

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS
CRÍTICOS DE LOS LABORATORIOS: CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES
DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS

LUIS CARLOS CARVAJALINO ARDILA

PEDRO ERNESTO SALAZAR SUAREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2013

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS
CRÍTICOS DE LOS LABORATORIOS: CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES
DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS

LUIS CARLOS CARVAJALINO ARDILA

PEDRO ERNESTO SALAZAR SUAREZ

Trabajo de grado para optar por el título de

Ingeniero Mecánico

Director

JABID EDUARDO QUIROGA

Ingeniero Mecánico

Codirector

ANDERSON GELVEZ DUEÑAS

Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2013

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan profundos agradecimientos a:

Dios por habernos puesto en este camino.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Mecánica por la oportunidad de formarnos como hombres de ciencia y de mejorar como seres humanos.

Al ingeniero Jabid Eduardo Quiroga, por sus oportunos consejos y por la confianza brindada para con nuestro trabajo.

A la División de Mantenimiento Tecnológico, a los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, por su colaboración incondicionalidad y por la oportunidad de crecer como profesionales en su interior.

A todos aquellos amigos que han estado presentes en los buenos y malos momentos, ayudándonos a sortear los obstáculos que presenta el diario transcurrir de la vida, o simplemente complementando nuestra alegría con la suya en momentos como este.

A nuestros familiares, fuentes de infinita inspiración y cálida compañía, herramientas indispensables a la hora de alcanzar grandes metas.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido existir y regalarme tantas virtudes en la vida, que me servirán a lo largo de mi camino como profesional y diario vivir.

A mamá, el más sincero y grande agradecimiento, por apoyarme y aconsejarme cada día de mi vida, por ser una persona ejemplar, que llena de alegría cada momento de mi vida.

A mis hermanos: Diana Yaneth, Rodolfo, Juan Miguel y Yurany, por ser un apoyo constante en mi vida y mi formación como persona y ser personas maravillosas. Gracias sinceras hermanos.

A mi novia, Leidy Pineda, que a pesar del poco tiempo compartido, me ha ayudado a desarrollarme como profesional y me ha brindado las herramientas y consejos necesarios para seguir adelante en mi camino.

Y no menos importante, a mis amigos, que estuvieron siempre en los buenos y malos momentos, por tantos momentos de alegría que hemos vivido.

LUIS CARLOS CARVAJALINO ARDILA.

DEDICATORIA

Esta meta que he alcanzado el día de hoy ha sido gracias a mi mamá, que siempre confió en mí, estoy seguro que sin ella no hubiera podido terminar mis estudios y a mi papá que siempre estuvo presente en el tiempo que más lo necesite

A mi hermana Lorena Salazar que me acompañó en mi época de estudio. A mi abuelita Eulalia Suarez que siempre me quiso ver profesional y a mi tío Noely Suarez que siempre me aterrizaba con sus consejos.

Al profesor Ing. Carlos Fajardo Ariza que en uno de los momentos críticos en mi vida académica y personal estuvo presente apoyándome incondicionalmente.

Y a todos aquellos compañeros de estudio que de una u otra manera contribuyeron con este logro gracias.

PEDRO ERNESTO SALAZAR SUAREZ.

GLOSARIO

AUTONOMÍA: Condiciones de quien, para ciertas cosas, no depende de otra o nadie.

CRÍTICO: Dicho del tiempo de un punto, de una ocasión etc.: más oportunos, que deben aprovecharse o atenderse.

CRITERIO: Norma para conocer la verdad.

FALLA: Defecto material de una cosa que merma o imposibilita su funcionalidad.

FLEXIBLE: Que no se sujeta a normas estrictas, dogmas o trabas.

MANTENIMIENTO: Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

PROBABILIDAD: En un proceso aleatorio, razón entre un número de casos favorables y el número de casos posibles.

CONTENIDO

Contenido

INTRODUCCIÓN	22
1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	24
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
1.2. JUSTIFICACIÓN	25
1.3. OBJETIVOS	26
1.3.1. Objetivo General.....	26
1.3.2. Objetivos Específicos	26
1.4. ALCANCE.....	27
1.5. LIMITACIONES	28
2. MARCO CONTEXTUAL.....	29
2.1. DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (DMT)	29
2.1.1. Ubicación	30
2.1.2. Misión	31
2.1.3. Visión.....	31
2.1.4. Objetivos.....	32
2.1.5. Funciones	33
2.1.6. Portafolio de Servicios	33
2.1.7. Estructura Organizacional.....	39
2.1.8. Recursos.....	40
2.1.9. Diagnóstico del área de mantenimiento	40
2.2. LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS	43
2.2.1. Generalidades.....	43

2.2.2.	Ubicación	44
2.2.3.	Misión	45
2.2.4.	Visión.....	45
2.2.5.	Objetivo	46
2.2.6.	Portafolio de Servicios Ofrecidos.....	46
2.2.7.	Equipo de Trabajo.....	48
2.3.	LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	49
2.3.1.	Generalidades.....	49
2.3.2.	Ubicación	50
2.3.3.	Misión	51
2.3.4.	Visión.....	52
2.3.5.	Objetivos.....	52
2.3.6.	Portafolio de Servicios Prestados.....	52
2.3.7.	Equipo de Trabajo.....	53
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	55
3.1.	DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	55
3.2.	HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	56
3.3.	ALTERNATIVAS PARA EL MANTENIMIENTO	59
3.3.1.	Mantenimiento Correctivo	60
3.3.2.	Mantenimiento Preventivo	61
3.3.3.	Mantenimiento Preventivo Sistemático.....	63
3.3.4.	Mantenimiento Predictivo.....	64
3.4.	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	65
3.5.	CONCEPTO DE CRITICIDAD	66
3.6.	OBJETIVOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	67
3.6.1.	Factores de Riesgo.....	68
3.6.2.	Factores de Criticidad de Equipos y/o Sistemas.....	68
3.6.3.	Ocurrencia de Fallas.....	69

3.6.4.	Parámetros en la Operación de un Equipo	69
3.7.	DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	70
3.7.1.	Diseñar una Organización de Mantenimiento.....	70
3.7.2.	Estudio de Criticidad	70
3.7.3.	Identificación de Fallas.....	72
3.7.4.	Diseño de un Plan de Trabajo.....	72
3.7.5.	Orden de trabajo.....	72
3.7.6.	Ventajas de un Mantenimiento Preventivo.....	73
4.	DIAGNÓSTICO, CODIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS 74	
4.1.	DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS.....	74
4.2.	CODIFICACIÓN PARA EQUIPOS	81
4.2.1.	Abreviaturas para la Codificación.....	82
4.2.2.	Zonas de Trabajo.....	85
4.2.3.	Número De Inventario.....	88
4.3.	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	88
5.	DISEÑO DE FORMATOS PARA EL REGISTRO DE LA DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS	106
5.1.	NIVELES DE INFORMACIÓN.....	107
5.2.	MANEJO DE DATOS PARA LA DOCUMENTACIÓN.....	107
5.2.1.	Costos	108
5.2.2.	Aspecto Técnico	111
5.2.3.	Gestión del Mantenimiento	111
5.2.4.	Mano de Obra	111
5.3.	PLANTILLAS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS	112
5.3.1.	Ficha Técnica de los Equipos	113
5.3.2.	Hoja de Vida.....	115
5.3.3.	Solicitud de Servicio.....	117
5.3.4.	Orden de Trabajo.....	119

5.3.5.	Mantenimiento Autónomo	121
5.3.6.	Ficha de Mantenimiento Preventivo	123
5.3.7.	Ficha de Recomendaciones para Equipos de Alta Complejidad.....	125
5.3.8.	Cronograma de Mantenimiento Preventivo.....	126
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	129
7.	DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO.	134
7.1.	Objetivos del Sistema de Información.	134
7.2.	Componentes del Sistema de Información.	135
7.3.	Variables de Entrada y Salida.....	135
7.3.1.	Variables de Entrada.	135
7.3.2.	Variables de Salida.	136
7.4.	Diseño y Estructura del Software.	136
7.5.	Funcionamiento del Sistema de Información.....	137
7.5.1.	Módulo de Administración de Usuario.	138
7.5.2.	Módulo de Archivo.	138
7.5.3.	Módulo de Equipos.	141
7.5.4.	Módulo de Gestión de Mantenimiento.	146
7.5.5.	Módulo de Ayuda.	150
7.6.	Plataforma De Desarrollo.....	151
8.	CONCLUSIONES.....	153
9.	RECOMENDACIONES	156
	BIBLIOGRAFIA.....	158
	ANEXOS.....	160

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. División de mantenimiento tecnológico (UIS).</i>	29
<i>Figura 2. Ubicación de la DTM en el campus universitario</i>	30
<i>Figura 3. Servicio de Mantenimiento Electrónico.</i>	34
<i>Figura 4. Servicio de Mantenimiento Eléctrico.</i>	34
<i>Figura 5. Servicio de Mecánica Fina.</i>	35
<i>Figura 6. Servicio de Mecánica Industrial</i>	36
<i>Figura 7. Servicio de Mantenimiento de sistemas telefónicos.</i>	36
<i>Figura 8. Servicio de Montaje E Instalación de Equipos.</i>	37
<i>Figura 9. Servicio de calibración de elementos térmicos.</i>	38
<i>Figura 10. Servicio de Calibración de Balanzas.</i>	38
<i>Figura 11. Estructura organizacional de la DMT.</i>	39
<i>Figura 12. Ubicación del Laboratorio Químico de Suelos.</i>	44
<i>Figura 13. Ubicación del Laboratorio de Materiales de Construcción.</i>	51
<i>Figura 14. Mantenimiento en 1940.</i>	56
<i>Figura 15. .Mantenimiento a partir de 1980.</i>	57
<i>Figura 16. Tipos de mantenimiento.</i>	59
<i>Figura 17. Pasos para desarrollar un Mantenimiento Preventivo.</i>	71
<i>Figura 18. Nomenclatura Equipos.</i>	81
<i>Figura 19. Zona de equipos Laboratorio Químico de Suelos.</i>	86
<i>Figura 20. Zona de equipos Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Primer piso.</i>	86
<i>Figura 21. Zona de equipos Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Planta baja; Sótano.</i>	87
<i>Figura 22. Modelo para el análisis de criticidad.</i>	90
<i>Figura 23. Matriz de Criticidad.</i>	97
<i>Figura 24. Resultados Implementación del plan de Mantenimiento.</i>	132
<i>Figura 25. Porcentaje de Equipos de Alta Complejidad.</i>	133

<i>Figura 26. Interfaz de Entrada EASY MANAGEMENT.</i>	137
<i>Figura 27. Administración del Usuario.</i>	138
<i>Figura 28. Módulo de Archivo EASY MANAGEMENT.</i>	139
<i>Figura 29. Interfaz de Administrador de Usuarios EASY MANAGEMENT.</i>	140
<i>Figura 30. Interfaz de Ficha Técnica EASY MANAGEMENT.</i>	143
<i>Figura 31. Interfaz de Ficha Técnica EASY MANAGEMENT.</i>	143
<i>Figura 32. Interfaz de Administración de Fabricantes EASY MANAGEMENT.</i>	144
<i>Figura 33. Interfaz de Formulario de Inventario EASY MANGEMENT.</i>	145
<i>Figura 34. Interfaz de Administrador de Proveedores EASY MANAGEMENT.</i>	146
<i>Figura 35. Interfaz de Solicitud de Servicio EASY MANAGEMENT.</i>	147
<i>Figura 36. Interfaz de Orden de Trabajo EASY MANAGEMENT.</i>	148
<i>Figura 37. Interfaz de Ficha de Mantenimiento Preventivo EASY MANAGEMENT.</i>	149
<i>Figura 38. Interfaz de Ficha de Mantenimiento Autónomo.</i>	150
<i>Figura 39. Interfaz de Recursos Humanos EASY MANAGEMENT.</i>	150
<i>Figura 40. Interfaz de Información. Acerca de. EASY MANAGEMENT.</i>	151

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 2. Precios de los procedimientos a realizar en el Laboratorio Químico de Suelos.</i>	47
<i>Tabla 3. Equipo de trabajo del Laboratorio Químico de Suelos.....</i>	49
<i>Tabla 4. Servicios prestados por el Laboratorio de Materiales de Construcción.</i>	53
<i>Tabla 5. Servicios prestados por el Laboratorio de Materiales de Construcción.</i>	54
<i>Tabla 6. Generaciones del mantenimiento.....</i>	57
<i>Tabla 7. Pasos para desarrollar un Mantenimiento Preventivo.</i>	76
<i>Tabla 8. Diagnóstico de equipos. Laboratorio Químico de Suelos. Parte 2.....</i>	77
<i>Tabla 9. Diagnóstico de equipos. Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 1.</i>	78
<i>Tabla 10. Diagnóstico de equipos. Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 2.</i>	79
<i>Tabla 11. Diagnóstico de equipos. Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 3.</i>	80
<i>Tabla 12. Abreviatura del nombre de los equipos para el laboratorio QUÍMICO DE SUELOS.....</i>	83
<i>Tabla 13. Abreviatura del nombre de los equipos para el laboratorio de CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. Parte 1.</i>	84
<i>Tabla 14. Abreviatura del nombre de los equipos para el laboratorio de CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. Parte 2.</i>	85
<i>Tabla 15. Codificación De Las Áreas De Trabajo Del Laboratorio Químico De Suelos.</i>	87
<i>Tabla 16. Codificación De Las Áreas De Trabajo Del Laboratorio Caracterización De Materiales De Construcción.....</i>	88
<i>Tabla 17. Encuesta Análisis de Criticidad.....</i>	92
<i>Tabla 18. Ejemplo análisis de criticidad realizado a los equipos de los laboratorios.</i>	94
<i>Tabla 19. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Químico de Suelos. Parte 1.....</i>	95
<i>Tabla 20. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Químico de Suelos. Parte 2.....</i>	96

<i>Tabla 21. Clasificación de los equipos del Laboratorio Químico de Suelos de acuerdo a la matriz de criticidad.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 22. Equipos para dar de baja del Laboratorio Químico de Suelos.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 23. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 1.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 24. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 2.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 25. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 3.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 26. Clasificación de los equipos del Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción de acuerdo a la matriz de criticidad.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 27. Equipos para dar de baja del Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 28. Equipos de Alta Complejidad.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 29. Formatos para el Programa de Mantenimiento.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 30. Formato de Ficha Técnica.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 31. Formato de Hoja de Vida.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 32. Formato de Solicitud de Servicio.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 33. Formato de Orden de Trabajo.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 34. Ficha de Mantenimiento Autónomo.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 35. Ficha de Mantenimiento Preventivo.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 36. Ficha de Recomendaciones.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 37. Cronograma de Mantenimiento Preventivo para el Laboratorio Químico de Suelos.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 38. Cronograma de Mantenimiento Preventivo para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 39. Operaciones Realizadas de Mantenimiento Preventivo año 2012.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 40. Operaciones Programadas en EASY MANAGEMEN.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 41. Impacto del Uso del Mantenimiento Preventivo.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 42. Cálculos basados en el informe del 2012.....</i>	<i>131</i>

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. FICHAS TÉCNICA DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS.....	160
ANEXO B. FICHAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	177
ANEXO C. FICHAS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS.....	189
ANEXO D. FICHAS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. ...	200
ANEXO E. FICHAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS.....	211
ANEXO F. FICHAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. ...	224
ANEXO G. FICHAS DE RECOMENDACIONES PARA EQUIPOS DE MANTENIMIENTO EXTERNO DE LOS LABORATORIOS.....	232

RESUMEN

TÍTULO:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LOS LABORATORIOS: CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS.*

AUTORES:

Luis Carlos Carvajalino Ardila.

Pedro Ernesto Salazar Suarez.**

PALABRAS CLAVES:

Mantenimiento Preventivo, Programa de Mantenimiento, Factores Ponderados, Análisis de Criticidad, Matriz de Criticidad.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo principal del trabajo de grado es diseñar un programa de mantenimiento preventivo para los laboratorios QUÍMICO DE SUELOS y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, basados en un análisis de criticidad y de esta forma presentar una metodología para la realización de este tipo de programas al interior de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

El desarrollo del proyecto se dividió en varias etapas que se presentaron de la siguiente forma: Identificación de los laboratorios, su organización, objetivos y formas de trabajo. Reconocimiento, diagnostico, inventario y codificación de equipos. Realización de entrevistas al personal y elaboración del análisis de criticidad junto con su respectiva matriz. Diseño del nuevo sistema de recolección de información y construcción de las plantillas de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos críticos. Construcción del software que incluiría los nuevos formatos para la gestión de mantenimiento. Y por último la evaluación de viabilidad del proyecto.

De esta forma se renuevan los protocolos de mantenimiento en los laboratorios QUÍMICO DE SUELOS y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, involucrando al personal de trabajo de forma definitiva con las tareas de prevención de fallas en equipos y mejoramiento de servicios por parte de los mismos, además de facilitarles la comprensión de los procesos de gestión, basados en la implementación del software elaborado.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jabid Eduardo Quiroga Méndez.

SUMMARY

TITLE:

PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM FOR CRITICAL EQUIPMENT LABORATORIES: CONSTRUCTION MATERIALS CHARACTERIZATION AND CHEMICAL SOIL. *

AUTHORS:

Luis Carlos Carvajalino Ardila.

Pedro Ernesto Salazar Suarez. **

KEYWORDS:

Maintenance Preventive Maintenance Program, weighted factors, criticality analysis.

DESCRIPTION:

The main objective of the thesis is to design a preventive maintenance program for laboratories and SOIL CHEMICAL CHARACTERIZATION OF BUILDING MATERIALS, based on an analysis of criticality and thus present a methodology for conducting such programs into INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.

The development of the project was divided into several stages that are presented as follows: Identification of laboratories, organization, objectives and ways of working. Recognition, diagnosis, equipment inventory and coding. Conducting staff interviews and preparation of analysis and the related criticality matrix. Design of the new data collection system and construction of templates for each preventive maintenance of critical equipment. Constructions of the new software include formats for maintenance management. And finally the project feasibility assessment.

This will renew maintenance protocols in laboratories and SOIL CHEMICAL CHARACTERIZATION OF BUILDING MATERIALS, involving staff working permanently with the task of preventing equipment failures and improving services by them, as well facilitate their understanding of management processes, based on the implementation of the developed software.

* Degree Work

** Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Jabid Eduardo Quiroga Méndez.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado realizado con ayuda de la División de Mantenimiento Tecnológico, ayudando a afianzar las relaciones con la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, buscando caminos de mejoras en los servicios prestados, cumpliendo de esta manera con la misión y la visión de dicha dependencia.

Para tal fin se seleccionaron los laboratorios: Caracterización de Materiales de Construcción y Químico de Suelos ya que se encuentran en proceso de acreditación y a petición de un programa de mantenimiento constante, que asegure el correcto funcionamiento y disponibilidad de los equipos, realizado por el equipo de trabajo de los mismos.

El programa de mantenimiento aplicado a los laboratorios anteriormente mencionados, se basa en el método de los factores ponderados; en los conceptos de riesgo, frecuencia y probabilidad de fallas, fundamentados en criterios como: costos de mantenimiento, impacto operacional y ambiental. Guiados en el estudio de criticidad, que servirá para complementar las estrategias de recursos máximos, identificando los sectores más susceptibles en los procesos.

Todo empieza desde un análisis objetivo del estado de los equipos, la importancia del mantenimiento en los mismos, el costo generado y su correcta identificación, como principales objetivos de la investigación, de la mano del diseño de una nueva documentación, para la gestión del mantenimiento, respaldado por el

software que se encargará de supervisar cualquier tipo de actividad, al interior de dichas dependencias.

De igual manera, este trabajo de grado servirá de gran ayuda como guía, para los demás laboratorios que requieran y deseen un programa de mantenimiento y así facilitar su proceso de acreditación dentro de la Universidad industrial de Santander.

1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Universidad Industrial de Santander actualmente se está realizando un programa para la acreditación de algunos laboratorios de investigación del campus, liderado por la vicerrectoría de investigación bajo los lineamientos de la norma ISO/IEC17025, con el fin de mantenerlos más altos índices y estándares de calidad en la prestación del servicio a la comunidad universitaria y entidades externas.

Debido a esto se hace necesario, la creación de un programa de mantenimiento para los equipos críticos de los laboratorios: **CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS**, que nos permita establecer órdenes de trabajo y operación, diseñando metodologías de administración del mantenimiento, para garantizar confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, con políticas eficientes para el manejo de repuestos y materiales, favoreciendo condiciones para lograr la acreditación de los laboratorios anteriormente citados.

Como principal problema, la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander, es responsable de asegurar la disponibilidad y óptimo funcionamiento de los equipos y laboratorios pertenecientes a las unidades académico administrativas de la universidad, no cuenta hoy en día con la información necesaria y actualizada, para desarrollar programas de mantenimiento como lo son preventivos, predictivos y correctivos, en los equipos estáticos, dinámicos y estructurales de todas las sedes y unidades pertenecientes a la Universidad Industrial de Santander.

Así mismo, es necesario contar con un programa que permita, la optimización de los recursos humanos y económicos de los laboratorios, dirigiendo esfuerzos hacia los sistemas clave de más alto impacto. Se requiere disponer de un estudio estadístico preciso y detallado para determinar la probabilidad de fallas y así identificar las diferentes áreas, de las cuales es necesaria una inspección continua.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Para contribuir con la división de mantenimiento tecnológico ayudando a centralizar sus esfuerzos, y así garantizar la continuidad en la prestación de los servicios con la mayor calidad en los laboratorios: **CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS** de la Universidad Industrial De Santander, se propuso obtener los datos estadísticos necesarios para el estudio, determinando la probabilidad de fallas y los efectos que estas acarrearán en cada laboratorio, en otras palabras analizar qué sistema son más críticos.

