considerar y evaluar los medios y procedimientos que deben llevarse a cabo para no retroceder.

Una de las aristas más fundamentales de generar la sostenibilidad de los planes de mejora, involucra evaluar y analizar el desempeño de lo planificado y contrastarlo con lo esperado. Otro factor es considerar la consciencia de la organización en la cual todos sus miembros deben entender el impacto y alcance de sus acciones, con tal de que la toma de decisiones tenga un efecto positivo en la estrategia o plan seleccionado. *“Los sistemas de mejora se basan en la participación de personas de diferentes áreas de la organización, con el fin de realizar cambios relativamente pequeños, pero alineados de manera permanente hacia los resultados más grandes”* (Caffyn, 1999).

2 Antecedentes de la Unidad de Mantenimiento del C.S.S.J. de la UTFSM

En este capítulo, se indicarán la información recopilada del equipo de la U.M., información que durante este documento será evaluada con tal de diagnosticar el contexto real de nivel administrativo de la unidad, para posteriormente determinar las áreas de mejora más importantes que abordar, con tal de generar un plan matriz para la administración de las actividades de mantenimiento.

Este capítulo describe información de los miembros de la U.M. y sus funciones, sus políticas como organización, los procesos que son coordinados o efectuados por el equipo, el parque de activos mantenidos por la unidad y los procesos de mejora que ya han sido realizados por la jefatura de la unidad.

2.1 Descripción de la Unidad de Mantenimiento.

La U.M. es un equipo perteneciente a la Dirección de Infraestructura (D.I.) de la UTFSM, la cual asiste y apoya a la Universidad a recuperar, mantener, desarrollar y modernizar el espacio físico, para brindar un alto estándar en el apoyo de la gestión académica y la calidad de vida de la Comunidad Universitaria.

La misma D.I. es una de las unidades que la Vicerrectora de Asuntos Económicos y Administrativos (V.R.E.A.), siendo esta la autoridad superior que asiste al rector en el ámbito de su competencia y es la responsable de la marcha administrativas y económica de la Universidad (Vicerrectoría de Asunto Económicos y Administrativos de la UTFSM, 2020).

Del informe de auto evaluación institucional entregado en el proceso de acreditación a la C.N.A. del año 2016, se obtiene que a nivel funcional, la D.I. define los lineamientos operacionales que debe seguir la U.M., mientras que las dependencias administrativas son supervisadas por la V.R.E.A., la cual vela por que los procesos

realizados por la U.M. se hagan en base a las políticas internas establecidas, como por ejemplo, entregar tres cotizaciones distintas previo a la compra de un producto o al utilización de las órdenes de compra.

2.1.1 Miembros de la Unidad del Mantenimiento.

La U.M. del C.S.S.J. de la UTFSM está conformada por 8 funcionarios, de los cuales 6 son funcionarios para resolver directamente algunas de las tareas de mantenimiento de carácter rutinario. En la Figura 5, se puede observar el organigrama de la U.M. específica del Campus San Joaquín de la Universidad, en la cual la U.M. es supervisada directamente por la Subdirección de Administración y Finanzas, quien a su vez responde a la Dirección General del Campus.

El encargado de la Unidad actualmente cumple las funciones de administrar, gestionar y controlar las tareas, procedimientos y desempeño de los funcionarios de la unidad, además de solicitar y comunicar los requerimientos que deban ser externalizados por esta.

El Previsionista de Riesgos presta servicios de supervisión y elaboración de planes de trabajo, siguiendo los lineamientos y normas pertinentes de seguridad y bienestar, tanto de los funcionarios de la unidad, como de los funcionarios externos contratos para los servicios tercerizados. Adicionalmente, es quien presta apoyo directo al encargado de la Unidad para verificar el estado de los equipos, mobiliario e infraestructura del campus, evaluando la criticidad o urgencia de las intervenciones o reparaciones. Junto al encargo, realizan también las modificaciones de los planos de las instalaciones o estructurales, para avisar a la entidad superior y que esta realice su posterior normalización.

Por último los funcionarios de la U.M. desempeñan tareas de mantenimiento dentro del alcance de su formación, siendo éstas las tareas de carácter “interno” de la Unidad. Las labores y condiciones de estos funcionarios están detalladas en la Tabla 5 en el Anexo 5, en donde se encuentra el detalle de las funciones por contrato de cada funcionario de la U.M.

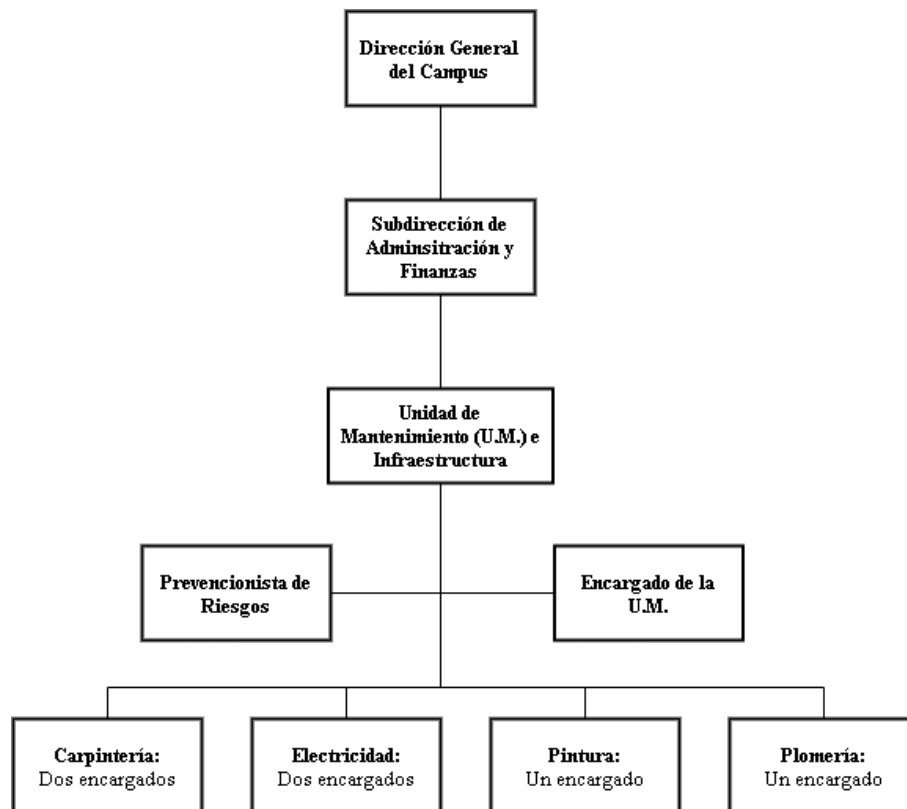


Figura 5: Organigrama de la Unidad de Mantenimiento e Infraestructura del Campus San Joaquín, de la UTFSM.
Fuente: Encargado de la U.M. (2019).

2.2 Políticas de la Unidad de Mantenimiento.

Las políticas vigentes por las que se rige la U.M., son lineamientos para la gestión de infraestructuras de la universidad, la que ha sido definida por la gestión institucional de la UTFSM.

Estos lineamientos institucionales están orientados a los siguientes puntos (Universidad Técnica Federico Santa María, 2019):

1. La institución proveerá de la infraestructura requerida para el desarrollo académico, docente y calidad de vida de su comunidad universitaria, de acuerdo con las prioridades y lineamientos institucionales.

2. La recuperación, mantención, optimización y modernización del espacio físico de la Universidad será un objetivo permanente que guiará las acciones del proceso de infraestructura de la Universidad.
3. La gestión de las inversiones destinadas a la infraestructura responderá a un patrón de eficacia, eficiencia, calidad y transparencia contenidos en los lineamientos de un plan maestro institucional.

Debido a los lineamientos institucionales presentados, es que la U.M. y sus encargados orientan una serie de políticas internas con tal de asegurar un nivel de servicio adecuado para dichos requerimientos. Es por ello la U.M. determina las siguientes políticas para satisfacer su propio marco estratégico:

- Mantener un control de los requerimientos que ingresan a la unidad, enfocado en la calidad de los procedimientos y satisfacción de los resultados.
- Mantener información actualizada sobre los insumos, repuestos y recursos existentes.
- Estandarización de los equipos y activos dentro del campus, como también de las actividades y procedimientos ejecutados por la U.M.
- Crear espacios e instancias adecuadas de comunicación dentro la U.M. con sus miembros, como también con los usuarios y miembros de la comunidad universitaria.
- Minimizar la generación de residuos al ejecutar los procesos de administración, mantención y ejecución del mantenimiento, como también reducir el impacto medio ambiental en dichos procesos.

2.2.1 Misión y Visión.

El encargado de la U.M. actual orienta la cultura organizacional del equipo con los siguientes lineamientos:

Visión.

“Ser un referente institucional a nivel del mantenimiento en la UTFSM”

Misión.

“Mantener los equipos del campus en un estado apropiado de funcionamiento, a fin de asegurar y promover un nivel de calidad alineados con los objetivos institucionales de la UTFSM”.

En adición, la organización actual de los miembros de la U.M. mantiene los siguientes valores como eje principal de su actuar en todo momento:

- Responsabilidad: Cumplir en tiempo y calidad con el servicio comprometido.
- Confianza: Actuar con seriedad, consistencia y profesionalismo.
- Autocritica: Saber escuchar, aceptar y promover las diferencias en opiniones sobre las actividades realizadas.
- Proactividad: Considerar cada oportunidad de mejora para la optimización continua de los procesos llevados a cabo.

2.2.2 Objetivos de la Unidad de Mantenimiento.

Con tal de poder cumplir con su propia Visión, el encargado de la U.M. se ha planteado los siguientes objetivos:

- Disminuir los costos asociados a las actividades de mantenimiento.
- Disminuir los tiempos de respuesta y reparación de los requerimientos atendidos.
- Generar bases de información que permitan o promuevan un mejor manejo y gestión de las actividades de mantenimiento.
- Fundar en la U.M. un ambiente enfocado en los valores definidos por la organización, alineados con la institución Universitaria.

2.3 Procesos administrados por la Unidad de Mantenimiento.

Actualmente el desarrollo de acciones sobre los requerimientos de la U.M. del campus San Joaquín responde a un plan generado en la Casa Central de la Universidad, pues la U.M. responde a la Dirección General del Campus, la cual está alineada a la estratégica de Casa Central, al igual que los otros campus.

Si bien es cierto que poder alinear diferentes unidades de una misma institución genera la ventaja de la estandarización y gestión de la calidad de los procesos, con respecto a la planificación del mantenimiento nos encontramos con que los requerimientos de los campus no son similares unos con otros, y estos responde a un criterio de priorización diferente.

La U.M. diferencia sus actividades de mantenimiento como procesos internos o externos, donde el primero representa a todas las actividades de mantenimiento que puede desarrollar directamente el equipo de esta unidad. El segundo caso, implica todas las tareas de mantenimiento que son tercerizadas o contratadas por entidades externas, asociadas directamente a la revisión, reparación o restauración de los equipos asociados.

El procedimiento que lleva a cabo la U.M. del C.S.S.J. es equivalente a la de los demás campus, que a su vez también están alineados respecto a los objetivos y estrategias planteadas por la D.I.

En la Figura 6 se puede observar el procedimiento de cómo es tratado un requerimiento que es recibido por la U.M., la cual puede ser detectada por el mismo equipo, o bien, informada por algún funcionario, docente o estudiante del campus. Posteriormente se evalúa la urgencia del requerimiento, y si este puede ser resuelto por el personal del equipo, bajo criterios de disponibilidad o de capacidad. En ambos casos, se avisa a la D.I. para informar el procedimiento y solicitar la aprobación del presupuesto requerido.

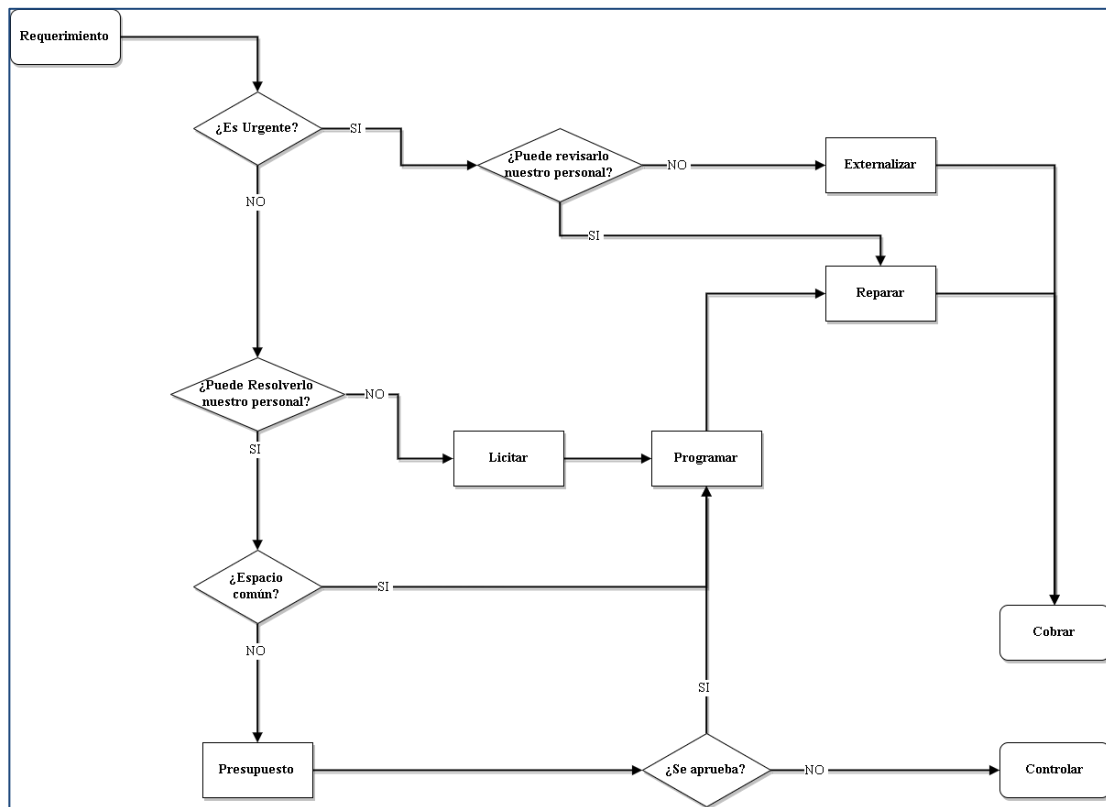


Figura 6: Diagrama de flujo de acción sobre los requerimientos ingresados a la U.M. **Fuente:** Elaboración propia, basada en la información otorgado por el encargado de la U.M.

El detalle de los procedimientos dependerá de a qué tipo de requerimiento se esté abordando. Aunque no existe un plan estándar de cómo proceder ante los eventos señalados más adelante, estos son un resumen descrito por los mismos funcionarios de la U.M., los que vienen a ser un plan piloto base de procedimientos:

Planes de acción ante la falla.

Al momento de existir una falla, se da aviso al encargado de la U.M., quien en ese momento, revisará la disponibilidad de personal para poder disponer de alguien que evalúe la situación de falla o avería y planteé una propuesta y presupuesto de reparación. En caso de que no haya disponibilidad de personal, o bien, si el equipo entra en la categoría de “mantenimiento tercerizado”, el encargado de la U.M. supervisará la condición de avería.

En caso de ser un proceso interno, el funcionario a cargo (según su especialidad) iniciará los procedimientos de mantención y reparación que sean pertinentes,

indicando el uso de repuestos y solicitando las herramientas necesarias para ejecutar. Por otro lado, si el servicio corresponde a una empresa externa, es el encargado de la U.M. quien se pondrá en contacto con la empresa que dará el servicio de reparación pertinente. En caso de que la falla sea catastrófica para la continuidad de servicios de la Universidad, se activará un sistema auxiliar que pueda suministrar los servicios requeridos.

Una vez finalizada la intervención, ya sea ejecuta por una empresa externa a la U.M. o por miembros de la unidad, se procede a supervisar la puesta en marcha, dar aviso y registro de que los procedimientos han finalizado y se procederá a disponer del presupuesto que cubra los gastos y recursos en los que se incurrió para las labores solicitadas.

Posteriormente, se avisa a la entidad que levantó la solicitud inicialmente. Hasta el momento, 9 de cada 10 procedimientos en los que debe intervenir la U.M. son por avisos de fallas inesperadas que los usuarios de la Universidad detectan y dan aviso.

Monitoreo de los procesos.

Para los procesos internos, en función de la disponibilidad del personal, será el encargado de la unidad quien supervise y de control al desarrollo y resultados de los procesos realizados.

Por otro lado, en el caso de los procesos contratados por la U.M. a empresas externas, el proceder consiste en participar en el inicio del proceso, cuando se hace el contacto y se indican los requerimientos y especificaciones. Luego se supervisa la puesta en marcha y la entrega del servicio, con tal de corroborar el resultado de los trabajos y si este resulta satisfactorio. Esto es realizado por un funcionario de la U.M., según su especialidad, pudiendo también participar el encargado de la unidad de ser necesario, según su criterio.

No hay un seguimiento formalizado de los procesos, tanto internos como externos, y tampoco existe una pauta para evaluar y monitorear los procesos realizados por empresas externas. El proceso de corroboración es netamente de una inspección, la

cual suele ser visual o con un ensayo si el equipo lo permite. Adicionalmente, es posible que, en función de la disponibilidad de personal, un especialista no pueda asistir a la verificación de los trabajos tercerizados y el proceso deba ser verificado por otro funcionario, priorizando la disponibilidad de personal por sobre la especialidad y pertinencias de funciones.

Finalmente, para los procesos internos de la U.M., la incapacidad de poder monitorear los procesos tiene como base la inexistencia de protocolos claros y formales de mantenimiento. Los procesos ejecutados por los funcionarios de la unidad quedan a estricto criterio propio de cada uno, pero siempre siendo prioridad la minimización de costos y poder generar la recuperación del equipo o activo mantenido lo antes posible (maximizar disponibilidad).

Documentación y seguimiento de los procesos.

Al recibir un requerimiento, ya sea que este pueda ser resuelto por los miembros de la U.M. o deba ser necesario un servicio externo, se registra la fecha de ingreso de dicho requerimiento. Luego se indica y registra el activo o equipo a tratar, la falla mencionada (la que será corregida o complementada con la evaluación e inspección realizada por miembros de la U.M.), y será el encargado de la unidad quien designará el o los responsables de realizar las labores necesarias para la reparación y mantención.

Posteriormente se registran los insumos y repuestos empleados en el proceso de reparación, la hora de finalización de las labores y la codificación pertinente. Adicionalmente se pueden agregar observaciones que el funcionario estime pertinentes.

Actualmente no hay un sistema de registro detallado para los procesos externos, pues las empresas que realizan estas funciones suelen entregar una ficha indicando los procesos realizados y un desglose de los equipos e insumos empleados. Esta información también puede incluir tiempos de procesos y consideraciones u observaciones, pero cada empresa tiene su propio criterio de cantidad y detalle de

información entregada. La U.M. almacena esta información (tanto si es física como digital) y registra el estado de las labores, los costos incurridos por la administración y los plazos de trabajos.

La información registrada para procesos internos y externos de la U.M. no es utilizada a fin de hacer monitoreo y medición del desempeño de los procesos ejecutados, pues aunque existe un registro de tiempos de inicio y finalizado de los trabajos, estos no arrojan datos de duración de procesos y mucho menos un detalle de los tiempos de trabajo, reparación, puesta en marcha, entre otros indicadores de interés.

Finalmente, no existe un registro o seguimiento una vez se da aviso al ente solicitante del requerimiento, de que dicho requerimiento está resuelto, por lo que tampoco existe un registro del nivel de satisfacción del solicitante.

Recursos y repuestos.

Aunque existe una costumbre de dar aviso de las herramientas y repuestos empleados por trabajo, estos son irregulares y no responden a un seguimiento o protocolo formal. Se ve una carencia de especificaciones técnicas respecto al detalle de los insumos empleados.

Tampoco existe un registro ordenado del estado de repuestos y del stock efectivo antes y después de los requerimientos. En algunos casos, al no ser necesario el uso de repuestos, estos pueden o no ser expuestos textualmente en la documentación actual, pero en general el nivel de detalle registrado queda a criterio de cada operario.

Para los procesos tercerizados, el registro se limita al costo total del servicio, pues es la empresa contratada la que lleva el detalle de sus propios insumos empleados.

En general, la U.M. solo registra los insumos consumidos y los costos totales empleados para resolver los requerimientos solicitados. No hay un detalle del origen de los costos asociados a todos los procesos que realizan los funcionarios, como tampoco existe un control y monitoreo de la bodega, por lo que la cantidad de

repuestos o stock de herramientas y equipo necesario para los funcionarios de la U.M. es revisado solo si es necesario su uso.

2.3.1 Procesos Internos de la Unidad de Mantenimiento.

Los procesos internos son aquellos requerimientos que pueden ser resueltos directamente por los miembros de la U.M.

Para el caso de los funcionarios técnicos de la U.M., los procesos internos engloban todas las labores descritas por las funciones de sus contratos, en la Tabla 5 en el Anexos 5. Los otros procesos como la supervisión y control de actividades tercerizadas, dar aviso de estado de requerimientos, generar los planes de trabajo y evaluar la criticidad o pertinencia de estos, son llevados a cabo tanto por el prevencionista de riesgos como por el encargo, siendo este último quien determina finalmente si dichas labores se realizan o si han concluido satisfactoriamente.

Estas actividades desarrolladas por el equipo de la U.M. se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Reparación de mobiliario, espacios comunes y activos no especializados.
- Coordinación de las injerencias a intervenciones de los equipos, infraestructura y montajes.
- Generación y actualización de los planos y líneas intervenidas.
- Chequeo de las obras tercerizadas y contratadas por la U.M.
- Evaluar y avisar los costos e insumos en los que se debe incurrir para desarrollar las actividades necesariamente con tal de resolver los requerimientos.

2.3.2 Procesos Externos de la Unidad de Mantenimiento.

Los procesos externos, son aquellos requerimientos que deben ser resueltos por entidades externas a la U.M., siendo esta última quien los contacta y contrata con tal de resolver las necesidad o requerimientos acusados.

Un requerimiento aplica para ser tercerizado si no hay personal cualificado para resolverlo, ya sea por su capacidad técnica, o bien si la unidad no cuenta con los recursos necesarios. Servicios especializados que no estén especificados en el contrato de los funcionarios de la U.M. serán de igual manera tercerizado.

Otro criterio para la tercerización es aquellos equipos o sistemas que, dentro de su adquisición, incluyen un servicio de mantenimiento e inspección que responder a un estándar legal a cumplirse (como en el caso de los ascensores).

La mayoría de los procesos que son subcontratados están planificados para su resolución en el periodo anual. Esto es posible debido a la coordinación con las empresas que prestan el servicio de mantención de ciertos equipos, los cuales son seleccionados y evaluados por el encargado de la U.M., con aprobación final del encargado de Finanzas del campus.

En términos generales, las actividades y procesos tercerizados por la U.M. son los siguientes:

- Intervenciones a líneas de suministros generales del campus.
- Actividades de mantenimiento asociadas a laboratorios, espacios académicos técnicos o equipo especializado.
- Revisiones rutinarias a equipos que requieren, según normas de seguridad estándar, procedimientos técnicos específicos.

