

DISEÑO DE UN MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA
LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

JORGE ENRIQUE GALVIS GÜIZA
ANDERSON GELVEZ DUEÑAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2013

DISEÑO DE UN MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA
LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

JORGE ENRIQUE GALVIS GÜIZA
ANDERSON GELVEZ DUEÑAS

Monografía de Grado para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ
Ingeniero Mecánico
Especialista en Docencia Universitaria
Magister en ingeniería Mecánica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2013

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme alcanzar este nuevo logro académico, a mis padres por su apoyo incondicional, a mi familia por su comprensión y paciencia en todo momento, a la Universidad por acogerme, a la Escuela de Ingeniería Mecánica por brindarme la mejor formación permitiendo el desarrollo de este trabajo en sus instalaciones y a todos aquellos profesores y compañeros que me colaboraron con sus consejos, enseñanzas y experiencia aportando al desarrollo del presente trabajo.

Anderson Gelvez Dueñas

AGRADECIMIENTO

Es la satisfacción de la labor cumplida, lo que me llena de gozo para expresar mis más sinceros agradecimientos al Todopoderoso, a mi Madre quien fue mi pie de apoyo para hoy culminar otro sueño, subir otro peldaño en esta carrera agitada que es la vida.

Jorge Enrique Galvis Güiza

DEDICATORIA

A mis padres Santiago y María Stella,
cuyo trabajo duro y esfuerzo fueron
el ejemplo que formó mi carácter

A mi hija Angélica Lucía por quien
todos los esfuerzos cobran sentido

A mi familia cuyos sacrificios y apoyo
permitieron alcanzar este importante logro

A mis hermanas y demás familiares
por su cariño y apoyo

A todos mis seres queridos por su
compañía y apoyo incondicional

Anderson Gelvez Dueñas

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1 CONTEXTUALIZACIÓN	17
1.1 LOCALIZACIÓN	17
1.2 RESEÑA HISTORICA.....	18
1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	20
1.4 LABORATORIOS Y PROCESOS.....	21
1.5 SISTEMAS HSEQ	22
1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
2 MODELO GERENCIAL Y TPM.....	25
2.1 CONCEPTO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO	25
2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	26
2.2.1 TAREAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	27
2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	28
2.3.1 TAREAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	29
2.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM.....	30
2.4.1 Mantenimiento autónomo	31
2.4.2 Mantenimiento planificado.....	39
2.4.3 Mejora enfocada.....	39
2.4.4 Educación y entrenamiento	40
2.4.5 Control inicial de equipos	40
2.4.6 Mantenimiento de la Calidad	40
2.4.7 Seguridad y medio ambiente.....	40
2.4.8 Gestión Administrativa.....	41

2.5	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	41
2.5.1	Definición.....	41
2.5.2	Matriz de Criticidad.....	42
2.6	HSEQ.....	43
2.6.1	Características del Sistema de Gestión HSEQ.....	44
2.6.2	Ventajas del Sistema de Gestión HSEQ	44
3	RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	46
3.1	INVENTARIO ACTUAL Y ESTADO DE LOS EQUIPOS	46
3.2	SITUACION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN EL AREA	48
3.3	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	48
3.3.1	Criterios y ponderación.....	48
3.3.2	Clasificación según nivel de criticidad	51
3.4	SISTEMA DE GESTIÓN HSEQ EN LABORATORIOS.....	52
3.4.1	Sistema de Gestión de la Calidad (Q)	52
3.4.2	Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (HS).....	52
4	MODELO GERENCIAL BASADO EN TPM	54
4.1	ETAPA PRELIMINAR 5S.....	55
4.2	INTRODUCCIÓN AL TPM.....	56
4.2.1	Decisión y Divulgación del TPM	56
4.2.2	Estructura del programa de TPM.....	56
4.3	IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO GERENCIAL PROPUESTO	57
4.3.1	Establecimiento de los pilares básicos	57
4.3.2	Mejoramiento del sistema.....	59
4.3.3	Gestión del sistema integrado y TPM.....	60

4.3.4	Implementación y realimentación	61
5	CONCLUSIONES	63
6	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFÍA.....	65
	ANEXO A: RESULTADOS DE ENCUESTAS PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS LABORATORIOS DE INTERÉS	67
	ANEXO B: INFORME DE CONDICIONES HSEQ DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Escuela de Ingeniería Mecánica en el plano general de la Universidad Industrial de Santander.	17
Figura 2. Estructura organizacional de la Escuela de Ingeniería Mecánica.	20
Figura 3. Fachada de la Escuela y Auditorio de Ingeniería Mecánica	24
Figura 4. Representación Gráfica de una Tarea de Mantenimiento Correctivo.	28
Figura 5. Representación gráfica de una tarea de mantenimiento preventivo	29
Figura 6. Procesos de Mejora Continua Basados en 5s.	35
Figura 7. Significado y Acciones de las 5s.	35
Figura 8. Objetivos y Propósitos de las 5s.	37
Figura 9. Criterios de evaluación para análisis de criticidad.	49
Figura 10. Matriz General de Criticidad	50
Figura 11. Modelos Gerencial basado en TPM propuesto para la Escuela de Ingeniería Mecánica.	54
Figura 12 Estructura del modelo TPM propuesto.	57
Figura 13. Pilares del modelo TPM propuesto	58
Figura 14. Ciclo de mejoramiento del sistema.	59
Figura 15. Modelo Gerencial propuesto, basado en TPM.	62
Figura 16. Ciclo de actividades de la implementación de TPM.	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inventario y estado de los equipos del laboratorio de Vibraciones	46
Tabla 2. Inventario y estado de los equipos del laboratorio de Sistemas Térmicos	47
Tabla 3. Resultado del análisis de criticidad de los laboratorios	51
Tabla 4. Matriz de identificación de Peligros, valoración de riesgos y determinación de controles del laboratorio de vibraciones.....	53
Tabla 5. Matriz de identificación de Peligros, valoración de riesgos y determinación de controles del laboratorio de sistemas térmicos.	53
Tabla 6. Distribución de tareas y responsabilidades en la implementación de las 5S	55

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER *

AUTORES: GALVIS GÜIZA, Jorge Enrique **
GELVEZ DUEÑAS, Anderson **

PALABRAS CLAVE:

Mantenimiento, 5'S, Pilares, TPM, sistemas HSEQ, modelo gerencial.

DESCRIPCIÓN

La globalización y el cambio constante de las organizaciones crea la necesidad del mejoramiento continuo de los procesos para alcanzar un nivel de competitividad y desempeño de clase mundial. Con este objetivo se desarrolla el presente trabajo como la base para el establecimiento de un modelo gerencial de activos para la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

En la primera parte se realiza una breve contextualización, mencionando aspectos propios de la Escuela y sus laboratorios. Posteriormente se presentan los conceptos de mantenimiento y sistemas de gestión HSEQ de interés para el presente trabajo.

En el capítulo 3 se presenta la información recopilada en la Escuela de Ingeniería Mecánica en cuanto a estado actual de mantenimiento de los activos en los laboratorios de interés, el manejo de los sistemas de gestión que aplica la Escuela y el análisis de criticidad realizado para presentar una propuesta de modelo gerencial.

Finalmente este trabajo presenta un modelo gerencial basado en la filosofía TPM, para los laboratorios de Sistemas Térmicos y Vibraciones Mecánicas de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad definiendo el prelistamiento requerido, los pilares de TPM a implementar y la metodología contemplada para la implementación del modelo.

* Monografía.

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director Mg. Jabid Eduardo Quiroga Méndez.

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF A MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL LABORATORY
SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING OF UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER *

AUTHOR(S): GALVIS GÜIZA, Jorge Enrique **
GELVEZ DUEÑAS, Anderson **

KEY WORDS:

Maintenance, 5'S, Pillars, TPM, HSEQ systems, management model.

DESCRIPTION

Globalization and the constant change of organizations creates the need for continuous improvement of the processes to reach a level of competitiveness and world class performance. With this objective this paper is developed as the basis for the establishment of an asset management model for the School of Mechanical Engineering of Universidad Industrial de Santander.

In the first part performed a brief contextualization mentioning specific aspects of school's laboratories. Subsequently introduces the concepts of maintenance and HSEQ management systems of interest for the present paper.

Chapter 3 presents the data collected in the School of Mechanical Engineering regarding to the current maintenance about assets in the laboratories of interest, the management systems enforced by the school and the criticality analysis performed to propose a management model.

Finally, this paper presents a management model based on TPM philosophy for laboratories Thermal Systems and Mechanical Vibrations School of Mechanical Engineering at the University defining the required presetting, the pillars of TPM methodology to implement and the methodology laid down for the implementation of the model.

* Monograph

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Mechanical Engineering School. Advisor: Mg. Jabid Eduardo Quiroga Méndez.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de monografía presenta un modelo Gerencial Basado en TPM para la gestión de activos de los laboratorios de Sistemas térmicos y de Vibraciones de la Escuela de Ingeniería Mecánica. El valor agregado del trabajo se obtiene en la inclusión de los sistemas de Gestión integrado en el modelo, haciendo del sistema algo robusto que permite la gestión de activos y el proceso de mejoramiento continuo en concordancia con las políticas de la Universidad Industrial de Santander.

Este trabajo presenta la contextualización de la situación actual a nivel de la Escuela de Ingeniería Mecánica y de sus laboratorios, mostrando los datos recopilados de la Escuela, sus condiciones de mantenimiento y de sistemas de gestión HSEQ en los laboratorios de interés.

Con la información recopilada se realiza el análisis de criticidad para los equipos de los laboratorios y se plantean los focos de sistemas de gestión HSEQ para los laboratorios.

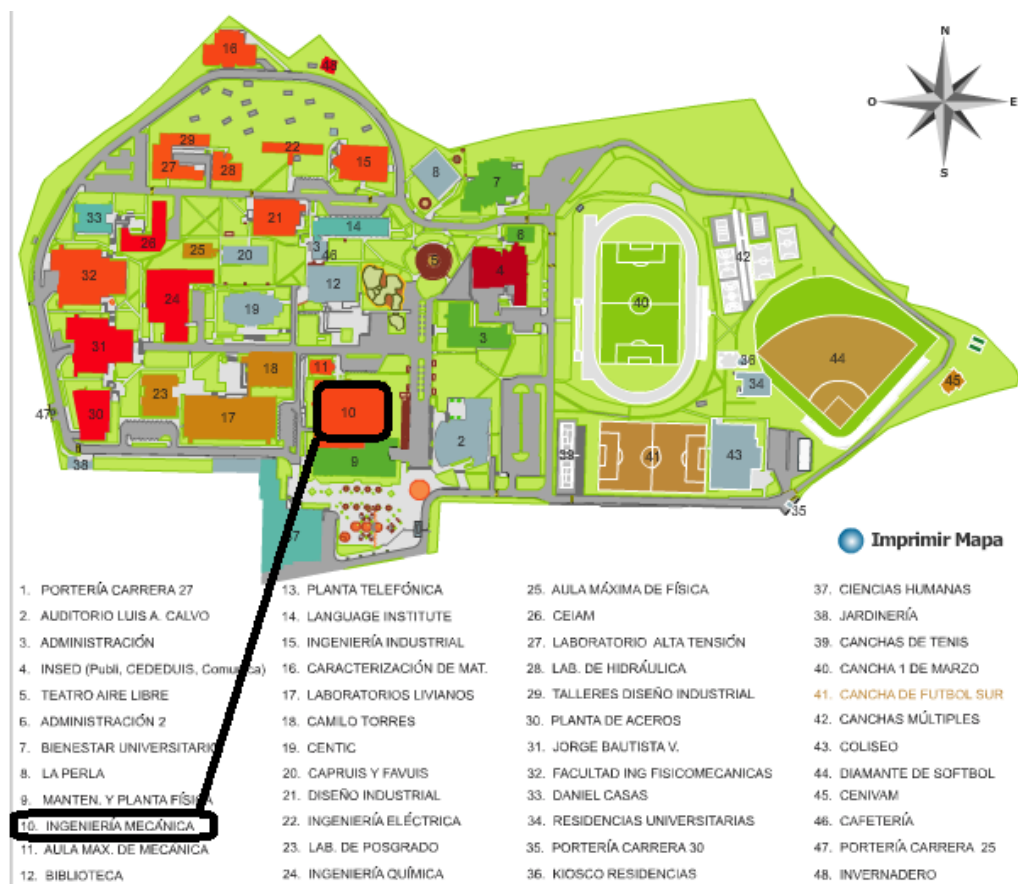
Finalmente se plantea el modelo gerencial propuesto para su aplicación de los laboratorios de interés, describiendo las etapas y las actividades requeridas en el proceso de implementación del modelo tomando en cuenta los responsables de las diferentes actividades.

1 CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 LOCALIZACIÓN

La escuela de Ingeniería Mecánica está ubicada en el campus central de la Universidad Industrial de Santander en la carrera 27 con calle 9, limita por el frente con la Biblioteca central, por su costado oriente con el edificio Camilo Torres y por su costado sur con el edificio de Planta Física y Mantenimiento Tecnológico, como se muestra en la Figura 1

Figura 1.Ubicación de la Escuela de Ingeniería Mecánica en el plano general de la Universidad Industrial de Santander.



Fuente: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/visitenos/mapaCampus.html>

1.2 RESEÑA HISTORICA

El proyecto de creación de la Universidad para el departamento de Santander nace en 1938 con la conformación del Comité de Acción Santandereana, con la intención de promocionar el comercio y la industria regional, promovido por el abogado Mario Galán Gómez, quien desde ese año ocupó el cargo de Director Departamental de Educación. Dos años después en el marco de las innovaciones educativas propuestas por esa dirección se presenta ante la Asamblea de Santander el proyecto de Ordenanza que inició el proceso legal de la creación de la Universidad.