Para esto utilizaremos como principal herramienta el análisis de criticidad, el cual nos muestra una jerarquización de equipos en tres zonas, alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Este análisis brinda a una visión acertada en la ejecución de proyectos sirviendo como punto de referencia, para realizar estudios de inversión de capital y adquisición de equipos de una instalación, tomando como base los equipos de mayor nivel de criticidad.

Por ello existe la necesidad de analizar esta información de manera detallada y obtener conclusiones que contribuyan en los propósitos de la División de Mantenimiento Tecnológico.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un programa de Mantenimiento preventivo, que se acople a las necesidades de cada uno de los equipos de los laboratorios de: **CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS**, garantizando la disponibilidad y funcionalidad de los equipos y cumpliendo con la misión de la División de Mantenimiento Tecnológico de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico general a todos los equipos de los laboratorios: **CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS**, donde se evalúe el estado y funcionamiento actual de cada equipo, con el fin de facilitar el análisis de criticidad a llevar a cabo, a través de inspección visual, revisión de documentación y encuestas.
- Hacer un análisis de criticidad basado en el concepto de riesgo, usando el método de los factores ponderados a cada equipo de los laboratorios: **CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS** de la Universidad Industrial De Santander.
- Elaborar un programa de mantenimiento correspondiente para los equipos de los laboratorios: **CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y QUÍMICO DE SUELOS** de la Universidad Industrial De Santander,

generando las respectivas rutinas de mantenimiento para cada uno de los equipos, con actividades a realizar y fechas de trabajo.

- Desarrollar e implementar un software o sistema de información, para cada laboratorio, con interfaz de usuario, desarrollado en Visual Studio, el cual se conectará con una base de datos que se desarrollará en el lenguaje SQL, y que contendrá: fichas técnicas, hojas de vida, solicitud de servicios, órdenes de trabajo, fichas de mantenimiento autónomo y preventivo, manuales de operación, fabricantes, planos y proveedores; generando alarmas que aseguren el cumplimiento de las actividades planteadas, cooperando a la creación de nuevos trabajos enfocados al mejoramiento continuo y apoyo al manejo de información.
- Determinar el costo de la implementación del mantenimiento propuesto, incluyendo la mano de obra e insumos en los equipos para cada una de las rutinas.

1.4. ALCANCE

El objetivo de este trabajo de grado, es contribuir con la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander, en su responsabilidad de asegurar la disponibilidad y óptimo funcionamiento de los equipos pertenecientes, a las unidades académico administrativas por medio del mantenimiento correctivo y preventivo de los mismos. También de apoyar a la universidad en el aseguramiento de la validez de los resultados de los equipos de seguimiento y medición, mediante la prestación de servicios propios.

En este proyecto de grado se propuso la realización de un análisis de criticidad a todos y cada uno de los equipos de los laboratorios caracterización de materiales

de construcción y químico de suelos de la Universidad Industrial de Santander, el cual permitirá a la División de Mantenimiento Tecnológico la programación, planificación y ejecución de actividades de mantenimiento mejorando la asignación de recursos como lo son fuerzas laborales, materiales e inventarios. Este estudio de criticidad se realiza, mediante la búsqueda de los sectores más susceptibles dentro de los laboratorios. El análisis de criticidad es una metodología que establece la jerarquía de sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas.

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados (generalmente) con: frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo del mantenimiento y seguridad y medio ambiente.

1.5. LIMITACIONES

- En los diferentes laboratorios, existen algunos manuales de operación de los equipos, pero no de todos; siendo necesaria esta información así como de las fichas técnicas para el estudio a realizar.
- Toda la documentación requerida, es trabajo propio; el personal de cada laboratorio no cuenta con el tiempo necesario para ello, haciendo un poco más extensa y lenta la labor.
- Algunos equipos se encuentran en muy mal estado y son obsoletos, pero por falta de capital para adquirir nuevos, hace necesario seguir usándolos, haciendo difícil recopilar la información de estos, por su tiempo de servicio.

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1. DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (DMT)

Adscrita a la Vicerrectoría Administrativa, fue creada en el año de 1972, con el propósito de dotar a la Institución de una dependencia encargada de gestionar la reconstrucción, reparación y conservación adecuada de los equipos y maquinaria de los laboratorios y demás dependencias de servicio y apoyo de la Universidad; igualmente recibir, instalar y controlar el uso de los equipos y conceptuar técnicamente sobre nuevas adquisiciones.¹ La Figura 1 nos muestra las oficinas de la División de Mantenimiento Tecnológico en el campus principal.

Figura 1. División de mantenimiento tecnológico (UIS).



Fuente: Autores del Proyecto.

¹Tomado de:

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/presentacion.jsp>

2.1.1. Ubicación

La División de Mantenimiento Tecnológico, se encuentra ubicado en el campus de principal de la Universidad Industrial de Santander, como vemos en la Figura 2.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
Dirección	Cra 27 calle 9 ciudad universitaria	Indicativos	País: 57
	Bucaramanga – Santander - Colombia	Telefónicos	Ciudad: 7
A.A.	678	PBX	634 4000

DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO			
Teléfono	634 6139	Fax	634 6139
Ext.	2440	Correo	divmnt@uis.edu.co
Horario de Atención	Lunes a viernes: 8:00 a.m. – 12:00 m. 2:00 p.m. – 6:00 p.m.		

Figura 2. Ubicación de la DTM en el campus universitario



Fuente: Web Universidad Industrial de Santander. <http://ciencias.uis.edu.co/conlequis2012/uis>

2.1.2. Misión

La División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito servir de apoyo a las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad en los procesos de adquisición de equipos, su instalación, operación y mantenimiento preventivo y reparativo, a fin de garantizar la continuidad en la prestación de los servicios, con la mayor calidad y eficiencia a toda la comunidad, y el cumplimiento de sus objetivos.

Para el logro de su Misión, la División de Mantenimiento Tecnológico pone a disposición de la comunidad universitaria todos sus recursos disponibles, Humanos, técnicos y equipos, para que en concordancia con las políticas institucionales, y contando con el concurso de todas las dependencias, pueda desarrollar todos sus programas.

En la búsqueda permanente de la excelencia en la prestación de los servicios y por una apertura constante hacia la plena utilización de los recursos con que cuenta la Universidad, dispone para estudiantes, profesores y empleados, la información técnica relacionada con equipos y proveedores de servicios, manteniéndola cada día debidamente catalogada y clasificada.²

2.1.3. Visión

Nuestra Visión es ser una Unidad Administrativa participativa y líder en la calidad y excelencia en la gestión de servicios técnicos, con “Talento Humano con Espíritu de Servicio”, comprometido a alcanzar una posición de vanguardia en el logro de los

²Tomado de:

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/presentacion.jsp>

objetivos institucionales. Pero, más que una visión de futuro, queremos convertir nuestro sueño en realidad: La imagen de la División de Mantenimiento Tecnológico, va a resurgir con el concurso de gente, con un amplio sentido de pertenencia y con una explicación clara a nuestros clientes de que nuestros propósitos se identifican plenamente con los suyos.

2.1.4. Objetivos

- Asegurar la disponibilidad y óptimo funcionamiento de los equipos pertenecientes a las UNIDADES ACADÉMICO ADMINISTRATIVAS por medio del mantenimiento correctivo y preventivo de los mismos.
- Apoyar a la universidad en el aseguramiento de la validez de los resultados de los equipos de seguimiento y medición, mediante la prestación de servicios propios o por medio de laboratorios externos de calibración.
- Apoyar el proceso de adquisición de equipos, mediante la emisión de conceptos técnicos de compra y el acompañamiento en la instalación.
- Mantener en condiciones óptimas de funcionamiento la Central Telefónica de la institución.
- Asesorar e intervenir en obras y proyectos que involucren equipos de soporte y apoyo a la docencia y administración de la universidad.³

³Otorgado por el Ingeniero Jabid E. Quiroga. Jefe de la DMT.

2.1.5. Funciones

- Mantener el mejoramiento continuo en la calidad y confiabilidad de los servicios.
- Gestionar con calidad los procesos y procedimientos técnicos y administrativos.
- Desarrollar y fortalecer competencias específicas en la gestión del talento humano del personal de la división.
- Velar por el cumplimiento de las normas de salud ocupacional, seguridad industrial y manejo ambiental.
- Facilitar el cumplimiento de los objetivos de la División de Mantenimiento.
- Mantener un control sobre las actividades propias del mantenimiento.
- Promover una participación de todas las demás dependencias de la Universidad.
- Promover una participación de todo el personal de la División de Mantenimiento en la planeación, la organización y el control de la gestión del mantenimiento.
- Obtener resultados orientados hacia una gestión óptima.⁴

2.1.6. Portafolio de Servicios

- **Electrónica**

Mantenimiento preventivo y correctivo de instrumental electrónico, equipo de cómputo, instrumental analítico, equipo audiovisual, equipo electro-médico, e instrumentos para control de procesos. En la Figura 3 observamos el laboratorio de electrónica de la DMT.

⁴Tomado de:

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/funciones.jsp>

Figura 3. Servicio de Mantenimiento Electrónico.



Fuente: Autores del Proyecto

- **Electricidad**

Mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas centrales de aire acondicionado mini-split, aires acondicionados de ventana, extractores de aire, equipos de calefacción, equipos de refrigeración, motores y ventiladores, centrífugas y ultra-centrífugas, y equipo eléctrico en general. La Figura 4 nos muestra el laboratorio de electricidad de la DMT.

Figura 4. Servicio de Mantenimiento Eléctrico.



Fuente: Autores del proyecto.

- **Óptica Y Mecánica Fina**

Mantenimiento Preventivo y Correctivo de microscopios de Investigación, microscopios de docencia, equipos de artes gráficas, equipos de proyección, balanzas analíticas, electrónicas y de plato y maquinado de piezas pequeñas. La Figura 5 nos muestra el laboratorio de óptica y mecánica fina de la DMT.

Figura 5. Servicio de Mecánica Fina.



Fuente: Autores del proyecto.

- **Mecánica Industrial**

Mantenimiento preventivo y correctivo de compresores de aire. Calderas, equipos de cocina a gas, equipos de cocina a vapor, reconstrucción de mecanismos, maquinado de piezas para equipo electromecánico, autoclaves, elaboración de probetas para ensayos y equipo mecánico en general. En la Figura 6 observamos el laboratorio de mecánica industrial de la DMT.

Figura 6. Servicio de Mecánica Industrial



Fuente: Autores del Proyecto.

- **Telecomunicaciones**

Mantenimiento de la Central Telefónica Digital y subcentrales, mantenimiento de la red telefónica, Programación y asignación de extensiones internas, instalación de líneas directas y extensiones, servicio de correo de voz, programaciones especiales en extensiones internas y líneas externas. La Figura 7 nos muestra el laboratorio de telecomunicaciones de la DMT.

Figura 7. Servicio de Mantenimiento de sistemas telefónicos.

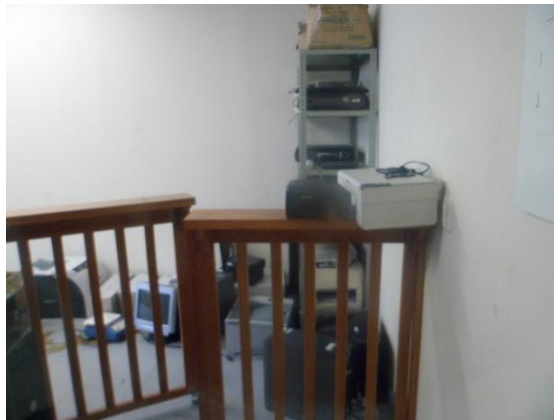


Fuente: Autores del Proyecto.

- **Montaje E Instalación De Equipos**

Puestas a tierra, montaje de controles eléctricos y electrónicos, adecuación de servicios eléctricos y generales para montaje de equipos, diseño de controles eléctricos, préstamo de herramienta pesada, recibo y entrega de equipos en reparación, almacenaje de equipos para baja. La Figura 8 nos muestra el laboratorio de montaje e instalación de equipos de la DMT.

Figura 8. Servicio de Montaje E Instalación de Equipos.



Fuente: Autores del Proyecto.

- **Metrología – Temperatura**

Servicio de verificación y calibración de equipos para medición de Temperatura, se cuenta con Medidores Digitales de Temperatura y Termocuplas con certificado de calibración y personal Técnico Certificado para la realización de actividades en la variable Temperatura. La Figura 9 nos muestra el laboratorio de metrología y temperatura de la DMT.

Figura 9. Servicio de calibración de elementos térmicos.



Fuente: Autores del Proyecto.

- **Metrología – Medición De Peso Y Balanzas**

Servicio de Verificación y Calibración de Balanzas y Medidores de Peso. Se cuenta con juego de Pesas Certificado categoría E2 y Personal Técnico con pasantía certificada en el área de Masas y Balanzas. La Figura 10 nos muestra el laboratorio de metrología, medición de peso y balanzas de la DMT.

Figura 10. Servicio de Calibración de Balanzas.



Fuente: Autores del Proyecto.

2.1.7. Estructura Organizacional

La estructura organizacional de la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander, se puede ver en la figura 11.

Figura 11. Estructura organizacional de la DMT.



Fuente: Web de la Universidad Industrial de Santander.

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/estructuraOrganizacional.html>

2.1.8. Recursos

- **Talento Humano**

El personal de la División de Mantenimiento Tecnológico es el recurso más valioso que se tiene, se cuenta con profesionales altamente calificados en las áreas de Mecánica, Óptica, Electricidad, Electrónica, Refrigeración, Telecomunicaciones, y en el área de Metrología para atender los servicios de verificación, y calibración de equipos en los laboratorios Tecnológicos especializados, además se cuenta con el apoyo del personal Administrativo, quien acompaña y asiste el normal funcionamiento de la división. Todo el equipo siempre está dispuesto a ofrecer un servicio con calidad, acorde a las necesidades de los usuarios y con la mejor disposición y trato a cada uno de ellos.

- **Instalaciones**

El área de Mantenimiento Tecnológico cuenta con instalaciones para el área técnica correspondiente a los talleres de cada una de las especialidades, atendidas y un área administrativa confortable para el personal y los visitantes de nuestra división.

2.1.9. Diagnóstico del área de mantenimiento

Nuestra universidad, siempre se ha caracterizado por su incesante espíritu de progreso, y debido a esto sus instalaciones son y seguirán siendo un orgullo ante la sociedad educativa nacional.

Sin embargo para continuar con esta línea, tenemos que construir una cultura de conservación al interior nuestro centro educativo, eliminando esa costumbre de remplazo que ha intentado infiltrarse en los últimos años, y precisamente para ello

surge la idea de diseñar planes de mantenimiento preventivo dirigido a cada una de las dependencias.

Y el primer paso es claro, planear un acompañamiento a las actividades desarrolladas por el personal de cada una de las unidades adscritas a la DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO. No obstante, cabe señalar que este tipo de prácticas es casi nulo en cada una de las dependencias, debido a que no existen quienes lideren o por lo menos planteen políticas básicas de revisión en su interior.

Por lo tanto se espera que de aquí en adelante, surja ese interés, en quienes resulten involucrados en la reestructuración del mantenimiento tecnológico en la Universidad Industrial De Santander.

Para tener una idea global de la situación actual del mantenimiento y del diagnóstico de su gestión dentro de la DTM se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- **Posición y objetivos de la División De Mantenimiento Tecnológico.**

La División se encuentra comprometida con un sistema de mejora continua que le permite la optimización de sus procesos administrativos y productivos. Hoy son conscientes de la necesidad de estructurar de manera óptima los procesos de mantenimiento y desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para cada dependencia, que será la herramienta que garantizará el incremento del rendimiento y disponibilidad de sus equipos, haciendo que su actividad sea más productiva.

- **Planeación de mantenimiento.**

No existe un plan de mantenimiento definido, la mayor parte de las acciones son correctivas. Algunas máquinas se encuentran dentro de un plan de mantenimiento periódico, donde son ejecutadas las tareas de mantenimiento con visión reparadora de acuerdo el funcionamiento y no por condición del equipo.

- **Apoyo informático.**

Se maneja SIMAT, Sistema de Información proporcionado por la Universidad, para llevar a cabo la programación del mantenimiento preventivo de los equipos de infraestructura de la Universidad Industrial de Santander, y la distribución de los mantenimientos correctivos para los equipos que cuentan con un número de inventario, pero en este sistema de información no es posible abarcar toda la información que se debe tener en cuenta en una gestión de mantenimiento, cabe mencionar como ejemplo las fichas técnicas y los catálogos de equipos.

- **Documentación técnica.**

La información técnica tanto de los equipos como del mantenimiento se encuentra dispersa y muchas veces se carece de ella, Se evidencia la poca información técnica de los equipos así como también de los manuales de mantenimiento, historia e inventario de equipos y catálogos de fabricantes. Trayendo como consecuencia escasez de información para la resolución de problemas y poco control de las labores de mantenimiento.

- **Servicios de mantenimiento por terceros.**

El mantenimiento especializado como la calibración de equipos de medición (termómetros), mantenimiento de aires acondicionados, espectrofotómetros,

citómetros y otros es dejado a disposición de algunas empresas en la modalidad de outsourcing.

- **Personal de mantenimiento.**

El área cuenta con personal de mantenimiento preparado técnicamente para el ejercicio de sus labores, en la especialidad definida, ya sea mecánica, eléctrica o electrónica, el Jefe de Mantenimiento es Ingeniero Mecánico. Cada una de estas personas siente una fuerte pertenencia y compromiso con la división.

2.2. LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS

2.2.1. Generalidades

El Laboratorio Químico de Suelos es una entidad Santandereana de carácter oficial, fundada el 16 de agosto de 1960. Labora con un equipo altamente calificado; conformado por dos Químicos, un Ingeniero Agrónomo, un Técnico Agropecuario, seis auxiliares de últimos semestres de la carrera de Química de la UIS. Cuenta con la asesoría y colaboración de algunos profesores de la Escuela de Química.

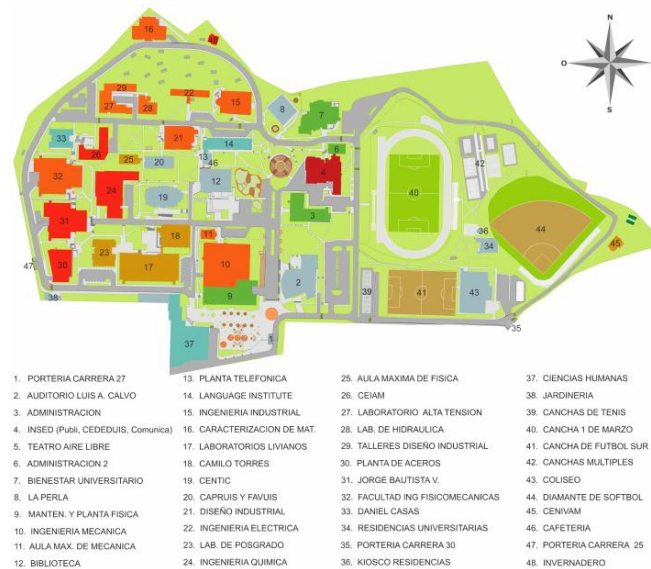
En abril del año 2005 la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - Escuela de Química - y la GOBERNACIÓN DE SANTANDER - Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, firmaron un convenio de cooperación interinstitucional para la operación del laboratorio y la remodelación de su planta física. El 12 de julio del año 2006 se firmó el acta de entrega de las adecuaciones del proyecto "REFORMA Y ADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS DEL LABORATORIO" con una inversión de 150 millones de pesos.

La segunda etapa comprende el proceso de acreditación que se viene dando desde 1985. En este, el laboratorio ha tomado parte en los controles periódicos de referencia y contra referencia realizados por el Control Analítico de Laboratorio de Suelos y tejido Foliar (C.A.L.S - C.A.L.F) coordinado por la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.

2.2.2. Ubicación

El Laboratorio Químico de Suelos de la Universidad Industrial de Santander, se encuentra ubicado a pocos metros de la entrada principal, adjunto a la División de Mantenimiento Tecnológico y en frente del Auditorio Luis A. Calvo del campus central, como podemos observar en la Figura 12.

Figura 12. Ubicación del Laboratorio Químico de Suelos.



Fuente: Web Universidad Industrial de Santander. <http://ciencias.uis.edu.co/conlequis2012/uis>

2.2.3. Misión

El programa de Química de la Universidad Industrial de Santander tiene como misión la formación de químicos profesionales capaces de desempeñarse con excelencia en el mundo laboral. Posee un programa académico ajustado a estándares nacionales e internacionales y articula sus actividades docentes, investigativas y de extensión con el fin de generar, conservar, contextualizar y divulgar los saberes químicos.

Orienta su labor hacia los principios universales del método científico, practicando en todo su quehacer, sujeto a una constante reflexión crítica, la libertad, la autonomía, la tolerancia y el respeto al ser humano, como valores fundamentales para el desarrollo de sus procesos de enseñanza y de aprendizaje, de investigación y de extensión a la comunidad.

El Laboratorio Químico De Suelos apoya la educación, el desarrollo tecnológico y competitividad en el sector rural, con el fin de mejorar la producción Agropecuaria del Nororiente Colombiano; en aras de lograr una mayor cobertura de servicios y proyección social.