2.4 Activos Mantenedos por la Unidad de Mantenimiento.

El parque de activos que deben ser mantenidos por la U.M. corresponden a toda la infraestructura, mobiliario y sistemas del campus, los cuales son clasificados ya sea según su ubicación en las dependencias de la Universidad (Edificios) o según el impacto que tenga la indisponibilidad de estos.

La clasificación de los activos por su ubicación está basada en los edificios o zonas del campus universitario, siendo la distribución la siguiente:

- Edificio A: Sector principalmente de oficinas de docentes, funcionarios y aulas.
- Edificio B: Sector con aulas, algunas oficinas y varios laboratorios de uso académico. Cuenta con una amplia sala de estudios y varias salas destinadas para laboratorios de computación. En este sector se encuentran también los laboratorios de los departamentos de Mecánica, Obras Civiles y Química
- Edificio C: Sector de laboratorios estudiantes, oficinas docentes y salas de estar para estudiantes.
- Edificio D: Oficinas administrativas, además de contar con el sector de Relaciones Estudiantiles (enfermería, consulta dental)
- Edificio E: Edificio de laboratorios y salas del departamento de Eléctrica.
- Edificio F: Edificio central del campus, en que se ubican algunas salas de clases, salas de estudio, biblioteca y oficinas administrativas. Es en este edificio que se ubica el Aula Magna del campus, además de ser el sector donde se ubican los ascensores del campus.
- Gimnasio: Al costado del edificio de F y conectado a este por medio del Casino. Cuenta con salas subterráneas de uso deportivo.
- Estacionamientos subterráneos: Ubicados en el subterráneo del edificio F
- Casino: Dos pisos son destinados como casino y comedor en el Edificio F, colindante al Gimnasio.
- Auditorio: Al costado del Edificio B, se ubica un auditorio con capacidad de ser dividido en hasta tres sectores.
- Estacionamientos: Al costado del Edificio A, C y D se ubican estacionamientos al aire libre.
- Zonas deportivas: Compuestas por dos canchas de baloncesto, una cancha con arena para el voleibol, un sector para gimnasia al aire libre y una cancha tamaño real de futbol con césped natural, está ubicada a un costado del Gimnasio y el Edificio D.

Todos los edificios mencionados, el gimnasio y casino cuentan con servicios higiénicos para cubrir la demanda, en función de la cantidad de funcionarios, docentes o estudiantes que puedan encontrarse en sus dependencias.

Cada edificio cuenta con sus propias subestaciones eléctricas y sistemas de climatización, con excepción del Aula Magna, el Casino y el Gimnasio, que pese a su cercanía al Edificio F, cuentan con un sistema independiente de suministros básicos de luz y agua.

Entre los edificios B y E se ubican las salas de bombas y pozos de agua, los cuales son empleados para cubrir el consumo de agua potable en caso de corte general del sector. Al costado del Edificio B se ubica el Grupo Electrógeno, empleado para generar hasta 8 horas de energía en caso de corte de luz en el sector. Dentro del edificio B, cerca de los laboratorios de computación, se ubican los equipos que conectan a los servidores de la universidad con todo el campus, y suministran del servicio de internet a todos los sectores.

Estos sistemas, entre otros, son considerados los más críticos en caso de fallar, pues imposibilitarían la continua de los servicios académicos de la universidad, incumpliendo en sus objetivos institucionales. Es por ello que la U.M. dispone un plan anual de revisión para ciertos activos, los cuales son realizados por empresas externas. Este listado de activos y su periodicidad de chequeos están detallados en la Figura 7, y el tipo de actividad que está planificada corresponde al de revisión o chequeos de rutina para evaluar el estado del equipo. En caso de ser necesario alguna intervención, tanto la empresa dedicada a la revisión con el encargado de la U.M. coordinan los trabajos.

El registro de los activos existentes se basa en el registro documentado de las actividades que se realizan, tanto internas como externas, por la U.M. Para el caso de los equipos que requieren mayor trabajo y capacitación técnica, al ser estos atendidos por empresas externas, la documentación técnica y el detalle de las intervenciones no es parte de los recursos de la U.M., por lo que dentro del parque de activos que son mantenidos, se cuenta con poca información técnica útil para el desarrollo de los

trabajos de mantenimiento, aplicando esta condición tanto para los trabajos desarrollados interna y externamente.

| Activos Mantenibles | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ascensores | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Térmos Eléctricos | | | | X | | | | X | | | | |
| Sistema de Alcantarillados | | X | | X | | X | | X | | X | | X |
| Subestación Eléctrica | | X | | | | | X | | | | | |
| Pozos de agua | | X | | | | X | | | | | | |
| Sala de Bombas | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Grupo Electrónico | X | | | | | | | | | | | X |
| Barreras de acceso | | | X | | | | | | | | X | |
| Sistema de Climatización | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Panales Acusticos | | X | | | | | | | | | | |
| Mobiliario de aulas | X | | | | | | X | | | | | X |
| Mobiliario de espacios comunes | X | | | | | | X | | | | | X |

Figura 7: Lista de activos mantenidos externamente con su respectiva periodicidad. **Fuente:** Informe de Gestión de Infraestructuras (UTFSM, 2018).

2.5 Historial de Mejoras Implementadas.

La U.M. ha incurrido en varias mejoras buscando cumplir sus propios objetivos y lineamientos, con tal de modernizarse y asegurar una mejor calidad y capacidad de sus servicios.

El encargado de la unidad menciona que desde el año 2017 han sentido la urgencia como grupo de poder optimizar sus procesos, tanto administrativos, tácticos y operacionales, con tal de eficientar el uso de sus recursos, asegurar un desarrollo confiable de sus operaciones e impactar de manera positiva la vida útil y disponibilidad de los activos mantenibles.

Una de las mejoras más recientes, la cual comenzó a ser aplicada a comienzos del año 2019, fue la de realizar un registro de los requerimientos que son resueltos a nivel interno por la U.M. En la Figura 8 y Figura 9, se observa un ejemplo del sistema de registro actual de las tareas desarrolladas por los funcionarios de la U.M., las que indican la ubicación del edificio, el detalle del requerimiento, el solicitante, la fecha de ingreso, el trabajo que se de realizar y su encargado. Adicionalmente se registran

los materiales empleados, fechas de términos, observaciones, insumos empleados y el estado del requerimiento o trabajo.

Otra información que ha permitido ordenar el uso del presupuesto anual de la U.M. es diferenciar los requerimientos que tienen cargos o cuentas presupuestarias. Esto responde a los requerimientos que deben ser cubiertos por los departamentos académicos, pero son coordinados por el encargado de la U.M., y siempre son solicitudes de servicios tercerizados.

También se han realizado procesos de mejora para implementar técnicas de mantenimiento preventivo a niveles administrativos, como lo son la gestión y planificación de la información y las tareas, y a niveles operativos, como en la incorporación de una documentación técnica del mantenimiento o de realizar chequeos de rutinas. Sin embargo, la incursión de estos procesos no ha generado la suficiente sostenibilidad, por lo que los elementos propuestos no son aplicados a la totalidad de los procesos llevados a cabo en la U.M.

De hecho, el mismo encargado de la U.M. ha reconocido que la dificultad de implementar mejoras no es por la falta de entendimiento técnico de los funcionarios, ni por lo inadecuado que han sido las propuestas o estrategias abordadas, sino que existe una resistencia al cambio, asociada a un rechazo a lo nuevo o diferente. Esto ha imposibilitado la adopción cultural y práctica de los intentos de mejora, además de sumar una sensación de frustración a los intentos de mejora que si ha podido avanzar, pero no de manera sólida y estable en el tiempo.

| edificio | requerimiento | departamento | solicitud | fecha | trabajador | encargado |
|----------|---|------------------|-----------------|------------|------------|-----------|
| A | luminaria en la oficina del Director (A115) | depto. Eléctrica | Nancy S. | 03/01/2019 | eléctrico | Walter G. |
| B | cambio de enchufe en pañol de química | depto. Química | Maria S. | 08/01/2019 | eléctrico | Julio P. |
| E | baños personal de seguridad | baños | Javier Vargas | 08/01/2019 | eléctrico | Julio P. |
| F | muralla escalera descascarada -1 | casino | Jacqueline T. | 09/01/2019 | carpintero | Sebastian |
| B | Cortar cañerías de gas, desagüe y agua y habilitar en campana | depto. Química | Fermin V. | 17/01/2019 | gasfitería | Oscar L. |
| - | Bebedero sector canchas | Defider | Jose Campusan o | 28/02/2019 | gasfitería | Oscar L. |
| A | Sala A003 1 silla mala + 1 mesa suelta | sala de clase | Rodrigo C. | 20/02/2019 | carpintero | Victor A. |
| B | reparar sillas de las salas de clase B003-B004-B006-B007 | sala de clase | Marcia q. | 03/04/2019 | carpintero | Sebastian |

Figura 8: Ejemplo de documentación y registro de procesos internos de la U.M. (Parte 1). **Fuente:** Encargado de la U.M.

| encargado | materiales usados | observaciones | fecha termino | precio | estado | cuenta presupuestaria | código/ítem |
|-----------|--|---------------------------|---------------|---------|-----------|-----------------------|-------------|
| Walter G. | 2 tubos fluorescentes 1x18 watt - 2 partidores | - | 03/01/2018 | \$4.887 | resuelto | | |
| Julio P. | indicar materiales utilizados | informado mediante correo | 08/01/2019 | | resuelto | Q12212 | 6AB001 |
| Julio P. | sin materiales | informado mediante correo | | \$0 | resuelto | - | - |
| Sebastian | | informado mediante correo | | \$0 | pendiente | | |
| Oscar L. | sin materiales | informe por correo | | \$0 | resuelto | Q12212 | 6AB001 |
| Oscar L. | | informe por correo | | \$0 | proceso | | |
| Victor A. | 6 tornillos | informe por correo | 23/02/2019 | \$60 | resuelto | | |
| Sebastian | solo tornillos | | 04/04/2019 | \$0 | resuelto | | |

Figura 9: Ejemplo de documentación y registro de procesos internos de la U.M. (Parte 2). **Fuente:** Encargado de la U.M.

3 Diagnóstico de la Unidad de Mantenimiento.

Con la información que se tiene de la U.M. y sumado a las bases teóricas presentadas, en este capítulo se explicarán los resultados iniciales de la evaluación de diagnóstico realizado a los funcionarios de la unidad, con el objetivo de obtener un diagnóstico del contexto real de ella, su capacidad real y la descripción de las inquietudes de sus funcionarios.

A partir de esta información, se obtendrá un diagnóstico que orientará las mejoras que posteriormente serán propuestas.

En este capítulo, se abordarán punto por punto los siete elementos medidos propuestos en la Tabla 6 en el Anexo 6, que son un acercamiento a los primeros pasos de evaluar el desempeño estratégico del equipo de la U.M.

3.1 Contexto General de la Organización.

La encuesta realizada a los miembros de la organización arroja resultados que indican una ausencia del entendimiento del entorno de la U.M., pues si bien el encargado de la unidad comprende como interactúa la organización entre sí y como se desenvuelve con otros departamentos o direcciones de la universidad, sus funcionarios no manejan el nivel de impacto que pueden tener sus acciones y como estas afectan al resto del entorno externo a la U.M.

Actualmente la U.M. está bajo la supervisión directa del D.I. y orientado por los lineamientos estratégicos de la V.R.E.A. de la universidad. Se observa que la U.M. adopta las mismas estrategias para la administración y gestión de sus procesos y recursos que de los otros campus de la universidad, sin embargo no ha realizado una adaptación formal y continua de dichos modelos a los requerimientos reales del campus en el que está ubicado.

Por último, la ausencia de políticas específicas y claras para cada grupo de activos, o para cada tipo de responsabilidad y objetivos propios, ha generado un estancamiento en la evolución estratégica de la unidad.

3.2 Liderazgo.

De la encuesta realizada, la jefatura presenta una filosofía e interés en definir objetivos y los medios necesarios para producir una mejora concreta. A pesar de ello, la comunicación de estas intenciones y de objetivos previamente evaluados fue deficiente, por lo que la organización junto a sus miembros no sostuvo un trabajo adecuado en el desarrollo de estas medidas. Esto genera que no exista un apoyo por parte de los miembros de la unidad en las decisiones tomadas por la dirección, provocando que, dentro del alcance de las actividades y deberes de cada miembro, no haya coherencia o alineamiento hacia la estrategia.

En adición, la inexistencia de políticas de mantenimiento no permite reflejar el compromiso o responsabilidad de los mantenedores hacia algún conjunto de activos o procesos en particular, por lo que ha sido complicado integrar acciones de mitigación a la falla de los activos.

3.3 Planificación.

Al revisar los planes de trabajo de la U.M. se obtiene que las actividades planificadas corresponden a aquellas tareas que en su mayoría son tercerizadas y surgen de un plan de revisión y chequeo periódico contratado u otorgado por las empresas que realizan el montaje e instalación de ciertos equipos, o bien, el chequeo responde directamente a un requerimiento legal o normativa para asegurar la continuidad del activo.

La U.M. no cuenta con un plan formal de mantenimiento preventivo o correctivo como tal, pues no se ha formalizado como tal una serie de acciones o medidas para

responder a los requerimientos. Si bien ha habido intentos, estos han resultado infructíferos e insostenibles en el tiempo, resultando en que cada intervención y trabajo es ejecutado según el criterio de cada funcionario.

La planificación del presupuesto no cuenta con procesos de revisión periódicas, siendo la única instancia de inspección la evaluación anual de la contraloría interna de la universidad, cuando la Dirección de Finanzas del Campus solicita un informe de la utilización de los fondos y recursos, con el objetivo de supervisar el cumplimiento de los planes propuestos por la D.I., y en caso de ser necesarios, destinar recursos al próximo periodo acorde a los requerimientos que la misma U.M. pueda prever.

3.4 Apoyo.

El personal, aunque cuenta con un listado de funciones y requerimiento claros, no se tiene certeza con respecto a la capacidad técnica o conocimiento formales de sus áreas, siendo estos trabajadores de oficio más que de profesión. Con respecto los recursos de la unidad, la organización debe hacer un presupuesto anual, el cual es presentado al Departamento de Finanzas de la Universidad, pero se detectó que este presupuesto es generado en base a los resultados finales de cada periodo, y no por una planificación preparada o anticipada, incurriendo en potenciales deficiencias presupuestarias y careciendo de sustento argumentativo para justificar requerimientos económicos adecuados.

Todo el sistema de requerimientos es levantado y comunicado por cada área o unidad solicitante vía correo electrónico, salvo en los espacios comunes, las cuales son realizadas principalmente por la U.M. Actualmente no existe un sistema informático central para la comunicación entre los interesados y la U.M., tampoco para el almacenamiento, revisión y procesamiento de la información respecto a los requerimientos y procesos realizados por la U.M.

3.5 Operaciones.

El administrador de la U.M. es el responsable de asignar cada labor diaria a desempeñar de los mantenedores. Existe un registro de las tareas realizadas (finiquitadas o no), pero no un detalle de los procedimientos en la U.M. o de los efectos positivos y/o negativos de las intervenciones realizadas.

Los activos mantenidos externamente son aquellos mencionados en la, cuyos trabajos son controlados de forma presencial por el personal de la U.M., sin embargo sin utilizar elementos de verificación o control para las intervenciones realizadas de manera externa. Si un servicio externo es solicitado por otra unidad o departamento de la universidad, la U.M. no posee la orgánica para fiscalizarlos.

3.6 Evaluación del Desempeño.

Aunque existen intentos de monitoreo, medición, análisis y evaluación de los procedimientos, estos han sido infructuosos pues la obtención y retención de data de los trabajos fuese nula. Los pocos datos que maneja la U.M. no son utilizados para crear nuevas estrategias o revisar las ya existentes.

La Universidad realiza auditorias de carácter anual hacia sus departamentos y unidades, entre esas la U.M., llevadas a cabo por la contraloría de la UTFSM, la cual solo aborda aspectos financieros. Al no existir otro tipo de auditoría interna, no se han detectado a nivel institucional aspectos de mejora.

3.7 Mejoras e Implementación.

Se advierte diariamente inconformidades en el funcionamiento de la Universidad, las cuales suelen ser identificadas de manera directa por los usuarios del campus (docentes, funcionarios y/o estudiantes). Dichas inconformidades son tratadas como requerimientos, mas no son registradas como elementos de evaluación del desempeño.

Conceptualmente la mejora continua está presente en la conciencia organizacional, sin embargo cualquier cambio se ve contradicho con el estímulo y planeación de las actividades de la unidad.

3.8 Diagnóstico y Conclusiones del Capítulo.

Con la información obtenida de la encuesta se detectó que la U.M. posee un sistema reactivo, tanto la forma de actuar ante un requerimiento imprevisto, como también a la hora de manejar sus propios recursos, sobre todo el de disponibilidad y capital humana e intelectual.

Aunque los siete tópicos estratégicos planteados en el capítulo son muy claros, también es posible rescatar información de los resultados de la encuesta, desglosando los tópicos en como la U.M. maneja y desarrolla sus actividades, recursos. En la Tabla 1 se observan los tópicos de interés a nivel administrativo, los cuales apuntan a las debilidades detectadas de la unidad y explicadas a continuación:

- Planificación de las tareas de mantenimiento: La U.M. carece de un plan que responda a su política o estrategia, por lo que se detecta un incumplimiento de sus propias metas. Adicionalmente, la falta de una planificación ha generado una ausencia de historial de actividades, resultados y recursos empleados, pues la documentación y registro de dichas acciones no está sujeta a una pauta o política. Esto se observa sobre todo en las actividades desarrolladas por los funcionarios de la U.M. (procesos internos).
- Gestión e Ingeniería del mantenimiento: La carencia de pautas técnicas concretas para proceder en las tareas operativas del mantenimiento, ha generado un déficit en la información precisa, imposibilitando evaluar preventiva o predictivamente el desempeño de las actividades realizadas. A nivel administrativo, se detectan dificultades en implementar las estrategias específicas tanto a nivel operativos como a niveles tácticos de la U.M.

- Procesos de Mejora: La ausencia de información técnica o de registros históricos, impide poder evaluar de manera clara y sólida los procesos de mejoras realizados. De igual manera, la falta de información clara, tanto de los procedimientos como de sus resultados, dificulta la propuesta de mejoras adecuadas para generar un plan de acción sostenible en el tiempo por la U.M.
- Repuestos y Materiales: Aunque existe un registro o catastro de recursos e insumos empleados, la documentación de esta es engorrosa y no está pauteada u ordenada, por lo cual se genera una brecha entre el registro de insumos y la realidad en el stock de los almacenes. Adicionalmente el control de estos es esporádico y no está planificado, por lo que la actualización y corrección de la información es muy tardía y no da abasto para la rapidez de uso y consumo de los recursos de la U.M.
- Estructura de la U.M.: Aunque las funciones de cada miembro de la U.M. está especificada, no es dispuesta en su totalidad, desaprovechando el capital humano del equipo. Existe una ausente cultura organizacional, lo que genera dificultad a la hora de comunicar propuestas, por lo que el rechazo o la resistencia a los cambios es evidente. Se reconoce que las capacidades técnicas de los funcionarios son informales, y tampoco se proyecta un proceso de perfeccionamiento individual de cada miembro, o colectivo de toda la U.M.
- Medición y Control del mantenimiento: Existe un control basado en la aprobación o aceptación de los trabajos realizados. Sin embargo, no hay material suficiente para hacer evaluaciones técnicas o cuantitativas de las tareas del mantenimiento realizadas o su desempeño, por lo que tampoco ha sido posible ejecutar acciones de corrección y mejora de las tareas del mantenimiento en la Unidad.

Tabla 1: Resultados de la evaluación estratégica de la U.M. **Fuente:** Elaboración propia.

| Tópico. | Resultado. | Notas. |
|---|---|--|
| Planificación del Mantenimiento | Planificación en función de los requerimientos inmediatos. | Poca documentación de equipos, procesos resultados |
| Gestión e Ingeniería del mantenimiento | No existen datos para obtener métricas e indicadores de control. | No se utiliza algún sistema informático de documentación. |
| Procesos de Mejora | No existe un análisis de mejora en los procesos y planes. | Fallos en general corresponden a carácter repetitivo. |
| Repuestos y Materiales | No hay un registro o control de almacén de repuestos o equipos | No se han definido indicadores e impacto del stock en almacén y utilización de este. |
| Estructura de la Unidad de Mantenimiento | No hay una estructura de capacidades y funciones de los miembros de la U.M. | No hay una planificación de perfeccionamiento o capacitación de los miembros. |
| Medición y Control del mantenimiento | Indicadores de gasto vs presupuesto y cantidad de tareas desempeñadas. | No hay más información y detalle de los gastos y procedimientos. |

Adicionalmente, de las funciones de los miembros de la U.M. en la Tabla 5 en el Anexo 5, los mantenedores que realizan las acciones de mantención internas de la U.M. carecen de experiencia formal en el mantenimiento preventivo y planificado, siendo sus experiencias (en términos prácticos) de oficio, es decir, que el desarrollo de las actividades y la comprensión de estas están basadas en las actividades que desarrollan y no en una base teórica.

Con respecto a la capacidad financiera de la U.M., aunque esta cuenta con un presupuesto anual otorgado por el Departamento de Finanzas de la Universidad, la solicitud de este presupuesto está sujeta a la proyección basada en los resultados de balance económico del periodo previo y nada más. El problema presente en esta situación es que la ausencia de una planificación y proyección estratégica de recursos limita la capacidad de respuesta a los requerimientos que son resueltos por la unidad. Del mismo modo, cualquier intento de implementar algún cambio a nivel estratégico, táctico u operativo con tal de generar acciones de mejora se ve sumamente limitado a la incertidumbre de las actividades y solicitudes que deba atender la unidad en general, pues al no haber un conocimiento real de los requerimientos, sus causas, motivos de inconformidades y de los procedimientos realizados, no se puede anticipar o prevenir los riesgos en torno al manejo de recursos.

Al estudiar la condición del recurso material, es decir, de herramientas y repuestos, la U.M. si cuenta con una bodega de repuestos y cada mantenedor posee bajo su cuidado y discreción herramientas que permitan realizar de manera segura y efectiva sus labores. Sin embargo, pese a la existencia de estos recursos, no existe un control de inventario de repuestos, tampoco se realiza un registro formal del uso o reposición de estos materiales, siendo muy frecuente la necesidad de comprar o adquirir repuestos en ocasiones en las cuales si había existencia de estos en el almacén. Adicionalmente, al no existir un registro y control establecido de los procedimientos realizados por los mantenedores, la unidad como tal no tiene conocimiento o manejo del estado de sus propias herramientas, lo cual puede incurrir en riesgos por falla de materiales en las herramientas, lo que conlleva potenciales inconformidades en los trabajos realizados, los plazos de estos, o incluso en accidentes para los mantenedores o para terceros.