El proyecto inicial solo contemplaba la creación de una facultad de Ingeniería Industrial, orientada de preferencia hacia las especializaciones de química, mecánica y electricidad, pero incluyó el establecimiento de un bachillerato técnico en la renovada Escuela Industrial de Bucaramanga, cuyos egresados conformarían el primer grupo que ingresaría a la mencionada facultad.

El proyecto fue aprobado el 21 de Junio de 1940, mediante la ordenanza 41, que declaraba creada la “Facultad de Ingeniería Industrial”. Sin embargo el proceso de creación de la UIS tuvo que aguardar tres pasos más. El primero de ellos era elevar la Facultad a la condición de “Universidad”, el segundo establecer el texto del decreto orgánico que presentaría la misión, el proyecto educativo y el organigrama administrativo; y el tercero lograr la inclusión de sus gastos de funcionamiento anual en el presupuesto departamental.

En 1941 se inicia el funcionamiento del bachillerato técnico en la Escuela Industrial “Dámaso Zapata” bajo la Rectoría del ingeniero español Julio Álvarez Cerón cuyos primeros egresados se titularon en 1947.

En el año 1944 los diputados Jorge Sánchez Camacho y Alejandro Ariza Acevedo, presentaron a la Asamblea de Santander el proyecto de ordenanza encaminado a la creación de la Universidad que logró convertir legalmente la “Facultad” de 1940 en la “Universidad de Santander”.

El ingeniero Álvarez Cerón redactó el primer estatuto orgánico, sancionado por el Gobernador Samuel Arango Reyes en el decreto 583 del 25 de Julio de 1947, por el cual se crea la Universidad Industrial de Santander: La UIS estaría inicialmente integrada por tres facultades mayores de Ingeniería Industrial (especializadas en Mecánica, Electricidad y Química) y por dos facultades menores anexas: el Colegio de Santander y el Instituto Industrial Dámaso Zapata. Adicionalmente el ingeniero Álvarez Cerón redactó la misión original de la UIS y el primer proyecto educativo.[1]

El primero de Marzo de 1948 se celebró en las instalaciones del Instituto Dámaso Zapata una sencilla ceremonia que dio lugar al inicio de las actividades académicas con veinte estudiantes y tres facultades consolidadas, que eran Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica éstas dos sin antecedentes en el país e Ingeniería Química siendo la quinta del territorio nacional. La UIS tuvo como primer rector a Nicanor Pinzón Neira, ingeniero Civil de la Escuela de Minas de Medellín. La planta docente inicial de la universidad fue de 7 profesores, aumentando a 15 en 1949. El decano fundador de Ingeniería Mecánica fue el doctor Alfonso Penagos Mancilla.

La universidad inició actividades académicas en sedes independientes, que fueron dos casas grandes tomadas en arriendo. Una de las primeras gestiones del rector fue la compra de sesenta hectáreas en el borde norte de la meseta, antiguo llano de don Andrés, ubicación actual del campus principal.

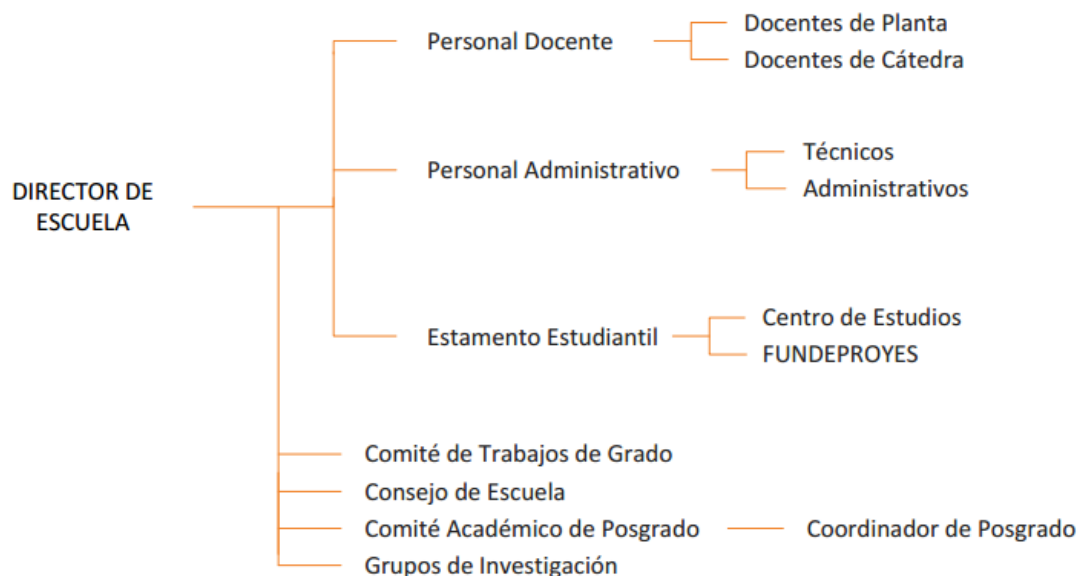
Con el ánimo de suplir la falta de profesores calificados en las áreas de la ingeniería, se inició la contratación de profesores e ingenieros europeos víctimas de la postguerra refugiados en el país, así se contrató por ejemplo al ingeniero alemán Jakob Seib, como profesor para la facultad de Ingeniería mecánica.

El traslado de las instalaciones a la ciudadela universitaria se realizó en 1953. En 1959 el departamento traspasó a la universidad la propiedad de todos los terrenos adquiridos para su funcionamiento; De esta manera se inició en firme la construcción de los edificios de Administración y de Mecánica, incluidos su auditorio y los laboratorios, con un aporte de un millón de pesos que hizo Ecopetrol. En 1960 se comenzó el primer bloque de residencias universitarias con capacidad para cuarenta y cinco estudiantes, [2].

1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Para el cumplimiento de las actividades misionales la escuela de Ingeniería mecánica dispone de una estructura organizacional definida por la planta de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 2. Estructura organizacional de la Escuela de Ingeniería Mecánica.



Fuente: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieriaMecanica/estructuraOrganizacional.html>

La estructura define un director quien preside el consejo de la escuela, Docentes planta, quienes componen el consejo de Escuela, un grupo de ellos conforma el comité de trabajos de grado, otros el comité de postgrados y algunos dirigen los diferentes grupos de Investigación. También cuentan con docentes contratados bajo la modalidad de cátedras para cubrir la demanda. Los otros miembros de la estructura son personal administrativo compuesto por administrativos y técnicos y el cuerpo estudiantil con el centro de estudios y Fundeproyes. La estructura general se presenta en la Figura 2.

1.4 LABORATORIOS Y PROCESOS

La escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander cuenta con una infraestructura física en la que se desarrollan las actividades académicas y de investigación compuesta por aulas para clases de pregrado, laboratorios, oficinas de profesores y dependencias administrativas. Los procesos adelantados por la escuela se definen en los tres focos misionales de la UIS, la formación, la investigación y la extensión.

Este trabajo se centra en dos áreas de laboratorios dedicados a la formación de los estudiantes de pregrado de la misma, mencionados a continuación.

Laboratorio de Plantas Térmicas: En este laboratorio se realizan las prácticas correspondientes a tres materias como son: Transferencia de Calor, Plantas Térmicas, y Refrigeración y Aire Acondicionado. Cuenta con la siguiente dotación: Condensadores e intercambiadores, caldera pirotubular, manómetros, medidor de flujo, bombas centrífugas, termocúplas tipos J y K, equipos de monitoreo, Software: Delphi 5.0; entre otros en un área de 174,84 m²

Laboratorio de Vibraciones: En este laboratorio se realizan experiencias didácticas como complemento práctico de la asignatura Vibraciones Mecánicas, y es además un soporte de apoyo para la investigación, el desarrollo tecnológico y brinda una infraestructura básica para la prestación de servicios de asesoría y capacitación. Posee la siguiente dotación: instrumentos básicos de medición, como sensores, indicadores, lámpara estroboscópica, fototacómetro, frecuencímetro, osciloscopios; equipos analizadores de vibración CSI 2100 y CSI 2117, software para análisis de vibración y mantenimiento predictivo Master Trend para Windows, con los cuales se realizan prácticas en la sala de computadores del programa. Para el desarrollo de las experiencias docentes posee la siguiente infraestructura: banco para medición de vibraciones, banco para excitación y medición de vibraciones torsionales, banco para balanceo dinámico de rotores, banco para alineación de ejes rotativos, bancos para análisis de vibración en maquinaria rotativa, banco para transporte vibratorio y clasificación de material granular.[3]

1.5 SISTEMAS HSEQ

La escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS, como unidad académica de la misma se acoge a las normas vigentes para toda la universidad. Actualmente la Universidad cuenta con certificación de su sistema de Gestión de la Calidad en la Norma Técnica Colombiana ISO 9001:2008, acreditada como institución de Educación Superior (IES) de alta calidad, por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA). Como entidad pública la Universidad está certificada en la Norma Técnica de la Gestión Pública NTCGP 1000:2009, la cual aplica para todas sus unidades académico-administrativas de esta.

Las políticas, objetivos y demás requisitos del sistema de Gestión definido por la Universidad aplican a la Escuela, sin embargo hasta ahora no se han

implementado formatos o indicadores que apliquen al sistema de gestión para un laboratorio específico.

En cuanto a la implementación de los sistemas de Gestión de Seguridad y Salud ocupacional y el sistema de gestión ambiental aunque aún no se ha certificado por parte de la Universidad, ya se están adelantando los procesos preliminares levantando las diferentes matrices de riesgos propios de las Áreas que componen la Institución, incluyendo el laboratorio de Sistemas Térmicos, y el laboratorio de vibraciones [4]

1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Universidad Industrial de Santander está conformada por diferentes unidades académico-administrativas, las cuales son autónomas en cuanto al gerenciamiento de sus procesos y activos.

Una de estas unidades académicas es la Escuela de Ingeniería Mecánica, que posee un presupuesto, definido por la universidad, del total del aporte del presupuesto nacional para su funcionamiento y operación; sin embargo la escuela puede propiciar y ofertar productos o servicios a otras unidades, miembros de la comunidad universitaria o comunidad en general, con el fin de apropiar recursos que sean invertidos en la mejora continua de la misma.

Aprovechando esta posibilidad, la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS generó un programa de estudios de postgrado líder en gerencia del mantenimiento, que ha logrado graduar varias cohortes en Bucaramanga, y ha extendido su alcance a las ciudades de Barranquilla y Bogotá. En la historia del posgrado se han generado diversas monografías que han buscado solucionar problemas propios de la Gerencia de Mantenimiento en diferentes campos de la

industria; sin embargo, hasta el momento, la Escuela no ha logrado impulsar un trabajo enfocado a un modelo gerencial para el control de sus propios activos.

Figura 3. Fachada de la Escuela y Auditorio de Ingeniería Mecánica



Fuente: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieriaMecanica/programasAcademicos/ingenieriaMecanica/index.jsp?variable=24>

El problema principal radica en la ausencia de un modelo gerencial de los activos de la Escuela, los cuales están expuestos a deteriorarse por el paso del tiempo, el uso y abuso, etc, lo cual puede llevar a que los procesos académicos y de extensión que pueda prestar se vean afectados.

2 MODELO GERENCIAL Y TPM

2.1 CONCEPTO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO

El hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar el equipo roto tan pronto como se pueda sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas.

El mantenimiento no empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados, sino en la etapa inicial de todo proyecto y continua cuando se formaliza la compra de aquellos y su montaje correspondiente.

El mantenimiento constituye un sistema dentro de toda organización cuya función consiste en ajustar, reparar, reemplazar o modificar los componentes de un equipo para que este pueda operar satisfactoriamente en cantidad/calidad durante un periodo dado. Por su incidencia significativa sobre la producción y productividad de las empresas, constituye uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la Excelencia Gerencial y Empresarial.

Son misiones del mantenimiento:

- La vigilancia permanente y/o periódica.

- Las acciones preventivas.

- Las acciones correctivas (reparaciones).

- El reemplazo de maquinaria.

Los objetivos implícitos del mantenimiento son:

Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.

Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.

Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.

Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.[5]

2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de la falla, se considera de corto plazo, las personas encargadas de avisar la ocurrencia de las averías son los propios operarios de las máquinas o equipos y corresponde al personal de mantenimiento las reparaciones de éste. Exige, para su eficacia, una buena y rápida reacción de la reparación (recursos humanos asignados, herramienta, repuestos, elementos de transporte, etc.); la reparación propiamente dicha es rápida y sencilla, así como su control y puesta en marcha [5], se puede ser clasificado en:

No Planificado.

Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.) [6]

Planificado.

Se sabe con antelación que es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizar la reparación correctamente[6].

El principal inconveniente que presenta el mantenimiento correctivo es que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio o recién pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización. Si se tiene en cuenta que la mayoría de los operarios encargados de usar los equipos no son expertos en fallas. Entre algunos de los síntomas que determinan la presencia de fallas, pueden estar altos niveles de ruidos y/o anomalías que pueden generar otras averías mayores [5].

2.2.1 TAREAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Las tareas de mantenimiento correctivo (Corrective Tasks, CRT) son las tareas que se realizan con intención de recuperar la funcionabilidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren. Una tarea de mantenimiento correctivo típica consta de las siguientes actividades:

Detección del fallo.

Localización del fallo.

Desmontaje.

Recuperación o sustitución.