2.2.4. Visión

EL LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS busca fundamentarse en un Sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO/IEC 17025.

Pretende consolidarse como uno de los pilares de la Investigación Agropecuaria del Nororiente Colombiano.

Se ha propuesto aumentar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios profesionales en beneficio de la comunidad.

2.2.5. Objetivo

La explotación de los recursos naturales, fundamentalmente el suelo, el agua y la vegetación, tanto en sistemas naturales como cultivados, ha provocado alteraciones y degradación, siendo sus secuelas más habituales: erosión, pérdida de fertilidad de suelo, disminución en la eficiencia del uso del agua y contaminación, con su consecuente merma de rendimiento. Las investigaciones de la cátedra de Edafología tienen como objetivo avanzar hacia el uso sustentable de los sistemas productivos del área pampeana mediante el desarrollo de técnicas de evaluación de física, físico-química, fertilidad de suelo, calidad de aguas y productividad agrícola. Todos los resultados de las experimentaciones son transferidas a los usuarios mediante publicaciones científicas, de difusión, cursos de divulgación y de posgrado como "Análisis y diagnóstico de la fertilidad", "Química de Suelos", "Calidad y Contaminación de suelos", "Análisis de aguas para riego y bebida animal" y "Ciclo biogeoquímico de micro elementos".

2.2.6. Portafolio de Servicios Ofrecidos

Realiza:

- Análisis fisicoquímico de suelos para uso agrícola.
- Análisis químico de tejido vegetal.
- Proyectos de investigación relacionados con el área de química agrícola

Determinaciones:

- Análisis de suelos:

- Caracterización: pH, materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, aluminio, textura.
- Elementos menores: hierro, manganeso, cobre, zinc, boro.
- Otras determinaciones: capacidad de intercambio catiónico, azufre, conductividad eléctrica.

- Análisis Foliar:

- Determinaciones de: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, S.

En la Tabla 1 se presenta la lista de procedimientos a realizar en el laboratorio y sus respectivos precios.

Tabla 1. Precios de los procedimientos a realizar en el Laboratorio Químico de Suelos.

PROCESO	ESTUDIO	CARACTERÍSTICA	PRECIO
CARACTERIZACIÓN	pH		
	Materia Orgánica	(% M.O)	
	Fósforo	(P)	
	Calcio	(Ca)	
	Magnesio	(Mg)	\$ 51.000
	Sodio	(Na)	
	Potasio	(K)	
	Aluminio	(Al)	

	Textura	(% Arena. % Limo, % Arcilla)	
ELEMENTOS MENORES	Hierro	(Fe)	
	Manganeso	(Mn)	
	Cobre	(Cu)	\$ 29.000
	Zinc	(Zn)	
	Boro	(B)	
OTRAS DETERMINACIONES	Capacidad de Intercambio	(C.I.C.)	\$ 12.000
	Catiónico	(S)	\$ 12.000
	Azufre		
	Conductividad Eléctrica	(Ce)	\$ 12.000
VALOR ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL (FOLIAR)			
DETERMINACIÓN DE:	N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, S.		\$ 166.000

Fuente. Autores del proyecto

2.2.7. Equipo de Trabajo.

La Tabla 2, nos muestra el equipo de trabajo por el cual está conformado el laboratorio Químico de Suelos.

Tabla 2. Equipo de trabajo del Laboratorio Químico de Suelos.

EQUIPO DE TRABAJO	
NOMBRE	ÁREA ENCARGADA O PROFESIÓN
Rosa Claudia López Quiroga	Directora del Laboratorio
Hernán Castellanos Peñaranda	Ingeniero Agrónomo
Libardo Corzo Ortíz	Técnico Agrícola
Laura López Manrique	Química Analista
Viviana Rocío Rojas	Química Analista
Carlos Torres	Auxiliar
Laura María Acevedo	Auxiliar
Andrea Liseth Castro	Auxiliar Administrativo

Fuente: Autores del Proyecto.

2.3. LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

2.3.1. Generalidades

El Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción es una dependencia de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, que presta sus servicios en tres frentes: apoyo a la docencia, prestación de servicios de extensión como ente asesor de instituciones públicas y privadas, y apoyo a proyectos de investigación.

El área que está en proceso de acreditación es el laboratorio que presta sus servicios especializados a los clientes y comunidad en general, y se acreditará en la norma NTC ISO/IEC 17025, versión 2005.

El laboratorio, que nació casi al tiempo con la carrera de Ingeniería Civil de la UIS, tiene la misión de apoyar el trabajo docente, la planeación y desarrollo de proyectos de infraestructura y obras civiles; la generación de conocimiento y adaptación de nuevas tecnologías e implementación de los últimos desarrollos científicos y tecnológicos. Además, como ente asesor, ofrece servicios especializados, diferentes ensayos de materiales a instituciones públicas y privadas.

2.3.2. Ubicación

El Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción, se encuentra ubicado en la sede principal de la Universidad Industrial de Santander, detrás del edificio de ingeniería eléctrica contiguo a las zonas verdes del campus, como se observa en la figura 13.

Figura 13. Ubicación del Laboratorio de Materiales de Construcción.



Fuente. Fuente: Web Universidad Industrial de Santander.

<http://ciencias.uis.edu.co/conlequis2012/uis>

2.3.3. Misión

La escuela de Ingeniería Civil tiene como misión la formación integral de profesionales de la ingeniería con capacidad científica, tecnológica y humanística para planear y desarrollar proyectos de infraestructura y obras civiles, comprometidos con el desarrollo sostenible de una sociedad equitativa. La escuela tiene como actividad primordial la generación de conocimiento, la adaptación de nuevas tecnologías, la implementación de los últimos desarrollos científicos y tecnológicos para bien de la sociedad.

La escuela se desempeña como ente asesor de instituciones públicas y privadas en sus campos de acción y ofrece servicios especializados a través de sus grupos de investigación y laboratorios.

2.3.4. Visión

La escuela de Ingeniería Civil en el año 2020 será reconocida a nivel internacional por la formación de profesionales con una alta capacidad humanística, científica y tecnológica, y por su aporte a la solución de los problemas de la sociedad colombiana a partir del conocimiento que genera. Sus profesores serán pares reconocidos internacionalmente por sus aportes a la ciencia y sus egresados tendrán aceptación y preferencia por su alto grado de formación.

La escuela de Ingeniería Civil ofrecerá programas de posgrado a nivel de maestría y doctorado, apoyado en la excelencia de sus grupos de investigación, que propenderá por la solución de los problemas de la sociedad.

2.3.5. Objetivos

Los principales objetivos del Laboratorio de Materiales de Construcción son:

- Garantizar la formación del personal de acuerdo a las necesidades presentes y futuras del laboratorio
- Garantizar la entrega oportuna de los resultados de Ensayos.
- Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos del laboratorio.
- Mantener la mejora continua en el sistema de gestión de calidad.
- Mantener la satisfacción del cliente.

2.3.6. Portafolio de Servicios Prestados.

En la Tabla 3, vemos los diferentes servicios ofrecidos por el Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción.

Tabla 3. Servicios prestados por el Laboratorio de Materiales de Construcción.

ENSAYOS DE MATERIALES	ENSAYOS DE MADERA
Tensión de varillas lisas o corrugadas	Tensión paralela a las fibras, c/probetas
Tensión de cables	Comprensión paralela en fibras, c/probeta
Tensión de juntas soldadas	Flexión probeta
Tensión de varilla soldada	Flexión en tablones
Tensión platinas y juntas dobléz en metales	
Tensión y fuerza cortante de mallas (4 probetas)	
Impacto de metales una probeta	

Fuente: autores del proyecto

Son clientes del Laboratorio de Caracterización de Materiales, empresas del sector de la construcción que utilizan concreto y acero, generalmente varillas de acero para construcción de edificaciones y construcción de estructuras. Actualmente, el Laboratorio presta sus servicios a entidades de las esferas local, regional y nacional como: Metrolínea, Alcaldía de Bucaramanga, Gobernación de Santander, Ministerio de Transporte, Invías, entre otros.

2.3.7. Equipo de Trabajo

El grupo que atiende las labores propias del laboratorio está compuesto por seis profesores, tres tecnólogos y una profesional de apoyo. La prestación de los servicios de extensión está a cargo del Director, dos profesores y los tecnólogos, mientras que los profesores están más dedicados a la labor cotidiana de la

docencia. La ingeniera Hebelyn Celis es la Directora de la Escuela de Ingeniería Civil y el jefe del Laboratorio, el ingeniero Eduardo Castañeda Pinzón. En la Tabla 4 vemos el equipo de trabajo por el cual está conformado el Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción.

Tabla 4. Servicios prestados por el Laboratorio de Materiales de Construcción.

EQUIPO DE TRABAJO	
NOMBRE	ÁREA ENCARGADA
Hebelyn Celis	Directora de Escuela de Ingeniería Civil
Eduardo Castañeda	Jefe de Laboratorio
Jairo Hernández Salazar	Laboratorio de Hormigón
Germán Hernández	Laboratorio de Suelos Y Pavimentos
Jaime Alberto Cadena	Laboratorio Resistencia de Materiales
Álvaro Castellanos	Laboratorio de Topografía
Ricardo Cruz	Laboratorio de Estructuras
Hernán Porras	Geomática-Consultoría

Fuente. Autores del proyecto

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se hace necesaria la recopilación de toda la información científica para el desarrollo de este proyecto, en donde se plantean las diversas alternativas, para el desarrollo de un programa dentro de la organización, como propósito para la implementación de un mantenimiento más eficiente y funcional, con respecto al que se está llevando a cabo.

3.1. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

Definimos el Mantenimiento, como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

El mantenimiento industrial es una compleja actividad técnico-económica, que tiene por finalidad la conservación los activos de la empresa, maximizando la disponibilidad de los equipos productivos, tratando que su gestión se lleve a cabo al menor costo posible.

En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo. Se entiende por Mantenimiento a la función a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios.⁵

⁵ Tomado de la web: <http://www.sitenordeste.com/mecanica/repuracion-y-mantenimiento.htm>

3.2. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento surge como un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución de reparaciones, hoy conocida como mantenimiento correctivo. Esa situación se mantuvo hasta la década de los años 40, cuando en función de la segunda guerra mundial y de la necesidad de aumentar la rapidez de la producción, preocupó la alta administración industrial no solo en corregir las fallas, sino también en evitar que estas ocurriesen; el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso del mantenimiento preventivo, como una metodología para reducir y evitar las fallas. La Figura 14 nos muestra la evolución del mantenimiento desde su nacimiento en 1940.

Figura 14. Mantenimiento en 1940.

Fuente: autores del proyecto

Las tareas en esta época eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de

reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. En ciertas empresas, esta actividad se volvió tan importante que el PCM (Planificación y control del Mantenimiento) pasó a convertirse de un órgano de asesoramiento a supervisión general de producción. La Figura 15 nos muestra la evolución del mantenimiento desde el año 1980 hasta la actualidad.

Figura 15. .Mantenimiento a partir de 1980.

Fuente. Autores del proyecto.

En la historia del mantenimiento, se destacan las generaciones que marcaron la evolución de este a lo largo de la historia como podemos verlo en la Tabla 5, dentro de la industria, como son:

Tabla 5. Generaciones del mantenimiento.

<p>PRIMERA GENERACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reparar en caso de avería 		<p>SEGUNDA GENERACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mayor disponibilidad de la maquinaria • Mayor duración de los equipos • Costos más bajos 			<p>TERCERA GENERACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mayor disponibilidad y fiabilidad • Mayor seguridad • Mejor calidad del producto • No deteriora al medio ambiente • Mayor duración de los equipos • Mayor control de los costos 		
					<p>1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000</p>		

Fuente: autores del proyecto

- **Primera Generación:** cubre el periodo hasta la segunda guerra mundial en donde la industria no era altamente mecanizada, una parada de la máquina no afectaba mucho. Eso significó que la prevención de falla de los equipos no tuvo una alta prioridad en las mentes de la mayoría de los gerentes.

Mucho de los equipos fueron diseñados simples y sobre dimensionados, por lo que eran muy confiables, por lo que eran muy confiables y fáciles de reparar, donde no hubo necesidad de un mantenimiento sistemático más allá de una simple limpieza, rutinas de servicio y lubricación.

- **Segunda Generación:** aumentó la demanda por bienes de toda clase, mientras que la disponibilidad de mano de obra cayó drásticamente. Esto permitió el ingreso de la mecanización; las máquinas de todos los tipos fueron más numerosas y mucho más complejas; la industria empezó a depender de ellas.

Las paradas de máquinas fueron enfocadas agudamente. Esto condujo a la idea de que las fallas de los equipos podrían y deberían preverse, lo que originó el concepto de mantenimiento preventivo y consistió principalmente en **overhauls** de equipos realizados a intervalos fijos.

- **Tercera Generación:** en esta etapa el antiguo punto de vista de la falla fue simple que, “como las cosas envejecían, estaban más dispuestas a la falla”. Un aspecto creciente de la “mortalidad infantil” condujo a la segunda generación a la amplia creencia de “la curva de la bañera”. Sin embargo los desarrollos de la

tercera generación han revelado que, no sólo uno o dos sino seis modelos de fallas ocurren en la práctica.

El crecimiento explosivo en los nuevos conceptos de técnicas de mantenimiento incluyó nuevos desarrollos como estudios aleatorios, análisis de modos, efectos de falla, sistemas expertos, nuevas técnicas del mantenimiento como el monitoreo de condición, el diseño de equipos con mucho mayor énfasis en la confiabilidad y la mantenibilidad, entre otras.

3.3. ALTERNATIVAS PARA EL MANTENIMIENTO

El mantenimiento tiene dos etapas básicas para la implementación, las cuales están relacionadas con el momento en que se realiza la intervención en el equipo, ya sea antes de ocurrir la falla o después de ocurrir la falla. La siguiente Figura 16, es una de las clasificaciones más aceptadas de tipos de mantenimiento.

Figura 16. *Tipos de mantenimiento.*

Fuente: Autores del proyecto.

➤ **Post – averías:** Es una actividad no planificada realizada tiempo después de la detección de la anomalía, pueden ser reparaciones (programadas) o averías (no programadas); las programadas cuentan con el repuesto y las no programadas es el paro inminente del equipo. Está constituido por el mantenimiento correctivo que se tratara a continuación.

3.3.1. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es una intervención necesaria para poder solucionar un defecto o una falla ya ocurrida. Es la actividad de reparar averías a medida que estas se van produciendo en máquinas o equipos, el personal encargado de notificar la avería es el mismo operador y el encargado de realizar la reparación es el personal de mantenimiento.

La mayor parte de los ingenieros de mantenimiento están muy familiarizados con el mantenimiento por avería. Desde luego supone que se permite que el equipo siga en servicio hasta que no pueda desempeñar su función normal y el departamento de producción se vea obligado a llamar a los ingenieros de mantenimiento para rectificar el defecto. Una vez reparado el defecto los ingenieros de mantenimiento no atienden de nuevo el equipo hasta que vuelva a tener algún fallo.

- Actividades del mantenimiento correctivo:

- Detección del fallo.
- Localización del fallo.
- Desmontaje.
- Recuperación o sustitución.
- Montaje y pruebas.
- Verificación.

- Desventajas:

- Altos tiempos improductivos de los equipos.

- Baja confiabilidad.
- Bajo nivel de organización.
- Tiene gran incidencia en los costos de mantenimiento.
- Está basada en intervenciones rápidas y pasajeras.
- Procedimiento a seguir luego de una avería:
 - Realizar una inspección para determinar cuáles piezas han sido afectadas y cuales se necesitan cambiar.
 - Determinar el tiempo necesario para la reparación total o parcial.
 - Establecer la cantidad de operarios, medios y herramientas para repararla.
 - Gestionar repuestos.
 - Realizar la reparación, ajustar e inspeccionar.

- **Pre – Averías:** son actividades programadas con anterioridad a las fallas o al desgaste normal de cada equipo. Estas actividades inspeccionan, previenen y detectan posibles fallas insipientes y evitan aumentos en los tiempos de paro para la debida realización de mantenimiento.

3.3.2. Mantenimiento Preventivo

Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas. Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena programación, planificación, control y ejecución de actividades a fin de des cubrir y corregir las deficiencias, disminuyendo los casos de emergencias y permitir un

mayor tiempo de operación en forma continua. Se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos.

- Actividades del mantenimiento preventivo:

- Selección de equipos críticos.
- Codificación.
- Patrón de medida (frecuencia) horas de funcionamiento, tiempo calendario y ciclos de operación.
- Kilómetros recorridos.
- Definir límite de vida útil de los componentes.

- Ventajas:

- Evitar averías mayores como consecuencia de pequeños fallos.
- Preparar herramientas y repuestos.
- Aprovechar el momento más oportuno para realizar las operaciones.
- Disminuir la frecuencia de paros.
- Operación más eficiente, segura y confiable.
- Proyecta y transmite una imagen y conciencia de orden, disciplina y organización.
- Genera economías en costos y presupuestos de operación, liberando recursos.

- Desventajas:

- Genera economías en costos y presupuestos de operación, liberando recursos.

- Tiempos improductivos en los equipos.
- Costos por recambio de piezas.

3.3.3. Mantenimiento Preventivo Sistemático

Servicios de mantenimiento preventivo, donde cada equipo se detiene después de un período de funcionamiento, para que sean hechas mediciones, ajustes y si es necesario, cambio de piezas en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa recomendaciones de los fabricantes. El mantenimiento sistemático es el efectuado de acuerdo con un plan establecido según el tiempo o el número de unidades fabricadas, este requiere un amplio conocimiento de las instalaciones, máquinas o equipos con los que se está trabajando, es necesario un conocimiento previo del comportamiento de los materiales.

- Actividades del mantenimiento preventivo sistemático

- Codificación.
- Patrón de medida (frecuencia): horas de funcionamiento.
- Definir límite de vida útil de los componentes.
- Cambio oportuno de repuestos.

- Ventajas:

- Reduce la frecuencia de averías
- Programación de paros y de trabajos
- Menor impacto en costo

- No precisa de visitas técnicas
- Mayor disponibilidad del equipo
- Aumento de vida útil
- Reducción de tiempos improductivos
- Reducción de mantenimientos correctivos

3.3.4. Mantenimiento Predictivo.

Consiste en el análisis de parámetros en funcionamiento cuya evolución permite detectar una falla antes de que esta tenga consecuencias más graves. Consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de las paradas, para así determinar en qué periodo de tiempo, esa falla va a tomar una relevancia importante, y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que esa parada no tenga consecuencias graves.

- Tipo de actividades - Técnicas utilizadas sin la interrupción del equipo:

- Análisis de vibraciones
- Inspección visual
- Inspección acústica y al tacto
- Control de temperaturas
- Control de lubricantes
- Detección de pérdidas
- Monitoreo de vibraciones
- Control de ruidos
- Control de corrosión
- Tomografía infrarroja

- Técnicas utilizadas con la interrupción del equipo:
 - Chequeo de espesores
 - Líquidos penetrantes y partículas magnéticas
 - Análisis metalográficos
 - Análisis de aceites
 - Chequeo de corrientes y aislamiento
 - Monitoreo en línea de sistemas hidráulicos

- Ventajas
 - Reduce el tiempo de parada.
 - Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
 - Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
 - Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida.
 - Permite tomar decisiones inmediatas.
 - Permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación

3.4. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM por parte del comité de implantación. Posteriormente en la etapa de implantación, en la formación del personal en la

metodología del TPM es una actividad importante. Esto nos indica que se fija en el principio y se corrige más tarde.

Estas actividades comprenden: metodología de las cinco s, y el mantenimiento autónomo, promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y establecimiento de diagnóstico de habilidades (capacitación y adiestramiento en Multi – habilidades) y procedimientos de trabajo.⁶

- El Mantenimiento Autónomo en siete pasos:

1. Limpieza Inicial.
2. Proponga medidas y señale las causas y efectos de las basuras y el polvo.
3. Estándares de limpieza y lubricación.
4. Inspección general.
5. Inspección autónoma.
6. Organización y ordenamiento.
7. Término de la implantación del mantenimiento autónomo.

3.5. CONCEPTO DE CRITICIDAD

Para definir la criticidad de los equipos está dada en base a la incidencia sobre la producción, el grado de mantenibilidad, o sea, si el tiempo y/o costo de reparación es alto, soportable o irrelevante, y la existencia de equipo redundante en el proceso, es decir, la facilidad que se tenga de disponer de otro equipo de las mismas características a la hora de que este fallará.

⁶ Tomado de: www.mantenimientoplanificado.com

Definición: La criticidad es una medida ponderada que considera los siguientes aspectos:

1. El efecto que provocaría una falla del módulo funcional (o equipo) dentro del proceso;
2. La velocidad de reparación de la falla.
3. La frecuencia de ocurrencia de la falla.

El criterio principal es considerar la criticidad como un indicador de la “magnitud del problema”, que ocasiona la falla de un módulo o equipo. Una vez obtenido el nivel de criticidad, éste será empleado para definir la estrategia de mantenimiento de ese módulo o equipo. Entonces todos los criterios que se adoptan para definir y cuantificar la criticidad, sirven para decidir finalmente una estrategia de mantenimiento.

3.6. OBJETIVOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Como principales objetivos de un análisis de criticidad que definen el proceso a llevar a cabo dentro de este proyecto son:

- Establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos.
- Crear una estructura que facilite la toma de decisiones acertadas y efectivas.
- Dirigir los esfuerzos a áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional.
- Conocer la ocurrencia de falla en los procesos, sistemas y equipos.
- Índice de criticidad en los equipos.