Adicionalmente, la capacidad de respuesta y disponibilidad de los miembros de la U.M. está sujeta tanto al canal de comunicación actual, que en el caso de los requerimientos de espacios comunes e internos de la unidad, son detectados por los mismos miembros o por los usuarios de la Universidad, los cuales dan aviso a la

unidad, siendo el administrador de esta quien acoge los requerimientos y, según criterio e impacto del requerimiento, este prioriza o jerarquiza las actividades a realizar y la urgencia de estos, para luego darlos a conocer al funcionario que deberá desempeñar los trabajos e intervenciones necesarios.

Para los requerimientos que se resuelven de manera externa, estos son solicitados, agendados y coordinados por medio de correos electrónicos y vía telefónica. La intervención de los miembros de la unidad se centra en la supervisión de la puesta en marcha de los trabajos y la entrega final, pudiendo ser supervisada tanto por los mantenedores como por la administración de la U.M. Para la supervisión de trabajos externalizados, actualmente no existe un criterio específico de quien debe realizar la supervisión y que se debe hacer en ella, estando únicamente sujeta a la disponibilidad del personal.

Claramente la U.M. tiene una capacidad reactiva muy sujeta a la disponibilidad del personal y a un presupuesto ajustado basado en una planificación escasa. Esto genera no solo grandes problemas en el manejo y disposición financiera y de otros recursos valiosos como el tiempo, sino que también incurre en generar procesos poco efectivos a la hora de realizar intervenciones y revisiones, pues al monitorear y estandarizar la gestión de sus operaciones, se da espacio a una gran incertidumbre en el resultado y desarrollo de estos. Adicionalmente, la carencia de información y procedimiento estratégico (dada la apremiante necesidad de responder a requerimientos de emergencia) ha impedido generar los recursos y disposiciones necesarios para formalizar los procesos de mejora inmediatos que se puedan ejecutar.

Con todo esto, se concluye que la organización se encuentra en un nivel inicial de madurez respecto al mantenimiento, lo que implica que el modelo de mantenimiento presente en la U.M. es puramente reactivo, pues atienden requerimientos a la falla según éstas ocurran.

Aunque existe el ejercicio de la planificación de la mantención de algunos activos claves, como se ve en la Figura 7, estos al ser tercerizados y sin un control adecuado del desempeño, no permiten considerar que estos cuenten como un Mantenimiento

Preventivo, pues no hay un análisis de sus procesos o de las causas de las fallas en estos equipos.

Si bien es cierto que esta categorización es determinante, se debe analizar más en profundidad como se ejecuta el modelo y la gestión de sus procesos, pues si bien es cierto existe un enorme potencial de mejora en todo nivel de la U.M., el objetivo de plantear un plan de mejora en la administración y gestión de sus procesos es que este sea el primer paso, realista y realizable, para la mejora continua. A partir de aquí, es necesario identificar causas, problemas, causas clave y priorizar según criterios de criticidad e impacto estratégicos las tácticas y medidas que se deban tomar.

Del mismo modo, se deberá plantear una serie de metas claras para poder medir el avance y ejecución al detalle de las actividades de la U.M., por medio de métricas e indicadores claves. Todo esto requerirá de un cambio de filosofía sustancial en todo nivel de la organización, pues la obtención de la información necesaria para el control de la planificación requerirá un compromiso y responsabilidad a la hora de registrar y monitorear los procesos realizados, centrados especialmente en aquellos que son críticos para los objetivos de la U.M. en el cumplimiento de sus metas y estándares como organización.

Para finalizar, la cantidad de información básica a nivel técnico, sumado al nivel de madurez estratégico de la U.M., plantean la necesidad de que, los planes de mejora propuestos cimenten los primeros pasos para un proceso de mejora continua y sostenible para toda la unidad.

4 Análisis de Criticidad de los Procesos Administrativos de la U.M.

En este capítulo se describirán los métodos empleados para analizar y posteriormente discriminar cuales procesos y activos son los más críticos a nivel administrativo de la U.M. De este modo, se puede enfocar de manera más eficiente los esfuerzos y propuestas a las mejoras que generarán el plan matriz de mantenimiento.

Si bien es cierto, el diagnóstico obtenido en el Capítulo 3 otorga suficiente material e información para poder orientar un buen plan de mejora y sus respectivas acciones, es debido a la falta de información y documentación de las actividades y resultados de la U.M. que se considera centrar, por medio de la evaluación de riesgo y criticidad, las áreas de mejora más críticas, tanto por su importancia como por su impacto en las mejoras esperadas.

Es por ello, que se evaluará la magnitud de riesgo de los activos mantenidos por la U.M., además de su impacto en el cumplimiento estratégico de la U.M. Ambos métodos serán descritos y analizados a continuación.

4.1 Riesgo y Seguridad.

Una de las preocupaciones más importantes de la Dirección General de la UTFSM es el bienestar y seguridad de sus funcionarios y estudiantes, por lo que el D.I. posee como objetivo base que todo el mobiliario, entorno y el parque de activos bajo su cargo, que estos estén disponibles y sean confiables en su uso, minimizando al máximo el riesgo de avería que pueda impactar directamente en la continuidad de los servicios al mismo tiempo que estos no representen un potencial elemento de riesgo, inseguridad o que genere daños a los usuarios del entorno universitario y a otros activos.

Actualmente la U.M. cuenta con una evaluación del riesgo de sus activos, los cuales evalúan la probabilidad de ocurrencia de la falla (P), la exposición de las fallas (E), y

la consecuencia de las fallas (C), cuyas indicaciones y criterios de valorización están en las Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10 respectivamente en el Anexo 8. Por medio de la evaluación de dichos niveles, se calcula la condición y clasificación de la Magnitud de Riesgo (MR) del parque de activos a cargo de la U.M. El valor de la Magnitud de Riesgo se calcula multiplicando los valores de la probabilidad, exposición y consecuencia de las fallas de los activos, y en función del valor obtenido, es que el riesgo puede ser catalogado como aceptable, moderado o de muy alto riesgo.

La información de como calcular la Magnitud de Riesgo, su clasificación del nivel de riesgo y las acciones o medidas para enfrentar el riesgo, se encuentra en la Tabla 11 del Anexo 8, y al igual que las indicaciones para evaluar la probabilidad, exposición y consecuencia de una falla, la Magnitud de Riesgo están basada en las indicaciones sugeridas por la norma OHSAS 18001:2016, la cual da indicaciones para la gestión de la prevención de riesgos y perdidas asociadas a la administración de la salud y seguridad en los trabajos, tanto para quienes ejecutan las labores evaluados (funcionarios y mantenedores de la U.M.) como de los usuarios de dichos equipos (cuerpo docente, funcionarios y estudiantes de la universidad).

La realización de este análisis y evaluación de riesgo complementará y actualizará una realizada previamente en la U.M., la cual tuvo como objetivo un primer levantamiento de las funciones y trabajos realizados por la unidad. En ese trabajo, realizado por Flores, C (2018), se realizó una primera evaluación del riesgo, su impacto, tolerancia y procedimiento. En esta ocasión, se realiza un estudio más riguroso, teniendo como orientador de la evaluación el cumplimiento de los objetivos estratégicos planteados tanto por la U.M. como por el D.I.

Aunque los criterios de evaluación del riesgo presentan cambios, los niveles y medidas asociadas a los riesgos calculados serán los mismos presentados por Flores, C (2018), y tal como se puede observar en la Figura 10, el producto entre los rangos de la probabilidad de ocurrencia y la consecuencia de la falla ya indican el nivel de tolerancia o riesgo que presenta una falla para la Universidad. Posteriormente, en la Figura 11 se obtienen los resultados de la Magnitud de Riesgo y su nivel.

| | | | | | | | | |
|--------------|--|-------------|---|--|---|---|---|--|
| Probabilidad | Ocurrirá de manera casi inevitable dentro de una semana | Casi Seguro | 5 | IMPORTANTE- 8 | ALTO- 14 | INACEPTABLE- 20 | INACEPTABLE- 22 | INACEPTABLE- 25 |
| | Probablemente ocurrirá dentro del mes. | Probable | 4 | IMPORTANTE- 7 | IMPORTANTE- 10 | ALTO- 15 | INACEPTABLE- 21 | INACEPTABLE- 24 |
| | Podría ocurrir dentro de 6 meses | Posible | 3 | BAJO- 3 | IMPORTANTE- 9 | IMPORTANTE- 12 | ALTO- 17 | INACEPTABLE- 23 |
| | Posible, pero no se espera que ocurra al menos en 12 meses | Importante | 2 | BAJO- 2 | BAJO- 5 | IMPORTANTE- 11 | ALTO- 16 | ALTO- 19 |
| | Ocurrirá bajo condiciones excepcionales en los próximos 12 meses | Raro | 1 | BAJO- 1 | BAJO- 4 | BAJO- 6 | IMPORTANTE- 13 | ALTO- 18 |
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | Insignificante | Menor | Moderado | Severo | Critico |
| | | | | No causa problemas y/o molestia a una unidad, departamento, clase, laboratorio o servicio general. | Interrupción y/o molestia en algún servicio general que brinde la Universidad | Interrupción y/o molestia de algún Departamento y/o Unidad. | Interrupción y/o molestia en la realización de una clase o laboratorio. | Suspensión de las actividades académicas debido a una falla operacional. |
| | | | | Consecuencia | | | | |

Figura 10: Matriz de riesgo operacional. **Fuente:** Flores, C “Creación de un proyecto de mejora en la gestión del mantenimiento para la U.M. de la UTFSM Campus San Joaquín” (2018).

| | | PROBABILIDAD ESPERADA (PxE) | | | | |
|--------------|---|-----------------------------|------------------|-------------|------------------|--------------|
| | | 1-2 | 3-6 | | 8-9 | 12 |
| CONSECUENCIA | 1 | Aceptable 1 - 2 | Aceptable 3 - 6 | | Aceptable 8 - 9 | Aceptable 12 |
| | 2 | Aceptable 2 - 4 | Aceptable 6 - 12 | | Moderado 16 - 18 | Moderado 24 |
| | 3 | Aceptable 3 - 6 | Aceptable 9 | Moderado 18 | Moderado 24 - 27 | Muy Alto 36 |
| | 4 | Aceptable 4 - 8 | Aceptable 12 | Moderado 24 | Muy Alto 32 - 36 | Muy Alto 48 |

Figura 11: Matriz de riesgo de seguridad de la UTFSM CSSJ. **Fuente:** Flores, C “Creación de un proyecto de mejora en la gestión del mantenimiento para la U.M. de la UTFSM Campus San Joaquín” (2018).

4.2 Criticidad Estratégica del Mantenimiento.

Para realizar un análisis de criticidad, se plantea el siguiente modelo de Análisis de Criticidad en los procesos, en base a un diagrama de decisiones, pues representa una alternativa dinámica para establecer la criticidad de los procesos o equipos en grandes plantas industriales, metodología que también puede ser empleada de manera efectiva en la industria de servicios, donde los requerimientos de disponibilidad y seguridad priman. Este modelo tiene como objetivo evitar un análisis exhaustivo a los equipos y los procesos, con tal de obtener de manera sencilla y rápida una evaluación fácil de aplicar e interpretar.

Los criterios de Criticidad a evaluar son basados en la visión que posee la U.M. tanto como la institución universitaria a la que se le presta servicio, los cuales responden a las bases de excelencia y mejora sustentable de los procesos de la U.M. En la Tabla 2 se detalla los criterios cruzados con los niveles de evaluación, mientras que en la Figura 21, en el Anexo 3, se presenta el diagrama de flujo de decisiones que se empleará para esta evaluación.

Tabla 2: Criterios y Niveles del Modelo de Análisis de Criticidad Estratégicas. **Fuente:** Adaptado del modelo de análisis de criticidad para requerimientos operativos de la ENAP (Fuentes, P 2014).

| | | Niveles de Criticidad | | |
|-------------------------|----------------------------|--|--|--|
| | | Nivel A Muy grave | Nivel B Importante | Nivel C Leve |
| Criterios de Criticidad | Seguridad y Medio Ambiente | La falla produce fatalidad o discapacidad irreversible. Daño ambiental mayor o irreversible localizado. | Discapacidad y/o invalidez objetiva pero reversible y/o lesiones con tratamiento médico que implique tiempo perdido. Daño ambiental limitado localizado y reversible. | Lesiones leves, sin efectos físicos medibles y sin tiempo perdido. Daño ambiental leve. |
| | | | | |

| | | | | |
|--|-----------------------------|---|--|--|
| | Calidad del Activo | La falla produce defectos en la calidad del activo, inutilizándolo. | La falla produce variaciones en la calidad del producto, pero puede seguir siendo utilizado. | La falla no produce defectos en la calidad y funcionalidad del activo. |
| | Disponibilidad | La falla indisponibiliza el activo permanentemente. | La falla indisponibiliza al activo solo durante el proceso de reparación o intervención. | La falla merma la disponibilidad de manera parcial en el activo. |
| | Costo de Oportunidad | La falla requerirá reemplazo del activo y/o rediseño. | La falla requerirá repuestos específicos y reparaciones. | La falla solo requerirá algunas intervenciones. |
| | Frecuencia de Falla | Mayor a 4 veces dentro de un año | Entre 1 y 4 veces dentro de un año | Menor a 1 vez por año |
| | Costos de Reparación | Costos mayores a 50 U.F. | Costos entre 50 y 10 U.F. | Costos menores a 10 U.F. |

Los criterios de la Tabla 2 están basados en el D.S. N°76, los que representan el cumplimiento de las exigencias y sugerencias de la confiabilidad de plantas industriales. Estos criterios son ajustados para el caso del mantenimiento del campus universitario, el cual cuenta como empresa de servicios, y tienen las siguientes interpretaciones:

- Seguridad y Medio ambiente: implica el impacto que puede ocasionar la falla del equipo en la seguridad operacional y el medio ambiente.
- Calidad del Activo: Implica el impacto que puede ocasionar la falla a la integridad del activo, pudiendo generar imposibilidad de ser usado e indisponibilidad.

- Disponibilidad: Implica el impacto que puede ocasionar la falla del activo en la disponibilidad y uso de dicho activo, de acuerdo con el tiempo de indisponibilidad que esté presente.
- Costo de Oportunidad: Implica en el uso de recursos en el que deberá incurrir la U.M. en el proceso de mantenimiento y/o reparación del activo.
- Frecuencia de Falla: Implica la cantidad de fallas del equipo dentro de un periodo (variable) de 12 meses.
- Costos de Reparación: Implica los costos monetarios incurridos en llevar a cabo las operaciones de mantención. Involucrará costos de mano de obra interna y externa, equipos, herramientas, repuestos y materiales generales.

Por otro lado, los rangos de evaluación representan los niveles de criticidad, donde A corresponde a rangos de evaluación muy graves, el nivel B corresponde a rangos de evaluación medianamente graves y el nivel C Corresponde a rangos de evaluación leve.

Una vez evaluado cada uno de los activos, estos son registrados junto a los resultados obtenidos de estudiar la magnitud del riesgo de cada uno. De este modo, se obtiene una orientación para determinar cuáles serán los activos en los que, practicar y enfocar las acciones de mejora.

4.3 Análisis de Resultados.

La categorización de los activos, tanto por su nivel de criticidad como por el impacto de su riesgo, están detallados en la Tabla 7 del Anexo 7, la cual representa el listado de activos mantenidos y registrados por la U.M., indicando tanto su ubicación, como al sistema al que pertenece, su nivel de criticidad, magnitud de riesgo y el puntaje operacional obtenido a partir de la evaluación de la magnitud de riesgos.

De todo el listado de activos evaluados, los que poseen una categoría mayor al ser evaluados por su impacto a nivel estratégico, y que a su vez poseen una categoría operacional de mayor riesgo, están listados en la Tabla 3. Los activos listados son los

que calzan en la categoría de muy graves o importantes para la estrategia y planificación de las tareas de mantenimiento, y muchos de estos activos pueden estar ubicados en diferentes sectores del campus universitario.

Tabla 3: Listado de activos mantenidos por la U.M. con mayor categoría de criticidad. **Fuente:** Elaboración propia.

| Categoría | Activos | Categorías Operacionales y de Riesgo |
|-----------------------|--|---|
| Muy Grave (A) | Sistema de Bombas G. Electrógeno A Subestaciones Eléctricas Tablero Eléctrico Ascensores Cámaras de Alcantarillados Pozos de aguas servidas | Operación: Alto (Entre 18 y 10) Riesgo: Moderado (8 o menos) |
| Importante (B) | Acumulador de Energía G. Electrógeno G. Electrógeno B Equipos de climatización central Mobiliario Planchas de cielo Sifones Inodoros Lavamanos Termos Eléctricos Barreras de accesos | Operación: Alto (Mayor de 10) Riesgo: Moderado (menor a 12) |

Aunque los equipos que han sido categorizados como poco críticos para la estrategia de son mencionados en este listado, no significa que estos activos o equipos no necesiten ser revisados e incorporados en la planificación del mantenimiento, pues de hecho, muchos en la categoría C, son activos de riesgo operacional importante.

Dicho esto, se obtiene que en total, los activos que son importantes o críticos para la planificación estratégica del mantenimiento representan casi el 47% del total de activos listados, de lo que los más críticos son alrededor del 16%, información plasmada en la Figura 12.

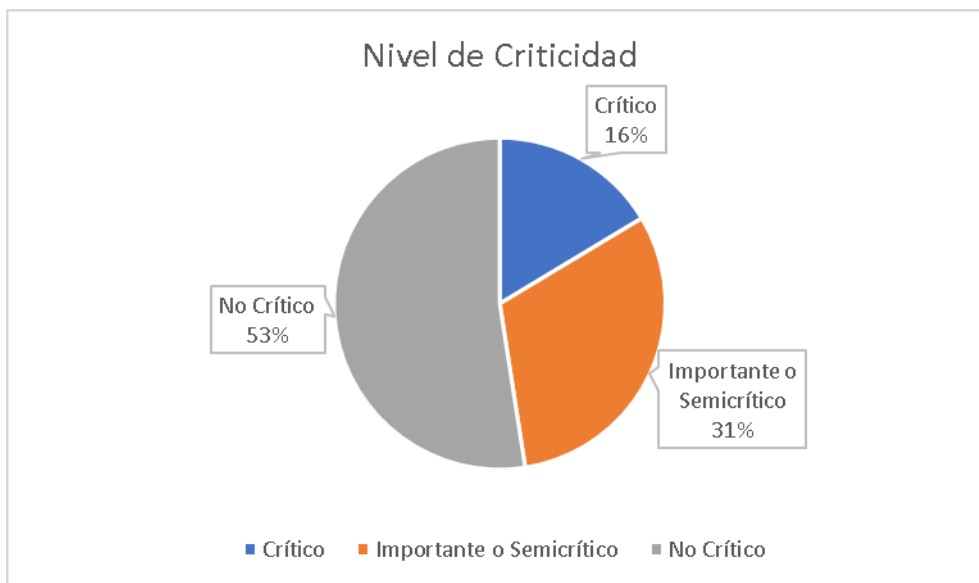


Figura 12: Distribución de niveles de criticidad estratégica en los equipos intervenidos por la U.M. **Fuente:** Elaboración propia.

4.4 Conclusiones del Capítulo.

Como ya se ha enfatizado, esta evaluación del nivel estratégico y operacional permite enfocar los esfuerzos de seguimiento y control en los activos críticos, pues de este modo toda implementación táctica, operacional y de gestión no solo es más realista de alcanzar, sino que también es más fluida en ser ejecutada y adoptada por la organización en sí. En general, e independiente del tamaño, o incluso del nivel de la

organización, siempre se obtienen mejores resultados a corto y largo plazo, cuando los esfuerzos están alineados a objetivos precisos.

De este modo, y aunque existe un gran listado de equipos cuya importancia operacional y de seguridad escapan de la lista del nivel de criticidad, por ahora se propondrán los cambios y mejoras a los equipos de Nivel de Criticidad más alto, es decir, alrededor del 16% de los equipos, asegurando que los primeros esfuerzos no solo den las bases a futuras operaciones, sino que estos, al apuntar a los elementos más significativos, generarán los resultados más notorios, sumando mucho impulso a la gestión emocional del cambio y a la motivación de los funcionarios de la unidad.

Aun así, es interesante destacar que, este grupo de activos críticos en la gestión, también son claves en la operación, cuya disponibilidad también resulta fundamental para la calidad de servicios esperados por la Universidad. Siendo interesante, no es inesperado que estos activos sean tan críticos para la capacidad de respuesta de la U.M. tanto como lo son para la Universidad. De hecho se espera que este primer paso enfocado en estos equipos pueda presentar a corto y mediano plazo el impacto más sustantivo en la organización, pues sus resultados esperados no solo apuntarán a ciertas metas concretas de recursos y gestión, sino que también sentarán las bases de una mentalidad de mejora y visión global organizacional.

Para finalizar, todo lo expuesto en este capítulo orienta qué, los planes de mejora propuestos deben satisfacer el cumplimiento de las estrategias de la U.M., que desde el aspecto administrativo, involucra tareas de planificación, documentación, estandarización y control de las tareas ejecutadas, tanto a nivel interno como externo.

5 Definir Plan de Acción para la Mejora.

En este capítulo se exponen los objetivos del plan de mejora que será propuesto a la U.M., y que finalmente generará el plan matriz para la administración del mantenimiento, basado en el diagnóstico y evaluación de los procesos de la U.M.

En este capítulo también se expondrán las metas asociadas a los objetivos del plan, con el fin de poder plantear métricas o puntos de control del desempeño del desarrollo de este plan, además de poder facilitar el entendimiento de los objetivos.

5.1 Minimizar la Cantidad de Acciones Correctivas de Mantenimiento.

En vista a que el nivel de madurez de las operaciones de mantenimiento de la U.M. es inicial, es necesario generar los elementos más esenciales para la evolución estratégica del mantenimiento. Uno de los primeros pasos en pasar de un mantenimiento totalmente correctivo/reactivo, es incorporar acciones de carácter preventivo, tanto a nivel administrativo como operativo, que permitan generar una consciencia de evitar o mitigar la ocurrencia de las fallas por medio de las labores realizadas.

Ante eso, se propone que del total de actividades administradas por la U.M., tanto la internas como externas, aumente la cantidad de actividades preventivas en un 30% o idealmente que un tercio de las tareas administradas por la U.M. sean de carácter preventivo, aplicando todos los elementos asociados a este nivel estratégico del mantenimiento.

La mejora que se espera obtener, a nivel administrativo, es generar los primeros elementos para poder evaluar e implementar nuevas estrategias de mantenimiento y su administración, además de poder evaluar de manera clara la pertinencia o efectividad en la aplicación de dichas estrategias al parque de activos del campus.

5.2 Reducir los Gastos Asociados a las Intervenciones Correctivas.

Actualmente las estrategias aplicadas por la U.M. son totalmente correctivas, al igual que la mayoría de las intervenciones que deben realizar durante el año, las cuales escapan del listado planificado presentado en la Figura 7. Por la misma razón, gran parte de los recursos que deben ser destinados a cubrir los requerimientos administrados por la U.M. son aquellos destinados a estas tareas de carácter correctivo, por lo que reducir los gastos a dichas intervenciones correctivas, generará un impacto notorio al manejo del presupuesto de la unidad.

En adición, la carencia de un registro o control preciso de los recursos e insumos empelados para resolver los requerimientos solicitados a la U.M., sobre todo los resueltos a nivel interno, ha supuesto una barrera en poder cuantificar, evaluar y mejorar el uso y manejo de sus propios recursos.