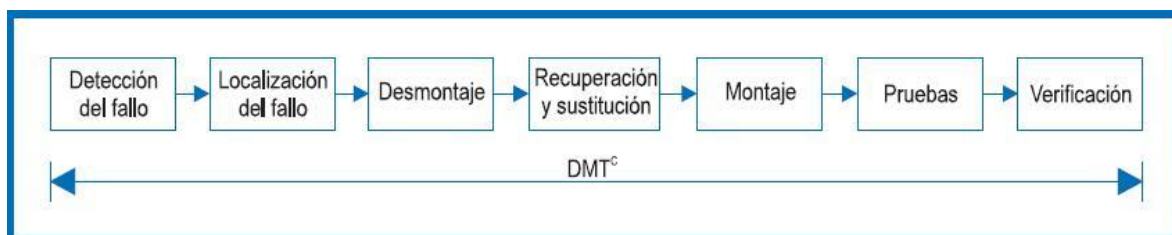
Montaje.

Pruebas.

Verificación.

En la Figura 4 se muestra una representación gráfica de la tarea de mantenimiento CRT. La duración de la tarea se representa por DMTc, que representa el tiempo transcurrido necesario para la conclusión con éxito de la tarea de mantenimiento correctivo.

Figura 4. Representación Gráfica de una Tarea de Mantenimiento Correctivo.



Fuente: Knezevic, Jezdimir. Mantenimiento.

2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de:

Prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico – FTM (Fixed Time Maintenance) por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo, se basa en la confiabilidad de los equipos (MTTF) sin considerar las peculiaridades de una instalación dada.

Detectar las fallas antes que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en el correcto funcionamiento del equipo. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos, también conocido como mantenimiento predictivo, preventivo indirecto o mantenimiento por condición – CBM (Condition Based Maintenance). A diferencia del mantenimiento preventivo directo que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el mantenimiento predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real.

2.3.1 TAREAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La tarea de mantenimiento preventivo (Preventive Task, PRT) es una tarea que se realiza para reducir la probabilidad de fallo del elemento o sistema, o para maximizar el beneficio operativo. Una tarea de mantenimiento preventivo típica consta de las siguientes actividades de mantenimiento:

Desmontaje.

Recuperación o sustitución.

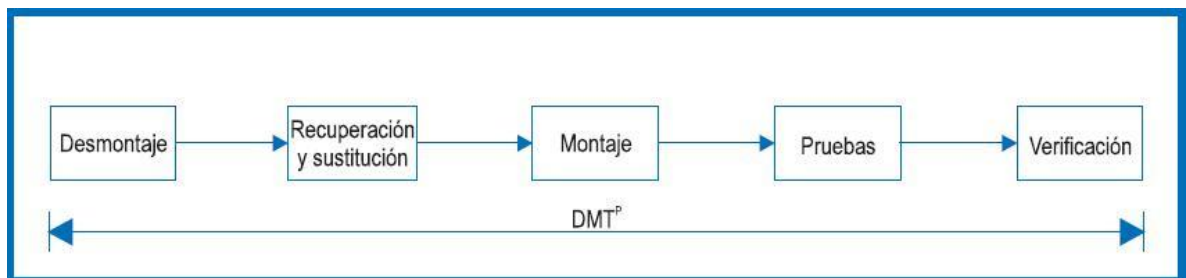
Montaje.

Pruebas.

Verificación.

En la Figura 5 se da una representación gráfica de la tarea de mantenimiento PRT. La duración de la tarea se representa por DMT^p , que representa el tiempo transcurrido necesario para la conclusión con éxito de la tarea de mantenimiento preventivo.

Figura 5. Representación gráfica de una tarea de mantenimiento preventivo



Fuente: Knezevic, Jezdimir. Mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento de este tipo se realizan antes de que tenga lugar la transición al SoFa, con el objetivo principal de reducir:

El coste de mantenimiento.

La probabilidad de fallo.

Las tareas de mantenimiento preventivo más comunes son sustituciones, renovaciones, revisiones generales, etc. Es necesario recalcar que estas tareas se realizan, a intervalos fijos, como por ejemplo, cada 3.000 horas de operación, cada 10.000 millas, o cada 500 aterrizajes, al margen de la condición real de los elementos o sistemas.

2.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM

El TPM nació en Nippondenso Co., Ltd., una importante empresa proveedora del sector del automóvil. Esta compañía introdujo esta visión de mantenimiento en 1961. La compañía logró grandes resultados de su modelo de mantenimiento a partir de 1969 cuando introdujo sistemas automatizados y de transferencia rápida, los cuales requería de alta fiabilidad. El nombre inicial fue “Total Member Participation PM” abreviado (TPM). Este nombre muestra el verdadero sentido del TPM, esto es participación de todas las personas en el mantenimiento preventivo (PM). La compañía recibió un premio por la excelencia al PM en 1971. Para el desarrollo del PM de Nippondenso, el Japan Institute of Plant Engineers (JIPE) apoyó y ayudó a desarrollar del modelo de mantenimiento y se constituyó como organización líder y creadora de los conceptos TPM.

El JIPE ha evolucionado la idea de TPM y hoy se conoce que el TPM ha logrado cubrir todos los aspectos de un negocio, se conoce como TPM de tercera generación, donde más que mantener el equipo, se orienta a mejorar la productividad total de una organización. TPM no es aplicar 5S y sistematizar la gestión del mantenimiento como es creencia de algunos. El modelo JIPE moderno pretende que una organización sea dirigida dentro del concepto de mantener y hacer uso adecuado de todos los recursos de una organización [7].

Una implementación exitosa de TPM requiere del apoyo de ocho pilares fundamentales como soporte a la estructura, estos pilares son:

Mantenimiento Autónomo.
Mantenimiento Planificado.
Mejora Enfocada.
Educación y Entrenamiento.
Control inicial de equipos y productos.
Mantenimiento de la Calidad.
Seguridad y Medio Ambiente.
Gestión Administrativa.

2.4.1 Mantenimiento autónomo

El Mantenimiento Autónomo es, básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos mediante el mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo que puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta será participación del operador dentro del TPM,[8] en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos.

El mantenimiento autónomo puede prevenir: Contaminación por agentes externos, Rupturas de ciertas piezas, Desplazamientos y errores en la manipulación

Este Mantenimiento Autónomo Incluye:

Limpieza diaria, que se tomará como un Proceso de Inspección.
Inspección de los puntos claves del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación, etc.
Lubricación básica periódica de los puntos claves del equipo.
Pequeños ajustes
Formación - Capacitación técnica.

Reportar todas las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse

De este modo las actividades de mantenimiento liviano o de cuidado básico deben asumirse como tareas de producción, para ello, se debe pensar en que cuando el operario ha recibido entrenamiento-capacitación en los aspectos técnicos de planta y conoce perfectamente el funcionamiento de su equipo, este podrá realizar algunas reparaciones menores y corregir pequeñas deficiencias de los equipos. Esta capacitación le permitirá desarrollar habilidades para identificar cualquier anomalía en su funcionamiento, evitando que después se transformen en averías importantes o repetitivas, si no se les da un tratamiento oportuno. Los trabajadores deben estar suficientemente formados para detectar de forma temprana esta clase de anomalías, y poder evitar así la presencia de fallos en su equipo y problemas de producción y/o calidad. El operario competente puede detectar las causas de la suciedad o desajustes y corregirlas oportunamente, con sus propias manos y herramienta, sin necesidad de la actuación del departamento de mantenimiento.[8]

La capacitación del Operador Implicado en Tareas de Mantenimiento Autónomo debe constar, además de un alto conocimiento de su Equipo, de principios de elementos de máquinas, Física y dinámica de maquinaria, mediciones básicas, sistemas neumáticos, lubricación, electricidad y electrónica básica, seguridad en el trabajo, planos, etc.

2.4.1.1 Desarrollo de un plan de mantenimiento autónomo

A. Establecer las condiciones básicas del equipo:

Es una de las más importantes actividades en el mantenimiento autónomo, incluye limpieza, lubricación y fijación.

Limpieza: Significa remover la suciedad, aceite, polvo y demás elementos que se adhieren a las máquinas, plantillas, materia prima, piezas de trabajo, etc. Los efectos dañinos de una inadecuada limpieza son muy numerosos: partículas de diversos tamaños producen resistencia a la fricción, desgaste, bloqueos y fallas eléctricas, esto causa pérdida en precisión, mal funcionamiento del equipo y averías.

Lubricación: Asegurar la apropiada lubricación es el segundo punto para que los operadores ayuden a establecer las condiciones básicas del equipo, la lubricación es el proceso empleado para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra, interponiendo para ello una sustancia entre ambas denominada lubricante que soporta o ayuda a soportar la carga entre las superficies enfrentadas. Una adecuada lubricación permite un funcionamiento continuo y suave de los equipos mecánicos, con un ligero desgaste, y sin excesivo estrés o ataque a las partes móviles (cojinetes y engranajes). Cuando falla la lubricación, los metales y otros materiales pueden rozar y destruirse unos a los otros, causando daños irreparables, calor y fallo general.

Fijación: los operadores están en la mejor posición para asegurar diariamente que todos los tornillos y puntos de fijación sean apretados apropiadamente, la apropiada fijación es la tercera forma en la que los operadores ayudan a establecer condiciones básicas del equipo. Las tuercas y tornillos flojos pueden causar pérdidas mayores directa o indirectamente generando productos defectuosos y daños en el sistema.

B. Hacer inspección general:

En los programas de mantenimiento autónomo los operadores son entrenados para conducir inspecciones de rutina las cuales debe ir acompañadas por hojas de

chequeo, durante este procedimiento se detectan la gran mayoría de fallas y gran cantidad de deterioro en los equipos, por lo cual es de gran importancia el acompañamiento del departamento de mantenimiento.

C. Aplicar las 5S:

Estos son principios fundamentales para la administración del lugar de trabajo, son fáciles de promover pero difíciles de poner en práctica, su correcta ejecución garantiza unas bases sólidas para la implementación de los pasos del TPM.

Seiri (Desalojar) – Seiton (Clasificar) – Seiso (Limpiar) – Seiketsu (Estandarizar) – Shitsuke (Disciplina).

D. Educación:

Es la correcta instrucción de las personas relacionadas con los procesos en los que trabaja cada uno.

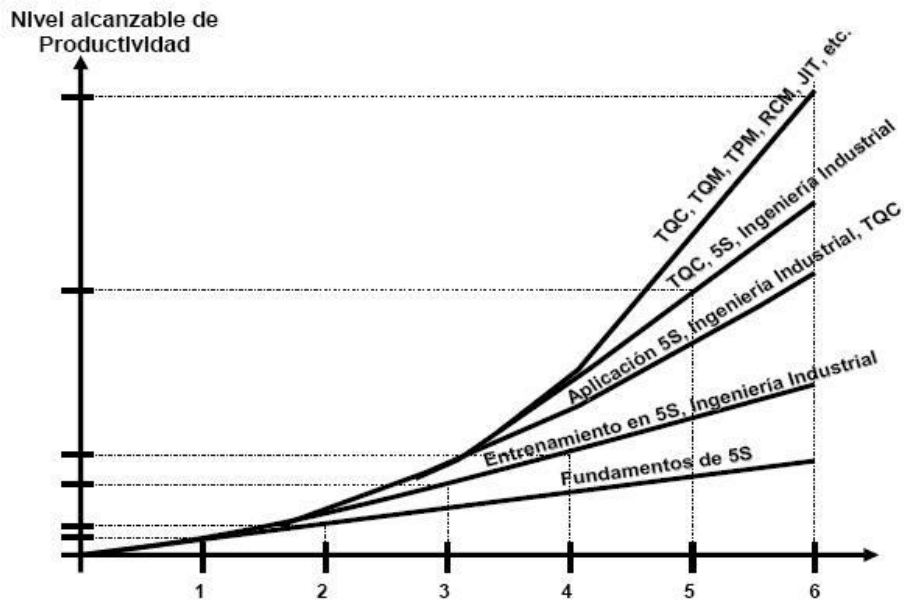
2.4.1.2 Las Cinco (5) S's.

Las 5S son instrumentos avanzados que permiten elevar la productividad y mejorar el ambiente de trabajo, tanto en mantenimiento como en producción; una de sus ventajas es que se constituyen en una base fundamental de cualquier operación y táctica, permite cohesionar y aglutinar el personal de producción con el recurso humano de mantenimiento, alrededor de las máquinas que se evalúan, construyendo de esta forma las bases para la aplicación de cualquier táctica y por ende la posterior implementación de una estrategia de mantenimiento.

El programa de las 5S consiste en actividades de orden y limpieza en el lugar de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de pequeños grupos de trabajo a lo largo y ancho de la compañía Figura 6. Se basan en la creencia de

que cada individuo del grupo puede contribuir con el mejoramiento de su lugar de trabajo, en donde permanece gran parte de su tiempo. [9]

Figura 6. Procesos de Mejora Continua Basados en 5s.



Fuente: MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo Medellín: AMG. 2012.

Figura 7. Significado y Acciones de las 5s.

SEIRI	.....	SELECCIONAR	: Separar, descartar, despejar
SEITON	.....	ORDENAR	: Acomodar, ordenar
SEISO	.....	LIMPIAR	: Limpiar inspeccionando
SEIKETSU	.....	ESTANDARIZAR	: Mantener, uniformar, mejorar
SHITSUKE	.....	AUTODISCIPLINA	: Entrenamiento y disciplina

Fuente: MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo Medellín: AMG. 2012.

2.4.1.3 Implementación de las 5S.

La clave de éxito en la implementación de las 5S consiste en mantener siempre presente los siguientes principios:

Compromiso de todas las personas de mantenimiento y producción.

Capacitación y entrenamiento permanente.