Dentro de los anteriores objetivos vistos anteriormente, encontramos algunos parámetros importantes para el desarrollo del análisis de criticidad, que nos ayudan a definir exactamente el proceso y sus alcances de una manera práctica, confiable y eficaz, atacando directamente al problema.

3.6.1. Factores de Riesgo.

Son factores que pueden demorar, impedir o interrumpir la función operacional del equipo o proceso. Se debe de tener un conocimiento previo de los acontecimientos, sucesos, eventos o siniestros ocurridos por cada factor de riesgo durante el proceso, en el entorno de trabajo, llevando a la par, un registro histórico que sea aplicable para analizar el comportamiento o la posible tendencia.

3.6.2. Factores de Criticidad de Equipos y/o Sistemas.

Seguridad, ambiente, producción, costos de operación y de mantenimiento, porcentajes de fallos y tiempo de reparación, son factores críticos de un equipo y/o sistema, que son necesarios de cuantificar en el proceso. Estos criterios están dados dentro de una ecuación matemática que genera una puntuación para cada equipo estudiado. Seguidamente obtenemos una lista en forma descendente desde el elemento más crítico hasta el menos crítico, en tres zonas diferentes respectivamente como son: Altamente Críticos, Medianamente Críticos, Poco Críticos.

3.6.3. Ocurrencia de Fallas.

Consiste en determinar la probabilidad de que ocurra una falla por una causa específica y de lugar al modo de falla. Esto se representa en un dato histórico de confiabilidad de los sistemas y/o equipos, pero dado el caso, que no dispongamos de dichos datos estadísticos, podemos dar valores intuitivos.

3.6.4. Parámetros en la Operación de un Equipo

Podemos medir los cambios y calcular la tendencia de los parámetros de un equipo que determinan su condición. Luego de tener los parámetros críticos de un equipo, los que tienen valores medios o tendencias que están fuera del estándar establecido, se considera como causa de falla.

3.7. DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

En esta parte del proyecto veremos la manera en cómo se llevará a cabo el programa de mantenimiento para cada uno de los laboratorios a estudiar, con actividades de conservación y recuperación, incluyendo inventarios de activos para cada uno de los equipos.

Para iniciar la consolidación de dicho programa se pueden tener en cuenta los siguientes pasos a seguir como se muestran claramente en la Figura17:

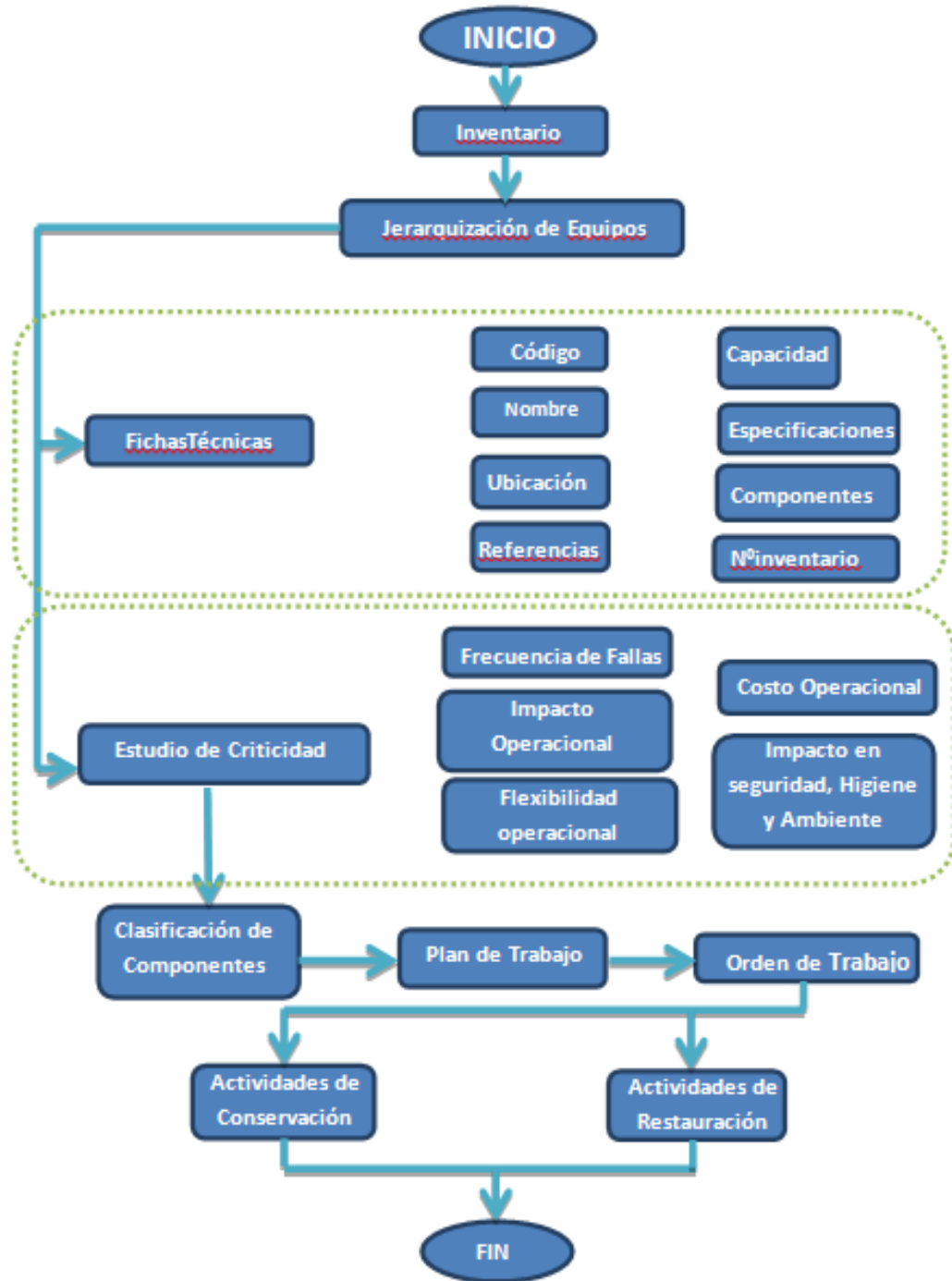
3.7.1. Diseñar una Organización de Mantenimiento

Se hace necesario contar con un grupo de trabajo para iniciar la ejecución del Programa de Mantenimiento Preventivo como primer paso, para iniciar la ejecución de los planes.

3.7.2. Estudio de Criticidad

Con este estudio se busca clasificar cada uno de los equipos de los laboratorios Químico se Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, de acuerdo a su importancia, frecuencia de falla y costos de mantenimiento, con el propósito de aprovechar al máximo los recursos (humanos, tecnológicos y económicos) en las áreas que realmente lo necesitan, clasificándolos en equipos No Críticos, Críticos y Muy Críticos.

Figura 17. Pasos para desarrollar un Mantenimiento Preventivo



Fuente: Autores del proyecto

3.7.3. Identificación de Fallas.

Se debe definir para cada equipo el tipo de fallas ocurrentes y la frecuencia de las mismas, para así, organizar el mantenimiento por el tipo de actividad a desarrollar.

3.7.4. Diseño de un Plan de Trabajo.

Es necesario diseñar un plan de trabajo, donde se debe de indicar el personal, frecuencias, actividades y tipo de intervención a realizar en cada equipo, describiendo la programación de las actividades y los parámetros básicos que definen los recursos humanos y físicos con los cuales se contará. De igual manera debe de ser flexible, que se pueda modificar fácilmente, con el fin de hacer más oportuna la intervención programada. En los capítulos contiguos veremos los protocolos y actividades de mantenimiento programadas con los respectivos datos necesarios para ejecutarlos.

3.7.5. Orden de trabajo

Las órdenes de trabajo incluyen toda la información necesaria para realizar un trabajo de mantenimiento, entre esa información hay que destacar cómo mínimo:

1. Información básica de cuando se debe de realizar el trabajo, la máquina sobre la cual se realizará, localización de la máquina, frecuencia con la cual se realiza el trabajo, etc.
2. El procedimiento a seguir para desarrollar el trabajo. Describiendo paso a paso de cómo se debería realizar el trabajo.
3. Repuestos necesarios.

4. Personas que deberían de estar presentes.
5. Un historial de trabajo para llevar un control de las anomalías presentes en anteriores trabajos realizados.

3.7.6. Ventajas de un Mantenimiento Preventivo.

Dentro de las ventajas más importantes con las que cuenta el Mantenimiento Preventivo son:

- Confiabilidad. Los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto; tiempo de parada de equipos y máquinas.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Disminución de inventarios y por lo tanto costos, ya que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.

4. DIAGNÓSTICO, CODIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

En este capítulo se encuentra toda la base para el desarrollo del plan de Mantenimiento Preventivo para los laboratorios, Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, dentro del cual, como principal objetivo, se determinarán los equipos a estudiar durante el resto del proceso de dicho plan; los cuales se seleccionarán dentro de un estudio de criticidad a realizar, basado en un concepto de riesgo realizado mediante el método de los factores ponderados.

Previamente se hace necesario, con el fin de facilitar un poco más el análisis, realizar un diagnóstico general, evaluando el estado actual de cada equipo. Así también, para la correcta identificación de los mismos, se hace necesaria la implementación de una codificación que contribuye a la gestión del mantenimiento.

4.1. DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS.

Esta fase se llevó a cabo con ayuda del personal de cada laboratorio, donde se evalúa el funcionamiento de cada equipo, con el fin de determinar el verdadero estado de estos, evitando de esta manera que la investigación realizada, se desviara a sectores donde el mantenimiento preventivo no tuviese ningún tipo de aplicación. En las Tablas 6, 7, 8, 9 y 10 se pueden ver el diagnóstico realizado a cada uno de los equipos de los laboratorios asistidos.

Dicha evaluación se llevó a cabo en varias visitas realizadas a los laboratorios, donde se inspeccionó cada equipo de manera visual, observando el

comportamiento en los procesos y las frecuencias de operación de estos. Un criterio utilizado para la calificación de los mismos en forma cualitativa es: Bueno (B), Regular (R), Malo (M) y No Funciona (NF), como se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 6. Diagnóstico de Equipos, Laboratorio Químico de Suelos. Parte 1.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE LABORATORIO		
DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
Hoja 1 de 2		
EQUIPO	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
Agitador Electromecánico N° 1	B	Sin observaciones.
Agitador Electromecánico N° 2	R	Altos niveles de ruido.
Agitador Electromecánico N° 3	R	Altos niveles de ruido.
Aire Acondicionado N° 1	B	Sin observaciones
Aire Acondicionado N° 2	B	Sin observaciones
Aire Acondicionado N° 3	B	Sin observaciones
Balanza Digita N° 1	B	Sin observaciones.
Balanza Digita N° 2	B	Requiere limpieza.
Balanza Digita N° 3	B	Sin observaciones.
Balanza Sensible	B	Sin observaciones.
Bomba de Vacío	NS	No ejerce el vacío requerido. Detenida actualmente.
Cabina Extractora de Gases	B	Sin observaciones.
Cabina Insonora	B	Sin observaciones.
Compresor de Aire	B	Sin observaciones.
Conductímetro Digital	B	Sin observaciones.
Destilador de Agua N° 1	B	Sin observaciones.
Destilador de Agua N° 2	R	Presenta un desperdicio considerable de agua.
Espectrofotómetro N° 1	B	Sin observaciones.
Espectrofotómetro N° 2	B	Sin observaciones.
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	B	Sin observaciones.

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 7. Diagnóstico de equipos. Laboratorio Químico de Suelos. Parte 2.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE LABORATORIO		
DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
Hoja 2 de 2		
EQUIPO	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
Estufa Eléctrica N° 1	B	Sin observaciones.
Estufa Eléctrica N°2	B	Sin observaciones.
Extractor de Polvo	B	Sin observaciones.
Impresora	B	Sin observaciones.
Molino para Hojas de Foliar	B	Sin observaciones.
Mufla N° 1	B	Sin observaciones.
Mufla N° 2	B	Sin observaciones.
Peachímetro N° 1	B	Sin observaciones.
Peachímetro N° 2	B	Sin observaciones.
Refrigerador N° 1	B	Sin observaciones.
Refrigerador N° 2	B	No está en uso
Refrigerador Vertical	B	Sin observaciones.
Secador de Hojas para Foliar	B	Sin observaciones.
Secador de Materiales de Vidrio	B	Sin observaciones.
Tecator Digestor	B	No se encuentra en uso.
UPS	B	Sin observaciones.
Válvulas de Control	B	Sin observaciones.

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 8. Diagnóstico de equipos. Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción.
Parte 1.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE LABORATORIO		
DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS LABORATORIO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
Hoja 1 de 3		
EQUIPO	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
Actuador MTS Para Ensayos De 3 Apoyos	B	Sin Observaciones.
Autoclave	B	Requiere limpieza.
Baño María	B	Sin observaciones.
Balanza Digital N° 1	R	Sin observaciones.
Balanza Digital N° 2	NS	Sin observaciones.
Balanza Digital N° 3	B	Sin observaciones.
Balanza Digital N° 4	B	Sin observaciones.
Cabina Extractora De Gases	B	Un vidrio está roto
Compresor De Aire	B	Requiere limpieza al motor
Compactador Mecánico	B	Sin observaciones.
Cortadora De Sierra	B	Sin observaciones.
Cortadora Eléctrica De Asfalto Y Concreto	B	Requiere limpieza al motor
Durómetro Manual	B	Sin observaciones.
Estufa Eléctrica N° 1	B	Requiere Limpieza
Estufa Eléctrica N° 2	B	Sin observaciones.
Esmeriladora	B	Sin observaciones.
Gato Mecánico	B	Requiere lubricación
Horno N° 1	R	Sin observaciones.
Horno N° 2	NS	Sin observaciones.
Horno N° 3	B	Sin observaciones.

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 9. Diagnóstico de equipos. Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción.
Parte 2.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE LABORATORIO		
DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS LABORATORIO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
Hoja 2 de 3		
EQUIPO	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
Horno N° 4	B	Sin Observaciones.
Horno N° 5	B	Sin Observaciones.
Horno N° 6	B	Requiere limpieza.
Horno N°7	B	Sin observaciones.
Horno N° 8	R	Sin observaciones.
Máquina De Corte Directo	B	Sin Observaciones
Máquina De Corte Directo Para Suelos	R	Sin observaciones.
Máquina De Consolidación Manual	B	Sin observaciones.
Mezcladora De Cemento N° 1	B	Sin Observaciones.
Mezcladora De Cemento N° 2	B	Sin observaciones.
Máquina De Ensayo A Compresión Manual	B	Sin Observaciones.
Máquina De Ensayo A Compresión Uniaxial	R	Requiere Lubricación
Máquina De Ensayo De Maderas	B	No se encuentra en uso
Máquina De Ensayo Corte Triaxial	B	Sin observaciones.
Máquina De Ensayos MTS Para Flexión De Asfaltos	B	Sin Observaciones.
Maquina Para Ensayo De Probetas De Asfalto	B	Sin observaciones.

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 10. Diagnóstico de equipos. Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción.
Parte 3.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE LABORATORIO		
DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS LABORATORIO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
Hoja 3 de 3		
EQUIPO	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
Máquina De Pruebas De Tensión INSTRON	B	Sin Observaciones
Maquina Universal De Ensayos MTS	B	Sin Observaciones
Maquina Universal De Ensayos	B	Leve fuga de aceite
Molino De Bolas	R	Requiere limpieza al motor
Mufla N° 1	B	Sin observaciones.
Mufla N° 2	R	Requiere limpieza
Péndulo De Impacto Manual	B	Sin observaciones.
Pie de Rey	B	Sin Observaciones
Puente Grúa o Montacargas	B	Sin Observaciones
Prensa Hidráulica Para Ensayos A Compresión	B	Sin Observaciones
Tamizadora N° 1	B	Requiere limpieza completa
Tamizadora N° 2	B	Requiere limpieza completa
Tamizadora N° 3	B	Requiere limpieza completa
Torre De Enfriamiento	B	Sin observaciones.
Unidad De Control Hidráulico Adaptador	B	Sin Observaciones.
Unidad De Control De Potencia	B	Sin Observaciones.

Fuente: Autores del proyecto

Como resultado claro del diagnóstico que se realizó, se puede evidenciar claramente, que el estado de los equipos en los laboratorios: Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de construcción es relativamente bueno; gran parte se encuentran en su correcto funcionamiento con pequeñas observaciones fáciles de solucionar; otros de mucha importancia que se encuentran averiados o llevan mucho tiempo de servicio pero que están en funcionamiento y muy pocos que ya han sido dados de baja, en espera de adquirir rápidamente nuevos equipos.

4.2. CODIFICACIÓN PARA EQUIPOS

Para tener una mejor organización de toda la información, se hace necesario optar por otro sistema de codificación, diferente con el que ya cuentan los equipos dentro de cada laboratorio, diseñando un código que cuenta con 7 dígitos, que podemos ver en la Figura 18, descritos como:

- Las tres primeras letras: Abreviatura del nombre del equipo.
- Dos siguientes letras: Zona de trabajo del equipo.
- Dos dígitos: Consecutivo

Figura 18. Nomenclatura Equipos.

Fuente: Autores del proyecto

Dentro de cada laboratorio no se maneja ningún tipo de codificación propia, diferente de la asignada por la Universidad a cada equipo.

4.2.1. Abreviaturas para la Codificación.

Las abreviaturas a utilizar para la codificación se determinan de la siguiente manera:

- Si el nombre del equipo tiene una sola palabra, se toman las tres primeras letras de su nombre.
- Si el nombre del equipo consta de dos palabras, se toma de la primera la inicial más la siguiente consonante y de la segunda su inicial.
- Si el nombre del equipo tiene tres o más palabras, se toma la primera letra de cada una.

Ya teniendo definidos estos criterios veremos a continuación las abreviaturas para los laboratorios: Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción en las Tablas 11, 12 y 13:

Tabla 11. Abreviatura del nombre de los equipos para el laboratorio QUÍMICO DE SUELOS.

NOMBRE DEL EQUIPO	ABREVIATURA
Agitador Electromecánico	AGE
Aire Acondicionado	ARA
Balanza Digital	BLD
Balanza Sensible	BLS
Bomba de Vacío	BMV
Cabina Extractora de Gases	CEG
Cabina Insonora	CBI
Compresor de Aire	CMA
Conductímetro Digital	CDD
Destilador de Agua	DSA
Espectrofotómetro	ESP
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	EAA
Estufa Eléctrica	ESE
Extractor de Polvo	EXP
Impresora	IMP
Molino para Hojas de Foliar	MHF
Mufla	MUF
Peachímetro	PEA
Refrigerados	REF
Refrigerador Vertical	RFV
Secador de Hojas para Foliar	SHF
Secador de Materiales de vidrio	SMV
Tecator Digestor	TCD
UPS	UPS
Válvulas de Control	VLC

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 12. Abreviatura del nombre de los equipos para el laboratorio de CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. Parte 1.

NOMBRE DEL EQUIPO	ABREVIATURA
Actuador MTS Para Ensayos De 3 Apoyos	AE3A
Autoclave	AUT
Baño María	BÑM
Balanza Digital	BLD
Cabina Extractora De Gases	CEG
Compresor De Aire	CMA
Compactador Mecánico	CMM
Cortadora De Sierra	CTS
Cortadora Eléctrica De Asfalto Y Concreto	CEAC
Durómetro Manual	DRM
Estufa Eléctrica	ETE
Esmeriladora	ESM
Gato Mecánico	GTM
Horno	HOR
Máquina De Corte Directo	MCD
Máquina De Corte Directo Para Suelos	MCDS
Máquina De Consolidación Manual	MCM
Mezcladora De Cemento	MZC
Máquina De Ensayo A Compresión Manual	MECM
Máquina De Ensayo A Compresión Uniaxial	MECU
Máquina De Ensayo De Maderas	MEM
Máquina De Ensayo Corte Triaxial	MECT
Máquina De Ensayos MTS Para Flexión De Asfaltos	MEFA
Maquina Para Ensayo De Probetas De Asfalto	MEPA
Máquina De Pruebas De Tensión INSTRON	MPT
Maquina Universal De Ensayos MTS	MUE
Péndulo De Impacto Manual	PIM

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 13. Abreviatura del nombre de los equipos para el laboratorio de CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. Parte 2.

NOMBRE DEL EQUIPO	ABREVIATURA
Pie de Rey	PIR
Puente Grúa o Montacargas	PGM
Prensa Hidráulica Para Ensayos A Compresión	PHEC
Tamizadora Nº 1	TAM
Torre De Enfriamiento	TRE
Unidad De Control Hidráulico Adaptador	UCHA
Unidad De Control De Potencia	UCP

Fuente. Autores del proyecto

4.2.2. Zonas de Trabajo.

Para complementar el código, se hizo necesario identificar las zonas de trabajo de cada uno de los laboratorios, donde se encuentran ubicados cada uno de los equipos, pensando siempre en la comodidad del área de trabajo y la seguridad para la operación de los mismos.

Entonces una vez definidas las zonas de trabajo, se genera una abreviatura propia de cada dependencia que en algunos casos es solo algunas letras del nombre o consecutivos que sean fácil de recordar. En la Figura 19 para el Laboratorio Químico de Suelos y las Figuras 20 y 21 para el Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción, se muestran las plantas de trabajo de los laboratorios:

Figura 19. Zona de equipos Laboratorio Químico de Suelos.