Es por ello que, con tal de paliar las pérdidas inesperadas y disminuir la cantidad de recursos empleados sin control, se plantea un monitoreo de los gastos de la U.M., sobre todo de aquellos que son resueltos por los funcionarios de esta U.M. Por otro lado, se detecta que el uso y manejo ineficiente de los insumos en bodega, genera gastos por stock de activos detenidos, a los que se le suman un exceso de algunos insumos en bodega, pues al no existir el manejo adecuado del inventario, tampoco se adapta el consumo real de dichos insumos o repuestos a lo almacenado.

Es por lo que también se plantea como una meta, que existe un control de inventarios y de capital de activos precisos acordes a la verdadera necesidad de la U.M., o bien, que este responda a la propia planificación de sus tareas.

5.3 Aumentar la Disponibilidad y Vida Útil de los Equipos.

Actualmente, no se cuenta con un registro exacto de la disponibilidad de los servicios de la Universidad, por lo cual el desempeño de las tareas de la U.M. asociados a mantener la disponibilidad de los equipos y mobiliario del campus no es claro. Sin embargo, es importante que se generen los primeros pasos para mantener la información asociada tanto a la disponibilidad de aquellos equipos y su vida útil, con tal de evaluar tanto el desarrollo de las actividades de mantenimiento, como también de los mismos equipos o mobiliario.

Se plantea que, por medio de una programación coordinada al plan académico de la universidad, se busque reducir la indisponibilidad de los activos más importantes del campus, en base a lo obtenido del estudio de riesgo operacional y categorización de los activos presentado en el Capítulo 4. En específico, se tiene como meta que, ninguna de las tareas correctivas o planificadas deba superar los dos días de indisponibilidad como máximo, con excepción de aquellas labores que involucren reinstalación o montajes completos.

Por otro lado, uno de los objetivos planteados involucra reducir la merma de la vida útil en los activos mantenidos, por lo que se busca no afectar a la capacidad real de los equipos por medio de intervenciones innecesarias. La meta en específico es reducir a cero la repetición de procedimientos por insatisfacción de resultados, o por le ejecución errónea de los procedimientos y acciones del mantenimiento.

Estos objetivos a su vez buscan generar las bases para la estandarización de los procedimientos gestionados por el encargado de la U.M., ya sea por medio de generar pautas de acción y procesos llevados a cabo, o bien, implementar un plan de renovación de algunos activos y mobiliarios, de tal manera que estos faciliten generar unas rutinas de revisión y mantenimiento estándar.

5.4 Mejorar los Canales de Comunicación entre la Unidad de Mantenimiento y Otros Departamentos.

Se detecta que, una de las razones por las que el tiempo que tardan los requerimientos en ser resueltos, está en el tiempo de preparación de los trabajos, de hecho, se observa que en varios de los requerimientos internos de la U.M., la preparación para resolver las tareas de mantenimiento tarda más que las tareas mismas. Una de las razones de que esto ocurra es que los canales de comunicación entre la U.M. y los solicitantes, aunque responden a un protocolo administrativo de los directorios internos de la universidad, no cuentan con un canal específico para realizarse, además de que al comunicar los requerimientos, no siempre se especifican los detalles clave como la ubicación o periodo de ocurrencia del evento, por lo que la U.M. debe gestionar para cada requerimiento, la disponibilidad de sus miembros, las revisiones y posteriores evaluaciones, para finalmente poder comenzar la tareas de mantención o ejecutar las reparaciones necesarias.

De hecho, el encargado de la U.M. estima que más de un tercio de todo el tiempo de trabajo está orientado solo a poder coordinar y revisar los requerimientos. Agilizar los tiempos de procesamiento de información y comunicación, tanto de la misma U.M. como del campus, permitirá obtener mejores tiempos de respuestas. La meta planteada consiste en que estos tiempos de respuesta a los requerimientos sean resueltos a más tardar dentro del mismo día de levantada la solicitud. Esto no implica que el requerimiento debe ser resuelto necesariamente del mismo día que se levanta la solicitud, pero sí que exista un sistema que permita la recepción de los requerimientos y que, dentro de un plazo de 24 horas máximo, puedan ya estar iniciando las tareas de mantenimiento.

5.5 Estrategia “Cero Residuos”.

Una de las estrategias transversales de toda la Dirección de la UTFSM, tanto la académica como la administrativa, es ser sustentable y ser un modelo para la gestión medioambiental. Una de las aristas para lograr esta estrategia es ser amigable con el medio ambiente minimizando al máximo la generación de residuos o incentivando los procesos de reutilización y reciclaje de recursos.

La U.M. no puede ni debe estar ajena a esta estrategia, sobre todo por ser la encargada de velar por que la infraestructura y mobiliario de la universidad tenga las condiciones adecuadas para cumplir con estos lineamientos. Es por ello que, mitigar el impacto generado por los desechos de las actividades de mantenimiento es uno de los objetivos centrales de la U.M. para ser incorporados en la administración de sus labores. Como metas se plantea el no emplear documentación física, con tal de disminuir el impacto por la generación de basura (papeles) y el reciclaje y reutilización inteligente de materias primas y equipos en desuso.

Ambas metas generarán impactos en el manejo de recursos, tanto así que será necesario replantear los procesos de documentación de la U.M., pero al mismo tiempo, permitirá tener un mejor manejo de los activos y aprovechamiento de los recursos.

Por último, la misma U.M. sumará valor a la estrategia, debido a que su participación es transversal a todos los departamentos y unidades de la universidad y/o campus, por lo que no solo será un referente en el cumplimiento de esta estrategia, sino que sumará impulso para que otras entidades de la universidad se sumen al desarrollo de esta.

5.6 Conclusiones del Capítulo.

Los planes de mejora propuestos en este capítulo están orientados a sumar valor a nivel estratégico y a la administración de las tareas de mantenimiento. Este valor que se espera obtener es uno que será percibido no solo por el mismo equipo de la U.M., sino que será percibido por la D.I. del campus, la cual supervisará las tareas y cumplimiento estratégico planteado por su organización.

Otro factor importante por mencionar es que transversalmente a todos estos objetivos, se están generando los primeros pasos para solidificar los cimientos administrativos y estratégicos del mantenimiento. En el siguiente capítulo se describirán las acciones que se deben realizar para llevar a cabo las metas propuestas y a su vez, evaluar tanto el desempeño del plan propuesto, como su pertinencia.

Por medio de estos objetivos y sus acciones, se espera generar los documentos técnicos necesarios para evaluar el plan de mejora actual, pero que también permitirán estudiar a futuro posibles modificaciones, siguiendo un proceso de mejora continua de planificar, ejecutar, revisar y analizar. De hecho, es este es uno de los cambios más importantes, pues la falta de documentación o registro técnico de las tareas impide que existan métricas o indicadores necesarios para evaluar de manera correcta los planes de mejora. Todo este genera que, este primer plan de mejora formalmente ejecutado otorgue al encargado de la U.M. no solo un plan que seguir, sino el suficiente material para que él pueda evaluar a futuro, si el plan propuesto deba modificarse.

Por último, todo el plan de mejora posee como aristas principales el aseguramiento de la calidad en los resultados de las labores de mantenimiento, lo cual se logrará por medio de la estandarización de procesos ejecutados y gestionados tanto por los funcionarios como por el encargado de la U.M., con el fin de mitigar la variabilidad de resultados al resolver los requerimientos. Aunque este plan presenta la suficiente flexibilidad para ser adaptado o modificado, de por si presentan un estándar o pauta a seguir.

6 Acciones y Evaluación del Plan de Mejora Propuesto.

En este capítulo se expondrán las acciones con las cuales se desarrolla el plan de mejora propuesto, a su vez de que se genera la información suficiente para evaluar el desempeño y efectividad del plan propuesto.

Para ello, a cada uno de los objetivos y sus metas detallados en el Capítulo 5, se le propondrán una serie de acciones, medidas y herramientas para poder cumplir las metas, para luego describir los plazos y métodos de control que deben ser llevados a cabo con el fin de evaluar los planes. Por último, a cada objetivo se le proponen criterios para evaluar su desempeño y cumplimiento, además de algunas acciones correctivas para continuar el proceso de mejora sugerido.

Este capítulo generará la información suficiente para poder plantear un plan matriz de administración del mantenimiento, acorde a los objetivos de la U.M. y orientado a su mejora continua.

6.1 Minimizar la Cantidad de Acciones Correctivas de Mantenimiento.

Tal y como se describe en el capítulo anterior, se busca incorporar acciones de mantenimiento asociados a estrategias preventivas para generar los pasos iniciales en la evolución de la estrategia administrativa de mantenimiento, a su vez de obtener la información necesaria para evaluar, de manera técnica, el desempeño de la gestión del mantenimiento que lleva a cabo la U.M., tanto a niveles administrativos, tácticos y operativos.

Para ello, se propone realizar una serie de acciones que pueden ser desarrolladas en paralelo a las actividades actualmente administradas por la U.M. En la Figura 13 se ilustra un diagrama de flujos que detalla la planificación de los servicios de mantención que son resueltos por la U.M., en el se incorpora una elaboración de

planes preventivos o incluso predictivos si en el futuro, las condiciones de la unidad lo permiten. El proceso incluye el proceso en el que se recibe, y califica el aviso, evaluando si es de carácter urgente, para ser ejecutada en el acto. Por otro lado, si el aviso no representa una emergencia, se inicia un proceso que evalúa si es un requerimiento que pueda resolverse de manera interna o externa por los miembros de la U.M. De ser un proceso externo, se realizará una coordinación de los trabajos con la empresa externa, mientras que para los requerimientos internos, se procede directo a la programación de las Ordenes de Trabajo.

Las ordenes de trabajo debe incluir información de que tareas serán realizadas, los plazos y los costos asociados a las tareas. En el caso de los requerimientos internos, al ser resueltos por el personal de la U.M., esté incluirá también una pauta que indique el procedimiento a realizar, como también la información que deberá ser recopilada para su posterior documentación.

Luego de realizar las tareas de mantenimiento, será notificada y cerrada la OT en caso de que el resultado del requerimiento haya sido satisfactorio. Con el cierre de la OT inician la generación de los informes y el análisis de los costos, lo cual es sumado al historial de las actividades realizadas y al historial del equipo o conjunto en el que se realizaron las tareas de mantenimiento.

Una vez realizado el análisis histórico del activo, se generan los informes de gestión en los cuales el encargado de la U.M. estudia la tendencia del desempeño del activo y si es pertinente, modificará los planes asociados a los servicios de mantenimiento.

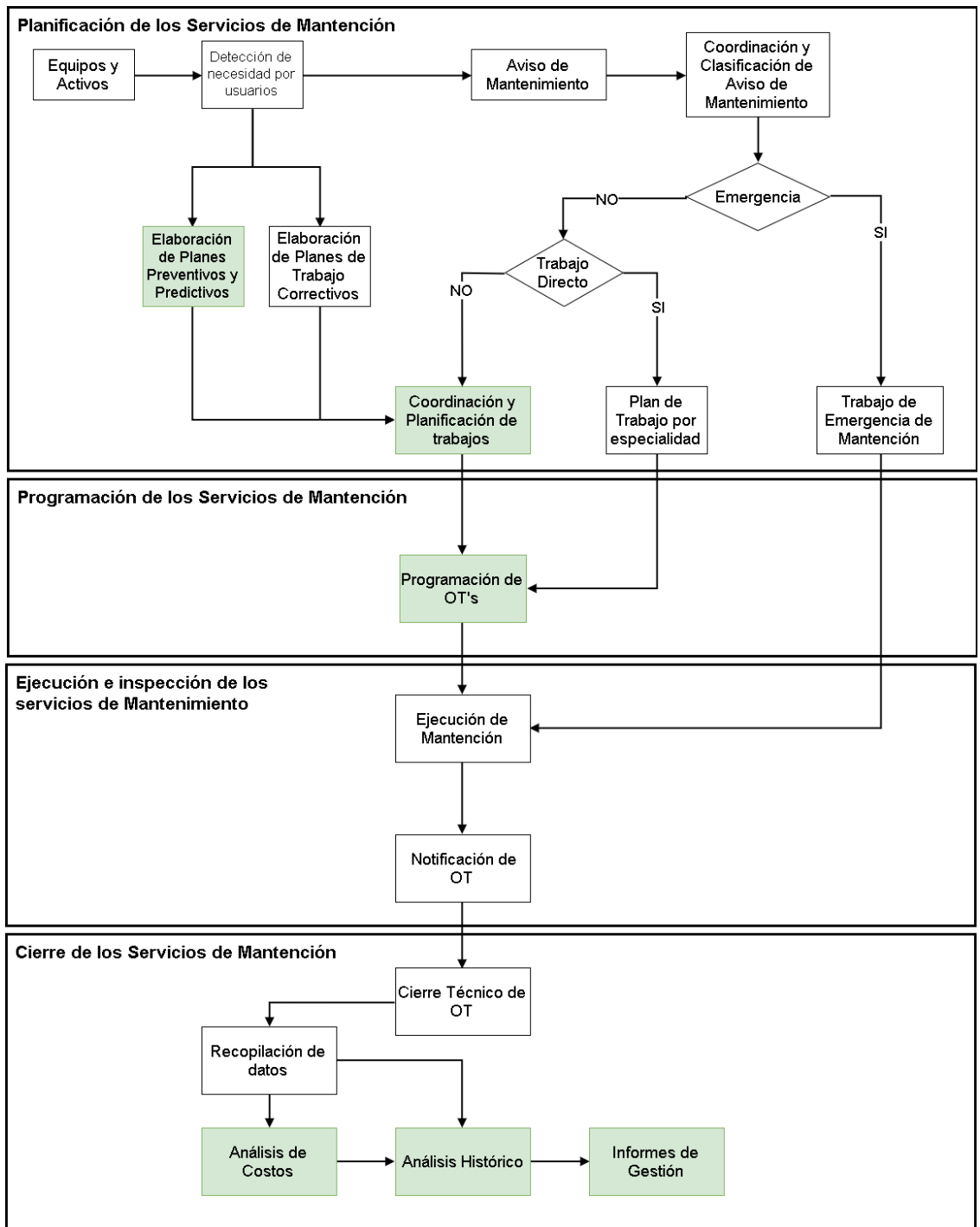


Figura 13: Diagrama de flujo propuesto para la planeación del mantenimiento (*resumido*). En verde los procesos nuevos incorporados al proceso ya existente. **Fuente:** Elaboración Propia.

6.1.1 Acciones de Mejora.

La meta planteada para minimizar las acciones correctivas es que al menos un 30% de las tareas administradas por la U.M. correspondan con una estrategia preventiva, por lo que se plantea que las siguientes acciones y medidas sean ejecutadas:

- Incorporar chequeos de rutina en las rutas de trabajos.
- Realizar evaluaciones de la planificación anual del mantenimiento.
- Programar actividades de revisión con un patrón de acción.

Estas acciones deben sumar a su vez, una comunicación constante de los objetivos finales, el aporte que estos poseen y el impacto que tienen el desempeño de cada miembro de la U.M. al resultado final de las acciones.

Las acciones propuestas son básicas y representan los primeros pasos de incursión a estrategias del mantenimiento preventivo, el cual busca inicialmente generar el hábito de poder detectar una falla antes de que ocurra y evitar su ocurrencia.

6.1.2 Plazos y Métodos de Control.

La programación de las actividades de revisión de los activos se sugiere sean diaria, y con una revisión del desempeño de carácter mensual. La revisión y control de estas acciones va orientada principalmente al cumplimiento de dichas funciones por parte de los funcionarios de la U.M.

Para la incorporación de chequeos de rutina, se propone que estos sean planteados a nivel semanal, cuya evaluación y revisión debe realizarse al final dicho periodo. Con el tiempo de ser aplicada, estas acciones serán cada vez más autónomas para los miembros, dada la repetibilidad de las acciones. De hecho se espera que llegado cierto punto de la evolución del plan y la mejora de la U.M., no solo los chequeos y actividades puedan asociarse a una rutina clara, sino que los resultados de estas también, facilitando la evaluación del desempeño de estas acciones.

Por último, la evaluación de la planificación anual deberá ser realizada una vez al año, iniciando al sexto mes del periodo vigente, momento en el cual se comenzará a

evaluar de manera cuantitativa los resultados obtenidos de las actividades. para ello se plantean las siguientes métricas que deben ser registradas y estudiadas acorde a las acciones propuestas:

- Tiempo total de indisponibilidad de los equipos por reparación, preparación y/o puesta en marcha.
- Tiempo total de disponibilidad de los activos o equipos.
- Tiempo medio de ocurrencia de falla.

6.1.3 Evaluación del Desempeño y Correcciones.

La meta por lograr es específica y fácil de cuantificar o medir, por lo que el desempeño de este objetivo será específico a este análisis. Es esperable que la meta sea lograda una vez transcurrido un año o periodo completo académico de la universidad, a partir de la implementación del plan matriz.

En caso de no lograr alcanzar la meta en el periodo estimado, el encargado de la U.M. puede evaluar a su criterio personal si el plan propuesto es adecuado o no de seguir, o bien si este requerirá más tiempo del esperado, pues al momento de realizar este análisis y considerando la aplicación de este plan completo, ya debería contar con suficiente información técnica para elaborar un plan nuevo, o al menos tomar decisiones fundamentadas en hechos concretos.

En adición, se plantea que todo el plan anual de las actividades administradas por la U.M. sea revisado anualmente, acorde con el programa académico de la UTFSM para el periodo en cuestión e incorporando nuevos elementos del plan ya existente, ya sea por la presencia de nuevos activos o modificaciones/actualizaciones al plan ya existente. Toda esta pauta de procesos está descrita en la Figura 14, el cual es una propuesta para desarrollar Planes Anuales de Mantenimiento, con tal de orientar las correcciones que deban ser realizadas.

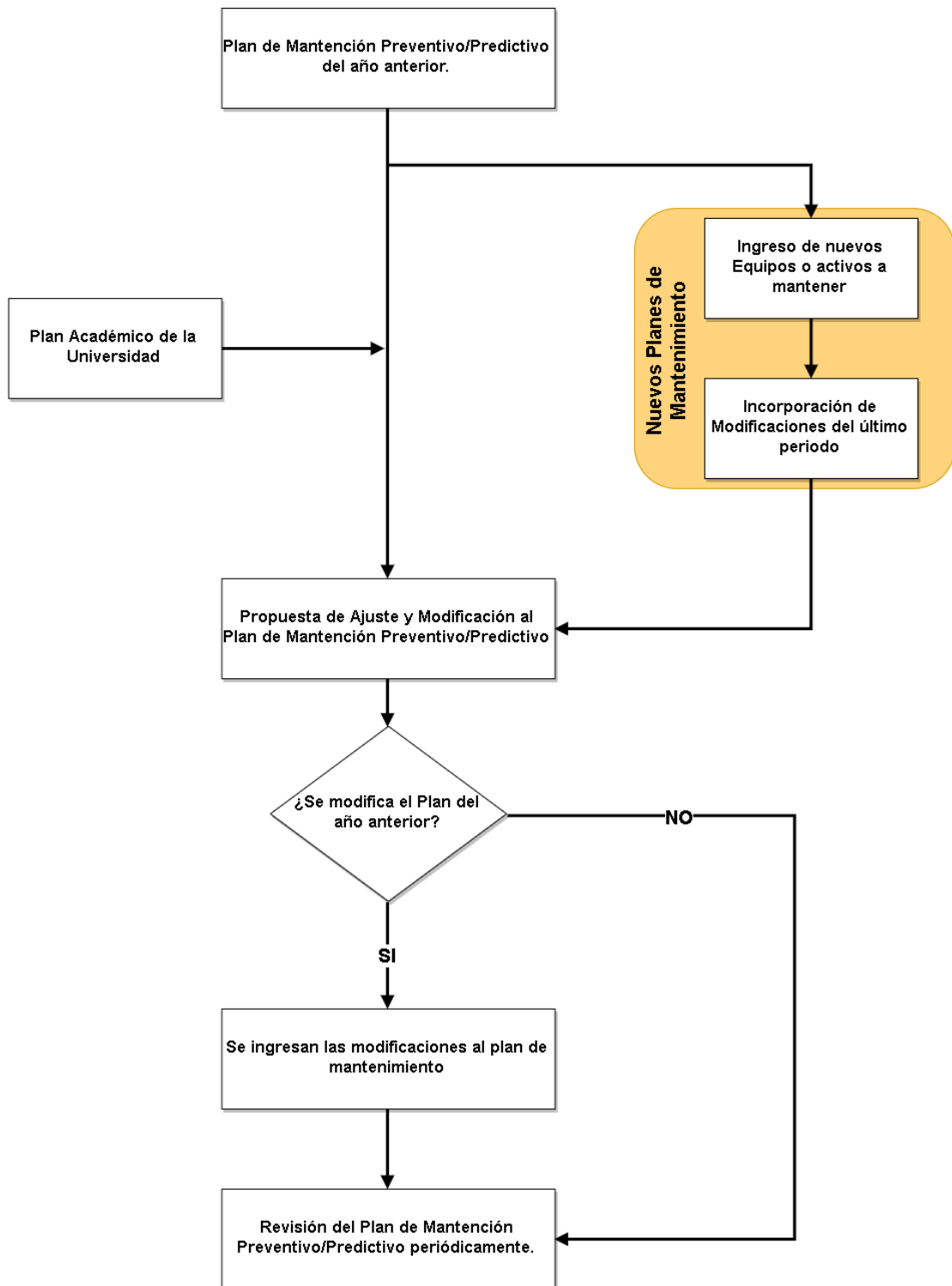


Figura 14: Diagrama de flujo de propuesta de procedimientos para desarrollar el Plan Anual de Mantenimiento de la U.M. **Fuente:** Elaboración propia.

6.2 Reducir los Gastos Asociados a las Intervenciones Correctivas.

El objetivo actual está orientado en la optimización de la gestión de recursos de la U.M., la cual apunta directamente a la estrategia de optimizar y modernizar los procesos de la U.M.

Al haber un buen manejo de los recursos, estos pueden ser destinado a cubrir más tareas que las que son gestionadas, o bien, abre la posibilidad a invertir y adquirir mejores recursos y condiciones para el desarrollo de dichas actividades.

En esta sección, se detallan las acciones de mejora para este objetivo, los plazos de evaluación y los métodos para evaluar el desempeño o sus correcciones de ser pertinentes.

6.2.1 Acciones de Mejora.

La meta planteada consiste en realizar un monitoreo total de los gastos e insumos asociado a las actividades y tareas del mantenimiento, además de generar un control de inventarios, al punto de poder minimizar al máximo la dependencia de repuestos. Para llevar a cabo estas metas, se proponen las siguientes acciones:

- Documentar y validar las actividades administradas por la U.M.
- Realizar reuniones y charlas previas a la ejecución de las tareas de mantenimiento.
- Actualizar el sistema de registro de inventario y stock de repuestos.
- Planificar insumos acordes con las estrategias actuales de los activos asociados a los repuestos.

En paralelo a estas acciones, es menester que se generé tanto una pauta como una rutina o costumbre de realizar inspecciones y controles de la información y finanzas de la U.M. por parte del encargado, y que este sea asistido los funcionarios, que con responsabilidad y claridad a la hora de registrar la información, velan por que estos datos sumen valor estratégico al generar los cimientos para evaluar el desempeño.