Involucrar a todo el recurso humano de la organización, en especial a mantenimiento-producción-calidad.

Reforzar y monitorear permanentemente el proceso, reiniciándolo periódicamente, para mantener y superar los niveles alcanzados en cada una de las 5S.

El sitio de trabajo debe mantenerse como una sala de recibo

5S aumenta la seguridad en el puesto de trabajo. [4]

2.4.1.4 Ventajas de la Aplicación de las 5S.

Las ventajas de aplicar las 5 S, se pueden condensar en los siguientes beneficios que se logran al desarrollar su implementación:

Mejora la eficiencia en el trabajo y reduce los costos de operación.

Mejora la productividad en el puesto de trabajo

Reduce la ocurrencia de accidentes de trabajo mediante la eliminación de pisos aceitosos y resbalosos, ambientes sucios, ropa inadecuada y operaciones inseguras.

Incrementa la confiabilidad de las máquinas y se mantienen sus funciones.

Se descubren funciones defectuosas en cada parte de la máquina (sobrecalentamiento, vibraciones, ruidos, anormales pequeñas grietas o roturas)

Reduce los defectos y estabiliza la calidad de los productos.

Fortalece la confianza de los clientes en la organización y mejora las ventas.

Contribuye a que las entregas se hagan a tiempo.

Fortalece la cultura del Mejoramiento Continuo.[9].

2.4.1.5 Objetivos y Propósitos de las 5S.

Figura 8. Objetivos y Propósitos de las 5s.

5S	Significado	Finalidad
<i>SEIRI Seleccionar</i>	<p>Se basa en seleccionar los objetos innecesarios en el lugar de trabajo y descartarlos; lo que no sirve se debe eliminar o donarlo. De una forma similar debe actuar en las actitudes mentales, dejando de lado todas las actitudes negativas que no permiten crecer, como son: prejuicios, malas intenciones, comentarios innecesarios, falta de respeto, dudas, temores.</p>	<p>Hacer el trabajo más fácil al eliminar obstáculos.</p> <p>Prescindir de cuidar cosas innecesarias y evitar las pérdidas de los objetos.</p> <p>Prevenir operaciones erróneas o fallas causadas por cosas innecesarias.</p>
<i>SEITON Ordenar</i>	<p>Consiste en organizar los objetos necesarios de tal forma que sean fácilmente asequibles para su uso:</p> <p>Un lugar para cada cosa, cada cosa en su lugar</p> <p>Permite la organización de los objetos y utensilios de una forma sistémica permite reducir los tiempos administrativos y logísticos de mantenimiento y producción, haciendo más visible su ubicación.</p> <p>También se aplica a la forma de actuar y de comportamiento social humano en el trabajo, sirve para reglamentar y estandarizar las normas de vida y conducta.</p>	<p>Prevenir las pérdidas de tiempo en la ubicación y traslado de objetos, las cuales son actividades que no generan valor agregado y producen retrasos en los tiempos de mantenimiento y producción, evitando demoras en ambos procesos</p> <p>Asegurar que lo que entra primero sale primero, base de la prevención de pérdidas por deterioro, debido a la vida útil de algunas materias primas para la producción.</p> <p>Establecer procedimientos e instrucciones que faciliten la ejecución de las operaciones, actividades y procesos de mantenimiento y operación.</p> <p>Implantar sistemas de control visual que permitan tanto a nivel del personal de la</p>

		empresa como a nivel externo, ubicar fácilmente los lugares y los objetos, que permitan un fácil entendimiento de los procesos y los procedimientos de producción y mantenimiento.
<i>SEISO Limpiar</i>	Procura limpiar completamente el lugar de trabajo para que no haya elementos exógenos al proceso, disminuyendo los problemas de averías de las máquinas, contaminación, inicio de fallas, etc.	Facilitar la elaboración de productos de calidad. Combinar la limpieza con la inspección, con el fin de detectar fallas potenciales antes de que se inicien. Hacer del lugar de trabajo un sitio seguro y confortable.
<i>SEIKETSU Estandarizar</i>	Mantiene en orden y limpio el sitio de trabajo y los utensilios de mantenimiento y producción. Se preocupa por el mantenimiento del ambiente de trabajo, logrando así mejorar el aspecto laboral, reducir la contaminación, disminuir los accidentes y los costos de mantenimiento, calidad y producción. Trata de mantener los niveles alcanzados en términos de estandarización de actividades y procesos.	Mantener los niveles logrados de SEIRI, SEITON y SEISO. Eliminar las causas que provocan la suciedad y un ambiente de trabajo no confortable. Proteger al trabajador de condiciones peligrosas. Estandarizar y visualizar los procedimientos de operación y mantenimiento diario. Permitir que las personas de mantenimiento y producción desarrollen y muestren su talento y creatividad.
<i>SHITSUKE Autodisciplina</i>	Entrena a las personas para que mantengan disciplina, autonomía, buenas prácticas de orden y limpieza. El recurso humano reconoce la bondad de la aplicación de las 5S para el beneficio colectivo e individual. Es un proceso que requiere tiempo, pero sobre todo mucho esfuerzo y constancia de quienes son responsables del proceso de implantación.	Hacer a las personas más disciplinadas y con buenos modales, en otras palabras se necesita fomentar nuevas costumbres y valores dentro de la empresa, hace énfasis en descartar los paradigmas antiguos y adquirir otros más productivos. Cumplir con las reglas de la empresa y de la sociedad. Tener un personal más proactivo.

Fuente: MORA GUTIERRÉZ, Alberto. Mantenimiento Industrial. Medellín: AMG.

2012.

2.4.2 Mantenimiento planificado

Su objetivo es lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas alcanzando gradualmente cero fallas a través del perfecto conocimiento de los mismos, la prevención del deterioro, la creación de un sistema de información, el mantenimiento preventivo y las metodologías de análisis de fallos.

Es el pilar más antiguo, del cual nace el TPM como concepto de eliminar las pérdidas, hasta las más ocultas, determina que las causas de las averías pueden ser: Debido al deterioro forzado, Equipo fuera de las condiciones de operación, Abandono al deterioro natural, Partes con puntos débiles de diseño, Error humano.

2.4.3 Mejora enfocada

Se enfoca en la eliminación permanente de las pérdidas para lograr la máxima eficiencia global de los equipos y procesos de la compañía, lo cual se desarrolla a través del trabajo de equipos interdisciplinarios que lideran el mejoramiento continuo y la eliminación de pérdidas.

Define que las pérdidas principales pueden ser:

- Fallas en los equipos principales
- Cambios y ajustes no programados
- Fallas de equipos auxiliares
- Ocio y paradas menores
- Reducción de Velocidad
- Defectos en el proceso
- Arranque

2.4.4 Educación y entrenamiento

Desarrolla las habilidades y competencias de las personas para garantizar altos niveles de desempeño en su puesto de trabajo, a través de programas integrados de formación.

2.4.5 Control inicial de equipos

Es el desarrollo de equipos con óptima ingeniería altamente fiable, amigable de operar y mantener, busca además fabricar productos libres de pérdidas y defectos durante el tiempo de vida del equipo.

2.4.6 Mantenimiento de la Calidad

Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo donde cero defectos es factible, el pilar de calidad busca identificar los puntos de chequeo para todas las condiciones de equipos y procesos que afecten el producto con el fin de tomar las acciones apropiadas.

2.4.7 Seguridad y medio ambiente

Crea un sistema de gestión integral de la seguridad y el medio ambiente que permite lograr cero accidentes y contribuir a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y generar efectos negativos al medio ambiente.

2.4.8 Gestión Administrativa

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en los procesos administrativos.

2.5 ANALISIS DE CRITICIDAD

2.5.1 Definición

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con cuatro aspectos fundamentales:

- Confiabilidad humana.
- Confiabilidad del proceso.
- Confiabilidad del diseño
- Confiabilidad del mantenimiento.

Lamentablemente, es difícil disponer de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa.

El análisis de criticidades da respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro?, ¿Qué criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo

criterio?, mediante la generación de una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad.

Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad. Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: *seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación principalmente.*

Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado. La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

2.5.2 Matriz de Criticidad

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

Seguridad
Ambiente
Producción
Costos (operacionales y de mantenimiento)
Tiempo promedio para reparar
Frecuencia de falla

2.6 HSEQ

En la globalización de los negocios, las empresas deben mantenerse a la vanguardia para lograr el mejoramiento continuo de sus procesos. Esto hace necesaria la coherencia en el desarrollo y la implementación de estrategias en todos los procesos, donde la Salud y la Seguridad, tanto de los trabajadores, como de contratistas y visitantes es lo más importante, haciendo partícipes a todas estas personas, en el cuidado del Medio en el que puede impactar cada uno de los procesos productivos, estos deben ir sincronizados con la calidad y así lograr la integración de todos estos Sistemas de Gestión, con el fin de competir a nivel local, pero también estar en condiciones de competir en los mercados más exigentes del mundo.

En todas las ramas de la industria aumentan las exigencias en materia de seguridad, protección medioambiental y control de Calidad. Esto se resume en la abreviatura **HSEQ (Health, Safety, environment and Quality)**. Este tema reviste una importancia fundamental para todas las organizaciones y su personal, pues se trata, en última instancia, de que nadie resulte lastimado en su entorno laboral.

El sistema HSEQ está enmarcado en el concepto de desarrollo sostenible, la salud es el mayor de los bienes, por lo que la tratamos con especial compromiso y responsabilidad, el cual permite trabajar en función del mantenimiento y promoción

de la calidad de vida laboral, el mejoramiento continuo, la prevención de accidentes e incidentes, que puedan llegar a generar lesiones personales, enfermedades profesionales, daños a la propiedad o daños al medio ambiente fijando metas, midiendo logros, implementando los correctivos , salvaguardando y protegiendo los recursos naturales. [10]

2.6.1 Características del Sistema de Gestión HSEQ

Son algunas de las características del Sistema de Gestión HSEQ las siguientes:

Cumplimiento de la legislación y normas aplicables, enmarcadas dentro del Sistema de Gestión Integrada HSEQ.

Prevención de riesgos Financiero, profesionales (HS), Impacto ambiental (E), y calidad (Q).

Asesoría y consultoría permanente y diseño de soluciones ajustadas los diferentes procesos, en especial, los de mayor riesgo.

Capacitación, entrenamiento y acompañamiento durante la implementación de los sistemas en sus diferentes etapas.

2.6.2 Ventajas del Sistema de Gestión HSEQ

La implementación y el desarrollo del sistema de gestión HSEQ ofrecen las siguientes ventajas a las organizaciones:

La empresa será más competitiva a nivel local e internacional.

Las pérdidas por tiempo, incapacidades, multas o sanciones, devoluciones, y desperdicios, entre otros, se minimizarán a medida que se implementan los sistemas con sus respectivos controles.

Los sistemas integrados permiten una evolución más rápida de la empresa en todos los aspectos y se logrará el empoderamiento de los propios trabajadores en cada una de las tareas y responsabilidades asignadas. Sentirán que es una Buena empresa para trabajar. Incrementará la credibilidad de sus clientes y posicionará su empresa en el mercado.

3 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.1 INVENTARIO ACTUAL Y ESTADO DE LOS EQUIPOS

Con el fin de conocer el estado actual de los equipos en los laboratorios de interés y definir los equipos objeto del análisis de criticidad se realizó el levantamiento del inventario de los mismos en cada laboratorio, con la definición de su respectivo estado.

Tabla 1. Inventario y estado de los equipos del laboratorio de Vibraciones

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				
LABORATORIO DE VIBRACIONES				
ID	No. Inventario	Descripcion del Elemento	Estado	Analisis de Criticidad
1	49274	ANALIZADOR DE VIBRACIONES	FUNCIONAL	APLICA
2	N.A	FOTO-TACOMETRO	FUNCIONAL	APLICA
3	N.A	RECEPTOR DE DESPLAZAMIENTO W2TU	FUNCIONAL	APLICA
4	N.A	RECEPTOR ÓPTICO OA1	FUNCIONAL	APLICA
5	9120	SANWA EM-3000 MULTIMETRO	FUNCIONAL	NO APLICA
6	8906	KISTLER	FUNCIONAL	NO APLICA
7	11167	MODULOS EQUIPO DE VIBRACIONES	FUNCIONAL	NO APLICA
8	11015	MODULOS EQUIPO DE VIBRACIONES	FUNCIONAL	NO APLICA
9	11163	MODULOS EQUIPO DE VIBRACIONES	FUNCIONAL	NO APLICA
10	785	DYNAMISCHER AUFNEHMER 11087 (captador piezoelectrico) TPO-11087DGA	FUNCIONAL	NO APLICA
11	786	DYNAMISCHER AUFNEHMER 11087 (captador piezoelectrico)	FUNCIONAL	NO APLICA
12	797	DYNAMISCHER AUFNEHMER 11087 (captador piezoelectrico)	FUNCIONAL	NO APLICA
13	787	DYNAMISCHER AUFNEHMER 11087 (captador piezoelectrico)	FUNCIONAL	NO APLICA
14	796	DYNAMISCHER AUFNEHMER 11087 (captador piezoelectrico)	FUNCIONAL	NO APLICA
15	**	RECEPTOR ELECTROMAGNETICA Y PARTES DEL RECEPTOR DE FUERZAS	FUNCIONAL	NO APLICA
16	57425	LAMPARA ESTROBOSCOPICA	FUNCIONAL	APLICA
17	8909	INDICADOR ANALOGO DE PICO	FUNCIONAL	NO APLICA
18	**	EQUIPO HBM MADE IN GERMANY	FUNCIONAL	NO APLICA
19	9790	EQUIPO HBM MADE IN GERMANY	FUNCIONAL	NO APLICA
20	9789	EQUIPO HBM MADE IN GERMANY	FUNCIONAL	NO APLICA
21	4323	FUENTE PODER VARIABLE BALANCEO DINAMICO DE ROTORES	FUNCIONAL	APLICA
22	21891	ESTABILIZADOR ELECTRONICO	FUNCIONAL	NO APLICA
23	31015	MOTOR BOMBA	FUNCIONAL	APLICA
24	**	COMPUTADOR VIEJO	FUNCIONAL	NO APLICA
25	73541	COMPUTADOR NUEVO CPU Y PANTALLA	FUNCIONAL	NO APLICA
26	5015	BALANZA	FUNCIONAL	NO APLICA
27	49410	CPU DE UN COMPUTADOR	FUNCIONAL	NO APLICA
28	45016	MONITOR DE UN COMPUTADOR	FUNCIONAL	NO APLICA
29	45016	CPU DE UN COMPUTADOR	FUNCIONAL	NO APLICA
30	781	AMPLIFICADOR DE POTENCIA 220V-160V	FUNCIONAL	NO APLICA
31	37274	OSCILOSCOPIO	FUNCIONAL	APLICA
32	37275	OSCILOSCOPIO	FUNCIONAL	APLICA
33	26188	GENERADOR DE FUNCIONES	FUNCIONAL	APLICA
34	9122	ESTABILIZADOR	FUNCIONAL	NO APLICA
35	4497	FRECUENTRIMETRO	FUNCIONAL	NO APLICA
36	783	EXITADOR ELECTRODINAMICO	FUNCIONAL	NO APLICA
37	1739	CALIBRADOR DE RECEPTORES REF:11032	FUNCIONAL	APLICA
38	8908	AMPLIFICADOR DE CARGA	FUNCIONAL	APLICA
39	8907	INDICADOR ANALOGO	FUNCIONAL	NO APLICA
40	4323	FUENTE PODER VARIABLE	FUNCIONAL	APLICA

Fuente: Los autores.