Fuente: Autores del Proyecto.

Figura 20. Zona de equipos Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Primer piso.



Fuente: Material otorgado por el Laboratorio.

Figura 21. Zona de equipos Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Planta baja; Sótano.



Fuente: Material otorgado por el Laboratorio.

Luego de identificar cada zona de trabajo, es necesario codificarlas como sigue en las Tablas 14 y 15 para cada uno de los laboratorios asistidos.

Tabla 14. Codificación De Las Áreas De Trabajo Del Laboratorio Químico De Suelos.

NOMBRE	CODIGO
Zona de Equipos A	ZEA
Zona de Equipos B	ZEB
Zona de Equipos C	ZEC
Zona de Equipos D	ZED

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 15. Codificación De Las Áreas De Trabajo Del Laboratorio Caracterización De Materiales De Construcción.

NOMBRE	CODIGO
Zona de Equipos A	ZEA
Zona de Equipos B	ZEB
Zona de Equipos C	ZEC
Zona de Equipos D	ZED
Zona de Equipos E	ZEE

Fuente: Autores del Proyecto

4.2.3. Número De Inventario

Corresponde al número único e intransferible, que la universidad asigna a un equipo u objeto. Sin importar la nueva codificación realizada en este proyecto de grado, este sigue desempeñando un papel muy importante dentro de la gestión del mantenimiento, ya que con este, se puede acceder directamente a toda la información en la base de datos creada por la universidad y es un punto en común, entre la División de Mantenimiento Tecnológico y cada uno de los laboratorios, mientras que el nuevo código será de uso exclusivo de cada laboratorio para el desarrollo del programa de mantenimiento.

4.3. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la

misma, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación. Podemos definir riesgo como:

Ecuación de Riesgo

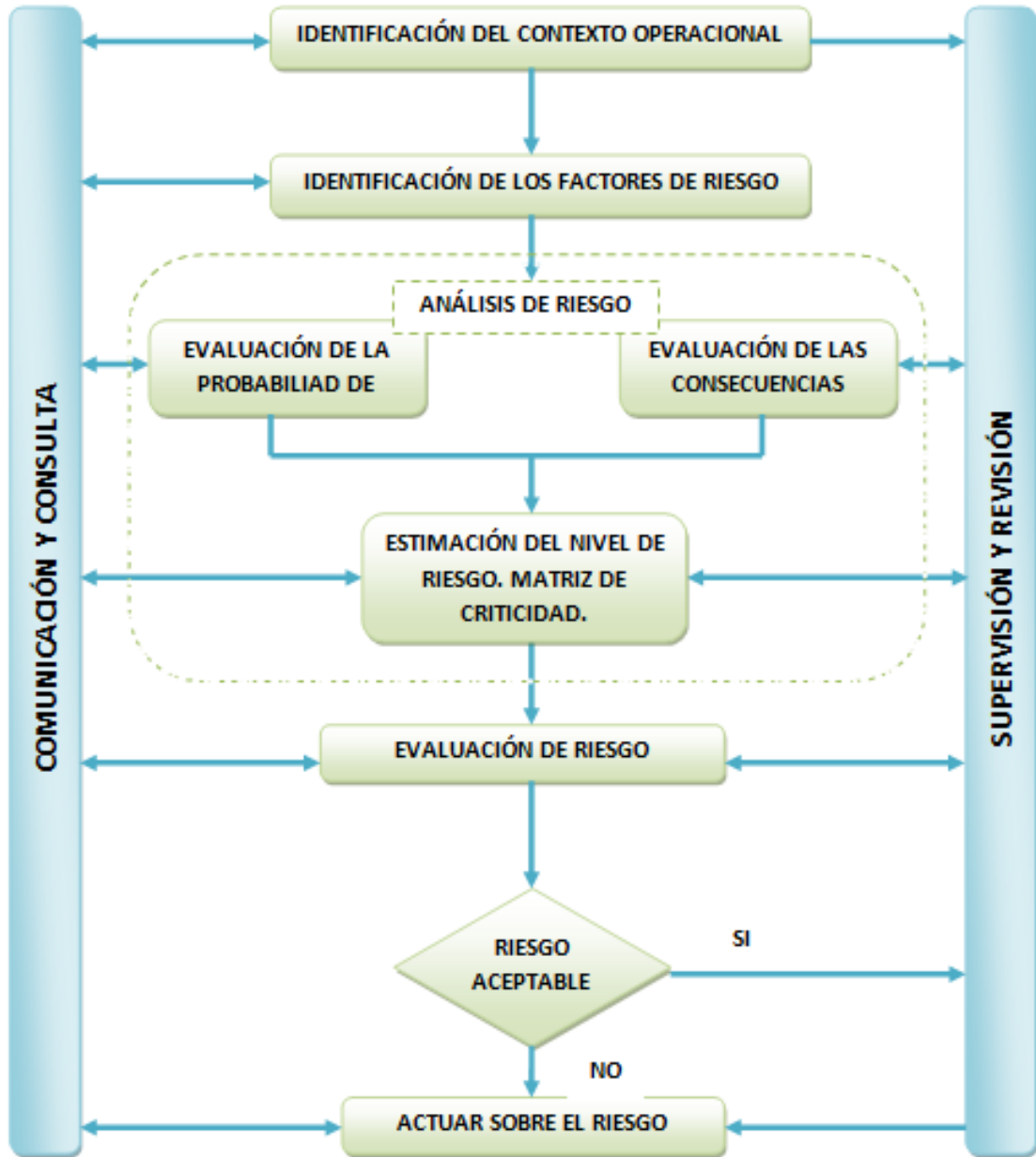
$$\mathbf{Riesgo (t) = Probabilidad de Falla X Consecuencia de Falla}$$

Fuente: Análisis de Criticidad Acerías Paz del Río

Esta metodología hace una estimación de los riesgos causados por fallas y sus consecuencias por medio de funciones de probabilidad.

En la siguiente Figura 22, veremos un modelo basado en el concepto de riesgo para el análisis de criticidad.

Figura 22. Modelo para el análisis de criticidad.



Fuente: Análisis de Criticidad Acerías Paz del Río

Luego de haber identificado los modos de fallo para los componentes activos y de degradación para componentes estáticos, el primer paso es determinar la probabilidad de fallo. Dicho análisis debe de incluir, todos y cada uno de los mecanismos de falla a los cuales son susceptibles el sistema o equipo; además de las situaciones donde el equipo es más susceptible a los mecanismos de deterioro. Este es un método bastante práctico del cual presentaremos a continuación la expresión detallada para el cálculo de criticidad:

Ecuación de criticidad

Criticidad = Frecuencia o Tasa de Falla X Consecuencia de Falla

Donde:

Frecuencia = Rango de Fallas en un Tiempo Determinado ($\frac{Fallas}{Año}$)

Consecuencias = [(Impacto Operacional X Flexibilidad) + Costos de Mto + Imp en Seguridad, Ambiente e Higiene.

Fuente: Análisis de Criticidad Acerías Paz del Río

Luego de aplicar la ecuación de criticidad, vemos en la Tabla 16 vemos un claro ejemplo de la aplicación de la ecuación de riesgo de los factores ponderados dados a cada uno de los criterios evaluados.

Tabla 16. Encuesta Análisis de Criticidad.

ENCUESTA ANÁLISIS DE CRITICIDAD			
PERSONA: Rosa Claudia López Quiroga		ÁREA O SECCIÓN: Área de Equipos B	
EQUIPO: Cabina Extractora de Gases		FECHA: 2 de abril de 2013	
1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)		2. IMPACTO OPERACIONAL	
4	Elevado > 2 Fallas/Año.	10	Parada Total del Equipo.
3	Promedio 1-2 Fallas/Año.	7	Parada Parcial de Equipos y Repercute en Otros Sistemas.
2	Buena 0.5-1 Falla/Año.	4	Impacta a Niveles de Producción o Calidad.
1	Excelente < 0.5 Fallas/Año.	1	No Genera Ningún Efecto Sobre las Operaciones.
3. FLEXIBILIDAD DE OPERACIÓN		4. COSTO DE MANTENIMIENTO (MILLONES DE PESOS)	
4	No Existe Equipo Similar de Repuesto (No Hay Opción de Producción)	2	Mayor o Igual a 3'000.000
2	El Equipo Puede Seguir Funcionando (Hay Opción de Repuestos)	1	Menor de 3'000.000
1	Existe Equipo Similar (Función de Repuesto)		
5. IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE.			
8	Afecta la Seguridad Humana Tanto Externa como Interna y Requiere la Notificación a Entes Externos de la Organización.		
7	Afecta las Instalaciones Causando Daños Severos.		
5	Provoca Solo Daños Menores. (Ambiente – Seguridad)		
1	No Provoca Ningún Tipo de Daño a Personas, Instalaciones o el Ambiente.		

Fuente: Análisis de Criticidad Acerías Paz del Río

La sumatoria máxima de todos y cada uno de los valores de criticidad que se puede obtener es de 200.

El proceso de jerarquización del riesgo de los diferentes modos de falla, resultante de la combinación de la frecuencia de ocurrencia por sus consecuencias, nos permite identificar las mejores áreas de oportunidad para las acciones de recomendación, tanto en la etapa de evaluación como en la aplicación de los recursos económicos y humanos.

Para aplicar el proceso de selección de tareas de mantenimiento en un mayor detalle, se requiere de los modos de falla resultantes, especialmente de aquellos críticos por su nivel de riesgo. Para ello se emplea el *RCM* (siglas en inglés para *Reliability Centered Maintenance* o mantenimiento centrado en la confiabilidad). A los modos de falla resultantes de riesgo medio se les debe aplicar la estrategia derivada del análisis de modos de falla y sus efectos, *AMFE* (*FMEA*, en inglés), mientras que los modos de falla de bajo riesgo, son elegibles para continuar aplicando las acciones que actualmente se vienen aplicando, dado que el riesgo a administrar es mínimo.

La matriz de riesgo empleada para la jerarquización de los modos de falla es mostrada en la Figura 22. Cabe mencionar que se empleó una matriz para cada categoría de consecuencia evaluada, Personas, Medio Ambiente, Negocio (Producción), sin embargo todas las matrices son simétricas de 4 x 4, con los mismos criterios para las regiones de alto riesgo, riesgo medio-alto, riesgo medio y riesgo bajo.

En la Tabla 17 vemos los criterios usados con los casos extremos dentro de los rangos de interés (equipos críticos) para el laboratorio Químico de Suelos, sabiendo que a cada uno de los equipos se les realizó evaluaciones similares, bajo la experiencia del equipo de trabajo de cada uno de los laboratorios.

Tabla 17. Ejemplo análisis de criticidad realizado a los equipos de los laboratorios.

FACTORES ANALIZADOS					
EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE
Mayor Criticidad (Espectrofotómetro de Absorción Atómica)	(3) Promedio de 1 a 2 revisiones por año.	(10) Todas las pruebas deben pasar por este equipo.	(4) No se dispone de otro equipo con similares características.	(2) El costo del mantenimiento es alto.	(8) No genera ningún riesgo para los operarios.
Menor Criticidad (Mufla N°1)	Muy buen funcionamiento.	No genera impacto a la producción.	Se dispone de varios equipos similares.	El costo de la calibración es muy bajo.	No genera ningún riesgo para los operarios.

Fuente: Autores del proyecto.

En las Tablas 18 y 19, podemos observar los resultados que se obtuvieron, luego de aplicar la ecuación de criticidad, frecuencia y consecuencia, para el Laboratorio Químico de Suelos, obteniendo la relación de prioridades referentes a las atenciones necesarias para lograr los más altos índices de confiabilidad en los equipos.

Se han subrayado en color rojo, los equipos más críticos que necesitan de un plan de mantenimiento preventivo y los que aparecen en color azul, son equipos a los cuales se hace necesario dar de baja por su estado físico y tiempo de servicio.

Tabla 18. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Químico de Suelos. Parte 1.

		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	A	B	A	B	C	D	
VALOR		4	3	2	1	10	7	4	1	4	2	1	2	1	8	7	5	1	
AGEEA01	Agitador Electromecánico N°1	2				4				1			1			1		6	12
AGEEA02	Agitador Electromecánico N°2	2				7				4			1			1		30	60
AGEEA03	Agitador Electromecánico N°3	2				7				4			1			1		30	60
ARAED01	Aire Acondicionado N°1	2				7				4			1			1		30	60
ARAEC02	Aire Acondicionado N°2	2				7				4			1			1		30	60
ARAEA03	Aire Acondicionado N°3	2				7				4			1			1		30	60
BLDEA01	Balanza Digital N°1	2				7				4			1			1		30	60
BLDEA02	Balanza Digital N°2	2				7				4			1			1		30	60
BLDEA03	Balanza Digital N°3	2				1				1			1			1		3	6
BLSEC00	Balanza Sensible	2				1				4			1			1		6	12
BMVEA00	Bomba de vacío	3				4				4			1			5		22	66
CEGEA00	Cabina Extractora de Gases	4				4				4			1			8		25	75
CBIEA00	Cabina Insonora	2				7				4			1			1		30	60
CMAEB00	Compresor de Aire	3				1				4			1			1		6	18
CNDEC00	Conductímetro Digital	1				1				1			1			1		3	3
DSAEA01	Destilador de Agua N°1	3				10				2			1			1		22	66
DSAEA02	Destilador de Agua N°2	3				4				2			1			1		10	30
ESPEC01	Espectrofotómetro N°1	1				7				4			1			1		30	30
ESPEC02	Espectrofotómetro N°2	2				4				4			1			1		18	36
EAED00	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	3				10				4			2			1		43	129
ESEEA01	Estufa Eléctrica N°1	3				4				4			1			5		22	63
ESEEA02	Estufa Eléctrica N°2	2				1				1			1			1		3	6
EXPEB00	Extractor de Polvo	3				4				4			1			5		22	66
IMPED00	Impresora	1				1				4			1			1		6	6

Fuente: Autores del Proyecto.

Tabla 19. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Químico de Suelos. Parte 2.

		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	A	B	A	B	C	D		
VALOR		4	3	2	1	10	7	4	1	4	2	1	2	1	8	7	3	1		
MHFEC00	Molino para Hojas de Foliar	2			4				4			1		1				18	36	
MUFEA01	Mufla N°1	1			1				1			1		1				3	3	
MUFEA02	Mufla N°2	2			1				1			1		1				3	6	
PEAEC01	Peachimetro N°1	3			4				4			1		5				22	66	
PEAEC02	Peachimetro N°2	2			4				1			1		1				6	12	
REFEC01	Refrigerador N°1	2			4				1			1		1				6	12	
REFEC02	Refrigerador N°2	1			4				1			1		1				6	6	
RFVED00	Refrigerador Vertical	2			7				4			1		1				30	60	
SHFEA00	Secador de Hojas para Foliar	1			1				4			1		1				6	6	
SMVEA00	Secador de Materiales de Vidrio	1			1				4			1		1				6	6	
TCDEC00	Tecator Digestor	--			--				--			--		--				--	--	
UPSED00	UPS	1			1				2			1		1				4	4	
VLCED00	Válvulas de Control	2			4				4			1		1				18	36	

Fuente: Autores del Proyecto.

Con los resultados obtenidos del análisis de criticidad, se prosigue a clasificar los equipos dentro de la matriz de criticidad y sus casillas de frecuencia y criticidad, como aparecen en la Figura 23, la cual está conformada de tres zonas diferentes llamadas anteriormente como: Crítico (C), Medianamente Crítico (MC), No Crítico (NC).

Figura 23. Matriz de Criticidad.

		10	20	30	40	50
FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		CP				

Fuente: Análisis de Criticidad Acerías Paz del Río

Podemos ver detalladamente que los equipos Críticos se encuentran en la zona roja; los cuales son de mayor cuidado y se tendrán en cuenta principalmente para el plan de mantenimiento.

La Tabla 20, a continuación, nos muestra los equipos clasificados de acuerdo a su nivel de criticidad, desde los críticos hasta los equipos que se encuentran para dar de baja.

Tabla 20. Clasificación de los equipos del Laboratorio Químico de Suelos de acuerdo a la matriz de criticidad.

CLASIFICACIÓN	EQUIPOS
CRÍTICOS	1. Agitador Electromecánico N°2
	2. Agitador Electromecánico N°3
	3. Aire Acondicionado N°1
	4. Aire Acondicionado N°2
	5. Aire Acondicionado N°3
	6. Balanza Digital N°1
	7. Balanza Digital N°2
	8. Bomba de vacío
	9. Cabina Extractora de Gases
	10. Cabina Insonora
	11. Destilador de Agua N°1
	12. Espectrofotómetro N°1
	13. Espectrofotómetro de Absorción Atómica
	14. Estufa N°1
	15. Extractor de Polvo
	16. Peachímetro N°1
	17. Refrigerador Vertical
MEDIANAMENTE CRÍTICOS	1. Balanza Sensible
	2. Compresor de Aire
	3. Destilador de Agua N°2
	4. Espectrofotómetro N°2
	5. Mufla N°2
	6. Molino para Hojas de Foliar
	7. Peachímetro N°2
	8. Válvulas de Control
NO CRÍTICOS	1. Estufa Eléctrica N°2
	2. Mufla N°1
	3. Refrigerador N°1
	4. Refrigerador N°2
	5. Secador de Hojas para Foliar
	6. Secador de Materiales de Vidrio
	7. UPS
DAR DE BAJA	1. Bomba de Vacío
	2. Impresora
	3. Tecator Digestor

Fuente: Autores del Proyecto.

Podemos ver que el 25% de los equipos son críticos, aclarando que se encuentran en buen estado, en correcto funcionamiento y en servicio. De igual manera, se hace la recomendación de dar de baja a algunos equipos, como nos lo muestra la Tabla 21, debido a su mal estado físico, su tiempo de servicio y de vida y que no se encuentran en funcionamiento.

Tabla 21. Equipos para dar de baja del Laboratorio Químico de Suelos.

EQUIPO	ANÁLISIS
BOMBA DE VACÍO	Desde que se adquirió el nivel de ruido es muy alto, además quemó demasiado aceite. Actualmente no se encuentra en uso.
TECATOR DIGESTOR	Es un equipo reciclado. Actualmente no se encuentra en uso.

Fuente: Autores del Proyecto.

Para dar continuidad a todo este proceso se prosiguió a realizar el mismo análisis aplicado al Laboratorio Químico de Suelos al Laboratorio de Materiales de Construcción, como sigue en las Tablas 22, 23 y 24, presentando también los resultados obtenidos al aplicar las ecuaciones de criticidad, frecuencia y consecuencia, mostrados en la Tabla 25.

Tabla 22. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 1.

		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	A	B	A	B	C	D					
VALOR		4	3	2	1	10	7	4	1	4	2	1	2	1	8	7	5	1					
AE3AEA00	Actuador MTS de 3 Apoyos	2				10				4				2				5				47	94
AUTEC00	Autoclave	2				4				4				1				1				18	36
BNMEC00	Baño de María	1				4				1				1				1				6	6
BLDEC01	Balanza Digital N°1	1				7				4				1				1				30	30
BLDEC02	Balanza Digital N°2	1				7				4				1				1				30	30
BLDED03	Balanza Digital N°3	1				2				1				1				1				4	4
BLDED04	Balanza Digital N°4	1				2				1				1				1				4	4
CEGEC00	Cabina Extractora de Gases	1				1				1				1				1				3	3
CMAED00	Compresor de Aire	2				1				4				1				1				6	12
CMMEC00	Compactador Mecánico	3				10				1				1				1				12	36
CRSEC00	Cortadora de Sierra	2				7				4				1				1				30	60
CEACEB00	Cortadora Eléctrica de Asfalto y Concreto	2				4				4				1				1				18	36
DRMEC00	Durómetro Manual	1				1				1				1				1				3	3
ESEED01	Estufa Eléctrica N°1	3				4				1				1				1				6	18
ESEED02	Estufa Eléctrica N°2	2				4				1				1				1				6	12
ESMEC00	Esmeriladora	1				1				4				1				1				6	6
GTMEC00	Gato Mecánico	1				4				4				1				1				18	18
HOREC01	Horno N°1	2				7				4				1				1				30	60
HORED02	Horno N°2	2				1				1				1				1				3	6
HORED03	Horno N°3	2				1				1				1				1				3	6
HOREC04	Horno N°4	2				1				1				1				1				3	6
HOREB05	Horno N°5	2				1				1				1				1				3	6
HOREB06	Horno N°6	2				1				1				1				1				3	6

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 23. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 2.