6.2.2 Plazos y Métodos de Control.

Debido a lo variable que pueden ser los momentos en los que se usan recursos, y que al ser un proceso inicial de evaluación, estos también pueden ser muy variables entre sí, algunos de los plazos y formas de control están sujetos al criterio y disponibilidad del encargado. Aun así, se propone que, para la documentación y validación de las actividades, la revisión sea semanal y en paralelo a la revisión de las rutinas de chequeo, pues ambas responderán a la misma documentación.

La realización de las reuniones y charlas previas a las tareas de mantenimiento, están sujetas a ser realizadas cada vez que sean necesarias. Estas reuniones deben ser realizadas con periodicidad y velar en su sostenibilidad los primeros meses de ejecución del plan, pues la comunicación constante será una de las bases para la gestión del cambio y el manejo de la emocionalidad y el rechazo de los funcionarios a incorporar las nuevas estrategias.

Para que el inventario pueda evolucionar aun sistema a la orden, será necesario mucho tiempo, pues requerirá que la U.M. cuente con la capacidad de planificar en su totalidad las tareas de mantenimiento, lo que no solo requiere de suficiente información, sino que de experiencia en la gestión de las tareas del mantenimiento en base a una pauta o plan ya ejecutado. Aun así, se propone que los primeros pasos que apunten a ese estado sean revisados de manera mensual o trimestral. En estos periodos se espera la renovación y planificación correcta tanto del registro de inventario, como también del manejo de este.

6.2.3 Evaluación del Desempeño y Correcciones.

Al generar una documentación de los gastos, el manejo de insumos e inventarios de la U.M., se generará suficiente información no solo para evaluar si las metas han sido cumplidas en los plazos esperados, sino que también se obtiene suficiente data para evaluar otros elementos que, según los resultados, advierten de la necesidad de correcciones o modificaciones que deban ser efectuadas al plan actual en ejecución.

Esta información puede ser interpretada como indicadores de costos por fallas, los que pueden indicar las pérdidas ocasionadas a la universidad por la indisponibilidad de los activos mantenidos, o bien, asociar cuanto le cuesta a la U.M. reparar y reiniciar las funciones de dichos activos. Otro indicador es el valor agregado por la intervención, es decir, medir las ganancias que se obtienen, respecto al manejo de recursos, por incorporar medidas de mejora a las tareas ya realizadas. De este modo se puede visualizar si los cambios estratégicos realmente suman un valor claro al cumplimiento estratégico de la U.M. y no es solo un aporte a nivel administrativo.

La importancia de esto es que, a través de las correcciones que esto pueda plantear, se estará sosteniendo un proceso de mejora continua sólido, pues se podrá evaluar la efectividad del plan y si es necesario, evaluar también los que puede o debe cambiar en pro de la mejora, haciendo de este un proceso sostenible en el tiempo y evitando caer en el retroceso.

6.3 Aumentar la Disponibilidad y Vida Útil de los Equipos.

Este objetivo plantea un doble reto, pues requiere que las actividades y tareas de mantenimiento administradas por la U.M. sean tan eficiente como precisas, es decir, que no sea necesario incurrir en exceso de trabajos. Esto debe ser una meta, pues no solo atenta al adecuado manejo de recursos, sino atenta directo al estado de los activos mantenidos, pues el exceso de intervenciones puede generar ocasiones de fallas no previstas, o incluso, mermar definitivamente la vida útil del equipo en cuestión.

6.3.1 Acciones de Mejora.

Las metas para aumentar tanto la disponibilidad como la vida útil del activo, consiste en que los tiempos de indisponibilidad de los activos evaluados como críticos a nivel estratégico de la U.M. no superen los dos días. Para ellos se proponen las siguientes medidas:

- Programar los procesos correctivos y preventivos de las tareas del mantenimiento de dichos equipos.
- Estandarizar los procedimientos de mantenimiento realizados a los equipos o activos.
- Para los equipos cuyas tareas sean totalmente tercerizadas, coordinar y evaluar contactos “Just in Time” con las empresas que presten los servicios de mantenimiento.

La otra meta planteada para este objetivo consiste en reducir a cero la repetición de procedimientos por insatisfacción o ejecución errónea de las actividades. Para ello, se proponen las siguientes acciones:

- Estandarización de las tareas de mantenimiento, en base a una pauta de acciones y procedimientos.
- Revisión y planificación de las actividades ya realizadas y por realizar.

Estas acciones en específico, buscan generar una pauta específica de los procedimientos a nivel operativo de la U.M., sentando las bases para las futuras modificaciones, pues se guiarán en base a pautas específicos y no a suposiciones.

6.3.2 Plazos y Métodos de Control.

Debido a que el parque de activos críticos representa menos de la mitad del total de activos registrados (alrededor de 47% por lo visto en el Capítulo 4), es factible que los plazos de revisión sean dentro de cada periodo académico de la universidad, con tal de mantener la capacidad de corrección del plan propuesto.

Por ello, se propone que los planes de estandarización y programación de procesos sean revisados al menos dos veces durante el año, una vez al finalizar cada semestre, con tal de que la segunda revisión calce en periodo y esfuerzo con la generación del próximo plan anual.

Por otro lado, la coordinación con los contactos J.I.T. para el mantenimiento de procesos tercerizados, requerirá una revisión más frecuente, bimensual de ser posible, pues la variación en las condiciones y requerimientos del mantenimiento, como también de los costos o disponibilidad de los servicios, pueden generar complicación a la hora de fidelizar un solo proveedor.

Con respecto a la revisión de la planificación de las actividades previamente realizadas, las cuales inicialmente estarán generando la información técnica necesaria, se propone que sea a criterio del encargado de la U.M., pero al menos ser realizadas al finalizar cada semana. De este modo se estará incorporando la información a la de desempeño de los insumos y las tareas realizadas.

6.3.3 Evaluación del Desempeño y Correcciones.

Aunque ambas metas son cuantificables y lo suficientemente específicas, ambas presentan condiciones muy variables que pueden dificultar su desempeño.

En primer lugar se tiene la condición de la variabilidad de las tareas de mantenimiento a las que se deben atener las metas, con tal de asegurar el objetivo principal. Por otro lado, se tiene que este tipo de metas requiere de una implementación rigurosa y constante, por lo que es muy probable que el principal obstáculo sea fidelizar los esfuerzos de los miembros de la U.M. a estas metas.

Aun así, en caso de no cumplirse el desempeño esperado, de poder aplicar correctamente las acciones de mejora propuestas, se obtiene el suficiente material para continuar el proceso, por lo que se sugiere en este caso, que el objetivo sea mantenido tal cual, aún si los resultados no son obtenidos inicialmente. Esto se debe a que, este nivel de objetivo requiere demasiadas condiciones técnicas que de

momento, la U.M. no maneja. De hecho, aunque los plazos de control planteados no exceden el año planificado, es probable que dentro de un par de años que recién la U.M. podrá tener la suficiente cultura organizacional y comunicación colectiva como para alcanzar estas metas. Lo que puede ser modificado es el medio de cómo alcanzar las metas propuestas, más que las metas mismas, pues el principal objetivo detrás de estas es que la U.M. genere el suficiente material de mejora, por medio de la experiencia y recopilación de información de sus procesos.

Inicialmente, las mayores correcciones que deben abordarse por parte del encargado de la unidad son las asociadas a las gestión y comunicación de su personal, además de poder crear enlaces comunicativos y coordinación con las empresas externas, pero con la suficiente flexibilidad para poder variar del proveedor de servicios en caso de ser necesario.

6.4 Mejorar los Canales de Comunicación entre la Unidad de Mantenimiento y Otros Departamentos.

Agilizar los tiempos de procesamiento de información de los requerimientos, apunta directamente a disminuir los tiempos de preparación para la realización de las tareas de mantenimiento, además de poder facilitar la coordinación de las tareas tercerizadas por medio de servicios externos. Es por ello por lo que, tanto la meta como sus acciones de mejoras serán específicas para poder aprovechar al máximo la capacidad actual de la U.M. y de los protocolos de comunicación y procesamiento de la información a nivel administrativo de la universidad.

6.4.1 Acciones de Mejora.

Se plantea que la respuesta a los requerimientos solicitados e ingresados a la U.M. sean de máximo 24 horas, por lo que propone utilizar los siguientes recursos y acciones de mejora:

- Emplear un sistema de intranet con acceso a todos los miembros de la U.M., pero controlado y validado por el encargado de la unidad.
- Los requerimientos deberán ser revisados en conjunto por la U.M. y la unidad solicitante, además de compartir la información asociada a los planes y programas de trabajo.

Estas acciones tienen como objetivo, generar una comunicación clara y efectiva entre todos los funcionarios de la U.M. y el solicitante del requerimiento. La importancia de esto es que no solo se puede agilizar la preparación de los trabajos por incorporar nuevas herramientas o protocolos de comunicación, sino que al dar a conocer las labores, sobre todo las de resolución interna de la U.M., los funcionarios podrán preparar o vislumbrar las tareas que deban proceder, lo que en sumatoria a los procedimientos y actividades ya pauteadas por el plan propuesto, acelera el desarrollo de las tareas de mantenimiento, disminuyendo el tiempo total de indisponibilidad de los activos.

6.4.2 Plazos y Métodos de Control.

El emplear el sistema de comunicación por medio de la intranet de la universidad, para todos los miembros de la U.M. depende de la capacidad de presentar un plan sólido, por lo que se espera que este cambio de carácter tecnológico sea realizado dentro del primer semestre a partir de la iniciación del plan propuestos.

Por otro lado, la revisión de los planes y acciones de mantenimiento, inicialmente serán revisadas con frecuencia casi semanal, por ser el inicio de este procedimiento, sin embargo, con el tiempo y ya formada la comunicación, este tipo de revisión y

discusión puede ser llevada a cabo de manera bimensual, o solo hacerlas cada vez que existan modificaciones indicadas por la U.M. o las unidades solicitantes.

6.4.3 Evaluación del Desempeño y Correcciones.

En caso de no cumplir la meta del tiempo de respuesta a los requerimientos, antes de considerar modificar el plan, se deberá revisar si las acciones han sido llevadas a cabo las acciones de manera adecuadas. En caso de que los funcionarios no cuenten con un medio de comunicación directo con el encargado de la U.M. o no puedan saber de manera directa los requerimientos, será el encargado quien deberá compensar la ausencia de estos implementos o mejoras, por lo que su carga será aumentada y ralentizará el desarrollo de otros procesos.

Otro ejemplo de corrección es la cantidad de comunicación que se destina a las otras unidades que solicitan los requerimientos. El encargado de la U.M. debe ser claro en ar a conocer las políticas y lineamientos de la unidad, con tal de asegurar que la comunicación sume a su propia estrategia, y no tener modificarla a cada solicitud tratada. Es importante no confundir la flexibilidad a la hora de actuar, con la maleabilidad de la estrategia, pues esta última implicará cambiar el horizonte de la administración a cada que un requerimiento es recibido, aunque son las acciones las que deben adaptarse para cumplir una estrategia definida.

Es por ello por lo que, la comunicación deberá ser bidireccional, pues así se evita que solo uno de los lados imponga su visión de las tareas de mantenimiento y las resoluciones finales.

6.5 Estrategia “Cero Residuos”.

La UTFSM es una institución con proyecciones ambientales sólidas, buscando aplicar las medidas sustentables en todos los aspectos de la institución. Del mismo modo, la U.M. debe alinearse con esta estrategia para asegurar que su capacidad administrativa cumpla con los objetivos del D.I.

Es por ello que mitigar el impacto y generación de desechos de las tareas de mantenimiento es un objetivo claro, cuyas metas implican incorporar nuevos procesos y medidas en todos los niveles de la organización de la unidad.

Aunque estas metas no son cuantitativas, si se puede evaluar su desempeño, y para ellos se proponen las siguientes acciones para asegurar su cumplimiento.

6.5.1 Acciones de Mejora.

La reutilización y reciclaje de materias primas, equipos y activos es una actividad que trasciende el mantenimiento en sí, pero no es ajena a la gestión que debe realizar la U.M. Las acciones para llevar a cabo estas tareas son las siguientes:

- Disponer materiales contaminantes a la recolección según corresponda, en espacios y condiciones acordes a las normativas de seguridad medioambiental y humana.
- Rescatar y almacenar los componentes en buen estado, siempre que sumen valor al desarrollo de las tareas de mantenimiento.

Una meta más centrada en el uso de insumos de la unidad corresponde a migrar de la documentación física hacia la digital, pues esto genera menos desperdicio y a su vez, motiva a la incorporación de las nuevas tecnologías, facilitando el desarrollo estratégico y modernizando a la U.M. Las acciones de mejora propuestas para esto son:

- Modernizar los sistemas de documentación, registro y comunicación de la U.M.

- Digitalización de la información ya existente, en base a una pauta o criterio específico.
- Incorporar equipos informáticos para cada miembro de la U.M.

6.5.2 Plazos y Métodos de Control.

La disposición de los materiales que sean catalogados como contaminantes, y de hecho, catalogarlos, implica realizar un estudio de impacto ambiental y prevención de riesgos de los activos catalogados como críticos para la U.M. Si bien es cierto que la U.M. cuenta con el personal y los recursos para levantar esa información, esta requerirá tiempo, por lo que se propone que esta acción sea realizada dentro de los primeros 4 meses de aplicación del proyecto, y que posteriormente cuente con revisiones cada dos o tres meses. En esta revisión, se puede realizar en paralelo y con una periodicidad bimensual para evaluar la pertinencia del reciclaje de los componentes en buen uso, o si no considerar su despacho a entidades dedicadas a servicios de reciclaje y recolección.

Por otro lado, incorporar tecnologías de información y formalizar la migración a sistemas de información digital es una tarea más elaborada y lenta. Por ello los plazos para el cumplimiento de estas acciones van de un año a seis meses para ambas acciones descritas previamente. En ese tiempo, el control que debe llevarse a cabo puede orientarse a revisar el avance y consideración que tiene la propuesta, pues estas últimas no dependen exclusivamente del encargado de la U.M., pero si está en su poder generar el interés y facilitar el cumplimiento y desarrollo de estas acciones de mejora.

6.5.3 Evaluación del Desempeño y Correcciones.

La evaluación del desempeño de estas metas estará sujeta al avance y el cumplimiento de ellas. Los plazos propuestos para el control son más extensos que el resto de los objetivos mencionados en el capítulo actual, pues aquellos objetivos son considerados más críticos y relevantes para las tareas de mantenimiento directas que debe resolver y administrar la U.M.

En caso de no observar un avance en las tareas de reciclaje y disposición de material contaminante al medio ambiente, el encargado de la U.M. deberá evaluar si los procedimientos ejecutados son pertinentes, y en caso de considerar modificaciones, se propone emplear pautas de normas o reglamentos medioambientales.

Con respecto a la capacidad de modernización y digitalización de la U.M. y su información, esta requerirá por lo menos de uno a dos semestres solo para generar la digitalización de la información, que será el primer paso para la migración del formato físico a la digital. Es por ello por lo que las otras acciones requerirán de uno a más años de implementación. Es importante evitar que en ese periodo se desoriente el esfuerzo de la unidad a los objetivos, y se confundan los beneficios de la modernización y comunicación de la unidad, con una disminución de esfuerzos en las labores de comunicación, documentación y en general de las tareas que deben ser ejecutadas.

El encargado deberá siempre velar por que tanto los funcionarios de la U.M. como la dirección encargada de supervisar y facilitar los recursos menesteres para el alcance de este objetivo, entienda el impacto e importancias del cumplimiento de las metas, el impacto que tendrá en el desarrollo estratégico de la unidad y las ventajas que conllevará a nivel administrativo.

6.6 Conclusiones del Capítulo.

En este capítulo se exploran las acciones directas para el cumplimiento de las metas asociadas a los objetivos. Estas acciones han sido descritas desde una mirada administrativa y global de la U.M., sin embargo no es posible indicar una pauta específica de cada una de ellas, debido a que no se cuenta con la suficiente información técnica o específica de las labores gestionadas por el encargado de la unidad. Esto genera que tampoco sea posible proponer un plan de control estructurado y dificulta las propuestas específicas del nivel operativo del mantenimiento.

Aun así, el plan propuesto genera una pauta lo suficientemente clara como para servir de iniciación a las labores de mejora propuestas. De hecho, es mejor plantear metas que puedan ser corregidas y acciones que tengan la suficiente flexibilidad y facilidad de ser adaptas a los cambios sobre la marcha, pues como se ha dicho previamente, este es la primera incursión por la administración de la U.M. a un plan específico y orientado a sus propios objetivos (y no como una reacción ante la emergencia o la prisa de cumplir con sus requerimientos).

Transversalmente, todo este plan de acciones permite generar un proceso descrito en el diagrama de flujo de la Figura 15, el cual representa una propuesta para la elaboración de planes de mantenimiento, el cual busca dar una orientación en como ir generar la evaluación de las acciones de mejora propuestas en este capítulo.

La revisión del plan responde a la necesidad de hacer de este un proceso de mejora sostenible, pues el encargado de la unidad tiene el deber de evaluar su propio desempeño como administrador de las tareas de mantenimiento, por medio del cumplimiento de los objetivos propuestos, considerando variar el plan de acción propuesto en base al cumplimiento de las metas y de la información recopilada.

Esto último, en adición a la gestión del cambio propuesto en todos los objetivos por medio de la comunicación efectiva, dan el sustento necesario para que este plan no sea una incursión fallida en la mejora.

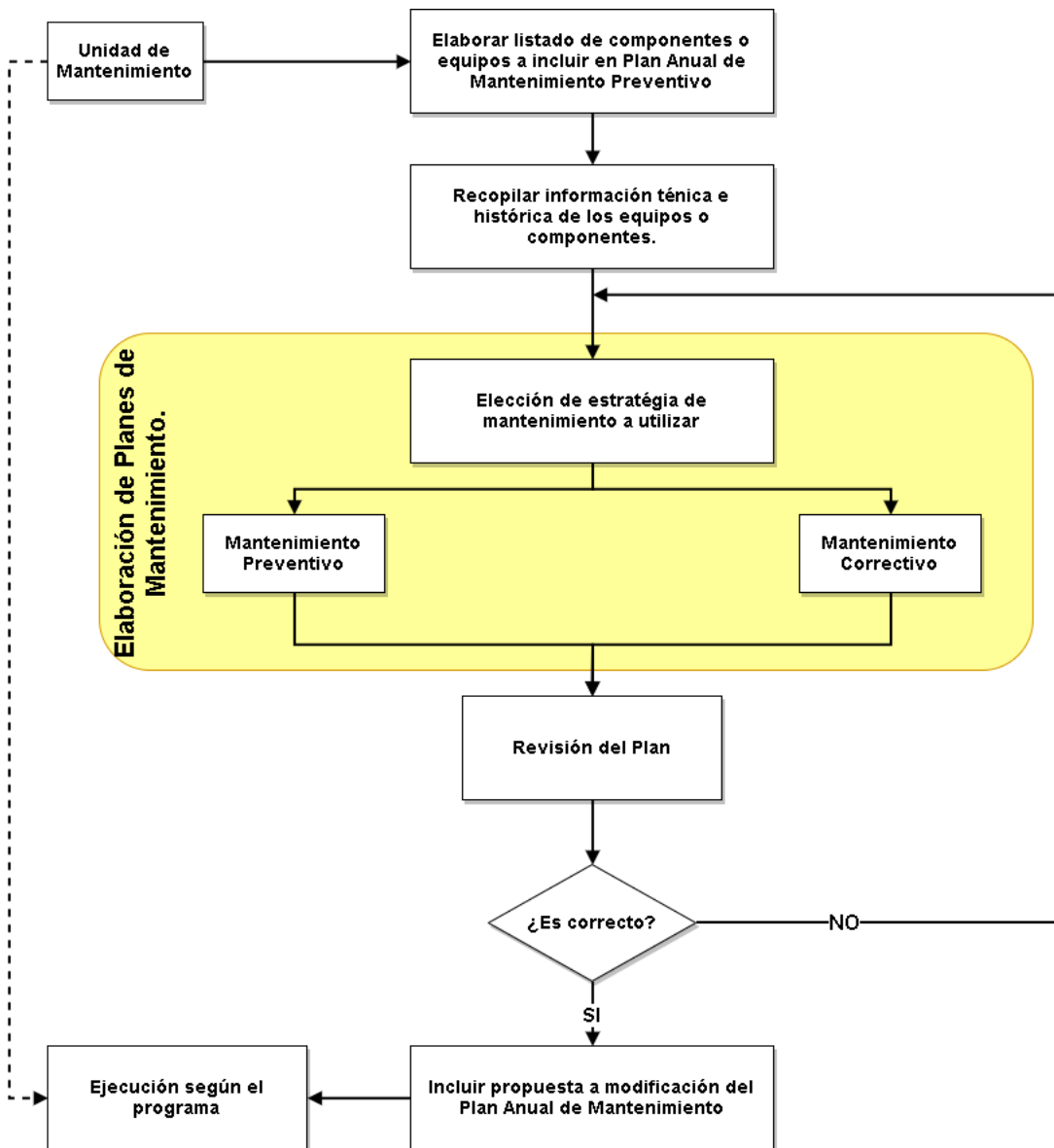


Figura 15: Diagrama de flujo de procedimientos para la Elaboración de Planes de Mantenimiento preventivo/correctivo. **Fuente:** Elaboración propia.

Algo que se concluye de las acciones propuestas, es que la comunicación y la documentación serán claves para el desarrollo efectivo de los planes propuestos. En primer lugar la comunicación será necesario para mitigar el rechazo al cambio que puedan presentar los demás miembros de la U.M., además de enfrentar la sensación de frustración que existe a nivel de equipo debido a las incursiones pasadas en intentos de mejoras fallidos.

Adicionalmente, mantener una comunicación constante y efectiva no solo facilitará la aceptación y adopción de la visión estratégica organizacional, sino que sentará las bases para una cultura de unidad, en la cual los esfuerzos estarán siempre orientados a los mismos objetivos.

Al igual que el plan de acciones presentado no puede ser específico a cada activo o proceso debido a que este es un acercamiento inicial, el cómo generar el diálogo y comunicación efectiva es demasiado amplio para ser especificado como un objetivo planificado, sin embargo, existen algunas consideraciones que se pueden desprender del diagnóstico realizado a la U.M.:

- Es necesario generar la costumbre a la comunicación, revisión y planificación de las actividades, pues al disponer totalmente de la experiencia actual, se continuará incurriendo en los mismos errores que se buscan evitar al presentar una planificación.
- Aunque los objetivos presentados son en beneficio directo del planteamiento estratégico de la U.M., es difícil que cada funcionario pueda percibir el impacto o ventaja de estos objetivos, dado el alcance de sus funciones. Se sugiere que al comunicar los objetivos o metas del nivel administrativo, estos sean adaptados a las tácticas y operaciones dentro del alcance de cada miembro de la unidad, con el objetivo de evitar el rechazo, temor o inseguridad al desarrollarlos.
- Al haber un manejo planificado de las tareas de mantenimiento, es esperable que exista mejores tiempos de respuesta, y a su vez un mejor aprovechamiento de las horas efectivas del trabajo, generando espacios de holgura en los tiempos laborales. Estas instancias son idóneas para realizar charlas y reuniones con los funcionarios, compartir inquietudes, ideas y orientar el diálogo siempre en pro de la aceptación de los planes propuestos.