Tabla 2. Inventario y estado de los equipos del laboratorio de Sistemas Térmicos

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				
LABORATORIO DE SISTEMAS TERMICOS				
ID	No. Inventario	Descripcion del Elemento	Estado	Analisis de Criticidad
1	1888	GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA TPO SDA/SEANO 10700B/7	FUNCIONAL	APLICA
2	2967	MOTOR MONOFASICO MOD 1LF3 SERIE # 581463 DE 1.5 HP Y	FUNCIONAL	APLICA
3	6088	INDICADOR DIGITAL TEMPERATURA MOD410A-T SERIE 5006374	FUNCIONAL	APLICA
4	6799	CILINDRO DE 100 LIBRAS PARA PROPANO	FUNCIONAL	NO APLICA
5	7271	TRANSFORMADOR VARIABLE MOD 236-BSERIE NO 05F813	FUNCIONAL	NO APLICA
6	17281	HIGROMETRO	FUNCIONAL	NO APLICA
7	17292	EQUIPO PARA TRANSFERENCIA DE CALOR	FUNCIONAL	NO APLICA
8	17293	EQUIPO PARA TRANSFERENCIA DE CALOR NO 12-1110	FUNCIONAL	NO APLICA
9	17332	SOLARIGRAFO C-M3	FUNCIONAL	NO APLICA
10	17339	RADIOMETRO NO 6410A- ESPECTRAL	FUNCIONAL	NO APLICA
11	18201	MULTIMETRO DIGITAL MOD HE-5010 SERIE # 89264530	FUNCIONAL	APLICA
12	18598	SENSOR DE FLUJO (TRASDUCTOR) S#471749	FUNCIONAL	NO APLICA
13	24849	BANO PARA FLUIDOS MOD T45 NO 76749	FUNCIONAL	NO APLICA
14	**	CALDERA PIROTUBULAR	FUNCIONAL	APLICA
15	24850	REFRIGERADOR PBC-2 NO GKY 553	FUNCIONAL	NO APLICA
16	24997	FUENTE DE ALIMENTACION REF 416176	FUNCIONAL	NO APLICA
17	25074	BOMBA CENTRIFUGA 88507	FUNCIONAL	NO APLICA
18	25077	BOMBA CENTRIFUGA 8805	FUNCIONAL	NO APLICA
19	26328	ENTRENADOR PARA MEDIDAS DE TEMPERATURAPOR RADIACION	FUNCIONAL	NO APLICA
20	26329	ENTRENADOR PARA MEDIDAS DE TEMPERATURAPOR CONVECCION	FUNCIONAL	NO APLICA
21	26330	ENTRENADOR PARA AIRE ACONDICIONADO YREFRIGERACION MOD	FUNCIONAL	NO APLICA
22	27189	CRONOMETRO DE CUARZO	FUNCIONAL	APLICA
23	41113	ANALIZADOR DE REDES PARA TABLERO REF: CVM-L	FUNCIONAL	NO APLICA
24	49270	VALVULA MARCA DELTA MOD. 05-2-20 SS3SM24SR A24 V.	FUNCIONAL	NO APLICA
25	65560	FP-1000RS NETWORK MODULE NOTE FOR FREE DOCUME.AND	FUNCIONAL	NO APLICA
26	65561	TERMOCOUPLE INPUT MODULE FIELD POINT ANALO.INPUT	FUNCIONAL	NO APLICA
27	65562	FP-QQ-2008 OUTPET MODULO FIELD POINT REQERS FP-TB 2	FUNCIONAL	NO APLICA
28	65981	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE ELECTRONICO DE VOLTAJE DE	FUNCIONAL	NO APLICA
29	66246	FP-1000 RS-232/RS485 NETWORK MODULE	FUNCIONAL	NO APLICA
30	66247	FP-1000 RS-232/RS485 NETWORK MODULE	FUNCIONAL	NO APLICA
31	66248	FP-1601 ETHERNET NETWORK MODULE.	FUNCIONAL	NO APLICA
32	66249	FP-TC-120 8-CH. THERMOCOUPLE INPUT MODULE FIELD POINT	FUNCIONAL	NO APLICA
33	66250	FP-TC-120 8-CH. THERMOCOUPLE INPUT MODULE FIELD POINT	FUNCIONAL	NO APLICA
34	66251	FP-TC-120 8-CH. THERMOCOUPLE INPUT MODULE FIELD POINT	FUNCIONAL	NO APLICA
35	66252	FP-TC-120 8-CH. THERMOCOUPLE INPUT MODULE FIELD POINT	FUNCIONAL	NO APLICA
36	66253	FP-AO-210 8 CHANNEL VOLTAGE OUTPUT MODULE.	FUNCIONAL	NO APLICA
37	66254	NI USB-6009 KIT USB-6009 + LABVIEW STUDENT EDITION	FUNCIONAL	NO APLICA
38	66255	NI USB-6009 KIT USB-6009 + LABVIEW STUDENT EDITION	FUNCIONAL	NO APLICA
39	66256	NI USB-6009 KIT USB-6009 + LABVIEW STUDENT EDITION	FUNCIONAL	NO APLICA
40	66257	FP-DO-400 DISCRETE OUTPUT MODULE FIELDPOINT DISCRETE	FUNCIONAL	NO APLICA
41	66258	FP-DO-400 DISCRETE OUTPUT MODULE FIELDPOINT DISCRETE	FUNCIONAL	NO APLICA
42	66259	FP-AL-110 8 CH. 16BIT ANALOG INPUT MODULE FIELDPOINT	FUNCIONAL	NO APLICA
43	66260	FP-AL-110 8 CH. 16BIT ANALOG INPUT MODULE FIELDPOINT	FUNCIONAL	NO APLICA
44	66261	FP-CTR-500 8 CH. COUNTER INPUT MODULE FIELDPOINT	FUNCIONAL	NO APLICA
45	66262	FP-CTR-500 8 CH. COUNTER INPUT MODULE FIELDPOINT	FUNCIONAL	NO APLICA
46	66263	FP-TB-3 ISOTHERMAL TERMINAL BASE SCREW TERMINALS	FUNCIONAL	NO APLICA
47	66264	FP-TB-3 ISOTHERMAL TERMINAL BASE SCREW TERMINALS	FUNCIONAL	NO APLICA
48	66265	FP-TB-3 ISOTHERMAL TERMINAL BASE SCREW TERMINALS	FUNCIONAL	NO APLICA
49	66266	FP-TB-3 ISOTHERMAL TERMINAL BASE SCREW TERMINALS	FUNCIONAL	NO APLICA
50	66302	TORRE BANCO TORRE ENFRIAMIENTO	FUNCIONAL	APLICA
51	76667	PINZA DE POTENCIA CON CAPACIDAD PARA MEDIDA TRIFASICA	FUNCIONAL	NO APLICA
52	76969	PINZA DE CORRIENTE FLUKE 337.	FUNCIONAL	APLICA
53	76970	PINZA DE CORRIENTE FLUKE 337.	FUNCIONAL	APLICA
54	76971	PIROMETRO OPTICO FLUKE 66, TIPO PISTOLA, PUNTERO	FUNCIONAL	APLICA
55	76972	TACOMETRO DIGITAL OPTICO MARCA MONARCH MOD PT 99	FUNCIONAL	NO APLICA
56	76973	TERMO ANEMOMETRO DIGITAL MARCA ERASMUS EA-200	FUNCIONAL	NO APLICA
57	76974	TEMPORIZADOR TIMERS RANGO 0-60 MIN, TIMER DIGITAL	FUNCIONAL	NO APLICA
58	76975	TEMPORIZADOR TIMERS RANGO 0-60 MIN, TIMER DIGITAL	FUNCIONAL	NO APLICA
59	76976	VARIADOR VELOCIDAD VECTORIAL 4 HP 220V.	FUNCIONAL	NO APLICA
60	77364	FUENTE REGULADAS 0-30 V DC.	FUNCIONAL	NO APLICA
61	77365	FUENTE REGULADAS 0-30 V DC.	FUNCIONAL	NO APLICA
62	78249	UNIDAD CONDENSADORA DANFOSS MANEUROP MOD LCZ 028	FUNCIONAL	NO APLICA
63	80512	BOMBA DE VACIO MECANICA DE 2 ETAPAS BOMBA DE VACIO DE	FUNCIONAL	APLICA
64	92808	TERMOPILA DE MOLL	FUNCIONAL	NO APLICA
65	93862	INDICADOR DE TEMPERATURA 4 DIGITOS 5 SENSORES TIPO	FUNCIONAL	NO APLICA
66	96522	BANCO DE PRUEBAS FIELD POINT INCLUYE:3,FP-1000	FUNCIONAL	NO APLICA
67	97406	CONTROLADOR DE RED BCX1 NETWORK CONTROLLER, 10/100 BT	FUNCIONAL	NO APLICA

Fuente: Los Autores

El resultado del inventario y el estado de los equipos de cada laboratorio se presentan en la Tabla 1, para el laboratorio de Vibraciones y en la Tabla 2, para el laboratorio de sistemas térmicos.

3.2 SITUACION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN EL AREA

Para establecer el estado actual del mantenimiento de los equipos de los laboratorios de interés se procedió a consultar con los profesores, auxiliares y técnicos de la escuela sobre las rutinas y políticas de mantenimiento para los diferentes activos de los laboratorios. El resultado de este ejercicio arrojó como respuesta que todos los equipos de los laboratorios corren fallo es decir no se poseen planes ni rutinas de mantenimiento establecidas.

3.3 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El modelo seleccionado para la clasificación de criticidad fue el de factores ponderados basado en el concepto del riesgo, desarrollado por el grupo de consultoría inglesa “The WoodHouse Partnership Limited” en 1994. [12]

Este es un método semi-cuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo: Frecuencia de Fallas x Consecuencias.

3.3.1 Criterios y ponderación

A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar los equipos:

$$\textit{Criticidad Total} = \textit{Frecuencia} \times \textit{Consecuencias de Fallas}$$

$$\textit{Frecuencia} = \textit{Rango de Fallas en un tiempo determinado (Fallas/Año)}$$

Consecuencias

$$= (\text{Impacto Sobre la Clase} \times \text{Tiempo Promedio para Reparar}) \\ + \text{Costo de Reparacion} + \text{Impacto Ambiental} \\ + \text{Impacto en Salud y Seguridad Personal} \\ + \text{Impacto en los servicios de extensison}$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

Figura 9. Criterios de evaluación para análisis de criticidad.

1. FRECUENCIA DE FALLA		2. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	
1	Una o menos por año	1	Menos de 4 horas
2	Entre 2 y 10 por año	2	Entre 4 y 8 horas
3	Entre 11 y 20 por año	3	Entre 8 y 24 horas
4	Entre 21 y 50 por año	4	Mas de 48 horas
5	Mas de 50 por año		
3. IMPACTO SOBRE LA CLASE		4. COSTO DE REPARACIÓN (SMMLV)	
1	No la afecta	1	menor a 1
2	25% de impacto	2	entre 1 y 10
3	50% de impacto	3	entre 10 y 100
4	75% de impacto	4	mayor a 100
5	La afecta totalmente		
5. IMPACTO AMBIENTAL			
5	Irreversible - Irrecuperable		
4	Irreversible - El Impacto puede ser reversible a muy largo plazo (50 años o más)		
3	Parcialmente Reversible - Impacto reversible a largo plazo		
2	Reversible - Impacto reversible a corto plazo (0 a 10 años)		
1	Impacto controlable, neutro		
6. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL			
1	No origina heridas ni lesiones		
2	Puede ocasionar heridas o lesiones leves no incapacitantes		
3	Puede ocasionar heridas o lesiones graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días		
4	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente		
5	Puede ocasionar la muerte		
7. IMPACTO EN LOS SERVICIOS DE EXTENSIÓN			
1	No ocasiona impacto en los servicios de extensión		
2	Si ocasiona impacto en los servicios de extensión		

FUENTE: Los Autores

Estos factores fueron evaluados con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, procesos, seguridad y medio ambiente). Una vez que se evalúan en concesos los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de criticidad total y se obtiene un valor global de criticidad.

El máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados es de 180, según la matriz general de criticidad Figura 10.

Para obtener el nivel de criticidad de cada equipo se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales y se ubican en la matriz de criticidad, en donde el valor de la frecuencia de fallas se ubica en el eje Y, y el valor de Consecuencias en el eje X. la matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los equipos en tres áreas:

Área de Equipos No Críticos (NC).

Área de Equipos de Mediana Criticidad (MC).

Área de Equipos Críticos (C).

Figura 10. Matriz General de Criticidad

FRECUENCIA	5	MC	MC	C	C	C
	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		7	14	21	28	36
		CONSECUENCIA				

Fuente: Los Autores

3.3.2 Clasificación según nivel de criticidad

Con el fin de establecer el nivel de criticidad de los equipos objeto de análisis de para los laboratorios de sistemas térmicos y vibraciones de la escuela de Ingeniería Mecánica, se aplicó la herramienta mostrada en la Figura 9, con los criterios de evaluación para este análisis. Una vez aplicada la herramienta se tabularon los resultados y se realizó la clasificación de los equipos según los las valoraciones de la matriz General de criticidad de la Figura 10.

Tabla 3. Resultado del análisis de criticidad de los laboratorios

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER							
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA							
ANALISIS DE CRITICIDAD PARA LOS LABORATORIOS DE SISTEMAS TERMICOS Y VIBRACIONES							
ID	Ubicación	No. Inventario	Descripción del Elemento	Frecuencia de Fallos	Consecuencias	Criticidad	Resultado
1	Lab. Sist Termicos	1888	GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA TPO SDA/SEANO 10700B/7	2	29	58	C
2	Lab. Sist Termicos	2967	MOTOR MONOFASICO MOD 1LF3 SERIE # 581463 DE 1.5 HP Y	2	17	34	MC
3	Lab. Sist Termicos	6088	INDICADOR DIGITAL TEMPERATURA MOD410A-T SERIE 5006374	1	18	18	NC
4	Lab. Sist Termicos	18201	MULTIMETRO DIGITAL MOD HE-5010 SERIE # 89264530	1	17	17	NC
5	Lab. Sist Termicos	**	CALDERA PIROTUBULAR	2	31	62	C
6	Lab. Sist Termicos	27189	CRONOMETRO DE CUARZO	1	16	16	NC
7	Lab. Sist Termicos	66302	TORRE BANCO TORRE ENFRIAMIENTO	2	29	58	C
8	Lab. Sist Termicos	76969	PINZA DE CORRIENTE FLUKE 337.	2	15	30	MC
9	Lab. Sist Termicos	76970	PINZA DE CORRIENTE FLUKE 337.	2	15	30	MC
10	Lab. Sist Termicos	76971	PIROMETRO OPTICO FLUKE 66, TIPO PISTOLA, PUNTERO	3	11	33	MC
11	Lab. Sist Termicos	80512	BOMBA DE VACIO MECANICA DE 2 ETAPAS BOMBA DE VACIO DE	4	23	92	C
12	Lab. Vibraciones	49274	ANALIZADOR DE VIBRACIONES	3	27	81	C
13	Lab. Vibraciones	N.A	FOTO-TACOMETRO	5	23	115	C
14	Lab. Vibraciones	N.A	RECEPTOR DE DESPLAZAMIENTO W2TU	1	18	18	NC
15	Lab. Vibraciones	N.A	RECEPTOR ÓPTICO OA1	2	18	36	NC
16	Lab. Vibraciones	57425	LAMPARA ESTROBOSCOPICA	2	23	46	C
17	Lab. Vibraciones	4323	FUENTE PODER VARIABLE BALANCEO DINAMICO DE ROTORES	2	23	46	C
18	Lab. Vibraciones	31015	MOTOR BOMBA	1	16	16	NC
19	Lab. Vibraciones	37274	OSCILOSCOPIO	4	27	108	C
20	Lab. Vibraciones	37275	OSCILOSCOPIO	4	27	108	C
21	Lab. Vibraciones	26188	GENERADOR DE FUNCIONES	3	18	54	MC
22	Lab. Vibraciones	1739	CALIBRADOR DE RECEPTORES REF:11032	2	17	34	MC
23	Lab. Vibraciones	8908	AMPLIFICADOR DE CARGA	1	20	20	NC
24	Lab. Vibraciones	4323	FUENTE PODER VARIABLE	3	14	42	MC

Fuente: Los Autores.

3.4 SISTEMA DE GESTIÓN HSEQ EN LABORATORIOS

3.4.1 Sistema de Gestión de la Calidad (Q)

La escuela de Ingeniería Mecánica posee su sistema de gestión de la calidad, basado en la Norma Técnica Colombiana, NTC ISO 9001:2008 al igual que la Universidad, sin embargo hasta ahora toda la implementación se ha limitado a las áreas administrativas de la Escuela, por lo cual el sistema de Gestión de la Calidad, no posee formatos, indicadores u otros elementos del sistema para los laboratorios de la misma.

3.4.2 Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (HS)

En el marco de la implementación progresiva que ha venido realizando la Universidad Industrial para el sistema de Gestión en Seguridad y Salud ocupacional, la administración y la Escuela han enfocado esfuerzos en la identificación de los riesgos como fase inicial para alcanzar la madurez del sistema. En este proceso se ha desarrollado un proyecto de pregrado, buscando desarrollar los análisis de riesgos asociados a las actividades desarrolladas en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica [11].

Como resultado del trabajo conjunto de la coordinación del Sistema Integrado de la Universidad y la Escuela de Ingeniería Mecánica se logró la generación de la matriz de riesgos para los laboratorios de la escuela, los mismos se presentan en la Tabla 4 para el laboratorio de vibraciones y en la Tabla 5 para el laboratorio de sistemas térmicos.

Tabla 4. Matriz de identificación de Peligros, valoración de riesgos y determinación de controles del laboratorio de vibraciones.

UNIVERSIDAD DE SANTIANDER		TALENTO HUMANO / SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL										Código	FTH167										
		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VALORACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES										Versión	1										
												Página	1 de 1										
CIUDAD Bucaramanga		SEDE/UA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		ÁREA LABORATORIOS DE VIBRACIONES		FECHA JUNIO 23 DE 2011		ELABORO Universidad Industrial de Santander															
ITEM	CARGO	ACTIVIDAD	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	EFECTOS POSIBLES	TIPO DE ACTIVIDAD	NE	Control Encontrado	EVALUACIÓN DEL RIESGO								JERARQUIZACIÓN DEL CONTROL		Control Propuesto				
									Requisitos legales	C	E	P	GP1	GP2	INT1	INT2	Aceptabilidad del riesgo	Eliminación		Reducción	Control de ingeniería	Señalización/intercomunicación con el personal	Equipos de protección personal
1	Tecnico y estudiantes	Estado de los grados de vibraciones, pruebas de laboratorio	Mecánico - Atrapeamientos	Maquinas en movimiento en grandes ya que se tienen para estado	Laceraciones en miembros superiores	Rutinas	7	No definido.	Resolución 2400 de 1979, Ley 5 de 1972, Resolución 1076 de 1989, Resolución 2013 de 1989	1	6	6	35	Bajo	6	Bajo	Total				X	Establecimiento de procedimientos de trabajo seguros, capacitación en autocuidado.	
2	Tecnico y estudiantes	Estado de los grados de vibraciones, pruebas de laboratorio	Ergonomico - Carga estatica	Posicion sostenida en tiempo prolongado	Dolor lumbar, fatiga muscular	Rutinas	7	No definido.	Resolución 2400 de 1979, Ley 5 de 1972, Resolución 1076 de 1989, Resolución 1076 de 1989	2	6	12	Bajo	6	Bajo	Total					X	Implementación de un DVE para control de riesgo ergonomico	
3	Tecnico y estudiantes	Estado de los grados de vibraciones, pruebas de laboratorio	Eléctrico - Baja tension	Utilización de conectivos, herramientas electricas	corriente electrica, quemaduras electricas	Rutinas	7	No definido.	Resolución 182398 de 2004	2	4	8	Bajo	4	Bajo	Total					X	Implementación de procedimientos de trabajo seguros, capacitación en autocuidado, señalización.	
4	Tecnico y estudiantes	Estado de los grados de vibraciones, pruebas de laboratorio	De origen social	Situación de orden publico por estudiantes, abandono del orden en la universidad.	lesiones personales, daños a la propiedad	No Rutinas	7	control de seguridad fisica propuesto por los docentes de la Universidad	La Ley 1712 de 2004 (que define el concepto de seguridad fisica)	6	6	350	Medio	60	Alto	Importante						X	Definición de protocolos de seguridad fisica, en conjunto con la empresa de vigilancia, brigada de seguridad.
5	Tecnico y estudiantes	Estado de los grados de vibraciones, pruebas de laboratorio	Psicosocial - Relaciones humanas	Relaciones interpersonales	Estres, disminución de la productividad	No Rutinas	7	No definido.	Resolución 2546 de Julio 17 de 2004, Resolución 1076 de 1989, Resolución 1076 de 2004, Decreto 1319 de 2004	2	1	2	Bajo	1	Bajo	Total					X	Implementación de un DVE para control de riesgo psicosocial	
6	Tecnico y estudiantes	Estado de los grados de vibraciones, pruebas de laboratorio	De origen natural	Sismos, de origen natural	lesiones personales, daños a la propiedad	Rutinas	7	No definido.	Resolución 1076 de 1989, Resolución 2400 de 1979	1	2	1	Bajo	1	Bajo	Total						X	Establecimiento del plan de emergencia, Capacitación en emergencia
7	Tecnico y estudiantes	Estado de los grados de vibraciones, pruebas de laboratorio	Fisico - Ruido	Producido por las maquinas y equipos en estado	Cefaleas, disminución de la productividad	Rutinas	7	No definido.	Resolución 2488 de 2007, Resolución 1076 de 1989, Resolución 2013 de 1989	1	2	1	Bajo	1	Bajo	Total						X	Capacitación de autocuidado, uso de equipo
8	Tecnico y estudiantes	Estado de los grados de vibraciones, pruebas de laboratorio	Fisico - Vibraciones	Generado por los equipos y maquinas en estado	Lesiones osteomusculares	Rutinas	7	No definido.	Resolución 2400 de 1979, Ley 5 de 1972, Resolución 1076 de 1989, Resolución 1076 de 1989	2	1	2	Bajo	1	Bajo	Total						X	Implementación de un DVE para control del factor de riesgo

Fuente: https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/matrices2011/matricesPeligrosRiesgos2011/DECANATO_FISICOMECHANICAS/fisicoMecanicas.htm

Tabla 5. Matriz de identificación de Peligros, valoración de riesgos y determinación de controles del laboratorio de sistemas térmicos.

UNIVERSIDAD DE SANTIANDER		TALENTO HUMANO / SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL										Código	FTH167											
		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VALORACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES										Versión	1											
												Página	1 de 1											
CIUDAD Bucaramanga		SEDE/UA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		ÁREA TALLER DE SISTEMAS TERMICOS		FECHA JUNIO 30 DE 2011		ELABORO Universidad Industrial de Santander																
ITEM	CARGO	ACTIVIDAD	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	EFECTOS POSIBLES	TIPO DE ACTIVIDAD	NE	Control Encontrado	EVALUACIÓN DEL RIESGO								JERARQUIZACIÓN DEL CONTROL		Control Propuesto					
									Requisitos legales	C	E	P	GP1	GP2	INT1	INT2	Aceptabilidad del riesgo	Eliminación		Reducción	Control de ingeniería	Señalización/intercomunicación con el personal	Equipos de protección personal	
1	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	Ergonomico - Carga dinamica	Mantenimiento de las pruebas de estado por tiempo prolongado	Lesiones osteomusculares, lesiones de espalda	Rutinas	15	No definido.	Resolución 2400 de 1979, Ley 5 de 1972, Resolución 1076 de 1989, Resolución 2013 de 1989	1	6	1	6	Bajo	1	Bajo	Total				X	Realización de pruebas seguras, implementación del DVE para control de riesgo ergonomico		
2	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	Químico - Gases y vapores	Productos por las cablesas	Incendios	Rutinas	15	No definido.	Decreto 1823 de 1990, Decreto 4741 de 2005, Resolución 2002 de 2002	4	2	6	48	Bajo	24	Bajo	Total					X	Determinación de ATS y procedimientos seguros de trabajo para el desarrollo de las tareas que requieren el uso de las cablesas.	
3	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	De origen social	Disturbios presentados en la universidad.	Lesiones personales	No Rutinas	15	No definido.	Sin legislación que regule el problema	10	2	6	120	Bajo	60	Alto	Moderado					X	Definición y atención a los riesgos de seguridad, señalización por los areas gubernamentales y de la universidad en materia de seguridad fisica.	
4	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	Locativo	Cableado en el piso por la utilización de herramientas electricas, y equipos	Cables, golpes, lesiones personales	Rutinas	15	No definido.	Resolución 2400 de 1979, Ley 5 de 1972, Resolución 1076 de 1989, Resolución 2013 de 1989	1	6	4	24	Bajo	4	Bajo	Total					X	Ubicación de cableado de manera segura.	
5	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	Mecánico - Cortes, pinchos, Resaca	Uso de herramientas manuales	Cortes, lesiones en miembros superiores	Rutinas	15	No definido.	Resolución 2400 de 1979, Ley 5 de 1972, Resolución 1076 de 1989, Resolución 2013 de 1989	1	2	4	8	Bajo	4	Bajo	Total				X	X	Realización de ATS, y procedimientos de trabajo seguros	
6	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	Fisico - Ruido	Actividades de los talleres de estudio	distribución de la capacidad auditiva, cefaleas	Rutinas	15	uso de app	Resolución 2400 de 1979, Ley 5 de 1972, Resolución 1076 de 1989, Resolución 2013 de 1989	1	6	1	6	Bajo	1	Bajo	Total					X	X	Uso de elementos de protección personal.
7	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	Eléctrico - Baja tension	Manipulación de herramientas electricas	corriente electrica	Rutinas	15	No definido.	Resolución 182398 de 2004	4	2	2	100	Bajo	10	Bajo	Total					X	X	Separación del área de trabajo, uso de elementos de protección personal, señalización y bloqueo de energía.
8	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	Locativo	Etiquetas en cables para acceder a la oficina del docente	Cables, golpes, lesiones personales	Rutinas	15	No definido.	Resolución 2400 de 1979, Ley 5 de 1972, Resolución 1076 de 1989, Resolución 2013 de 1989	1	6	1	6	Bajo	1	Bajo	Total					X	X	Señalización y bloqueo de energía, etiquetado el uso de los pasamanos de la estructura de la oficina.
9	Tecnico A, docente, estudiantes	Pruebas y estudios	Psicosocial - Relaciones humanas	Interacción con los estudiantes y docentes.	Estres, disminución de la productividad	Rutinas	15	No definido.	Resolución 2546 de Julio 17 de 2004, Resolución 1076 de 1989, Resolución 1076 de 2004	1	2	1	2	Bajo	1	Bajo	Total					X	X	Implementación de un sistema de vigilancia epidemiologica para el control de riesgo psicosocial