		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	A	B	A	B	C	D		
VALOR		4	3	2	1	10	7	4	1	4	2	1	2	1	8	7	5	1		
HOREB07	Horno N°7	2				1				1			1		1				3	6
HOREB08	Horno N°8	2				1				1			1		1				3	6
MCDEE00	Máquina de Corte Directo	2				7				4			1		1				30	60
MQCED00	Máquina de Consolidación	2				1				2			1		1				4	8
MZCEC01	Mezcladora de Cemento N°1	2				4				4			1		1				18	36
MZCEC02	Mezcladora de Cemento N°2	2				4				4			1		1				18	36
MECEE00	Máquina de Ensayo a Compresión Manual	1				7				4			1		1				30	30
MECED00	Máquina de Ensayo a Compresión Uniaxial	1				1				1			1		1				3	3
MEMED00	Máquina de Ensayo de Maderas	1				1				1			1		1				3	3
MECED00	Máquina de Ensayo de Corte Triaxial	1				1				1			1		1				3	3
MEFEE00	Máquina de Ensayos MTS para Flexión de Asfaltos	1				10				4			1		1				42	42
MEPED00	Máquina para Ensayo de Probetas de Asfalto	1				1				1			1		1				3	3
MPTED00	Máquina de Pruebas de Tensión INSTRON	2				1				1			1		1				3	6
MUEEE00	Máquina Universal de Ensayos MTS	1				10				4			1		2				43	43
MUEED00	Máquina Universal de Ensayos	2				1				2			1		5				8	16
MLBEB00	Molino de Bolas	2				2				4			1		1				10	20
MUFEB01	Mufia N°1	1				1				1			1		1				3	3

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 24. Resultados del Análisis de Criticidad para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción. Parte 3

		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	A	B	A	B	C	D		
VALOR		4	3	2	1	10	7	4	1	4	2	1	2	1	8	7	5	1		
MUFED02	Mufla N°2	1				1				1				1				3	3	
PIMED00	Péndulo de Impacto Manual	1				1				4				1				6	6	
PIREC00	Pie de Rey	1				7				4				1				30	30	
PNGEA00	Puente Grúa o Monta Cargas	2				7				4				1				30	60	
PHEEE00	Prensa Hidráulica para Ensayos a Compresión	2				7				4				1				30	60	
TAMEB01	Tamizadora N°1	2				4				1				1				6	18	
TAMEB02	Tamizadora N°2	2				4				1				1				6	18	
TAMEB03	Tamizadora N°3	2				4				1				1				6	18	

Fuente: Autores del Proyecto

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos dentro de la clasificación de cada uno de los equipos para la matriz de criticidad, recordando que los equipos que se encuentran en la zona de mayor criticidad (críticos) tendrán una mayor prioridad para el plan de mantenimiento a llevar a cabo.

Tabla 25. Clasificación de los equipos del Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción de acuerdo a la matriz de criticidad.

CLASIFICACIÓN	EQUIPOS
CRÍTICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actuador MTS de 3 Apoyos 2. Balanza Digital N°1 3. Balanza Digital N°2 4. Cortadora de Sierra 5. Horno N°1 6. Máquina de Ensayo a Compresión Manual 7. Máquina De Corte Directo N°1 8. Máquina de Ensayos MTS para Flexión de Asfaltos 9. Máquina Universal de Ensayos MTS 10. Pie de rey 10. 11. Puente Grúa o Monta Cargas 12. Prensa Hidráulica para Ensayos a Compresión
MEDIANAMENTE CRÍTICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Autoclave 2. Balanza Digital N°3 3. Balanza Digital N°4 4. Compactador Mecánico 5. Cortadora Eléctrica De Asfalto Y Concreto 6. Esmeriladora 7. Estufa Eléctrica N°1 8. Horno N°2 9. Horno N°3 10. Máquina de Pruebas de Tensión INSTRON 11. Mezcladora de Cemento N°1 12. Mezcladora de Cemento N°2 13. Molino de Bolas
NO CRÍTICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baño de María 2. Cabina Extractora de Gases 3. Compresor de Aire 4. Estufa Eléctrica N°2 5. Gato Mecánico 6. Horno N°5 7. Horno N°6 8. Horno N°7 9. Horno N°8 10. Máquina de Consolidación 11. Máquina de Ensayo a Compresión Uniaxial 12. Máquina Universal de Ensayos 13. Mufla N°1 14. Mufla N°2 15. Péndulo de Impacto Manual 16. Tamizadora N°1 17. Tamizadora N°2 18. Tamizadora N°3 19. Unidad de Control Hidráulico Adaptador 20. Unidad de Control de Potencia
DAR DE BAJA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Durómetro Manual 2. Horno N°4 3. Máquina De Ensayo De Maderas 4. Máquina de Ensayo de Corte Triaxial 5. Máquina para Ensayo de Probetas de Asfalto 6. Máquina de Corte Directo.

Fuente: Autores del Proyecto

En el Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción, se encontraron que el 17% del total de los equipos se encuentran en la zona de críticos, estando en buen estado y en servicio y tan sólo dos de los equipos se encuentran para dar de baja por su estado físico y tiempo de servicio dentro del laboratorio, mostrados en la siguiente Tabla 26.

Tabla 26. Equipos para dar de baja del Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción.

EQUIPO	ANÁLISIS
DURÓMETRO MANUAL	Actualmente este equipo no se encuentra en uso.
HORNO Nº4	Actualmente este equipo se encuentra dañado, debido a su tiempo de servicio dentro del laboratorio. Afortunadamente existen 7 hornos más para los trabajos necesarios.
MÁQUINA DE ENSAYO DE CORTE TRIAXIAL	Este equipo se encuentra dañado; se sugiere la compra de uno nuevo.
MAQUINA DE ENSAYO DE PROBETAS DE ASFALTO	Es un equipo obsoleto. En el momento no cumple ninguna labor dentro del laboratorio, por lo cual se ha decidido donarlo al área académica.
MÁQUINA DE CORTE DIRECTO.	Actualmente este equipo se encuentra dañado por su tiempo de servicio. Se donará al área académica.
MÁQUINA DE ENSAYO DE MADERAS	Esta máquina se adquirió con el fin de realizar algunos ensayos de maderas a compresión, pero casi nunca se hace uso de ella debido a que existen otros equipos que también realizan estos ensayos además de otros, por lo cual se encuentra detenida.

Fuente: Autores del Proyecto.

Para finalizar este capítulo y todo el análisis hecho, se hace necesario aclarar, que dentro de la zona de mayor criticidad, se encuentran algunos equipos denominados de alta complejidad y su mantenimiento es realizado por contrataciones externas, clasificados dentro de la Tabla 27 a continuación, los cuales no se tendrán en cuenta para el diseño del mantenimiento a realizar, pero si se hace necesario dejar algunas recomendaciones de operación para los usuarios, siempre que se desee hacer uso de este.

Tabla 27. Equipos de Alta Complejidad.

EQUIPOS DE ALTA COMPLEJIDAD

<p>LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS</p>	<p>LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</p>
<p>Espectrofotómetro de Absorción Atómica</p>	<p>Máquina Universal de Ensayos MTS</p>

Fuente. Autores del Proyecto

5. DISEÑO DE FORMATOS PARA EL REGISTRO DE LA DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS

Ante la necesidad que tiene la División de Mantenimiento Tecnológico, de mejorar el proceso de información con el cual cuenta actualmente, se planteó diseñar e implementar nuevos formatos, para el manejo de la documentación básica para la gestión del mantenimiento, para uso interno de los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, diferentes a los que actualmente maneja internamente la División de Mantenimiento Tecnológico, que cumplan con las actividades planteadas y veracidad en la información.

Los nuevos formatos deben de incluir información como:

- Una mejor presentación de los datos
- Generar espacios para el análisis y descripción de procesos realizados
- Mejorar el control sobre los tiempos de ejecución

Teniendo en cuenta también que los formatos deben ser simples y de fácil comprensión para los operarios que laboran dentro de cada laboratorio, siendo estos quienes deben diligenciarlos a la hora de presentarse una actividad, permitiendo una constante evaluación de la gestión, direccionado a la mejora continua de las actividades programadas y a una formación continua del personal de trabajo de cada uno de los laboratorios.

5.1. NIVELES DE INFORMACIÓN

La información que se va a manejar en el diseño del programa de mantenimiento preventivo, debe ubicarse en niveles de información dependiendo a quien va dirigido y el tipo de datos. De acuerdo a esto, se pueden identificar tres niveles de información:

- **Información para la Dirección:** Este nivel contiene todos los datos que se relacionan con los costos de mantenimiento, repuestos y datos que gestionan las acciones de mantenimiento, permitiendo a la dirección, evaluarlos y analizarlos y determinar las acciones a seguir.
- **Información para las Operaciones:** Este nivel contiene los datos que permiten conocer los parámetros fundamentales para la ejecución de trabajos en los equipos, datos técnicos, historiales y órdenes de trabajo e influencia de los equipos en los procesos.
- **Información para el puesto de trabajo:** Este nivel contiene datos referentes a necesidades con respecto a la formación del personal, frente a la implementación del programa de mantenimiento, sus perfiles e incentivos de los mismos.

5.2. MANEJO DE DATOS PARA LA DOCUMENTACIÓN

Para lograr recopilar la información necesaria para el diseño del programa de mantenimiento, es necesario abarcar cuatro aspectos fundamentales como:

- Costos
- Aspecto Técnico

- Mano de Obra
- Gestión del Mantenimiento

5.2.1. Costos

En este punto se recolecta toda la información que respecta a los costos de mantenimiento de todos y cada uno de los equipos, teniendo en cuenta:

5.2.1.1. Costos Fijos. Su principal característica es que son independientes del volumen de la producción y de las ventas, en el caso del mantenimiento, están compuestos principalmente por la mano de obra y los materiales necesarios para realizarlo.

5.2.1.2. Costos Variables. Estos costos son proporcionales a la producción realizada para el mantenimiento; hacen parte de estos costos básicamente la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento.

5.2.1.3. Costos Financieros. Los costos financieros para el mantenimiento se debe principalmente al valor de los repuestos del almacén. Si los recambios son utilizados frecuentemente y la inversión contribuye a mantener la capacidad productiva de la instalación, este se constituye en un costo que a la larga será beneficioso.

5.2.1.4. Costos de Fallos. Este costo se refiere al costo o pérdida de beneficio que la empresa soporta por causas directamente relacionadas con el mantenimiento. Su volumen puede ser incluso superior a los costos mencionados anteriormente, estos costos se deben principalmente a:

- Pérdidas de materia prima.
- Descenso de la productividad de la mano de obra del personal de producción mientras se realizan las reparaciones.
- Pérdidas energéticas por las malas reparaciones o por no realizarlas, fugas de vapor, aislamientos térmicos defectuosos, etc.
- Rechazos de productos por mala calidad.
- Producción perdida durante la reparación, menores ventas, menores beneficios.
- Averías medioambientales que pueden suponer riesgos para las personas o para las instalaciones, daños humanos, primas de seguros, imagen, etc.
- Costos indirectos, amortizaciones.

El costo de fallo en las empresas productivas, será mayor cuanto mayor sea la automatización, el costo de fallo se podría simplificar, como la suma de los costos fijos durante el tiempo de la reparación, más el beneficio que se deja de obtener en este mismo periodo.

En resumen, los costos totales para los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, serán la suma de todos los costos como son:

- **Costos Totales**

- Mano de obra propia
- Mano de obra subcontratada
- Trabajos externos
- Herramientas e insumos
- Materiales y repuestos
- Costos indirectos

Costos Totales = Mano de Obra + Subcontrataciones + Trabajos Externos + Herramientas e Insumos + Materiales y Repuestos + Costos Indirectos.

- **Imputación de Costos**

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mejoras, modificaciones e inversiones.
- Control de presupuestos.

Los aspectos referentes en base a los costos de mantenimiento no fueron tenidos en cuenta, puesto que la División de Mantenimiento Tecnológico, consideró que dichas fichas no se encuentran bajo el alcance del desarrollo de este proyecto de grado.

5.2.2. Aspecto Técnico

En este punto se describe la naturaleza de los equipos basándose en datos como:

- Manuales de operación y mantenimiento
- Capacidad del equipo
- Dimensiones
- Subsistemas
- Datos de recepción del equipo

5.2.3. Gestión del Mantenimiento

Este aspecto depende principalmente de la disponibilidad de los equipos y de los tiempos de ejecución de servicios, los cuales pueden ser evaluados de acuerdo a:

- Tiempos para el mantenimiento
- Tiempo de reparación y efectos de las averías
- Paros de equipos
- Tiempo entre fallos

5.2.4. Mano de Obra

Este aspecto muestra la información correspondiente al personal de mantenimiento que atiende las solicitudes y condiciones de trabajo dispuestas.

5.3. PLANTILLAS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS

Para el diseño de los nuevos planes de mantenimiento preventivo para la División de Mantenimiento Tecnológico, se tomaron como referencia los elementos que han sido evaluados anteriormente, estableciendo criterios para la construcción de nuevos diseños de formatos que incluya información fiable y concreta como base de estos.

El diseño de estos formatos fue basado en anteriores planes de mantenimiento realizados por empresas como ASERÍAS PAZ DEL RÍO y la misma UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, en anteriores proyectos de grado, tomando en cuenta los aspectos más importantes en estos y considerando la información más importante para el desarrollo del mismo.

Los laboratorios a estudiar son de diferentes dependencias (Escuela de Química y Escuela de Ingeniería Civil), por lo cual para el diseño de los formatos se haría necesario contar con dos tipos diferentes, pero para el desarrollo de este proyecto, se diseñaron un solo formato el cual recopila la información en común entre los dos laboratorios y anexo la información que difiere; entonces habrán campos que no se llenarán, porque solo se representan para el estudio del otro laboratorio

Se diseñaron 8 formatos diferentes para la administración de la información que permita mejorar la calidad del mantenimiento. En la Tabla 28 siguiente, se muestran los aspectos tenidos en cuenta finalmente para el diseño del plan y de los formatos que lo respaldarán:

Tabla 28. Formatos para el Programa de Mantenimiento

ASPECTO	FORMATO
ASPECTO TÉCNICO	- Ficha Técnica - Recomendaciones de Uso
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	- Solicitud de Servicio - Orden de Trabajo - Hoja de Vida
PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO	- Ficha de Mantenimiento Autónomo - Ficha de Mantenimiento Preventivo - Cronograma de Actividades

Fuente: Autores del Proyecto

5.3.1. Ficha Técnica de los Equipos

Este formato detalla de manera resumida la información de cómo se encuentra compuesto el equipo, las características de funcionamiento, estructura y dimensiones del mismo. Facilitando el reconocimiento del sistema para los funcionarios, como su principal objetivo, para lo cual se requiere de fotos y planos de los equipos (si es posible obtenerlos ya que muchos de los equipos no tienen ningún documento de esta índole por parte de los laboratorios).

La ficha técnica es muy importante, ya que esta nos ayuda en la instalación de un equipo, su operación y a la revisión de los registros de mantenimiento, para así obtener una mejor base de datos de los mismos.

En la Tabla 29 a continuación, se muestra el formato de ficha técnica que será utilizado a partir de este proyecto para el diseño del programa de mantenimiento en cada laboratorio.

Tabla 29. Formato de Ficha Técnica.

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO:
EQUIPO:	<u>FOTO</u>	
ZONA:		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE:		
PROVEEDOR:		
DIRECCIÓN:		
TELÉFONOS:		
APLICACIÓN:		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA:	PESO:	SERIAL:
MODELO:	CORRIENTE:	POTENCIA:
VELOCIDAD:	TENSIÓN:	CAPACIDAD:
ALTO:	ANCHO:	PROFUNDIDAD:
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
OBSERVACIONES		

Fuente. Autores del Proyecto.

5.3.2. Hoja de Vida.

Este formato recopila todas y cada una de las actividades de mantenimiento realizadas a cada equipo llevando así un historial que permita seguir una continuidad en los trabajos realizados, permitiéndole a los técnicos una realización más práctica de los diagnósticos, disminuyendo el tiempo entre cambio de personal cuando se requiera, además de brindar datos estadísticos sobre las fallas.

La hoja de vida permite manejar información de tipo cronológico, descripción de trabajos, repuestos usados y el personal responsable de la ejecución de las tareas.

La Tabla 30 nos muestra el formato de hoja de vida, que será usado para el desarrollo del programa de mantenimiento dentro de este proyecto.

5.3.3. Solicitud de Servicio.

Este formato debe de ser el primero en diligenciar a la hora de prestar servicio a un equipo, ya sea producto de una de las actividades programadas o de un inminente mantenimiento correctivo o cualquiera que sea el que se requiera en el momento. Está a cargo del personal de mantenimiento su diligenciamiento, siendo posteriormente evaluado por el jefe de la división, quien finalmente da la autorización para el trabajo a realizar.

Dicho formato se caracteriza por dar a conocer las fallas e imperfecciones que se puedan llegar a presentar en un equipo. Este formato requiere de una información base que consta de:

- Nombre, código y número de inventario del equipo
- Tipo de daño: mecánico, eléctrico u otro
- Descripción del trabajo a realizar
- Grado de prioridad del trabajo, urgente, necesario, normal
- Sugerencias para el servicio.
- Observaciones generales.
- Fecha de entrega de la solicitud.
- Fecha de cumplimiento.
- Nombre del solicitante
- Nombre de quien lo aprueba

La Tabla 31 nos muestra el formato de solicitud de servicio.

Tabla 31. Formato de Solicitud de Servicio.

SOLICITUD DE SERVICIO							
CÓDIGO:				N° DE SOLICITUD:			
EQUIPO				N° DE INVENTARIO:			
TIPO DE DAÑO	MEC		ELECT		ELECTR		OTRO:
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:							
PRIORIDAD:		EXT URGENTE		URGENTE		NORMAL	
SUGERENCIAS PARA EL SERVICIO:							
OBSERVACIONES:							
FECHA DE ENTREGA:							
FECHA DE CUMPLIMIENTO:							
SOLICITA:				APRUEBA:			
REALIZADO POR:				AUTORIZADO POR:			
_____				_____			

Fuente: Autores del Proyecto

5.3.4. Orden de Trabajo.

Este formato se considera como la base fundamental de un buen mantenimiento preventivo. Es allí donde nacen todas y cada una de las actividades a realizar, además de brindar una descripción más detallada de cada uno de los trabajos, convirtiéndose en la principal fuente de información para los registros.

Una orden de trabajo es planteada luego de realizar una solicitud de servicio, por lo cual, debe de existir una amplia y necesaria relación entre estos dos formatos, que nos permita convertir la información de primera mano y de fácil manejo a la hora de retroalimentar los datos por parte del personal de mantenimiento. Dicha orden también es diligenciada por el personal de mantenimiento, además de ser evaluada por el jefe de mantenimiento, siendo este, quien determine si el trabajo a realizar, se encuentra dentro del portafolio de servicios ofrecidos por la división de mantenimiento. El formato para las órdenes de trabajo, diseñado para este proyecto contiene la siguiente información y que se muestra en la Tabla 32:

- Numero de orden de trabajo.
- Nombre, código y número de inventario del equipo.
- Fecha de solicitud.
- Fecha y hora de paro del equipo.
- Nombre del solicitante
- Tiempo de ejecución del trabajo (inicio, terminación y tiempo total en horas).
- Reporte de falla del equipo.
- Trabajo a realizar.
- Reporte de mantenimiento.
- Análisis general de datos.
- Nombre de los responsables del trabajo (quien realiza y quien aprueba).

Tabla 32. Formato de Orden de Trabajo.

ORDEN DE TRABAJO		
CÓDIGO:		N° DE SOLICITUD:
EQUIPO:		N° DE INVENTARIO:
FECHA DE SOLICITUD:		
FECHA DE FALLA DEL EQUIPO:		HORA DE FALLA DEL EQUIPO:
NOMBRE DEL SOLICITANTE:		
TIEMPOS DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO		
INICIO	TERMINACIÓN	TIEMPO TOTAL [HORAS]
FECHA:	FECHA:	FECHA:
HORA:	HORA:	HORA:
REPORTE DE FALLA DEL EQUIPO:		
TRABAJO A REALIZAR:		
REPORTE DE MANTENIMIENTO:		
ANÁLISIS DE DATOS:		
REALIZADO POR:		AUTORIZADO POR:
_____		_____

Fuente: Autores del Proyecto.

5.3.5. Mantenimiento Autónomo.

Este formato recopila toda la información sobre las actividades que cualquier operario debe de realizar antes, durante o después de darle uso a un equipo. Tareas que van desde una limpieza hasta el remplazo de una pieza que no tenga una previa programación, pasando por una previa revisión hasta la desconexión del equipo.

El formato de mantenimiento autónomo está compuesto por revisiones y observaciones, presentadas de la siguiente forma:

- Revisiones antes de la operación
- Revisiones durante la operación
- Revisiones después de la operación
- Recomendaciones

Este será el trabajo a realizar en el ámbito del mantenimiento a los laboratorios, informando permanentemente a la División de Mantenimiento Tecnológico, para llevar a cabo los controles de calidad y de no ser efectivos se puedan realizar las respectivas modificaciones, con el fin de poder alcanzar los más altos índices de calidad.

En la Tabla 33 se muestra el formato para el mantenimiento autónomo para el diseño del programa de mantenimiento para este proyecto. Cabe resaltar que los formatos de mantenimiento autónomo se aplican a los equipos de igual conformación y función.

Tabla 33. Ficha de Mantenimiento Autónomo.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO:CÓDIGO:	
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	
DURANTE LA OPERACION	
DESPUES DE LA OPERACIÓN	
RECOMENDACIONES	

Fuente: Autores del Proyecto

5.3.6. Ficha de Mantenimiento Preventivo.

Este formato incluye las actividades a las cuales deben ser sometidos cada uno de los equipos y su frecuencia, como base de la planeación para el mantenimiento preventivo compartiendo información con los operarios durante la fase de documentación, de la revisión de los manuales de operación de los equipos y las recomendaciones dadas por los fabricantes.

Debe ser una información precisa, puesto que no es justificable una saturación indebida de actividades que ocupen a todo el personal de mantenimiento en pequeñas tareas que puedan ser atendidas por el personal de cada una de las dependencias que lo requieran.

En la Tabla 34 se muestra la ficha de mantenimiento preventivo, para el diseño del programa de mantenimiento para este proyecto. En los anexos podemos ver las fichas de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de cada uno de los laboratorios.