Por otro lado, la documentación que se plantea a través de las acciones de mejora requiere de más orden, datos técnicos y clasificación de las actividades. Actualmente el sistema de registro existente es muy denso de usar y no presenta una interfaz

amigable para todo el análisis, registro y seguimiento de las tareas por desarrollar, tanto a nivel administrativo como operativo.

Es por ello que se propone una serie de formatos bases para comenzar la documentación estándar de la U.M., las cuales presentan una primera pauta para el registro de la información, ya sea la información técnica de los equipos, el manual de procedimientos para las tareas de mantenimiento, o bien, el registro de los tiempos y plazos en las labores de mantención.

Las figuras Figura 16, Figura 17 y Figura 18 del Anexo 1 son formatos que pueden facilitar la documentación ya mencionada, la que también apunta a la posterior digitalización de la información. En estos formatos se plantea también una codificación que a criterio del encargado de la U.M., puede ser empleada para identificar la ubicación, naturaleza y numeración de la intervención realizada, que posteriormente puede agilizar el proceso de búsqueda, revisión e interpretación de la información recopilada.

Para finalizar, estas propuestas, incluyendo la documentación, son ejemplos a modo de pauta y formato de trabajo. La misma planificación propondrá instancias en las cuales estas propuestas deban ser reevaluadas con suficiente criterio y sustento para discriminar su pertinencias o continuidad en los planes de mejora. Ante esto, es una ventaja que la propuesta sea amplia en el margen de acción, pues dentro de la pauta presentada, da la libertad de evaluar y tantear la efectividad de las acciones realizadas, lo cual cumple con el objetivo propuesto de este trabajo.

7 Plan Matriz de Mantenimiento.

En este capítulo se presenta el que será el plan matriz para administrar las tareas del mantenimiento de la U.M., el cual consiste en una serie de objetivos, metas y acciones propuestas para generar las mejoras en las áreas críticas de la unidad, orientadas a sus propias políticas y objetivos como organización.

Este plan matriz representa un paso inicial en los procesos de mejora continua que la U.M. requiere con tal de elevar su propia capacidad a la hora de resolver los requerimientos, tanto internos como externos.

A su vez, este capítulo propone una serie de medidas y procedimientos para el desarrollo seguimiento de las tareas de mantenimiento, con el fin de que estos sirvan como primeros cimientos a los planes de acción que el encargado de la unidad evaluará a posteriori.

7.1 Plan Matriz Administrativo del Mantenimiento.

A partir de la información recopilada y con los objetivos descritos y trabajados en los capítulos 5 y 6, se propone el plan matriz ilustrado en la Tabla 4, el cual resume las metas de cada objetivo, las acciones que son propuestas como procedimientos para alcanzar la metas y a modo de plan de acción para el encargado de la U.M. Por último, se mencionan los plazos de cumplimiento y evaluación del desempeño de cada una de las acciones asociadas a las metas mencionadas.

Este plan matriz permite definir las actividades de carácter periódicas a ser desarrolladas para que la administración de las tareas del mantenimiento sea orientada con una serie de tareas de manera planeadas y programadas, en vez de ser resueltas de manera aleatoria y conforme la necesidad o requerimientos surjan.

Tabla 4: Plan Matriz de Mantenimiento para la administración de las actividades de la U.M. **Fuente:** Elaboración propia.

| Objetivo | Metas | Descripción | Acciones para lograrlo | Plazo estimado |
|--|--|--|--|---|
| Minimizar acciones correctivas | Incrementar a un 30% las actividades preventivas | Del total de equipos mantenibles, se desea aumentar las rutinas preventivas con tal de mitigar la aparición de fallas detectadas por los usuarios. | Realizar evaluaciones de planificación anual del mantenimiento | Una vez al año, iniciar a 6 meses desde iniciado el plan matriz |
| | | | Incorporar chequeos de rutina en rutas de trabajos | Semanales |
| | | | Programar actividades de revisión | Diarias. Controlar desempeño mensualmente. |
| Reducir los gastos por intervenciones correctivas | Monitoreo total de los gastos e insumos | Con tal de mitigar pérdidas inesperadas, se realizarán controles rigurosos de gastos | Documentar y validar actividades de mantenimiento correctivas | Revisión semanal de las actividades documentadas |
| | | | Reuniones previas a la ejecución de actividades correctivas | Cada vez que sea necesario. |
| | Inventario a la orden y capital de activos preciso | Disminuir la cantidad de insumos en bodega para reducir gastos por activos detenidos. | Mejorar el sistema de inventarios y stock | Revisión y aplicación mensual |
| | | | Planificación y Logística programada estratégica | Primer trimestre, revisar cada 3 meses |

| Objetivo | Metas | Descripción | Acciones para lograrlo | Plazo estimado |
|--|---|---|--|---|
| Aumentar la disponibilidad y vida útil de los equipos | Tiempos de indisponibilidad de equipos críticos no supere los dos días hábiles | Por medio de una programación y planificación, se buscará reducir la indisponibilidad de los activos más importantes del campus | Programación de procesos preventivos y correctivos para los equipos | Revisión del plan cada 6 meses. |
| | | | Estandarización de los procedimientos correctivos del mantenimiento. | Incorporación mensual y revisión 2 veces al año. |
| | | | Contactos J.I.T. con empresas que presten servicios de mantención | Revisión cada 2 meses. |
| | Reducir a cero la repetición de procedimientos por insatisfacción o ejecución errónea de actividades. | Con tal de no afectar la vida útil de los equipos, se busca evitar las intervenciones innecesarias o erróneas. | Estandarización de los procedimientos correctivos del mantenimiento. | Incorporación mensual y revisión 2 veces al año. |
| | | | Planificación y revisión de actividades previamente a ser realizadas | Cada vez que sea necesario. Evaluar semanalmente |
| Mejorar los canales de comunicación | Tiempos de respuestas a requerimientos resueltos dentro del mismo día de levantada la solicitud. | Agilizar los tiempos de procesamiento tanto de la U.M. como de otras unidades del campus. | Emplear un sistema de intranet con acceso para todos los miembros de la U.M. | Implementar dentro del primer semestre de aplicación. |
| | | | Discutir y revisar los planes y programas con otras unidades | Revisión bimensual o cada vez que hallan modificaciones |

| Objetivo | Metas | Descripción | Acciones para lograrlo | Plazo estimado |
|---|--|--|--|--|
| Generar cero residuos en los procesos de la U.M. | Reciclaje de materias primas y equipos en desuso | Mitigar el impacto por el desecho generado en las actividades de mantenimiento | Disponer materiales contaminantes a entidades pertinentes de recolección | A partir de 4 meses, revisar 3 o 2 veces en el año. |
| | | | Reutilización y rescate de componentes en buen estado | Revisión bimensual. |
| | No usar más documentación física en papel | Ser sustentables y amigables con el medio ambiental, tanto en la no generación de basura, como en el no consumo de esta. | Incorporar tecnologías de información para la gestión de procesos | Dentro de un año a partir del inicio del plan anual de mantenimiento |
| | | | Digitalización de la información ya existente | De 6 a 12 meses desde el inicio del plan actual |
| | | | Incorporar equipos informáticos para cada miembro de la U.M. | Dentro de un año a partir del inicio del plan anual de mantenimiento |

7.2 Procedimientos Administrativos del Mantenimiento.

Aunque la propuesta actual contempla un plan de administración centrado en activos específicos para la estrategia de mantenimiento preventivo, el proceso de evaluación del plan de mantenimiento contempla la posibilidad de ir incorporando nuevos activos a esta estrategia, al punto de optimizar al máximo la capacidad de revisiones rutinarias y mitigando la ocurrencia de fallas en activos o equipos mantenibles por la U.M.

La futura ejecución de una evaluación de planes de mantenimiento requerirá de una recopilación de información y data técnica, tanto de los equipos que se desean mantener, como de los procedimientos ejecutados, con el fin de contrastar lo esperado, lo obtenido y lo proyectado en la evaluación.

Este proceso se debe realizar no antes de un año desde el inicio de la ejecución de la propuesta actual, con el fin de generar un historial de actividades y datos lo suficientemente robusto como para detectar potenciales oportunidades de mejora, o métodos eficientes de planificación del mantenimiento. A su vez, se plantea este plazo, pues la gestión del cambio de los procesos sugiere que estos no sean inmediatos, para disminuir el impacto y rechazo por parte de los funcionarios.

Ante lo expuesto previamente en el diagnóstico de la U.M. y en continuación al plan matriz, la información más relevante que debe ser considerada para la estrategia de la unidad, o incluso, evaluar si es efectivo mantener una estrategia correctiva en un activo, es la siguiente:

- Información de la cantidad de intervenciones que recibe el equipo durante el año.
- Tipos de intervenciones realizadas al equipo, diferenciado si éstas son por revisiones de rutina o por fallas inesperadas.

- Tiempo total del proceso de mantenimiento, considerando desde que la falla es detectada o es avisada a la U.M., hasta que la falla es resuelta.
 - Idealmente, sería bueno incorporar información del tiempo de preparación, el tiempo de trabajo y los tiempos de corrección en caso de ser necesarios en el proceso.
- Costos asociados por la falla. (Tiempo y recursos perdidos por la indisponibilidad del equipo o la falla de algún componente, en caso de ser muy bajos o no cuantificables, considerarlos como insatisfacción y merma de la calidad del servicio).
- Costos por intervenir y realizar actividades de mantención (sobre todo las correctivas). Esta deberá incluir los costos de repuestos, compras y reparaciones realizadas para atender la solicitud.
- Información técnica del equipo: sus componentes, sus funciones y si existe repuestos en el mercado o estos deben ser fabricados. En caso de ser este último el caso, indicar quien los puede fabricar.
- Información de los modos de falla del equipo o activo.

Aunque esta información es extensa de recopilar y analizar, permitirá discriminar con claridad que tan efectivo será la evaluación de planes de cambio en la estrategia del mantenimiento. El estudio de estos factores, sumado al conocimiento actual de las propias capacidades de la U.M. permitirán no solo vislumbrar que estrategia es más efectiva: si la preventiva o correctiva, también permitirá tomar consciencia de las capacidades y condiciones actuales reales, las que permitirán plantear nuevos objetivos y metas para alcanzar en dicha evaluación.

Para orientar estos procesos, se plantean dos diagramas de flujos, los cuales representen los procesos para los trabajos de mantenimiento de carácter internos y externos, los cuales están ilustrados en la Figura 19 y Figura 20 respectivamente.

De esta manera, se presenta en adición al plan matriz, un procedimiento ordenado de cómo gestionar las actividades administrativas de mantenimiento de la U.M., sirviendo de apoyo para la aplicación y seguimiento del plan matriz. Al igual que este

último, estos procesos están sujetos a la evaluación del encargado y a su discreción pueden ser modificados, pero se sugiere que siempre esta modificación sea sustentada por una evaluación del desempeño y que se sirva de datos específicos para justificar las acciones correctivas del plan propuesto y sus procedimientos.

Estas herramientas buscan facilitar el desarrollo del control del desarrollo y desempeño de las actividades gestionadas por el encargado de la U.M., con tal de que la administración del mantenimiento tenga una pauta a la cual ceñirse.

CONCLUSIONES

El plan matriz de mantenimiento propuesto en este trabajo de título es una herramienta que cumple las funciones de un plan de acción al cual atenerse a la hora de ejecutar las tareas administrativas del mantenimiento de la U.M., al mismo tiempo de ser un primer intento de evaluación interna de la misma unidad. Efectuar este paso, es en cierta forma un avance que tantea la incertidumbre de las tareas administrativas del mantenimiento, pero al mismo tiempo será el vehículo para ganar experiencia, disciplina y seguridad en la evolución hacia la mejora.

El objetivo central de todo este trabajo es el de proponer un plan matriz del mantenimiento para la administración de las tareas de mantenimiento de la U.M., acorde a los lineamientos estratégicos que esta unidad posee. Por definición, un plan matriz de mantenimiento posee claras especificaciones en el proceder de sus actividades, la periodicidad de estas acciones y las métricas o métodos de evaluación. Sin embargo, al desarrollar este trabajo, la carencia de información base para plantear un plan matriz genera un desafío novedoso, el cual consiste en tener un amplio horizonte de acción, con muchas opciones que abarcar, pero eso conlleva a la siguiente interrogante ¿Qué camino se debe tomar?

Para poder focalizar el desarrollo del trabajo, se propone inicialmente realizar un diagnóstico de los procesos de administración del trabajo de mantenimiento de la U.M. el cual dará las bases e información necesaria para conocer el contexto de la unidad, su gestión de actividades, su desempeño, inquietudes como equipo humano, y sobre todo, el material a ser evaluado.

Todo el proceso inicial es sustentado por un marco teórico que representa las directrices a seguir y en la información que será orientado el análisis y proyección del trabajo a realizar. Todo esto da las herramientas y criterios para la evaluación de los antecedentes de la U.M. y su posterior análisis.

Al realizar la evaluación y análisis guiado por la teoría de la gestión de activos y mantenimiento (usando la norma ISO 55001:2018 como pilar central), se realiza el

segundo objetivo secundario planteado, el que consiste en determinar las tareas de mejoramiento del proceso de administración del trabajo de mantenimiento. La evaluación es sostenida por toda la información recopilada y discutida con los miembros de la unidad, lo que reduce el abanico de posibilidad para desarrollar el plan matriz de mantenimiento.

Pese a esto, las condiciones de la U.M. y de este trabajo no son capaces de abarcar todas las mejoras, sobre todo porque el plan matriz propuesto está orientado a los procesos de gestión y planificación a nivel administrativas de la unidad. Es por ello por lo que se requiere de un análisis que permita categorizar y priorizar los elementos que requieren mayor urgencia a la mejora, o bien, aquellos procesos y activos mantenidos que, al ser considerados en el plan, presentarán los resultados más evidentes y sustanciales.

De este modo, se emplearon métodos de evaluación en base al riesgo y la criticidad estratégica a la falla de los activos mantenidos, con tal de acotar el margen de procesos de la U.M. involucrados, cumpliendo con el tercer objetivo secundario, y de este modo, generando la orientación necesaria para plantear las propuestas de mejoras adecuadas.

Al haber enfocado por medio de técnicas de gestión las acciones a mejorar, se plantean los objetivos del plan matriz de mantenimiento, que posteriormente incluye metas específicas, claras y fáciles de entender, un plan de acción o ruta a seguir con tal de cumplir dichas metas, y los plazos en que estos deben ser resueltos y evaluados para su posterior modificación o adaptación a la evolución de las estrategias del mantenimiento en al U.M.

De esta manera, se desarrolla el cuarto objetivo secundario, que consiste en definir el plan de acciones para mejorar las áreas de mejora detectas al análisis la criticidad de los procesos de la administración del mantenimiento.

Transversalmente en este trabajo, se menciona la necesidad de generar procesos de mejora continua sostenibles, basados tanto en la gestión del cambio como en la

evaluación y corrección de los planes y programaciones propuestos, es por ello que se describen una serie de acciones para cada uno de los objetivos. Estas acciones incluyen información de cómo deben evaluarse con tal de medir el desempeño de las metas, los tiempos en los que deberían ser observados y controladas, para finalizar con algunas medidas de corrección. Con esto, se desarrolla el quinto objetivo secundario, el cual es implementar un conjunto de acciones con la finalidad de evaluar la efectividad del plan y que este pueda ser modificado con los criterios e información adecuada.

Con esto último, se genera un plan matriz completo que apunta a la mejora continua de la administración de las actividades de mantenimiento de la U.M., con lo que se da por cumplido el objetivo centro de este trabajo. A todo esto se le suman una serie de propuestas de procedimientos para llevar a cabo la gestión de las actividades y tareas del mantenimiento, con tal de sumar unas herramientas que de pauta a la administración de la U.M.

El desarrollo del trabajo resulta satisfactorio, pues propone los pasos iniciales para el desarrollo formal y sostenible de las mejoras en la U.M., procesos que como se deja en evidencia en este trabajo, han sido llevadas a cabo previamente, pero sin los resultados esperados. Esta clase de situaciones ocurren en su mayoría por no generar las condiciones adecuadas para desarrollar un plan de mejora: ya sea porque la decisión de mejora es determinada con demasiada prisa; porque no se planifican las actividades y todo es desarrollado de manera reactiva; o bien; porque no se identifican los elementos que debe ser mejorados.

Ante esto, fue necesario regresar a los elementos más esenciales de la administración y planificación en general, pues las inquietudes y situación de la U.M. no se resolvería por medio de plantear actividades específicas del mantenimiento, sino que asentando las bases, que a mi parecer, son las más esenciales de una organización: cultura de equipo, planificación estratégica y disciplina sostenida. Estos valores son plasmados en las propuestas realizadas en el plan matriz, las que buscan sentar la comunicación de los miembros de la unidad, la visión y entendimiento de las

actividades que se deben desarrollar y la perseverancia en sustentar los esfuerzos, siempre apuntando a la mejora orientada a los objetivos, y no empujada únicamente por las fallas.

Para finalizar, este trabajo tiene un enfoque administrativo, pero da pie a continuar profundizando en las mejoras, tanto tácticas como operativas. Es inevitable que los siguientes pasos de la mejora se enfrenten a la necesidad de una evolución orientada a las técnicas del mantenimiento y al desarrollo de las tareas específicas. Adicionalmente, el desarrollo del plan propuesto generará suficiente información técnica (cuantificable o no) como para considerar una revisión más estructurada de los procesos desarrollados por la U.M.

Es por esto que, disciplinas de la misma UTFSM pueden seguir sumando mucho más valor, ya sea en propuestas y pautas de cómo desarrollar las operaciones de mantenimiento, por medio del estudio de las fallas o intervenciones a los activos, o el comportamiento de estos con tal de poder apuntar ya a la capacidad predictiva de la unidad. Por otro lado, las propuestas de modernización y digitalización de la información de la U.M. pueden ser resueltas por carreras dedicadas a la programación o comunicación informática, las que pueden aportar una visión más técnica en cómo resolver este tipo de requerimientos o cambios propuestos.

Otra propuesta interesante de ser evaluada, considerando la participación de la Dirección Académica de la universidad, es la de implementar ramos o cátedras al proceso de evaluación y estudio de los equipos críticos, sobre todo para aquellas cátedras orientadas al mantenimiento, diseño o gestión y administración de equipos. Esta en si es una gran oportunidad de generar experiencia técnica para los estudiantes, al mismo tiempo que la casa de estudios obtiene información de si misma, haciendo de esta una oportunidad de beneficio mutuo, al mismo tiempo de que la universidad genera gran valor de aprendizaje a estudiantes de diferentes carreras (como de mecánica, eléctrica, civil, entre otros).

Por otro lado, la gestión del cambio será un proceso constante, pues avanzando del primer obstáculo que es el rechazo o la resistencia al cambio, viene el gestionar la

emocionalidad asociada a la continuidad o avance, pues una vez adquirida la conciencia de la mejora, es necesario saber enfocar los esfuerzos y encaminar la disposición de los miembros de la U.M.

Finalmente, queda en evidencia que, siendo esta una propuesta de los primeros pasos de mejora de la U.M., esta posee un gran potencial de mejora, al mismo tiempo de representar una oportunidad de aprendizaje para los estudiantes de la universidad, generando así un estado simbiótico donde tanto la institución académica, como sus estudiantes, salen beneficiados de la lluvia de ideas y las propuestas de mejoras que puedan venir a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Barros, O. (2015). "Planificación Estratégica de Mantenimiento como Herramienta Preventiva y Predictiva para disminución de la accidentabilidad de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional". Cuenca - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Betancourt, D. (2019). "Cómo hacer la planificación estratégica paso a paso". Recuperado el 16 de noviembre de 2020, de Ingenio Empresa: www.ingenioempresa.com/planificacion-estrategica.

BSI Standards Publication. (March 2018). "Asset Management" - BS ISO 55001:2018. BRITISH STANDARD, BSI 55001.

Carpio, J. Flores, C. (2001). "La gestión del mantenimiento bajo la óptica de la planificación estratégica". Prov. de Entre Ríos, Rep. Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos.

Flores Muñoz, C. (2018). "Creación de un proyecto de mejora en la gestión del mantenimiento para la unidad de mantención de la UTFSM campus San Joaquín". Chile: Memoria de Titulación Ingeniería Civil Mecánica - UTFSM.

Fuentes Stuardo, P. (2014). "Propuesta de un Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo de ENAP - Refinería Bío-Bío". Concepción, Chile: Universidad del Bío-Bío.

García Garrido, S. (2010). "Organización y gestión integral de mantenimiento". Ediciones Díaz de Santos.

González, F. (2005). "Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado". FC Editorial.

González, H. (2012). "Sistemas integrados de Gestión", de Calidad & Gestión
Sitio web: <https://calidadgestion.wordpress.com/2012/11/13/sistemas-integrados-de-gestion/>

González, H. (2015). "Enfoque basado en el riesgo", de Calidad & Gestión
Sitio web: <https://calidadgestion.wordpress.com/2015/08/10/iso-9001-2015-enfoque-basado-en-riesgos/>

González, H. (2018). "Directrices para la gestión del riesgo", de Calidad & Gestión
Sitio web: <https://calidadgestion.wordpress.com/2018/10/31/iso-31000-2018-directrices-para-gestion-de-riesgos/>

González, H. (2018). "Identificación de peligros y evaluación de riesgos y oportunidades", de Calidad & Gestión
Sitio web: <https://calidadgestion.wordpress.com/2019/01/31/iso-45001-2018-control-de-riesgos/>

González, H. (2018). "Riesgos y oportunidades para la salud y seguridad en el trabajo", de Calidad & Gestión
Sitio web: <https://calidadgestion.wordpress.com/2019/10/02/iso-45001-2018-riesgos-y-oportunidades-para-salud-y-seguridad-en-el-trabajo/>

González, H. (2019). "Conocimiento Organizacional - ISO 9001", de Calidad & Gestión.
Sitio web: <https://calidadgestion.wordpress.com/2019/05/06/iso-9001-conocimientos-de-la-organizacion/>

González, R. (2014). "Método Harada", de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/5889/metodo-harada-el-lado-humano-del-lean/>

González, R. (2016). "Modelo AHP para toma de decisiones", de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/planificacion/modelo-ahp-toma-de-decisiones-mediante-su-desglose/>

Gutiérrez, A. (2009). "Mantenimiento - Planeación, ejecución y control". México: Alfaomega Grupo.

Jimeno, B. (2013). "AMFE - Análisis Modal de Falla y Efectos", de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/amfe/>

Jimeno, B. (2013). "Metodología 5S para mejorar la productividad", de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/4157/metodologia-5s-guia-de-implantacion/>

Jimeno, B. (2013). "Ciclo PDCA", de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>

Jimeno, B. (2016). "Gestión del Riesgo", de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/8293/gestion-de-riesgos-por-que-debemos-gestionar-los-riesgos/>

Ledesma, P. (2015). "Los costes totales de la calidad", de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/coc/>

Ledesma, P. (2016). "Modelo Kawakita Jiro", de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/herramientas/modelo-kawakita-jiro/>

Levitt, J. (2009). "The handbook of maintenance management". Industrial Press Inc.