Fuente: https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/matrices2011/matricesPeligrosRiesgos2011/DECANATO_FISICOMECHANICAS/fisicoMecanicas.htm

4 MODELO GERENCIAL BASADO EN TPM

Figura 11. Modelos Gerencial basado en TPM propuesto para la Escuela de Ingeniería Mecánica



Fuente: Los Autores.

El modelo gerencial propuesto basado en TPM, toma la estructura básica del TPM y la adecua a una organización, que si bien no es del sector productivo, puede tomar la filosofía de TPM y aprovechar el amplio recurso humano disponible y todos los esfuerzos aplicados a la implementación de los sistemas de Gestión Integrados para favorecer la implementación de TPM en la administración gerencial de sus activos.

A continuación se describe el desarrollo del modelo propuesto en dos grandes pasos denominados Introducción e Implementación, en los cuales se desarrollan los lineamientos sugeridos para el éxito del modelo. Previamente se establece la fase preliminar en la cual se propone la implementación de la filosofía de 5'S como se describe a continuación.

4.1 ETAPA PRELIMINAR 5S

La etapa de alistamiento de la implementación del TPM, se debe iniciar con el establecimiento de las 5S a nivel de los laboratorios teniendo en cuenta que las 5S, constituyen una base fundamental en el desarrollo de cualquier operación y táctica [9].

Tomando en cuenta la distribución del organigrama establecido por la Escuela para el funcionamiento de sus áreas, se propone utilizar al personal auxiliar, técnico y de dirección del laboratorio en algunas actividades propias de esta etapa preliminar.

Con el fin de establecer las responsabilidades de esta etapa preliminar, se propone la Distribución mostrada en la siguiente distribución:

Tabla 6. Distribución de tareas y responsabilidades en la implementación de las 5S

Etapa	Responsable
Seiri (Seleccionar)	Auxiliar
Seiton (Ordenar)	Auxiliar
Seiso(Limpieza como inspección)	Técnico
Seiketsu (Estandarizar)	Director de laboratorio
Shitsuke(Autodisciplina)	Director del laboratorio

Fuente: Los Autores.

4.2 INTRODUCCIÓN AL TPM

En la etapa de introducción del modelo, se debe involucrar a la Dirección de la Escuela en la definición de ciertas directrices y la manifestación de su compromiso claro, en el desarrollo del TPM, como mecanismo de mejoramiento continuo.

4.2.1 Decisión y Divulgación del TPM

Tomando en cuenta que el TPM y su implementación requieren en primera medida del compromiso de la alta dirección [8], en este caso la Dirección de la escuela debe manifestar en forma oficial su compromiso con la implementación de TPM como filosofía de operación para toda la escuela. El primer paso es reescribir la misión y visión de la Escuela, no solo enfocado a la calidad, sino tomando en cuenta la filosofía de mejora continua en el mantenimiento de sus activos y su compromiso con el cuidado de la salud de sus funcionarios, estudiantes y su entorno socio-ambiental.

La divulgación puede ser realizada a través de un documento oficial por los medios disponibles en la universidad, como carteleras, pagina web, correo institucional y campañas de concientización.

4.2.2 Estructura del programa de TPM

En la estructura propuesta la Dirección de Escuela debe brindar apoyo a la implementación de un pequeño comité de calidad y cero averías, el grupo inicial propuesto es el siguiente:

Comité de Calidad y Cero Averías (CCyCA):

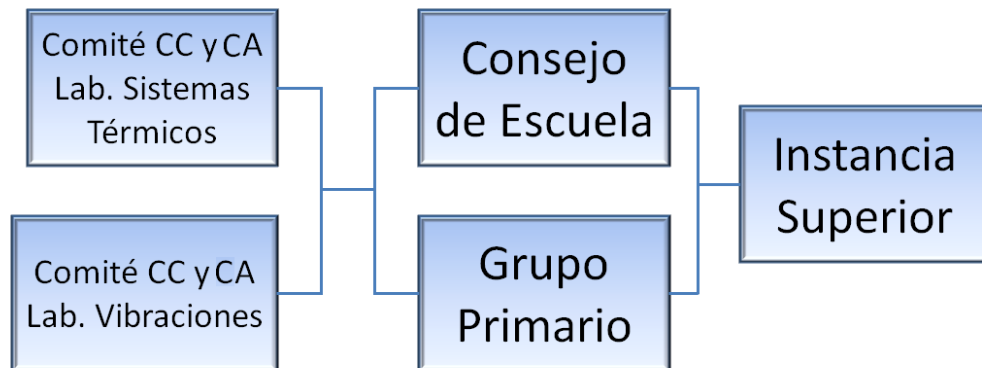
Director del laboratorio

Auxiliar de laboratorio

Técnicos de la escuela

El propósito de este comité es evaluar las situaciones anormales que ocurren en el laboratorio en el curso de una semana, para tomar las medidas pertinentes y en los casos en los que se requieran recursos adicionales para atender las situaciones, el director del laboratorio expondrá el tema ante el consejo de la Escuela para que se tomen las medidas pertinentes. Adicionalmente el comité debe asegurar las condiciones y requisitos de los sistemas de Gestión integrado, para reportar al grupo primario definido por la Escuela. La estructura general del modelo se muestra en la Figura 12.

Figura 12 Estructura del modelo TPM propuesto.



Fuente: Los Autores

4.3 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO GERENCIAL PROPUESTO

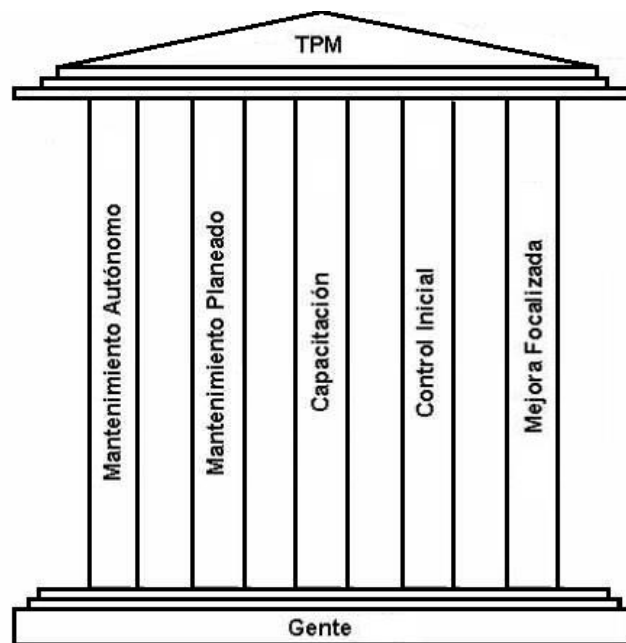
4.3.1 Establecimiento de los pilares básicos

Una estructura convencional de TPM consta de 8 pilares [8], mencionados en el capítulo 2, que soportan la estructura del sistema en empresas del sector productivo, sin embargo en esta propuesta se plantea la implementación en la fase inicial, de cinco pilares, como se muestra en la Figura 13. Estos son en realidad pilares básicos de TPM y se nombran a continuación, con la delegación de la respectiva responsabilidad.

Control Inicial: realizando control pre-operacional de las maquinas por parte del auxiliar de laboratorio antes de la puesta en marcha del equipo.

Educación y Entrenamiento: Mediante capacitación constante a los auxiliares de laboratorio e implementación de guías rápidas para cada equipo acorde a los manuales de usuario, de fácil acceso en el sitio de trabajo.

Figura 13. Pilares del modelo TPM propuesto



Fuente: Los Autores

Mantenimiento Autónomo: A través de la limpieza e inspección continua de los equipos determinar el estado de los mismos y así detectar anomalías antes que se transformen en problemas graves, realizado por los técnicos de laboratorio.

Mantenimiento Planeado: cronograma de mantenimiento preventivo para garantizar cero fallas en los equipos, a desarrollar por la división de mantenimiento de la UIS.

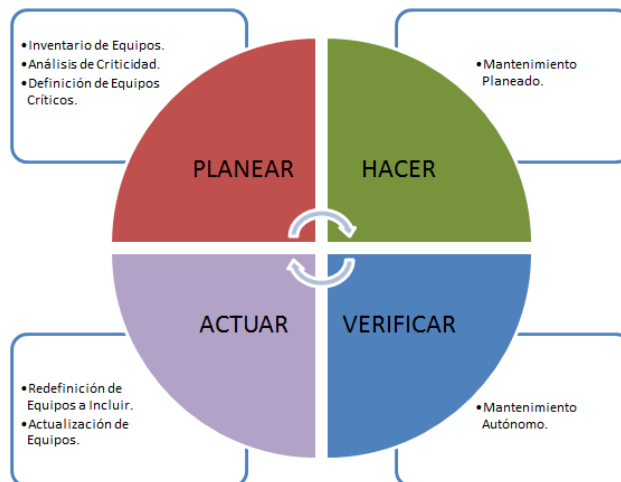
Mejoras Enfocadas: por medio de la recuperación de equipos terminaron su vida útil, reingeniería para mejorar los equipos de los laboratorios.

4.3.2 Mejoramiento del sistema

En esta etapa se deben establecer las actividades de implementación del sistema. La fase inicial requiere la definición de los elementos de interés en cuanto a mantenimiento tener un inventario de los equipos, en los sistemas de gestión se deben establecer los alcances de cada sistema. Una vez definido esto, se deben seleccionar los elementos de interés primario.

La herramienta más utilizada en el área de mantenimiento es el análisis de criticidad, del cual se pueden obtener mediante algunos criterios, valores que permiten cuantificar los niveles de criticidad de los equipos [12] WOODHOUSE, Jhon. “Criticality Analysis Revisited”. The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994.[12].

Figura 14. Ciclo de mejoramiento del sistema.



Fuente: Los Autores

Una vez definidos los elementos de interés, se plantea la implementación del Mantenimiento programado, es necesario que la Escuela defina si se ejecutaría por parte del personal de la División de Mantenimiento de la Universidad, o si lo realizará el personal técnico disponible en su planta interna. Finalmente la implementación del mantenimiento autónomo, en el cual participen los estudiantes como encargados de reportar en forma primaria cualquier anomalía, los auxiliares del laboratorio como encargados de las actividades de control preoperacional, los técnicos de la escuela con la limpieza como inspección y el personal de mantenimiento en la atención de mantenimientos planeados y recuperación de los equipos. La estructura general se muestra en la Figura 14.

4.3.3 Gestión del sistema integrado y TPM

Como es evidente la coincidencia entre la filosofía TPM y los sistemas de Gestión Integrado, en busca de la mejora continua, es necesario que una vez implementados los pasos anteriores se inicie la gestión de los sistemas.

A continuación se propone la implementación de algunos indicadores generales que pueden ayudar a la gestión del sistema.

Basados en los indicadores asociados a TPM, llamados PQCDMS (Productivity, quality, cost, delibery, safety and morale) [8], se propone adoptar los indicadores QCSMyE definidos como (Calidad, Costo, Seguridad, Moral y Ambiental), para abarcar el mantenimiento y el sistema de Gestión de. Gestión Integrado, de la siguiente manera.

Calidad: % de no conformidades
 % de cumplimiento de los mantenimientos planeados
 # de mantenimientos no planeados
 Tiempo medio entre fallas

Costo: Tasa de reducción de clases pérdidas por fallas en equipos

Tasa de reducción en costos de repuestos

Seguridad: # de Reportes de accidentes o incidentes

de días sin accidentes

Moral: # de sugerencias de mejora por parte de miembro de los comités

Ambiental: # de incidentes con consecuencias ambientales

Se considera que la correcta administración de la información obtenida en estos indicadores puede brindar excelentes bases al mejoramiento continuo de TPM t los sistemas de gestión integrado de la escuela aplicado a los laboratorios.