Tabla 34. Ficha de Mantenimiento Preventivo.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO:	CODIGO:
ACTIVIDAD DIARIA	
ACTIVIDAD MENSUAL	
ACTIVIDAD SEMESTRAL	
ACTIVIDAD ANUAL	

Fuente: Autores del Proyecto

5.3.7. Ficha de Recomendaciones para Equipos de Alta Complejidad.

Este formato incluye una serie de recomendaciones y precauciones, que son necesarias tener en cuenta, a la hora de operar cualquiera de los equipos de alta complejidad, a los cuales se les realiza el mantenimiento respectivo por medio de una contratación externa y son los operarios quienes deben de notificarlo a la División de Mantenimiento Tecnológico. En la tabla 35 podemos ver la ficha de recomendaciones que se diseñó para el desarrollo del programa de mantenimiento de este proyecto.

Tabla 35. Ficha de Recomendaciones.

FICHA DE RECOMENDACIONES	
EQUIPO:	CODIGO:
RECOMENDACIÓN 1	
RECOMENDACIÓN 2	
RECOMENDACIÓN 3	

Fuente: Autores del Proyecto.

5.3.8. Cronograma de Mantenimiento Preventivo.

Este formato nos ayuda como herramienta que nos brinda recordatorios permanentes, el cual agrupa, todas y cada una de las actividades del mantenimiento preventivo, dentro de cada uno de los laboratorios. Se ha realizado previamente una clasificación de los trabajos, de acuerdo a la frecuencia de estos. En las Tablas 36 y 37, podemos ver el diseño de estos cronogramas para los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, junto con sus convenciones previamente realizadas.

Tabla 37. Cronograma de Mantenimiento Preventivo para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
LABORATORIO CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESPECIFICACIONES			ENE-15				FEB-15				MAR-15				ABR-15				MAY-15				JUN-15				JUL-15				AGO-15				SEP-15				OCT-15				NOV-15				DIC-15							
N°	NOMBRE	CODIGO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Balanza Digit. N° 1	BLD1																																																				
2	Balanza Digital N° 2	BLD2																																																				
3	Cortad de Sierra.	CRS																																																				
4	Horno N° 1	HOR																																																				
5	Máq. Ens. Comp. Manual.	MECM																																																				
6	Máq. Cort. Dir. N° 1	MCD1																																																				
7	Pie de Rey.	PIR																																																				
8	Puente Grúa.	PNG																																																				
9	Prensa Hidráulica.	PRH																																																				

X	Diarias
	Semanales
	Menores a un año
	Anuales

*El número simboliza la cantidad de actividades a realizar. Ejemplo 2 (Diaria y mensual).

*La casilla tendrá el color de la actividad de menor frecuencia.

Fuente: Autores del Proyecto.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En lo transcurrido del año 2012, la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander, realizó diferentes tipos de operaciones de mantenimiento, dentro de cada uno de los laboratorios del campus, incluyendo el Laboratorio Químico de Suelos y el Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción, las cuales podemos verlas en la Tabla 38, como sigue:

Tabla 38. Operaciones Realizadas de Mantenimiento Preventivo año 2012

LABORATORIO	OPERACIONES REALIZADAS EN EL AÑO 2012
Laboratorio Químico de Suelos	10
Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción	40

Fuente: Autores del Proyecto

Las actividades que serán programadas en el software de mantenimiento **EASY MANAGEMENT**, están basadas en el número de equipos de cada uno de los laboratorios, que serán incluidos dentro del plan de mantenimiento preventivo, diseñado con base en el análisis de criticidad asegurando el cumplimiento de cada una de las operaciones. En la siguiente Tabla 39, se muestran el número de dichas actividades a programar.

Tabla 39. Operaciones Programadas en EASY MANAGEMEN.

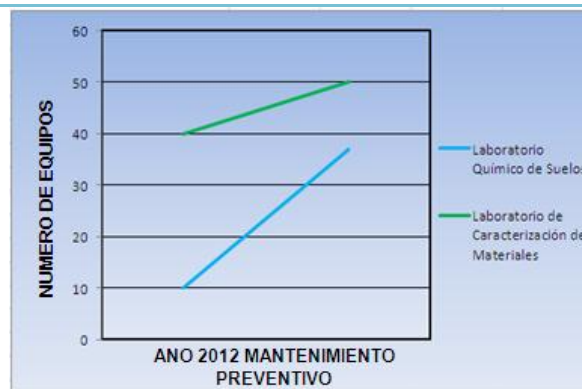
LABORATORIO	OPERACIONES A PROGRAMAR EN EASY MANAGEMENT
Laboratorio Químico de Suelos	37
Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción	50

Fuente: Autores del Proyecto

Con base a estas operaciones a realizar de mantenimiento preventivo, podemos ver como resultado que el número de éstas aumenta considerablemente con respecto a las ya realizadas en el año 2012 por parte de la División de Mantenimiento Tecnológico y unidades externas. Dichos resultados los podemos ver de manera más gráfica a continuación en la Tabla 40:

Tabla 40. Impacto del Uso del Mantenimiento Preventivo.

LABORATORIO	AUMENTO EN OPERACIONES PREVENTIVAS
Laboratorio Químico de Suelos	370%
Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción	125%



Fuente: Autores del Proyecto

Como decíamos anteriormente, se ve claramente una gran diferencia en el aumento de las operaciones realizadas en los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, y más aún en el primero, donde vemos que anteriormente se llevaban a cabo muy pocas operaciones de mantenimiento preventivo, lo cual se busca cambiar mediante la aplicación de ésta metodología.

Ahora se evaluará la relación entre el mantenimiento preventivo y el correctivo (MC/MP), donde el trabajo de gestión de mantenimiento, siempre debe de ir dirigido a la disminución de ésta o en el peor de los casos a su conservación.

Entonces se decide realizar unos cálculos basados en los resultados obtenidos en el informe de gestión de la División de Mantenimiento Tecnológico para el año 2012, conservando la relación MC7MP y que son mostrados en la siguiente Tabla 41:

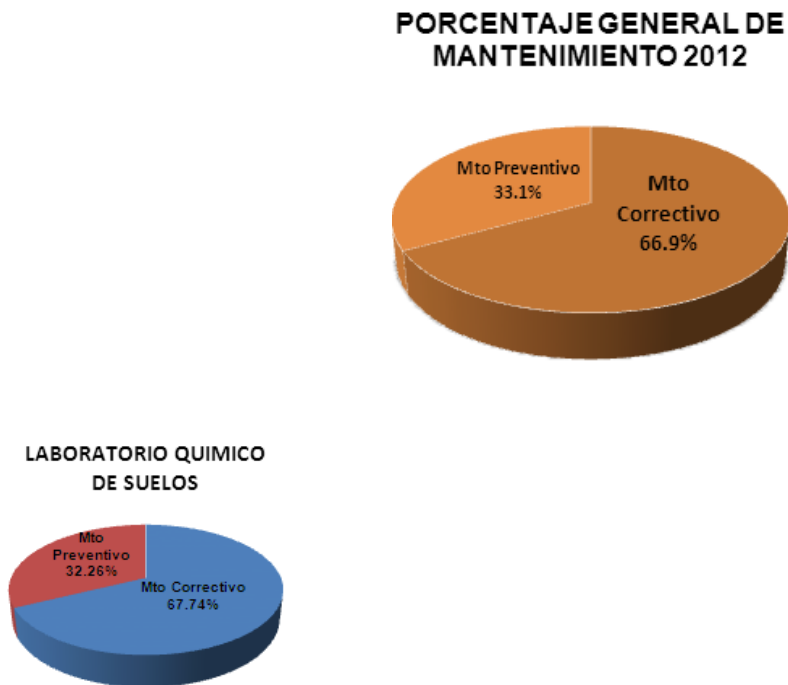
Tabla 41. Cálculos basados en el informe del 2012

TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2012 (MP)	TOTAL MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2012 (MC)	RELACIÓN MC/MP
1520	3081	2.02
LABORATORIO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2012	ESTIMADO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2012
Laboratorio Químico de Suelos	10	21
Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción	40	81

Fuente: Autores del Proyecto.

Con el fin de entender mejor estos resultados, estos fueron graficados y tendrán lugar gracias al plan de mantenimiento preventivo y se muestran a continuación en la Figura 24:

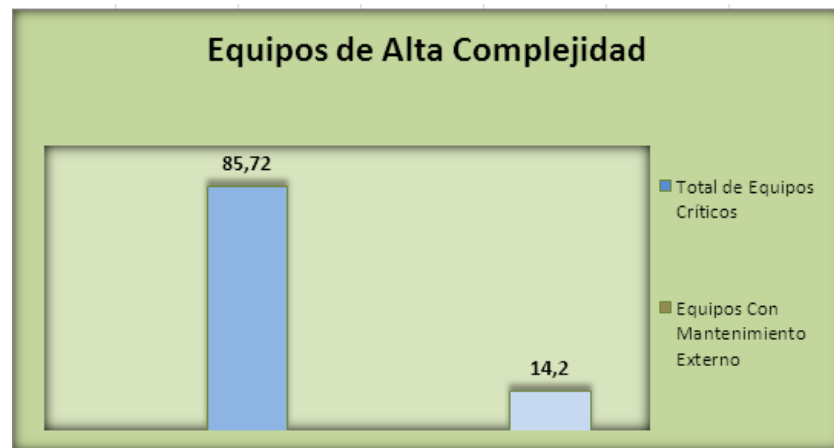
Figura 24. Resultados Implementación del plan de Mantenimiento.



Para terminar el análisis de resultados obtenidos, se encontró que los resultados se están dentro de los rangos aceptados para el mantenimiento externo, como se muestran en la Figura 25. Dichos valores pueden variar de acuerdo a una

reevaluación de los servicios ofrecidos por la División de Mantenimiento Tecnológico a los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción y de una evaluación de costos realizado para dichas dependencias.

Figura 25. Porcentaje de Equipos de Alta Complejidad.



Fuente: Autores del Proyecto.

Como resultado principal que se obtuvo, vemos que se de esta manera habrán cambios muy grandes reflejados en los resultados vistos anteriormente para los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción y que son viables de acuerdo a los datos obtenidos por la División de Mantenimiento Tecnológico en cuanto a la conservación de los recursos económicos y humanos para el año 2013.

7. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO.

Uno de los problemas más evidentes para el manejo de la información, es que no se cuenta con una herramienta que permita organizar, gestionar y ver de manera eficiente la misma, en este capítulo se mostrarán las bases para el desarrollo de un software que permite suplir las limitaciones con respecto al manejo de la información existente.

El software EASY MANAGEMEN permitirá almacenar y modificar información y ayudar al cumplimiento de las actividades planteadas por medio de alarmas y brinda la oportunidad de crear nuevos trabajos para así tener una cultura de mejoramiento continuo y actualizar las metodologías de trabajo ya existentes

Para el desarrollo del software surgió la clara necesidad de identificar la información para la gestión de mantenimiento también se requirió identificar las variables de entrada y por ultimo establecer relación entre las diferentes unidades para evitar demoras.

7.1. Objetivos del Sistema de Información.

Esta base de datos será la columna vertebral de una serie de actividades con las cuales se buscó organizar, gestionar y ver información de manera ágil y efectiva. Actividades entre las cuales tenemos:

- Agilizar el manejo de inventarios.
- Planificar actividades de mantenimiento.
- Entrega de planes de trabajo diario.
- Contribuir con el manejo de información entre unidades atendidas.

7.2. Componentes del Sistema de Información.

A continuación se nombran todos los documentos que son realmente necesarios para el desarrollo adecuado de la gestión de mantenimiento:

- Ordenes de trabajo.
- Fichas de mantenimiento preventivo.
- Fichas de mantenimiento autónomo.
- Solicitud de servicio.
- Hojas de vida.
- Fichas técnicas.
- Manuales de operación.
- Proveedores.
- Fabricantes.

7.3. Variables de Entrada y Salida.

Como en cualquier programa informático se hizo necesario definir las variables de entrada y salida, como son:

7.3.1. Variables de Entrada.

- Reportes de orden de trabajo.
- Información técnica de los equipos.
- Actividades de mantenimiento correctivo.
- Información de usuario.
- Solicitud de servicio.

- Información de proveedores y fabricantes.
- Plantillas de mantenimiento.
- Plantillas de recomendaciones.

7.3.2. Variables de Salida.

- Información disponible (proveedores, fabricantes, información personal DTM, formatos y reportes).
- Equipos (hojas de vida, inventarios, fichas técnicas).
- Reportes (listado OT y SS pendientes y listado de procedimientos programados).

En este punto fue necesario aclarar que el nivel de ayuda que brinda el EASY MANAGEMENT depende exclusivamente de la calidad de la información utilizada en las variables de entrada y salida.

Las variables de salida se presentaran en un formato de reporte escrito y estará disponible en cualquier momento

7.4. Diseño y Estructura del Software.

El software contiene unos módulos para el manejo de la información los cuales se presentan a continuación:

- Archivo.
- Equipos.

- Gestión De Mantenimiento.
- Reportes Ayuda.

Cada uno de estos módulos tiene subdivisiones que con los cuales se pretende brindar una mayor ayuda al usuario, el cual tendrá acceso libre a toda la información contenía en el software, cabe aclarar que la modificación de información es exclusivamente del administrador

7.5. Funcionamiento del Sistema de Información.

Justo al inicio del programa se presenta la barra de menú y sus módulos de trabajo como se muestra a continuación en la Figura 26.

Figura 26. Interfaz de Entrada EASY MANAGEMENT.

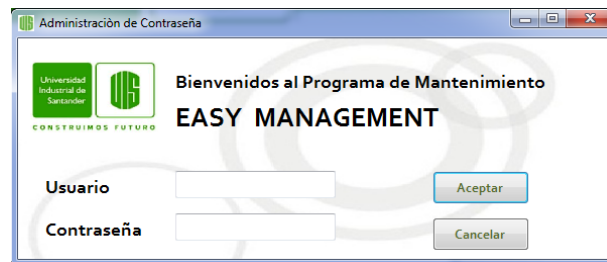


Fuente: Autores del Proyecto.

7.5.1. Módulo de Administración de Usuario.

Luego el sistema pedirá una clave de seguridad para definir el tipo de visitante que ingresa al software, la información solicitada por el software es nombre y usuario para su posterior validación con lo definido en la base de datos, como lo muestra la Figura 27.

Figura 27. Administración del Usuario.



Fuentes: Autores del Proyecto.

7.5.2. Módulo de Archivo.

Aquí se presentan las opciones básicas como son: usuario, abrir, cerrar, salir, cargar base de datos y back up. La Figura 28 nos muestra el módulo de archivo del software.

Figura 28. Módulo de Archivo EASY MANAGEMENT.



Fuentes: Autores del Proyecto.

- **Usuario.**

Hace referencia al reconocimiento del personal con facultades para el ingreso y operación del software. El administrador tiene la facultad de agregar nuevo usuario, modificar el usuario y eliminar un usuario.

Cuando se incluye un nuevo usuario del sistema por parte del administrador los datos serán incluidos en un formato que contendrá la siguiente información:

- Usuario
- Nombre
- Profesión
- Dirección
- Cedula
- Edad
- Clave

- **Abrir.**

Esta opción nos permite cambiar el tipo de usuario sin salir del sistema.

- **Salir.**

Opción para salir de toda la aplicación.

En la Figura 29 vemos la interfaz del Administrador del software.

Figura 29. Interfaz de Administrador de Usuarios EASY MANAGEMENT.



Fuente: Autores del Proyecto.

- **Cerrar.**

Esta opción permite cerrar la sesión de cualquier usuario del sistema:

- **Cargar base de datos.**

Permite cargar cualquier copia que se haya realizado.

- **Back up.**

Permite guardar una copia de seguridad de la información del sistema.

7.5.3. Módulo de Equipos.

Este módulo contiene formatos que se pueden editar, crear, modificar o eliminar información, en estos formatos se describen las características técnicas de los equipos críticos, información de la unidad académica e información de los fabricantes, como se muestra en la Figura 30.

Figura 30. Interfaz del Módulo de Equipos.



Fuente: Autores del Proyecto

- **Fichas Técnicas.**

Se diseñó una ficha técnica para cada equipo crítico y se incluyó una plantilla en el software la cual debe ser diligenciada. En la Figura 31 se muestra un ejemplo de esta ficha en el software.

- **Datos Generales.**

Contiene información de los equipos críticos, como nombre código, uso, número de inventario, unidad académica, fabricantes, proveedores y fotos que ayudan claramente a la presentación del documento entre otras.

- **Características Y Especificaciones Técnicas.**

Recopila toda la información de descripción del equipo como: marca, modelo, peso, tensión, corriente, características de diseño entre otras. Además indica si existen planos y catálogos.

- **Ubicación Dependencia.**

Recoge datos de cada una de las dependencias vinculada a la División De Mantenimiento, como lo son: nombre de la dependencia, ubicación y descripción.

Figura 31. Interfaz de Ficha Técnica EASY MANAGEMENT.



Fuente; Autores del Proyecto.

- **Hojas de Vida.**

Nos muestra información de las intervenciones realizadas al equipo, teniendo en cuenta la fecha de ejecución, también muestra información del personal de mantenimiento involucrado a continuación en la Figura 32, se muestra el formato que se realizó para cada laboratorio.

Figura 32. Interfaz de Ficha Técnica EASY MANAGEMENT.



Fuente: Autores del Proyecto.

- **Fabricantes.**

Muestra información sobre los fabricantes teniendo como prioridad: el nombre del fabricante, dirección física, correo electrónico, ciudad, país, pagina web y productos, como podemos observar en la Figura 33.

Figura 33. Interfaz de Administración de Fabricantes EASY MANAGEMENT.

Nombre	Direccion	Telefono	Correo	Ciudad
Empanadas del ...	cra 26 no 12 60	345345	dfhdfs@jkdgh.com	colombia

Fuente: Autores del Proyecto.

- **Inventario.**

Permite localizar e identificar cada equipo y su codificación dependiendo del área de ubicación. En la Figura 35, vemos la ficha de inventario en el software.

Figura 34. Interfaz de Formulario de Inventario EASY MANGEMENT.

Codigo	Descripción	Marca	Ubi	Id
AGMEA01	Agtador magnéti...	No aplica	Zona equipos A	7
AGMEA02	Agtador magnéti...	No aplica	Zona equipos A	8
AGMEA03	Agtador magnéti...	No aplica	Zona equipos A	9
AGMEA04	Agtador magnéti...	No aplica	Zona equipos A	10
AGMEA05	Agtador magnéti...	No aplica	Zona equipos A	11
ARAEA01	Aire acondicionado	GoldStar	Zona equipos A	12
BAEEA01	Balanza analítica...	METTLER	Zona equipos A	13
BMVEA01	Bomba de vacío	ROCKER	Zona equipos A	14
CEGFQ01	Cámara de extrac...	No aplica	Zona físico-quími...	15
CEMFC01	Centrífuga	CLINICAL	Zona físico-quími...	16

Fuente: Autores del Proyecto.

- **Proveedores.**

Con el fin de mantener contacto con los proveedores y así mantener cubierta la necesidad de adquisición de recursos y contar con asesorías, en este formato se especifican datos como lo son: nombre, dirección, ciudad, país, teléfono, productos, observaciones y NIT. A continuación se muestra el formato que se diseñó para cada laboratorio, en la Figura 35 y se incluyó en el software.

Figura 35. Interfaz de Administrador de Proveedores EASY MANAGEMENT.

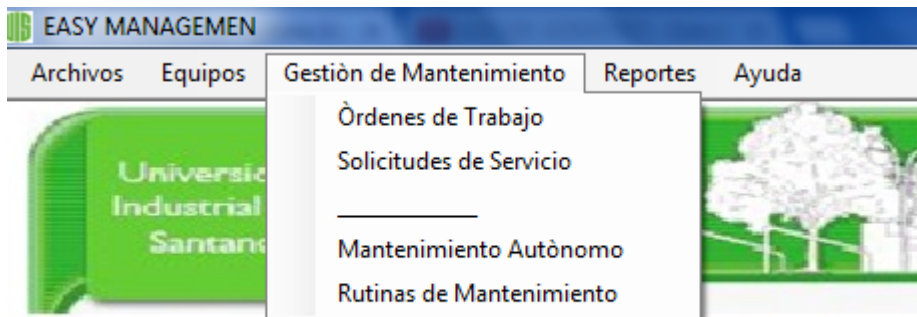
Nombre	Direccion	Telefono	Correo	Ciudad	Nit

Fuente: Autores del Proyecto.

7.5.4. Módulo de Gestión de Mantenimiento.

En este moduló se recopila toda la información para una buena gestión del mantenimiento, incluyendo rutinas y actividades, se incluye formatos de solicitud de servicios para el mantenimiento correctivo, fichas de órdenes de trabajo por mantenimiento programado y correctivo. Podemos ver la interfaz del módulo de gestión de mantenimiento en la Figura 36.

Figura 36. Interfaz del Módulo de Gestión de Mantenimiento.



Fuente: Autores del Proyecto.

- **Solicitud De Servicios.**

Aquí se describe el equipo que genera la solicitud, tipo de fallo, servicio solicitado y sugerencias, importancia de la solicitud, registro de fechas de entrega, nombre del solicitante, nombre del que aprueba la solicitud nombre de quien realiza la solicitud, como se muestra en la Figura 37.

Figura 37. Interfaz de Solicitud de Servicio EASY MANAGEMENT.