Molina, J. (2006). "Mantenimiento y seguridad industrial". IMU: Ingeniería municipal, 214.

Ph. D Louit, D. (2012). "Mantenimiento: Un proceso estratégico - 6° Seminario de Acercamiento Tecnológico, Calama". Chile: Komatsu Chile S.A.

Pistarelli, A. J. (2010). "Manual de mantenimiento: Ingeniería, gestión y organización". Pistarelli.

Plaza Tovar, A. (2009). "Apuntes teóricos y ejercicios de aplicación de gestión del mantenimiento industrial". Editorial Lulú.

Quezada, G. (--). "Herramientas para la mejora continua (KAIZEN)". San José, Costa Rica: Grupo KAIZEN S.A.

SAE JA1011 – "A guide to Reliability-Centered Maintenance (RCM) – Evaluation Criteria for RCM Programs".

SAE JA1012 – "A guide to Reliability-Centered Maintenance (RCM)".

Tavares, L. (1996). "Administración moderna de Mantenimiento". Brasil: Publicaciones Nuevo Polo.

Zimmermann, A. (2000). "Gestión del Cambio Organizacional: Camino y Herramientas." 2ª Edición. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala

ANEXOS

Anexo 1: Formatos ejemplo para la documentación del Mantenimiento.

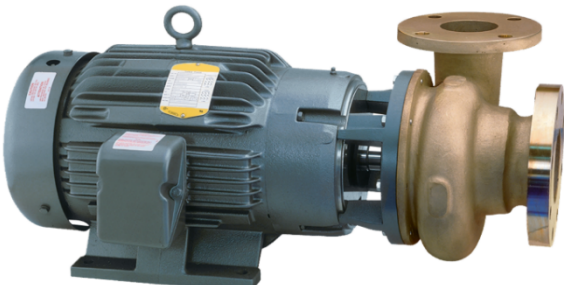
| | | | |
|--|---------|------------------------------------|--------|
| Unidad de Mantenimiento - Campus Santiago San Joaquin | | Registro U.M. 0X- Pág. NN de MM | |
| Fecha Aprobación: | | Fecha Próxima Evaluación: | |
| FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO/INMUEBLE | | | |
| CÓDIGO: | | FABRICANTE: | |
| FECHA DE RECEPCIÓN | | | |
| DESCRIPCIÓN: | | | |
| | | | |
| CONTACTOS | | | |
| NOMBRE | EMPRESA | TELÉFONO | CORREO |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
|  | | | |

Figura 16: Formato de ficha técnica para equipos, mobiliario o activos mantenibles por la U.M. **Fuente:** Elaboración propia.

| | | | |
|---|----------------|------------------------------------|---------------------|
| Unidad de Mantenimiento - Campus Santiago San Joaquín | | Registro U.M. 0X- Pág. NN de MM | |
| Fecha Aprobación: | | Fecha Próxima Evaluación: | |
| PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | |
| EQUIPO/INMUEBLE | | | CÓDIGO |
| | | | |
| | | | |
| TAREA | | | PERIODICIDAD |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| APROBACIÓN DEL LISTADO | | | |
| Fecha: | ELABORADO POR: | | Firma: |
| Observaciones: | | | |

Figura 17: Plantilla para la documentación del mantenimiento preventivo de los activos a cargo de la U.M.
Fuente: Elaboración propia.

| | |
|--|--|
| Unidad de Mantenimiento - Campus Santiago San Joaquín | Registro U.M. 0X- Pág. NN de MM |
| Fecha Aprobación: | Fecha Próxima Evaluación: |
| "HISTORIAL DE REVISIONES PREVENTIVAS" | |
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | CÓDIGO |
| | |
| TAREA REALIZADA | Fecha/Hora |
| | INICIO: |
| | FINALIZACIÓN: |
| | INICIO: |
| | FINALIZACIÓN: |

Figura 18: Plantilla para la documentación de los tiempos asociados a las tareas de mantención de los activos a cargo de la U.M. **Fuente:** Elaboración propia.

Anexos 2: Diagramas de Flujo Propuestos para la gestión del mantenimiento de la U.M.

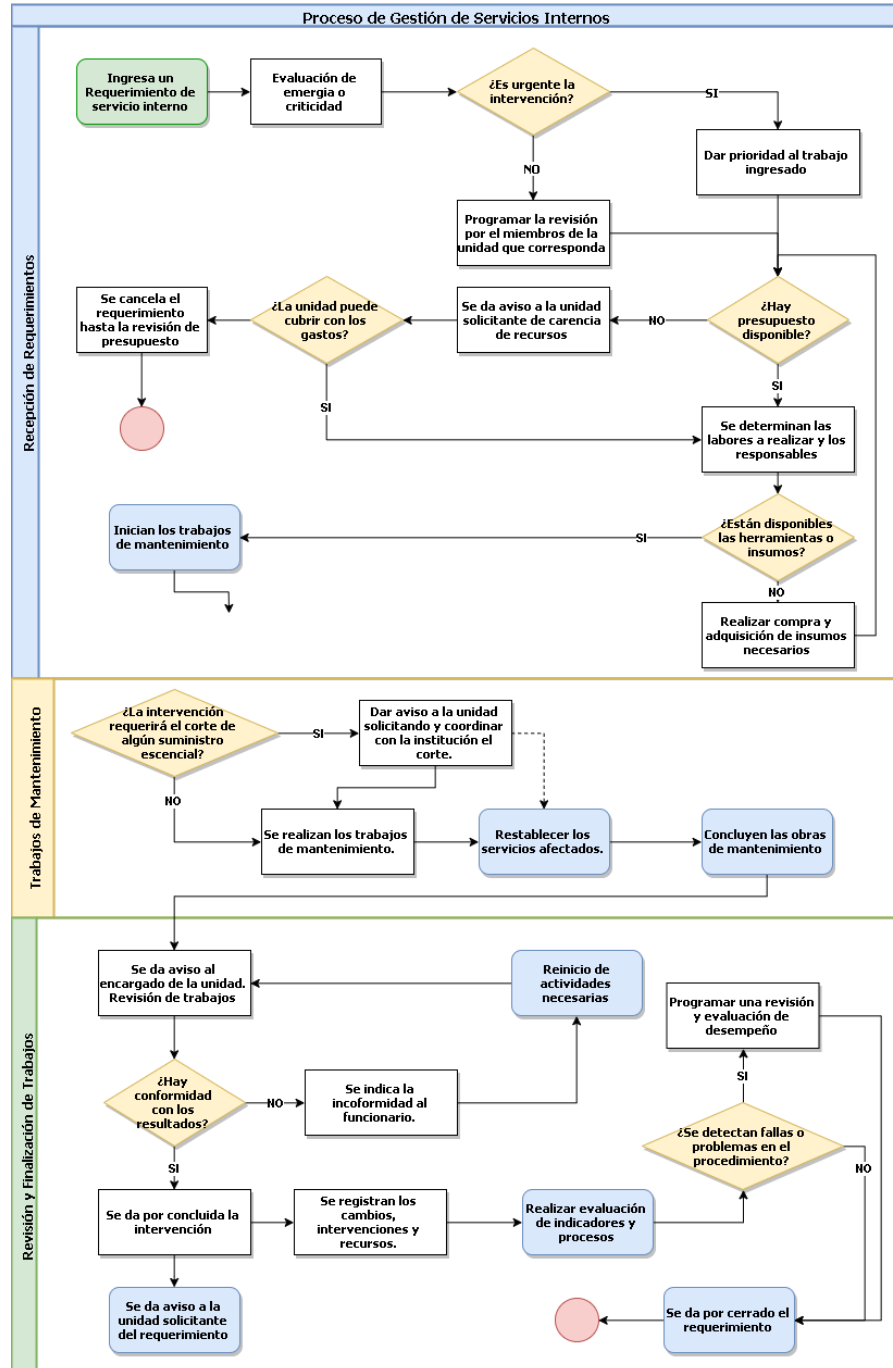


Figura 19: Diagrama de Flujo de propuesta para la gestión del mantenimiento de los requerimientos internos de la U.M. Fuente: Elaboración propia.

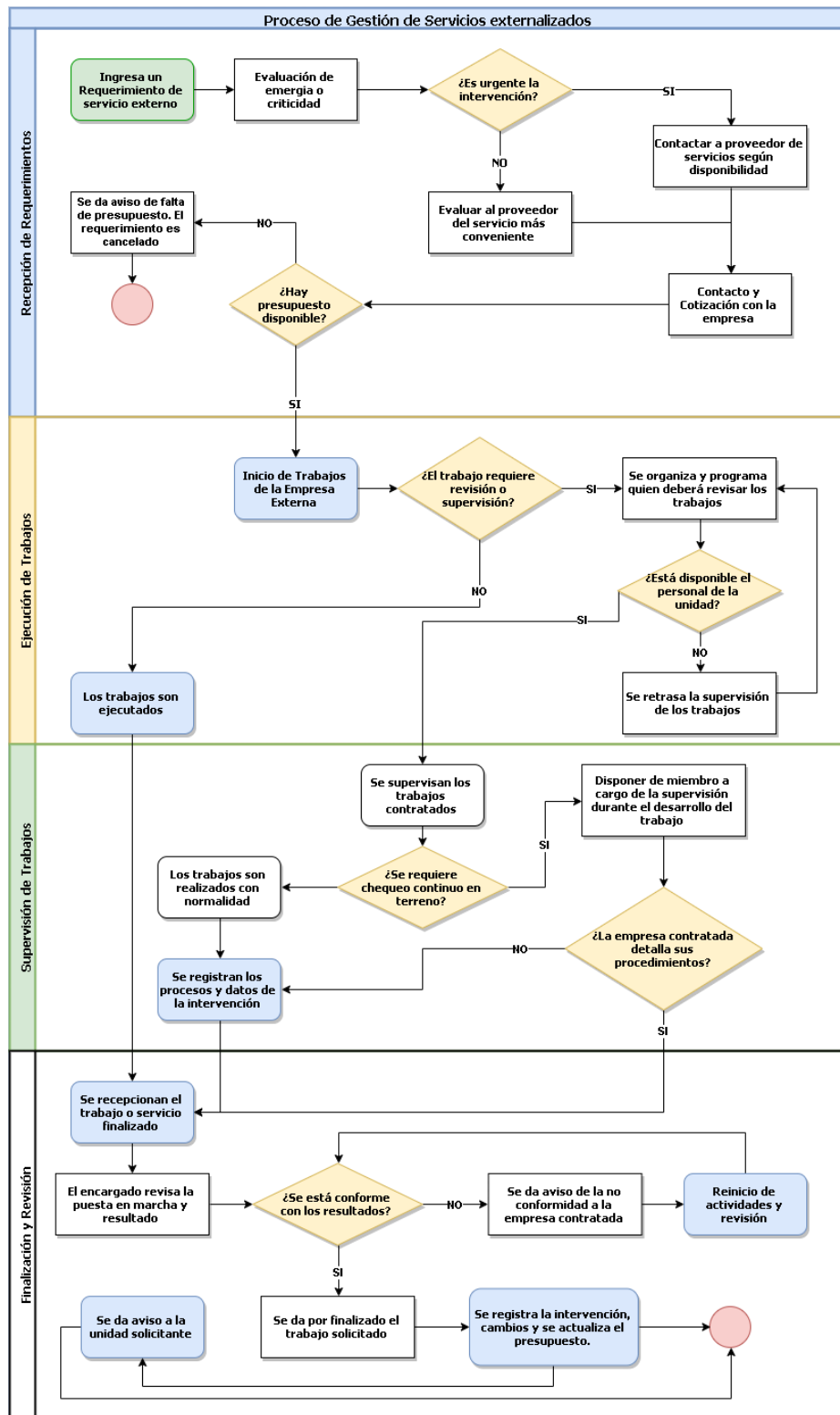


Figura 20: Diagrama de Flujo de propuesta para la gestión del mantenimiento de los requerimientos externos de la U.M. **Fuente:** Elaboración propia.

Anexos 3: Modelo de evaluación de criticidad estratégica de los activos mantenibles.

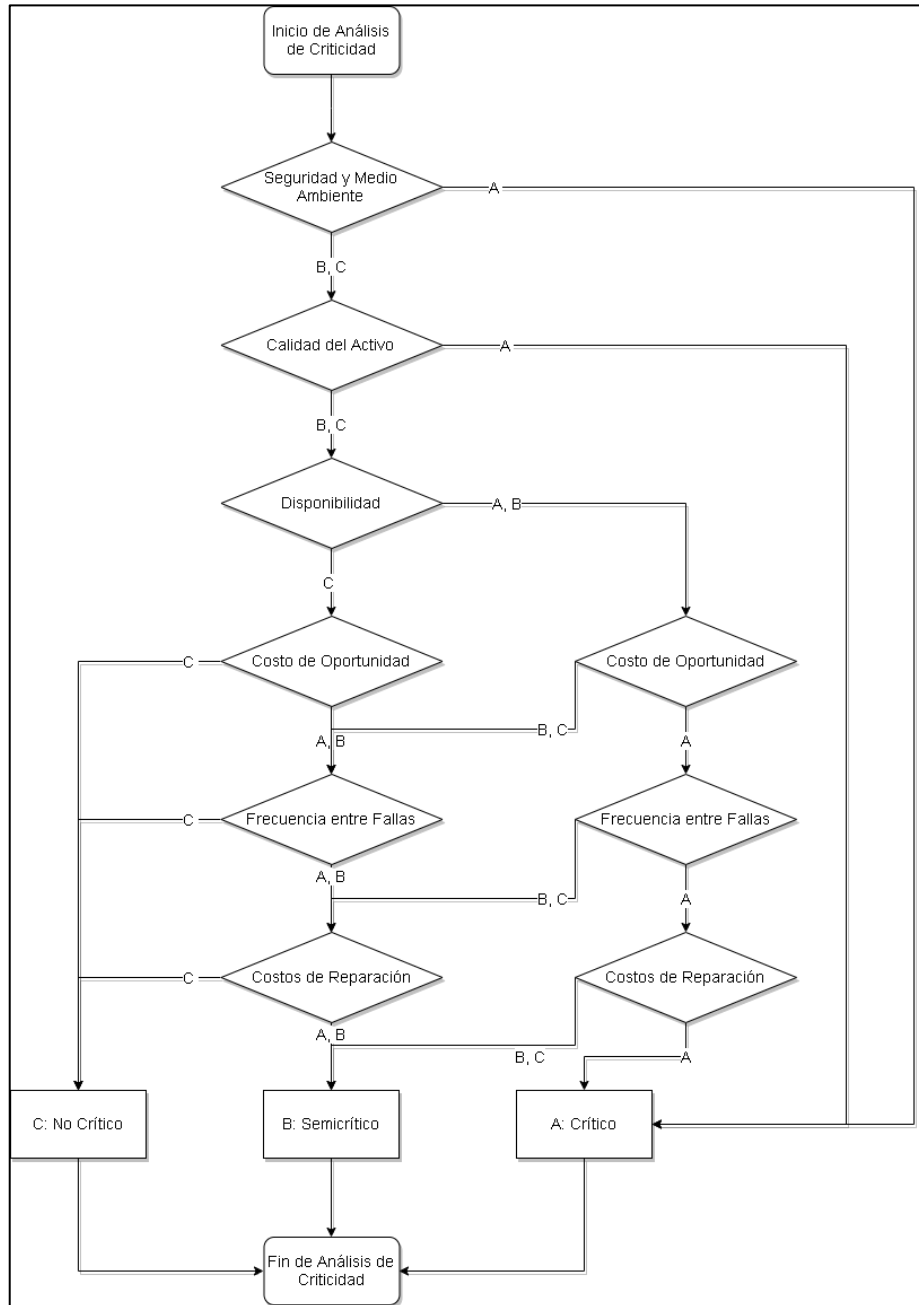


Figura 21: Diagrama de flujo para del proceso de análisis del nivel de criticidad estratégica de los activos para la gestión del Mantenimiento. **Fuente:** Modificado del modelo de análisis de criticidad para requerimientos operativos de la ENAP (Fuentes, P 2014).

Anexo 4: Diagramas de flujo de procesos propuestos del plan matriz de mantenimiento.

En las Figuras Figura 22 y Figura 23, se presentan tres símbolos que representan el uso de una base de datos interna de la universidad, la cual registra el estado de los requerimientos internos, entre esos lo que deben ser atendidos por la U.M. Esto indican que procesos deberán conectarse con la base de datos interna del campus, ya sea para extraer información, o para contactarse con las entidades pertinentes.

Los procesos descritos en el plan matriz con un sobre de cartas en su recuadro representan procesos que deben ser resueltos y comunicados por medio del canal de comunicación actual del campus. Este puede estar sujeto a cambios y modificaciones según sea la necesidad o requerimiento del departamento de I.T. de la universidad, por lo que en general este tipo de procesos representan el uso de un canal formal de comunicación entre distintas unidades o departamentos de la universidad.

Los recuadros en grises y conectados con líneas segmentadas, representan algunas notas sugeridas para ciertos procesos. Estas notas podrán ser modificadas, eliminadas o incluso, se podrán agregar más notas según estime necesario el encargado de la U.M., siempre mantenimiento los lineamientos ya sugeridos para abordar procesos de cambio y mejora.

Los procesos o recuadros que cuenten con una doble cruz en su descripción representan los hitos claves en el desarrollo y avance de los procesos de mantenimiento. Estos indican los puntos críticos en los que se darán inicio a cambios en el proceso de ejecución, responsables y participantes de las tareas, o bien, puntos desde los que comenzarán o finalizarán supervisiones o tomas de datos clave.

Por último, los círculos rojos representan el cierre del proceso de administración del mantenimiento. En ambos planes propuestos se presentan los casos en los que el procesamiento del requerimiento es cancelado aún sin haber reparado o intervenido el equipo o fallo detectado, esto debido a situaciones en las cuales

exista un rechazo a la cotización y evaluación propuesta por la U.M., o bien porque la misma unidad no cuenta con los recursos o la disponibilidad para resolver el requerimiento.

Se debe entender que un proceso que ha sido cancelado por estas últimas razones no implica que no pueda volver a ser solicitado o requerido en el futuro, pero la postergación de un requerimiento será posible siempre y cuando la postergación del requerimiento no incurra en más fallas, o que esta no represente un riesgo para la continuidad de los servicios de la universidad o un riesgo a la seguridad y salud de las personas.

Los equipos que deberán ser priorizado siempre, por sobre la disponibilidad de personal o recursos, serán aquellos que representaron tanto un riesgo alto en la evaluación de riesgos, como también ser un de un valor e impacto crítico para la estrategia de mejora de la U.M., siendo estos considerados como muy graves a la hora de presentar un fallo. Estos equipos o activos están descritos y detallados en la Tabla 3, y representan alrededor del 16% del total de activos mantenibles a cargo de la U.M., por lo que es plausible disponer un enfoque más exhaustivo en estos activos.

La cotización y evaluación de trabajos, además de incluir la evaluación de costos e insumos requeridos, deberá sumar a sus estudios la revisión de inventario y la generación de O.C., las cuales deberán ser siempre justificadas y validadas por medio de la SIIF de la universidad. En caso de no contar con los insumos o herramientas para resolver un requerimiento interno de la U.M. se levantará la solicitud y dichos gastos serán adicionados a la cotización.

En caso de que una cotización sea rechazada, ya sea por falta de fondos de la unidad o porque está no es adecuada ni validada por la entidad encargada (pudiendo ser desde la misma U.M., hasta la unidad solicitante), se dará aviso de que el requerimiento es cancelado hasta que se realice una nueva evaluación de condiciones o se consigan los insumos y fondos necesarios (siempre que el requerimiento no represente los riesgos críticos mencionados). Cualquiera sea el motivo de cancelación, esta debe ser avisada a las unidades involucradas y respaldada tanto la situación, como el motivo de esta.

En caso de que un trabajo sea evaluado como insatisfactorio, tanto por el supervisor de la U.M., o bien por el usuario que recibe el trabajo finalizado, se dará aviso al encargado de la ejecución de los trabajos, pudiendo ser un funcionario de la U.M. o un externo contratado, para que realice las correcciones adecuadas. En el caso de ser de un contrato externo, se discutirán los costos y cotización por el incumplimiento de los objetivos y acuerdos, avisando a la empresa contratante de la situación. Luego se realizará una nueva revisión de los trabajos corregidos.

Este diagrama de flujos está orientado a la planificación de las tareas de mantenimiento correctivas e imprevistas, que al momento actual representan la mayor cantidad de tareas realizadas por la U.M. Este plan matriz también puede ser empleado como un acercamiento para procesos preventivos o que involucren revisiones periódicas, pues dará una base de cómo administrar los procesos necesarios para la ejecución de los trabajos de mantenimiento. Se espera incluso que este plan sirva de sustento para la revisión de próximas evaluaciones de mejora y se complemente con un análisis más centrado en los procesos del mantenimiento y no tanto en la administración o gestión de estos.

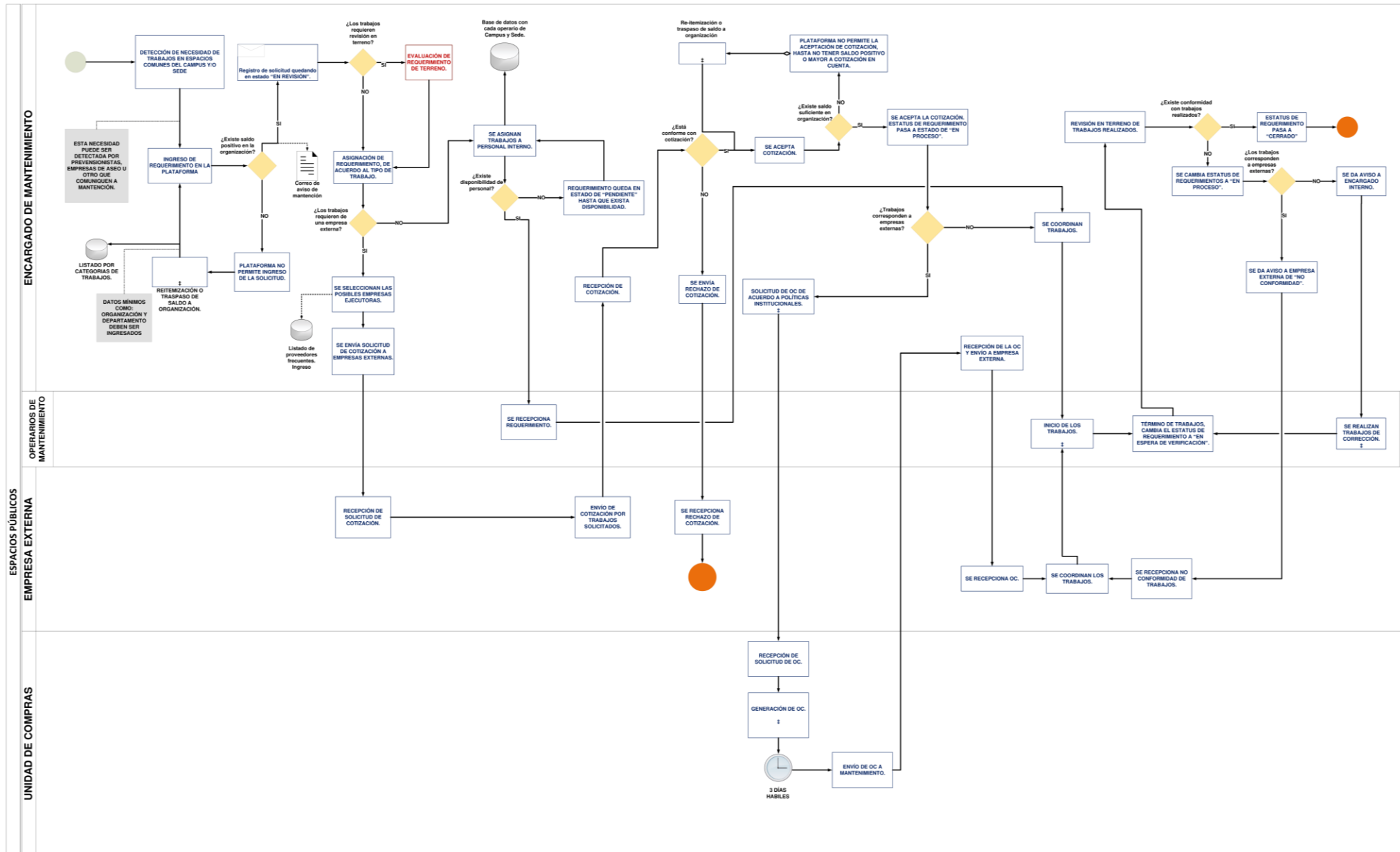


Figura 22: Diagrama de flujo de procesos propuestos para el cumplimiento del plan matriz de mantenimiento para los procesos gestionados por la U.M. en áreas públicas. Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Funciones de cada empleado de la U.M. para los requerimientos internos, respecto al contrato acordado.