4.3.4 Implementación y realimentación

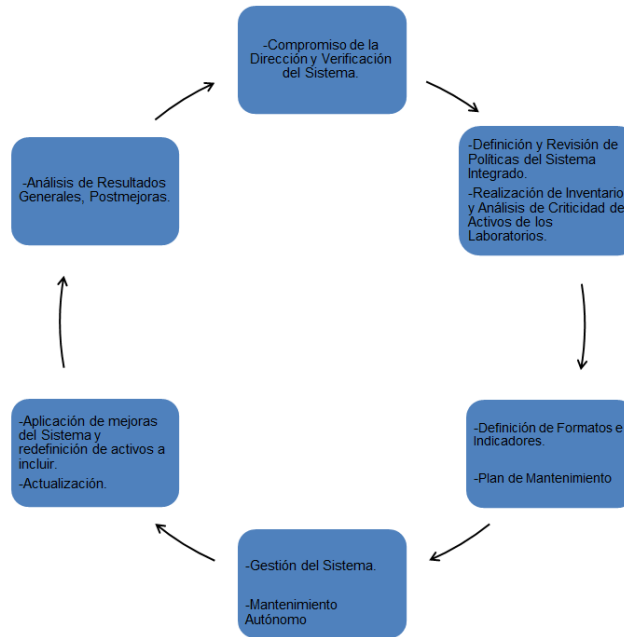
En esta fase se plantea la aplicación de todos los pasos previos a los laboratorios de sistemas térmicos y de vibraciones en la etapa inicial.

La siguiente fase corresponde al análisis de la información de los indicadores, la revisión del cumplimiento de los mantenimientos planeados, el resultado de auditorías del sistema de gestión integrado.

Realizada la fase de consolidación de este sistema en los laboratorios mencionados y atendidas las observaciones de los indicadores y auditorias se debe reiniciar el proceso desde el análisis de criticidad, con el fin de definir si se reducen los márgenes de criticidad o se inicia la inclusión de los equipos medianamente críticos y de los no críticos para complementar la Filosofía TPM.

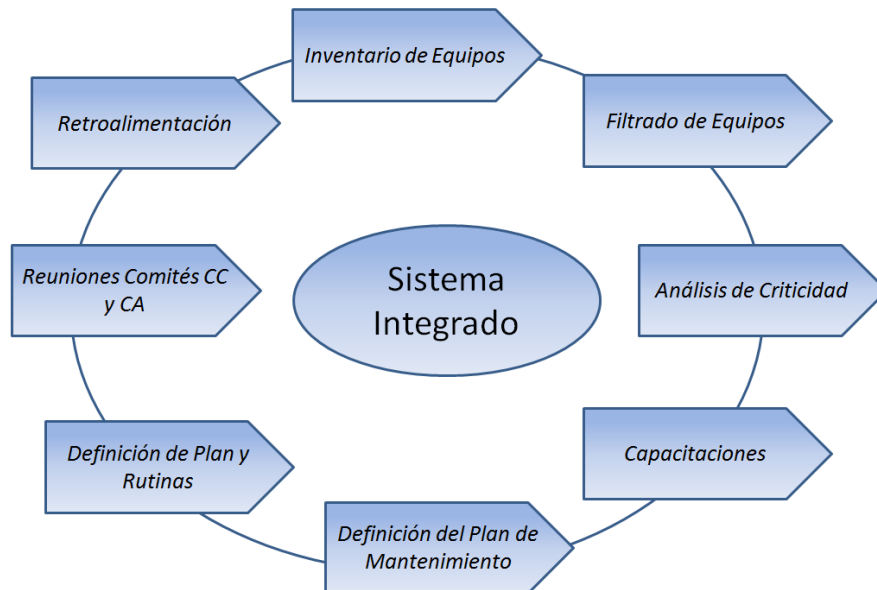
El ciclo final del modelo propuesto se presenta en la Figura 15.

Figura 15. Modelo Gerencial propuesto, basado en TPM



Fuente: Los Aurtores.

Figura 16. Ciclo de actividades de la implementación de TPM



Fuente: Los Autores.

5 CONCLUSIONES

La coincidencia entre la Filosofía TPM y los sistemas de Gestión Integrado, en busca de la mejora continua, facilita la formulación e implementación de estos en una organización sin importar la naturaleza de la misma.

Aunque el TPM o Mantenimiento Productivo Total, nació como un sistema para el sector productivo, el desarrollo mostrado por las compañías japonesas en esta área ha mostrado que su alcance rebasa este sector de la industria y nos permite, como en este trabajo proponer el modelo a una organización dedicada a la Educación superior.

La inclusión de los estudiantes en el proceso de TPM y sistemas de Gestión para los laboratorios permitirá además de su formación en una filosofía propia del mantenimiento, mejorar la cultura de los mismos con cosas sencillas como la familiarización con las 5S, contribuyendo de mejor manera a la formación integral de los profesionales de Ingeniería Mecánica de la UIS.

La implementación de mantenimiento autónomo en los laboratorios, aumentará la confiabilidad de los quipos, lo cual permitirá la opción de prestar servicios de extensión y lograr recursos adicionales que contribuyan al mejoramiento de las instalaciones y equipos dispuestos para las actividades misionales de la Escuela, Formación, Investigación y Extensión.

El ciclo de mejoramiento continuo, permite la aplicación al sistema de gestión integrado y a la implementación de TPM en la gestión de activos.

6 RECOMENDACIONES

En primer lugar se recomienda la implementación del modelo gerencial propuesto en el presente trabajo, para los laboratorios de Sistemas térmicos y vibraciones de la Escuela.

Se recomienda la ampliación del sistema de Gestión Integrado a los laboratorios como se propone en el presente modelo e iniciar la campaña de sensibilización del modelo a toda la comunidad de la Escuela.

Una vez se haya madurado la implementación del modelo en los laboratorios propuestos, se recomienda que se extienda el modelo a todos los laboratorios de la Escuela y finalmente a las demás áreas de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/02-19%20WEB_HistoriaUIS.pdf
- [2] Universidad Industrial de Santander, Edición conmemorativa de los 50 años, primera edición, Junio de 1998, p 54.
- [3] <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieríaMecanica/programasAcademicos/ingenieriaMecanica/recursos.jsp>
- [4] <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/sistemaGestionCalidad/index.html>
- [5] DIAZ NAVARRO, Juan. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Ed. 2. 318p.
- [6] PRANDO, Raúl R. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Ed Piedra Santa. 2006
- [7] Historia del TPM. Available from Internet: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/historiadeltpm.htm>.
- [8] GIRALDO, Sebastián. Mantenimeinto Productivo Total .Especialización en Gerencia de Mantenimiento UIS, 2013.
- [9] MORA GUTIERRÉZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín:AMG, 2012.
- [10] SISTEMA DE GESTION HSEQ. Cod. 30705017. <https://ensayos/Sistema-De-Gestion%C3%B3n-Hseq/30705017.html>.
- [11] PARDO, Erika y HERNANADEZ, Yesid. Diseño y formulación de un sistema de seguridad y salud ocupacional para los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, Tesis de pregrado Bucaramanga 2010.
- [12] WOODHOUSE, Jhon. “Criticality Analysis Revisited”. The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994.
- [13] https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/matrices2011/matricesPeligrosRiesgos2011/DECANATO_FISICOMECHANICAS/fisicoMecanicas.htm

[14] SEIICHI, Nakajima. Programa de desarrollo del TPM. Edición en Español, Madrid 1991

ANEXO A: RESULTADOS DE ENCUESTAS PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS LABORATORIOS DE INTERÉS.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER							
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA							
ANALISIS DE CRITICIDAD PARA LOS LABORATORIOS DE SISTEMAS TERMICOS Y VIBRACIONES							
ID	Ubicación	No. Inventario	Descripcion del Elemento	Frecuencia de Fallas	Consecuencias	Criticidad	Resultado
1	Lab. Sist Termicos	1888	GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA TPO SDA/SEANO 10700B/7	2	29	58	C
2	Lab. Sist Termicos	2967	MOTOR MONOFASICO MOD 1LF3 SERIE # 581463 DE 1.5 HP Y	2	17	34	MC
3	Lab. Sist Termicos	6088	INDICADOR DIGITAL TEMPERATURA MOD410A-T SERIE 5006374	1	18	18	NC
4	Lab. Sist Termicos	18201	MULTIMETRO DIGITAL MOD HE-5010 SERIE # 89264530	1	17	17	NC
5	Lab. Sist Termicos	**	CALDERA PIROTUBULAR	2	31	62	C
6	Lab. Sist Termicos	27189	CRONOMETRO DE CUARZO	1	16	16	NC
7	Lab. Sist Termicos	66302	TORRE BANCO TORRE ENFRIAMIENTO	2	29	58	C
8	Lab. Sist Termicos	76969	PINZA DE CORRIENTE FLUKE 337.	2	15	30	MC
9	Lab. Sist Termicos	76970	PINZA DE CORRIENTE FLUKE 337.	2	15	30	MC
10	Lab. Sist Termicos	76971	PIROMETRO OPTICO FLUKE 66, TIPO PISTOLA, PUNTERO	3	11	33	MC
11	Lab. Sist Termicos	80512	BOMBA DE VACIO MECANICA DE 2 ETAPAS BOMBA DE VACIO DE	4	23	92	C
12	Lab. Vibraciones	49274	ANALIZADOR DE VIBRACIONES	3	27	81	C
13	Lab. Vibraciones	N.A	FOTO-TACOMETRO	5	23	115	C
14	Lab. Vibraciones	N.A	RECEPTOR DE DESPLAZAMIENTO W2TU	1	18	18	NC
15	Lab. Vibraciones	N.A	RECEPTOR ÓPTICO OA1	2	18	36	NC
16	Lab. Vibraciones	57425	LAMPARA ESTROBOSCOPICA	2	23	46	C
17	Lab. Vibraciones	4323	FUENTE PODER VARIABLE BALANCEO DINAMICO DE ROTORES	2	23	46	C
18	Lab. Vibraciones	31015	MOTOR BOMBA	1	16	16	NC
19	Lab. Vibraciones	37274	OSCILOSCOPIO	4	27	108	C
20	Lab. Vibraciones	37275	OSCILOSCOPIO	4	27	108	C
21	Lab. Vibraciones	26188	GENERADOR DE FUNCIONES	3	18	54	MC
22	Lab. Vibraciones	1739	CALIBRADOR DE RECEPTORES REF:11032	2	17	34	MC
23	Lab. Vibraciones	8908	AMPLIFICADOR DE CARGA	1	20	20	NC
24	Lab. Vibraciones	4323	FUENTE PODER VARIABLE	3	14	42	MC

Una vez realizado el análisis de criticidad se obtiene el resultado presentado en la tabla anterior.

ANEXO B: INFORME DE CONDICIONES HSEQ DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Sistema de Gestión de la calidad. (Q).

La escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander como parte de la institución sigue los lineamientos de la política de calidad de la misma, define además una misión y visión centrada en su eje de la formación integral de ingenieros mecánicos.

En términos generales la Escuela cumple con los requisitos mínimos exigidos por los entes certificadores para alcanzar la certificación de sus procesos como parte de la Universidad.

Sin embargo se recomienda afianzar el compromiso con la mejora continua, evaluar la misión, visión y actualizar la información de dominio público, pues la última información subida a la web es de hace alrededor de cinco años.

Adicionalmente se considera que la Escuela debe extender la implementación del sistema de Gestión de la Calidad a sus laboratorios, la definición de sencillos indicadores, un par de formatos y el establecimiento de procedimientos en los laboratorios llevará a la mejora continua de estas áreas y en consecuencia a mayor satisfacción por parte de los estudiantes y demás usuarios.

Sistema de Gestión de Seguridad y salud ocupacional (HS) y Sistema de Gestión Ambiental.

En cuanto al sistema de gestión de Seguridad y Salud Ocupacional la Escuela tiene definida la matriz de análisis de riesgos, con una valoración del riesgo en su

primera versión con la propuesta de algunos controles básicos. La matriz está definida para la escuela y los diferentes laboratorios de la misma.

La matriz contempla en general los riesgos más comunes, presentes en las actividades rutinarias de los laboratorios para, estudiantes, técnicos y docentes.

Sin embargo es conveniente que la Escuela, evalúe el nivel de criticidad de los riesgos identificados, valide la actualidad de los mismos y considere un sistema de gestión del riesgo, para tener claros los procedimientos que se deben implementar en el caso que se materialice alguno de los riesgos identificados.

En el sistema de gestión ambiental también posee la matriz de “valoración de aspectos e impactos ambientales” en su tercera versión. Sin embargo faltaría involucrar un poco más al personal interno de la escuela en esta gestión.

Nuevamente la definición de las herramientas de gestión, deben ser implementadas, política de 5S, procedimientos, capacitaciones en el manejo de los equipos y sensibilización de los riesgos presentes, establecimiento de un par de indicadores y los registros pertinentes.

Como avance importante la Escuela ha incluido en el plan de Gestión 2013 un proyecto que involucra **“ESTABLECER E IMPLEMENTAR ACCIONES PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y GESTIÓN AMBIENTAL EN LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.”** Lo cual constituye un avance importante en la implementación de su Sistema de Gestión Integrado.

Recomendaciones:

Reevaluar los niveles asignados a los riesgos presentes en los laboratorios, se debe establecer mejor los niveles de riesgo de acuerdo a criterios más universales.

Se debe desarrollar la matriz de gestión de Riesgo con el fin de documentar y establecer los controles necesarios para mitigar las consecuencias ante la ocurrencia de algún incidente.