Tabla 5: Funciones de cada empleado de la U.M. para los requerimientos internos, respecto al contrato acordado.
Fuente: Flores, C 2018; "Creación de un proyecto de mejora en la gestión del mantenimiento para la unidad de mantención de la UTFSM campus San Joaquín.

| Cargo | Funciones |
|-----------------------|--|
| Electricista 1 | <ul style="list-style-type: none">• Instalar, mantener y asegurar el perfecto funcionamiento de las distintas instalaciones eléctricas en salas, oficinas, espacios comunes, entre otros, según procedimientos de la empresa y normas de seguridad.• Instalar y reparar artefactos eléctricos, equipos y accesorios de la institución.• Elaborar reportes de mantención periódicos de los trabajos realizados, según lo solicitado por su jefatura directa.• Seleccionar herramientas y materiales apropiados para las tareas, verificando disponibilidad y buen estado de estos, según procedimientos de la institución y normativa vigente.• Ejecutar acciones de mantenimiento preventivo de instalaciones, de acuerdo con plan de trabajo.• Realizar mantención de tableros eléctricos.• Realizar otras tareas inherentes al cargo, según lo solicite su jefatura directa. |

| | |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">Electricista 2</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Instalar, mantener y asegurar el perfecto funcionamiento de las distintas instalaciones eléctricas en salas, oficinas, espacios comunes, entre otros, según procedimientos de la empresa y normas de seguridad. • Instalar y reparar artefactos eléctricos, equipos y accesorios de la Institución. • Ejecutar acciones de mantenimiento preventivo de instalaciones, de acuerdo con plan de trabajo. • Seleccionar herramientas y materiales apropiados para las tareas, verificando disponibilidad y buen estado de estos, según procedimientos de la institución y normativa vigente. • Elaborar programas de ejecución de instalaciones, considerando tiempo y recursos disponibles, que corresponden a su nivel certificado de conocimientos teórico y práctico, siguiendo las instrucciones del Encargado de Mantenición. • Elaborar reportes de mantenimiento periódicos de los trabajos realizados, según lo solicitado por su jefatura directa. • Seleccionar adecuadamente los voltajes y amperajes requeridos para cada trabajo. • Realizar otras tareas inherentes al cargo, según lo solicite su jefatura directa. |
| <p style="text-align: center;">Carpintero metálico y maderas</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar trabajos de carpintería y albañilería, manteniendo y asegurando el óptimo funcionamiento de las distintas instalaciones según procedimiento de la Institución y normas de seguridad. • Instalar puertas y/o ventanas, tanto interiores como exteriores, además de enchapados y molduras para muebles y accesorios de cualquier estructura relativa a su especialidad, dimensionando materiales a muebles y velando por cumplir normas de calidad, seguridad e higiene y dejando limpio su lugar de trabajo. • Armar y montar estructura de madera, acero u otro material utilizado en estructura y soldaduras, verificando las condiciones adecuadas para la instalación en obra. • Seleccionar herramientas y materiales apropiados para las tareas a realizar, verificando la disponibilidad y buen estado de estas, según procedimientos de la Institución y normativa vigente, velando por cumplirlas y por la seguridad de quienes estén cerca del lugar de trabajo. • Generar diseño de muebles para la Institución, de acuerdo con las indicaciones del Encargado de Mantenición. • Reparar mobiliario existente dentro del emplazamiento, de acuerdo con las instrucciones del Encargado de Mantenición. • Realizar otras tareas relacionadas con el cargo, de acuerdo con lo solicitado por el Encargado de Mantenición. |

| | |
|-------------------|--|
| Carpintero | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar trabajos de carpintería y albañilería, manteniendo y asegurando el óptimo funcionamiento de las distintas instalaciones según procedimiento de la Institución y normas de seguridad. • Instalar puertas y/o ventanas, tanto interiores como exteriores, además de enchapados y molduras para muebles y accesorios de cualquier estructura relativa a su especialidad. • Armar y montar estructura de cualquier mobiliario de madera, acero u otro material utilizado, verificando la disponibilidad y buen estado de estas, según procedimientos de la institución y normativa vigente, velando por cumplirlas y por la seguridad de quienes estén cerca del lugar de trabajo. • Seleccionar herramientas y materiales apropiados para las tareas a realizar, verificando la disponibilidad y buen estado de estas, según procedimientos de la Institución y normativa vigente, velando por cumplirlas y por la seguridad de quienes estén cerca del lugar de trabajo. • Armado, dimensionado y generación de diseño de mobiliario para la institución, de acuerdo con las indicaciones del Encargado de Mantención. • Aplicar normas de calidad, seguridad e higiene en toda labor desarrollada. • Reparar mobiliario existente dentro del emplazamiento, de acuerdo con las instrucciones del Encargado de Mantención. • Realizar otras tareas relacionadas con el cargo, de acuerdo con lo solicitado por el Encargado de Mantención. |
| Gasfiter | <ul style="list-style-type: none"> • Mantener y asegurar el correcto funcionamiento de las distintas instalaciones del Campus según procedimiento de la Institución y normas de seguridad vigente. • Planificar y ejecutar la instalación y mantenimiento de los distintos tipos de redes de agua, desagüe, sanitarios y otros equipos afines, bajo la norma técnica de operación, seguridad y calidad institucional y siguiendo las instrucciones del Encargado de Mantención. • Instalar y reparar cañerías de agua potable y artefactos sanitarios. • Realizar pruebas y ensayos de presión en las cañerías, cuidando que no existan filtraciones, de acuerdo con norma establecida. • Realizar mantenimiento de matrices de agua. • Ejecutar la instalación y mantenimiento de las redes de agua en interiores, de acuerdo con las instrucciones del Encargado de Mantención. • Seleccionar herramientas y materiales apropiados para las tareas, chequeando la disponibilidad y buen estado de estas, según procedimientos de la Institución y normativa vigente. • Es responsable del material y de las herramientas de trabajo bajo su cargo. • Aplicar normas de calidad, seguridad e higiene en toda su labor desarrollada. • Realizar otras tareas relacionadas con el cargo, de acuerdo con lo solicitado por el Encargado de Mantención. |
| Pintor | <ul style="list-style-type: none"> • Efectuar y mantener los trabajos de pintura que requiera la institución, con el fin de mantenerlos en condiciones óptimas para su uso. • Tener conocimiento en tipos de técnicas de pintura, en tipos de materiales y de higiene, seguridad y prevención de riesgos. |

Anexo 6: Tabla de respuestas de cumplimiento estratégico de la administración.

Tabla 6: Tabla de respuestas de cumplimiento estratégico de la administración, según cuestionario basado en la norma ISO 55001:2018, para medir el liderazgo, soporte, operación, desempeño y aspectos de mejora. **Fuente:** Elaboración propia.

| Tipo | Grupo | Nº | Preguntas | Respuestas. | | | | |
|-----------|------------------------|---|---|-------------|-----|-----|-----|----|
| | | | | Si | 75% | 50% | 25% | No |
| Liderazgo | Liderazgo y Compromiso | 1 | ¿Se observa un compromiso en la organización para definir los objetivos? | | X | | | |
| | | 2 | ¿Se observa un compromiso en la organización para definir métricas de éxito? | | X | | | |
| | | 3 | ¿Existe una cultura de trabajo colaborativo enfocada a los objetivos definidos? | | | | | X |
| | | 4 | ¿Hay un criterio de decisión enfocado en los gastos de capital u otros criterios? | | | X | | |
| | | 5 | ¿Hay un apoyo hacia las actividades de mejora? | | | X | | |
| | 6 | ¿Los roles reflejan los responsables de las actividades en forma clara? | | | | X | | |
| | 7 | ¿Existen políticas de mantenimiento por distintos | | | | | X | |

| | | | | | | | | |
|----------------|--------------------|----|--|--|--|--|---|---|
| | | | activos? | | | | | |
| | | 8 | ¿Esta política presenta los compromisos y las responsabilidades? | | | | | X |
| | | 9 | ¿La política considera la toma de decisiones con respecto a los activos? | | | | | X |
| | | 10 | ¿Las políticas considera las acciones a realizar con respecto a los activos? | | | | | X |
| | | 11 | ¿La política define el tipo de mantenimiento para cada grupo de activos? | | | | X | |
| SopORTE | Recursos | 12 | ¿Con cuanto personal cuenta la Unidad? | Actualmente con 2 eléctricos, 2 carpinteros, 1 pintor y 1 gasfiter | | | | |
| | | 13 | ¿Con cuántos recursos económicos cuenta la unidad? | Se determinan por periodos anuales, a través de un presupuesto validado por finanzas | | | | |
| | Competencia | 14 | ¿Qué conocimientos son necesarios para la unidad de mantenimiento? | | | | X | |
| | | 15 | ¿Qué competencias tiene el personal? | | | | | X |
| | | 16 | ¿Con que experiencia cuenta el personal? | No se cuenta con los CV actualizados del personal. Su experiencia es de oficio. | | | | |
| | Consciencia | 17 | ¿El personal entiende el rol de la unidad de mantenimiento? | | | | X | |

| | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|--|--|---|---|--|
| | | 18 | ¿El personal comprende su responsabilidad? | | | | X | | |
| | | 19 | ¿El personal entiende su contribución al sistema de gestión del mantenimiento? | | | | | X | |
| | Comunicación | 20 | ¿Hay comunicación adecuada entre los stakeholders y la unidad de mantenimiento? | | | | X | | |
| | | 21 | ¿Se comunican las reparaciones? | | | | X | | |
| | Requerimientos de Información | 22 | ¿Cómo se levanta la información? | Se recoge y se contacta a la unidad de mantenimiento mediante correo institucional | | | | | |
| | | 23 | ¿Para qué se utiliza la información? | Para asignar trabajos y generar algunas estadísticas sobre el tipo de requerimiento. | | | | | |
| | | 24 | ¿Quién levanta la información? | Las distintas unidades o departamentos que realizan el requerimiento. | | | | | |
| | Información documentada | 25 | ¿Cómo se maneja la información almacenada? | Acceso personal a los requerimientos, sin revisión grupal. | | | | | |
| | | 26 | ¿Cuál es el criterio para almacenarla? | No hay un criterio definido para los mantenedores | | | | | |
| | | 27 | ¿Es utilizada? | Parcialmente | | | | | |
| Operación | Planeación y Control | 28 | ¿Quién es el encargado de la planificación? | Sr. Rodrigo Montecinos, encargado de la Unidad de Mantenimiento | | | | | |
| | | 29 | ¿Cómo se informan que tareas se van a realizar? | Asignados a cada mantenedor de forma directa | | | | | |
| | 30 | ¿Se consideran los riesgos en la | | | | | | X | |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|----|---|---|--|--|---|---|--|
| Evaluación de desempeño | | | planificación? | | | | | | |
| | | 31 | ¿Se consideran los riesgos en la ejecución? | | | | | X | |
| | Gestión del cambio | 32 | ¿Hay un registro de las actualizaciones o cambios? | | | | X | | |
| | | 33 | ¿E, el registro se considera tanto los efectos positivos como negativos? | | | | | X | |
| | | 34 | ¿Hay planes de mitigación del riesgo en caso de ser necesario? | | | | | X | |
| | Externalización | 35 | ¿Cuáles son los activos mantenidos externamente? | Ascensores, equipos de climatización, grupo electrógeno, sala de bombas. | | | | | |
| | | 36 | ¿Se controlan estos trabajos? | | | | X | | |
| | | 37 | ¿Cómo se controlan? | | | | X | | |
| | | 38 | ¿Se controlan los trabajos externalizados por otras unidades? | | | | | X | |
| | MMAE | 39 | ¿La unidad de mantenimiento cuenta con algún método que permita Monitorear – Medir – Analizar – Evaluar (MMAE)? | | | | X | | |
| | | 40 | Si existe alguno, ¿Hasta qué punto hay información? | Existe un monitoreo de actividades realizadas y presupuesto desde el año 2018 | | | | | |
| | | 41 | ¿Cómo se realiza el análisis de la información? | No se ha realizado un análisis de la información recopilada | | | | | |
| | | 42 | ¿Se hace algo con esta | La información solo es presentada, no se | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------|--|-----------------------------|---|---|--|---|---|---|---|
| | | | información? | analiza o revisa. | | | | | |
| | Auditoría Interna | 43 | ¿Existen auditorías internas? | Solo del control de finanzas de la Universidad. | | | | | |
| | | 44 | ¿Cada cuanto se realizan? | De manera anual. | | | | | |
| | | 45 | ¿Quién las realiza? | La contraloría de la universidad. | | | | | |
| | | 46 | ¿Cuáles son los criterios? | Únicamente de aspectos financieros. | | | | | |
| Mejora | No conformidades y acciones correctivas | 47 | ¿Cómo se identifican las no conformidades? | Mediante observación directa en terreno | | | | | |
| | | 48 | ¿Cómo se controlan las no conformidades? | Por solicitudes de trabajos a externos y posterior al fallo mediante análisis de causa raíz | | | | | |
| | | 49 | ¿Se registran las consecuencias de las no conformidades? | | | | | | X |
| | | Acciones preventivas | 50 | ¿La unidad del mantenimiento posee acciones preventivas? | | | X | | |
| | 51 | | ¿La unidad del mantenimiento posee acciones predictivas? | | | | | X | |
| | 52 | | Si es así, ¿En qué activos se realizan? | Sobre el grupo electrógeno, sala de bombas, ascensores, entre otros. | | | | | |
| | 53 | | ¿Es realizado a nivel interno o externo? | Principalmente externo | | | | | |
| | | Mejora Continua | 54 | ¿La idea de mejora continua está presente en la alta dirección? | | X | | | |
| | 55 | | ¿La idea de mejora continua está presente en el personal operativo? | | | | | X | |

| | | | | | | | | |
|--|--|----|--|---|--|--|--|---|
| | | 56 | ¿Cómo se demuestra? | Aunque hay apoyo desde la alta dirección, esta no se demuestra o transmite a los mantenedores o a la planificación. | | | | |
| | | 57 | ¿La organización fomenta y apoya la mejora continua? | | | | | X |
| | | 58 | ¿Cuántos recursos destina la organización a esto? | | | | | X |

Anexo 7: Resultados de análisis de riesgo operacional, magnitud de riesgo y nivel de criticidad estratégico para los activos y equipos mantenibles por la U.M.

Tabla 7: Tabla de resultados de análisis de riesgo operacional, magnitud de riesgo y nivel de criticidad estratégico para los activos y equipos mantenibles por la U.M. **Fuente:** Actualizado del realizado por Flores, C. (2018).

| Ubicación | Activo o Equipo | Nivel de Criticidad | Magnitud de Riesgo | Puntaje Operacional |
|------------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Sala de Bombas | Bombas | A | 2 | Alto (19) |
| | Tablero Eléctrico | B | 8 | Alto (19) |
| | Acumulador | B | 2 | Alto (19) |
| | G. Electrónico A | A | 2 | Alto (19) |
| | G. Electrónico B | B | 2 | Alto (19) |
| | Sub Estación F | A | 6 | Alto (19) |
| | Sub Estación B | A | 6 | Alto (19) |
| Sub Estación B | Tablero Eléctrico | A | 12 | Alto (19) |
| | Chapa Tablero | C | 9 | |
| Casino | Ascensor – 1 | A | 24 | Importante (12) |
| Patio Edificio F (Lámparas) | Ascensor – 3 | A | 24 | Alto (17) |
| Patio “Testamento” | Ascensor – 3 | A | 24 | Alto (17) |

| | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|---|----|-----------------|
| Salas | Piola | C | 24 | Alto (17) |
| | Mobiliario | C | 12 | Alto (17) |
| | Brazo Hidráulico | C | 12 | Alto (17) |
| | Equipo de climatización | C | 12 | Importante (10) |
| | Luces | C | 12 | Alto (17) |
| | Puertas | C | 12 | Alto (17) |
| | Cilindro de Pizarra | C | 12 | Importante (13) |
| | Enchufes | C | 16 | Alto (17) |
| | Palmeta | C | 8 | Importante (12) |
| | Salida de Emergencias | B | 4 | Alto (17) |
| Auditorios | Puertas | C | 4 | Bajo (6) |
| | Mobiliario | C | 12 | Importante (12) |
| | Paneles acústicos | C | 12 | Bajo (6) |
| | Equipo de climatización central | B | 6 | Importante (11) |
| | Palmeta | C | 8 | Importante (12) |
| | Enchufes | C | 16 | Alto (15) |
| | Luminarias | C | 12 | Alto (15) |
| Salas de Estudio | Equipo de | C | 12 | Importante (10) |

| | | | | |
|---------------|------------------------|---|----|-----------------|
| | climatización | | | |
| | Enchufes | C | 16 | Importante (10) |
| | Laterales | C | 12 | Importante (10) |
| | Luminarias | C | 12 | Importante (9) |
| | Mobiliario | B | 12 | Importante (9) |
| | Narices de grada | C | 8 | Importante (9) |
| | Planchas de cielo | B | 8 | Importante (7) |
| | Puertas | C | 8 | Importante (10) |
| | Sobre cantos | C | 12 | Importante (10) |
| Baños | Pistones Lavamanos | C | 12 | Importante (10) |
| | Pistones WC | C | 12 | Importante (9) |
| | Luces | C | 12 | Importante (12) |
| | Sifones | B | 8 | Importante (12) |
| | Inodoros | B | 4 | Importante (11) |
| | Lavamanos | B | 6 | Importante (12) |
| | Sistema de ventilación | C | 8 | Importante (11) |
| | Puertas | C | 4 | Importante (8) |
| | Brazos Hidráulicos | C | 12 | Importante (9) |
| Casino | Termos Eléctricos | B | 4 | Importante (12) |

| | | | | |
|-------------------------|--------------------------|---|----|-----------------|
| | Tablero Eléctrico | B | 6 | Importante (12) |
| | Mobiliario | C | 6 | Importante (12) |
| | Puertas de ingreso | C | 2 | Importante (8) |
| | Salidas de emergencia | C | 4 | Importante (8) |
| Cámara de frío | Evaporador | B | 2 | Importante (9) |
| Estacionamientos | Condensador | B | 8 | Importante (12) |
| | Tablero Eléctrico | B | 6 | Importante (9) |
| | Barrera de acceso | B | 12 | Alto (16) |
| “Defider” | Sistema de climatización | B | 8 | Importante (11) |
| | Termos Eléctricos | B | 4 | Importante (11) |
| Áreas comunes | Pileta | B | 8 | Importante (7) |
| Patio Edif. B-E | Cámara de Alcantarillado | A | 1 | Alto (19) |
| | Pozos de aguas servidas | A | 1 | Alto (19) |

Anexo 8: Niveles de probabilidad, exposición, consecuencia y clasificación del riesgo.

Tabla 8: Niveles de probabilidad del riesgo de falla de la organización, con su respectiva descripción y valor asociado. **Fuente:** OHSAS 18001 (2016).

| Factor | Descripción | Valor |
|------------------|---|-------|
| Probabilidad (P) | <u>Insignificante</u> : Es casi imposible que ocurra. | 1 |
| | <u>Baja</u> : puede ocurrir alguna vez. | 2 |
| | <u>Media</u> : Puede esperarse que ocurra regularmente. | 3 |
| | <u>Alta</u> : Ocurrirá casi siempre. | 4 |

Tabla 9: Niveles de exposición del riesgo de fallas para la organización, con su respectiva descripción y su valor asociado. **Fuente:** OHSAS 18001 (2016).

| Factor | Descripción | Valor |
|----------------|---|-------|
| Exposición (E) | <u>Ocasional</u> : Desde una vez (o menos) al mes hasta una vez por semana. | 1 |
| | <u>Frecuente</u> : Aproximadamente una vez al día, o varias veces por semana. | 2 |
| | <u>Continua</u> : Muchas veces en el día. | 3 |

Tabla 10: Niveles de consecuencia del riesgo de fallas para la organización, con su respectiva descripción y valor asociado. **Fuente:** OHSAS 18001 (2016).

| Factor | Descripción | Valor |
|------------------|---|-------|
| Consecuencia (C) | <u>Menor</u> : Atención de primeros auxilios, no requieres reposo. Heridas leves o golpes. | 1 |
| | <u>Seria</u> : Lesión superficial y localizada. De requerir tratamiento médico, no conlleva secuelas. | 2 |
| | <u>Grave</u> : Lesión seria que genera una incapacidad parcial | 3 |

| | | |
|--|---|---|
| | temporal. | |
| | <u>Catastrófica</u> : Lesión o daño que provoca incapacidad o muerte. | 4 |

Tabla 11: Clasificación y condición de las Magnitud de Riesgo según los valores calculados de evaluar el nivel de consecuencias, exposición y probabilidad de fallas en los equipos mantenibles por la U.M. **Fuente:** OHSAS 18001 (2016).

| Magnitud del Riesgo (MR) $MR = P \cdot C \cdot E$ | Clasificación del Riesgo | Acciones o medidas para enfrentar el riesgo. |
|---|---------------------------------|---|
| $MR < 16$ | Riesgo Aceptable | Medidas correctivas sin plazo definido. |
| $16 \leq MR \leq 32$ | Riesgo Moderado | No se considera emergencia, pero debe corregirse o evaluar su rediseño, salvo que la consecuencia de intervención sea muy alta. |
| $32 \leq MR \leq 48$ | Riesgo Muy Alto | Detención de la actividad o proceso, hasta que se corrija la situación y se evalúen los riesgos posteriores a la intervención. |