Codigop	Versp	Codigo	Equipo	Tipoda	Solicitud	Inventario	Descripcion	gra
*								

Fuente: Autores del Proyecto.

- **Ordenes De Trabajo.**

En este formato se describe claramente en busca de la actualización de la hoja de vida de los equipos, como se muestra en la Figura 38.

- Las actividades realizadas en un equipo.
- Su descripción y tiempos de ejecución.
- Una descripción del problema que se presenta.
- Recomendaciones futuras.

- Modificaciones hechas.

Figura 38. Interfaz de Orden de Trabajo EASY MANAGEMENT.

Fuente: Autores del Proyecto.

- **Rutinas De Mantenimiento Preventivo.**

Señala las actividades a realizar a cada uno de los equipos críticos, según se haya estipulado en programa de mantenimiento preventivo cronológicamente hablando. La Figura 39 nos muestra claramente la interfaz de las rutinas de mantenimiento preventivo dentro del software.

Figura 39. Interfaz de Ficha de Mantenimiento Preventivo EASY MANAGEMENT.

Nombre:

Actividad Diario | Actividad Semanal | Actividad Mensual | Actividad Trimestral | Actividad Semestral | Actividad Anual

Detalle Actividad Activar NO

Fecha Evento: 9/5/2013 jueves, may

Nombre: Activo SI

Nombre	Codigo	Inventario	Ubicacion	Adiari	Asema	Amens	Atrime
*							

Nuevo Actualizar Borrar

Fuente: Autores del Proyecto.

- **Mantenimiento Autónomo.**

En este formato de la Figura 40, se especifican las actividades de conservación de equipo y sus rutinas a realizar antes de iniciar la operación durante la operación y al finalizar la operación, adicionalmente se te incluyen revisiones visuales y recomendaciones de uso.

Figura 40. Interfaz de Ficha de Mantenimiento Autónomo.

Nombre	Codigo	Inventario	Ubicacion	Antesope	Duransope

Fuente: Autores del Proyecto.

7.5.5. Módulo de Ayuda.

En este módulo, como se muestra en la Figura 41, se incluye generalidades y recursos humanos de la DTM, manual del software donde se observa los siguientes ítems.

Figura 41. Interfaz de Recursos Humanos EASY MANAGEMENT.

Nombre	Cedula	Ciudad Exp	Genero	Cargo A	Tele

Fuente: Autores del Proyecto.

- **Acerca de.**

Se visualiza información del software y su estructura de diseño más un PDF con el proyecto de grado, como podemos ver en la siguiente Figura 42.

Figura 42. Interfaz de Información. Acerca de. EASY MANAGEMENT.



Fuente: Autores del Proyecto.

Muestra datos de la división de mantenimiento, visión, misión, objetivos, portafolio de servicio.

- **Recursos humanos de la DTM.**

Presenta información del personal, se puede incluir la hoja de vida de cada operario para la fácil identificación nivel de educación entre otras.

7.6. Plataforma De Desarrollo.

El equipo para poner en marcha el software, EASY MANAGEMENT, debe tener las siguientes características:

- Procesador: Pentium III, de 1 GHz o superior.

- Memoria RAM: 500 MB o superior.
- Espacio disponible en el disco duro: 1GB en el disco c.
- Resolución de la pantalla: 1024x768 pixeles.
- Unidad de CD o DVD: para realizar la instalación del software.
- Impresora: para los reportes.

- Requerimientos del software:

- Sistema operativo: Server 2003, Windows xp service pack 2.
- Windows Instalador 3.5.
- Microsoft Net Framework 3.5.
- Microsoft SQL 2005 Server Express Edition.
- Microsoft Office (Acces).

8. CONCLUSIONES

- Los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción no contaban con un plan de mantenimiento específico, para ninguno de los equipos, dentro de los cuales, la mayor parte de estas acciones son correctivas.
- El personal de los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, no cuentan con ninguna herramienta eficiente y de fácil manejo, que les permita mejorar, organizar y gestionar la información existente referente a la gestión del mantenimiento.
- Se logró determinar que dentro del Laboratorio Químico de Suelos de los 36 equipos inventariados por la Universidad Industrial de Santander, tres de ellos se encuentran en muy malas condiciones físicas y mecánicas, por lo cual se encuentran para dar de baja inmediatamente y están fuera de servicio. Para el Laboratorio Caracterización de Materiales de Construcción, existen 41 equipos inventariados, de los cuales seis de ellos se encuentran para dar de baja inmediatamente, debido a su esta actual y no se encuentran en servicio. Esta capacidad de selección y reconocimiento de los sectores y equipos más susceptibles, reconoce al análisis de criticidad como la base de los procedimientos que buscan la optimización de los procesos al interior de cualquier entidad, además de permitirle al evaluador, un marco de trabajo menor, sin disminución de herramientas y recursos disponibles.
- En los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción, se encontró que ninguno de estos cuenta con un método de identificación para los equipos diferente al número de inventario dado por la

Universidad Industrial de Santander, para de esta manera, hacer más eficiente el manejo de información por parte de los trabajadores, evitando complicaciones y retardos en las tareas de documentación a la hora de realizar procesos que busquen mejoras en las metodologías para la gestión del mantenimiento. Por esta razón, se ha diseñado, para este proyecto, un código único para cada equipo, para la identificación de instrumentos utilizados para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.

- Mediante el análisis de criticidad, se logró establecer tanto para el Laboratorio Químico de Suelos como para el Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción que la conservación y preparación de muestras son los puntos más críticos dentro de los procesos que se llevan a cabo dentro de cada uno de ellos, debido a que los índices más altos de fallas, impacto y flexibilidad de operación se realizaron para equipos involucrados con dichas tareas.
Con esto además se concluye a favor del método de los factores ponderados, que pese a ser una propuesta elaborada para el análisis de líneas de producción definidas, es fácilmente modificable su objeto de estudio si se conocen de este a plenitud sus características, convirtiéndolo en una herramienta versátil y efectiva dentro de las tareas para la gestión de mantenimiento.
- En los Laboratorios Químico de Suelos y caracterización de Materiales de Construcción, se encontró una manera muy dispersa para la recolección de la información pertinente a cada una de las actividades a realizar y diferentes procesos, a la cual los trabajadores no tienen acceso permanente, evidenciando de esta manera un desinterés total por las actividades de mantenimiento. Por lo cual se hizo necesario, la implementación de nuevos

formatos, para la recolección veraz y oportuna de datos y que además permita plasmar nuevas metodologías para la gestión del mantenimiento.

- La pérdida y mal almacenamiento de la información referente al mantenimiento, son otros errores por parte de los trabajadores y administradores de los Laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción. Por tal razón surge la necesidad de diseñar una herramienta computacional, como una solución oportuna y asequible para cada uno de los trabajadores y con características que brindan una herramienta de recopilación para nueva documentación técnica de montaje, operación y cuidado de equipos.
- El diseño del programa EASY MANAGEMENT se planteó de tal manera que pueda ser usado por otras dependencias externas a la División de Mantenimiento Tecnológico, como ayuda a todas las actividades realizadas, teniendo en cuenta que estas tampoco cuentan con una herramienta de este tipo.
- Los fabricantes de cada uno de los equipos dan ciertas recomendaciones de uso y revisión de estos; pero en cada uno de los laboratorios, se ha perdido la continuidad de estas, por lo cual se decide crear una herramienta de alarmas, que contribuya al sostenimiento de las actividades recomendadas por los fabricantes y por cada uno de los nuevos procedimientos desarrollados en el plan de mantenimiento, para cada uno de los laboratorios.

9. RECOMENDACIONES

- Se propone la elaboración de un sistema computarizado, para facilitar los cálculos para el análisis de criticidad y que además brinde resultados como la matriz de criticidad y el listado de equipos más susceptibles a fallas.
- Se recomienda instalar lo antes posible el software EASY MANAGEMENT, al interior de las unidades académicas, para ir familiarizando a los usuarios y/o trabajadores con dicha herramienta y de esta manera buscar su correcto funcionamiento al momento de implementar nuevas propuestas para la gestión del mantenimiento.
- Se hace necesario, luego de la correcta instalación del software EASY MANAGEMENT la actualización de su base de datos y la búsqueda de manuales y planos descriptivos para los equipos que en el momento no cuentan con ninguno de ellos, siendo un factor importante a mejorar dentro de los procesos de retroalimentación.
- Se sugiere implementar el mismo modelo de codificación para equipos utilizados en los laboratorios Químico de Suelos y Caracterización de Materiales de Construcción en las demás unidades académico administrativas. Para ello se propone adicionar un nuevo módulo en el software EASY MANAGEMENT, donde se cuente con un listado de dependencias agregadas y código de identificación, que ayude en la búsqueda y creación de un historial de actividades de realizadas con anterioridad, para que sirvan de apoyo a las nuevas tareas a realizar, sin importar el lugar.

- Finalmente se hace la recomendación de llevar una continuidad permanente del trabajo realizado además de una permanente presentación de informes sobre las actividades realizadas a los laboratorios por parte de estos a la DMT.

BIBLIOGRAFIA

- **BECERRA, Martin. HERRERA, Francisco.** Programa de mantenimiento preventivo para la planta principal de envasado de G.L.P. de la empresa gas de Santander S.A. E.S.P. Bucaramanga. 2011. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Estudio de las Necesidades Formativas en el Área de Mantenimiento Preventivo Industrial. Andalucía. II Acuerdo de Formación Continua y del Fondo Social Europeo. 1999. p. 18-22

- **GONZALEZ B. Carlos R.** Conferencia Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga; Universidad Industrial de Santander, 2001.
- **GONZÁLEZ, Carlos Ramón.** Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: 2001. Publicaciones Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- **MONCADA, Duván. RODRIGUEZ, Edder. QUIÑONEZ, Jelder.** Seminario de investigación en metodologías de análisis de fallas. Bucaramanga, 2009. 113p. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 157

- **MONTAÑA**, Diseño de un sistema de mantenimiento con base, en el análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla en la planta de coque de fabricación primaria en la empresa acerías paz del rio S.A. UPTC, Colombia 2006.
- **PRANDO, Raúl**. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Montevideo: Piedra Santa, 1996.
- **ROSALER, Robert C.** (2002). Manual del Ingeniero de Planta. Mac-Graw-Hill/Interamericana de Editores, S.A. de C.V.
- **TORRES, Bernardo**. Análisis y Desarrollo de la Aplicación Informática para el Mantenimiento Preventivo. Valencia: Alfaomega, 2000.

ANEXOS
ANEXO A. FICHAS TÉCNICA DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO
QUÍMICO DE SUELOS.

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: AGEEA02
EQUIPO: Agitador Electromecánico N° 2		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: Multingeniería LTDA		
PROVEEDOR: Jorge Ariel Vega		
DIRECCIÓN: Calle 23 # 12-71 Bucaramanga		
TELÉFONOS: 630 0814 – 315 765 1178		
<p>APLICACIÓN: Se utiliza para mezclar líquidos o preparar disoluciones y suspensiones, propulsado por un motor eléctrico. Los líquidos que van a ser agitados, están contenidos en vasos, tubos o Erlenmeyer, que se colocan sobre la superficie vibrante, dentro de los cuales se introducen las aspas.</p>		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: NO aplica	PESO:	SERIAL: NO aplica
MODELO: No aplica	CORRIENTE: AC	POTENCIA: 750 W
VELOCIDAD: 260 RPM	TENSIÓN: 110 V	CAPACIDAD: 20 muestras.
ALTO: 120 cm	ANCHO: 80 cm	PROFUNDIDAD: 60 cm
<p>OTRAS ESPECIFICACIONES: Este equipo fue diseñado con materiales reciclables, con un motor de licuadora convencional y aspas de batidora. Como accesorio adicional cuenta con un tyster digital.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Catálogos: No existen para este equipo.</p> <p>Planos: No existen para este equipo.</p>		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: AGEEA03
EQUIPO: Agitador Electromecánico N° 3		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: Multingeniería LTDA		
PROVEEDOR: Jorge Ariel Vega		
DIRECCIÓN: Calle 23 # 12-71 Bucaramanga		
TELÉFONOS: 630 0814 – 315 765 1178		
<p>APLICACIÓN: Se utiliza para mezclar líquidos o preparar disoluciones y suspensiones, propulsado por un motor eléctrico. Los líquidos que van a ser agitados, están contenidos en vasos, tubos o Erlenmeyer, que se colocan sobre la superficie vibrante, dentro de los cuales se introducen las aspas.</p>		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: No aplica	PESO:	SERIAL: No aplica
MODELO: No aplica	CORRIENTE: AC	POTENCIA: 540W
VELOCIDAD: 350 RPM	TENSIÓN: 110V	CAPACIDAD:
ALTO: 120 cm	ANCHO: 100 cm	PROFUNDIDAD: 60 cm
<p>OTRAS ESPECIFICACIONES: Este equipo fue diseñado con materiales reciclables, con un motor de licuadora convencional y aspas de batidora. Como accesorio adicional cuenta con un tymer digital.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Catálogos: No existen para este equipo.</p> <p>Planos: No existen para este equipo.</p>		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: ARAED01
EQUIPO: Aire acondicionado N° 1		
ZONA: ZED		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: LG		
PROVEEDOR: No aplica		
DIRECCIÓN: No aplica		
TELÉFONOS: No aplica		
APLICACIÓN: Mantener el lugar donde se encuentra instalado el equipo a una temperatura menor a la de ambiente, para la conservación de algunas muestras, confort a los trabajadores y mantener condiciones de temperaturas adecuadas en los laboratorios.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: LG	PESO: 35 kg	SERIAL: No aplica
MODELO: W051CA	CORRIENTE: AC	POTENCIA: 520 W
VELOCIDAD: No aplica	TENSIÓN: 115 V	CAPACIDAD: 5050 Btu/h
ALTO: 312 cm	ANCHO: 47.2 cm	PROFUNDIDAD: 378 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
EER =9.7 Btu/h.W		
Corriente: 3.2 A		
Nivel de ruido: 43/43 dB		
OBSERVACIONES		
Estos equipos presentan daños muy frecuentes, por los cuales la DMT hace revisiones periódicamente aunque a veces es necesario aplicar mantenimiento correctivo.		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: ARAEC02
EQUIPO: Aire acondicionado N° 2		
ZONA: ZEC		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: Toshiba		
PROVEEDOR: No aplica		
DIRECCIÓN: No aplica		
TELÉFONOS: No aplica		
APLICACIÓN: Mantener el lugar donde se encuentra instalado el equipo a una temperatura menor a la de ambiente, para la conservación de algunas muestras, confort a los trabajadores y mantener condiciones de temperaturas adecuadas en los laboratorios.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Toshiba	PESO: 32 Kg	SERIAL: No aplica
MODELO: No aplica	CORRIENTE: AC	POTENCIA: 690 W
VELOCIDAD: No aplica	TENSIÓN: 220 V	CAPACIDAD: 7.000 btu/h
ALTO: 34.6 cm	ANCHO: 45.0 cm	PROFUNDIDAD: 535 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
Caudal de aire = 350 m ³ /h		
Nivel de ruido = 43/52 dB		
Corriente = 2.9 A		
OBSERVACIONES		
Estos equipos presentan daños muy frecuentes, por los cuales la DMT hace revisiones periódicamente aunque a veces es necesario aplicar mantenimiento correctivo.		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: ARAEA03
EQUIPO: Aire acondicionado N° 3		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: YORK		
PROVEEDOR: No aplica		
DIRECCIÓN: No aplica		
TELÉFONOS: No aplica		
APLICACIÓN: Mantener el lugar donde se encuentra instalado el equipo a una temperatura menor a la de ambiente, para la conservación de algunas muestras, confort a los trabajadores y mantener condiciones de temperaturas adecuadas en los laboratorios.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: YORK	PESO: 35 Kg	SERIAL: No aplica
MODELO: No aplica	CORRIENTE: AC	POTENCIA: 740 W
VELOCIDAD: No aplica	TENSIÓN: 220V	CAPACIDAD: 9.000 Btu/h
ALTO: 28.5 cm	ANCHO: 82.0 cm	PROFUNDIDAD: 20.5 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
Caudal de aire = M ³ /Min		
Nivel de ruido = 36/21 dB		
Corriente máxima = 3.0 A		
OBSERVACIONES		
Estos equipos presentan daños muy frecuentes, por los cuales la DMT hace revisiones periódicamente aunque a veces es necesario aplicar mantenimiento correctivo.		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: BLDEA01
EQUIPO: Balanza digital N° 1		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: CM y CIA		
PROVEEDOR: No Aplica		
DIRECCIÓN: Cra 25 # 70-07 Bogotá – DC		
TELÉFONOS: 548 4163		
APLICACIÓN: Usado para pesar algunas muestras antes de pasar a otros procesos que requieren conocer el peso de ciertas sustancias, por lo cual por este equipo deben pasar primero las sustancias a estudiar antes de cualquier otro proceso.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: METTLER TOLEDO	PESO: 4 Kg	SERIAL: 1116391815
MODELO: PB3002	CORRIENTE: CC	POTENCIA: No aplica
VELOCIDAD: No aplica	TENSIÓN: 8-14.5 V	CAPACIDAD: 3100 g
ALTO: 10 cm	ANCHO: 30 cm	PROFUNDIDAD: 30 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: mínimo 0.5g, e=0.1g, d=10mg, 8-14.5V, 50/60Hz, 5VA, 9.5-20V=5		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: BLDEA02
EQUIPO: Balanza Digital N° 2		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: CM y CIA		
PROVEEDOR: No aplica		
DIRECCIÓN: Cra 25 # 70-07 Bogotá – DC		
TELÉFONOS: 548 4163		
APLICACIÓN: Usado para pesar algunas muestras antes de pasar a otros procesos que requieren conocer el peso de ciertas sustancias, por lo cual por este equipo deben pasar primero las sustancias a estudiar antes de cualquier otro proceso.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: METTLER TOLEDO	PESO: 4 Kg	SERIAL: 1116391815
MODELO: PB3002	CORRIENTE: CC	POTENCIA: No aplica
VELOCIDAD: No aplica	TENSIÓN: 8-14.5 V	CAPACIDAD: 3100 g
ALTO: 10 cm	ANCHO: 30 cm	PROFUNDIDAD: 30 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: mínimo 0.5g, e=0.1g, d=10mg, 8-14.5V, 50/60Hz, 5VA, 9.5-20V=5		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: BMVEA00
EQUIPO: Bomba de Vacío		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: No Aplica		
PROVEEDOR: No Aplica		
DIRECCIÓN: No Aplica		
TELÉFONOS: No Aplica		
APLICACIÓN: Usada para extraer moléculas de gas de un volumen sellado, para crear un vacío parcial.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: INDIANA	PESO: 30 Kg	SERIAL: 4B714
MODELO: 4101007405	CORRIENTE: AC	POTENCIA: ½ HP
VELOCIDAD: 1750 RPM	TENSIÓN: 115/230 V	CAPACIDAD: >220-600 mbar
ALTO: 30 cm	ANCHO: 60 cm	PROFUNDIDAD: 40 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: T max = 44°C		
OBSERVACIONES		
Actualmente no se encuentra en uso, ya que no está generando el vacío necesario para el trabajo específico que realiza. Se ha solicitado a la DMT el cambio inmediato de ésta porque es muy útil en algunas pruebas.		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: CEGEA00
EQUIPO: Cabina Extractora de Gases		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: MultiGeniería LTDA		
PROVEEDOR: Jorge Ariel Vega		
DIRECCIÓN: Calle 23 # 12-71 Bucaramanga		
TELÉFONOS: 642 3753 – 315 765 1178		
APLICACIÓN: Usada para eliminar y expulsar, los gases producto de algunas reacciones que no pueden ser aspirados por los operarios del laboratorio, ya que pueden ser perjudiciales para la salud.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: No Aplica	PESO: 43 Kg	SERIAL: No Aplica
MODELO: No Aplica	CORRIENTE: AC	POTENCIA: 920 W
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: 115V	CAPACIDAD: No Aplica
ALTO: 150 cm	ANCHO: 120cm	PROFUNDIDAD: 80 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: CBIEA00
EQUIPO: Cabina Insonora		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: Multingeniería LTDA		
PROVEEDOR: Jorge Ariel Vega		
DIRECCIÓN: Calle 23 # 12-71 Bucaramanga		
TELÉFONOS: 642 3753 – 315 765 1178		
APLICACIÓN: Usado para aislar los niveles de ruido causados por batidoras que son usadas para mezclar algunos reactivo y de esta manera disminuir la contaminación auditiva dentro del laboratorio, que puede afectar a los trabajadores.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: No Aplica	PESO: 25 Kg	SERIAL: No Aplica
MODELO: No Aplica	CORRIENTE: AC	POTENCIA:
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: 110 V	CAPACIDAD:
ALTO: 80 cm	ANCHO: 80 cm	PROFUNDIDAD: 50 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: DSAEA01
EQUIPO: Destilador de Agua N° 1		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: CORNING		
PROVEEDOR: Equimed LTDA.		
DIRECCIÓN: Calle 37 # 16-51 Bogotá – DC		
TELÉFONOS: (1) 285 5053		
APLICACIÓN: Elimina las impurezas e iones de agua.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: CORNING	PESO:	SERIAL: 137FN6T455-A
MODELO: AG-11	CORRIENTE: AC	POTENCIA:
VELOCIDAD:	TENSIÓN: 120 V	CAPACIDAD:
ALTO: 85 cm	ANCHO: 65 cm	PROFUNDIDAD: 50 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> • Tanque con capacidad de 60 Lts • Filtro 		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: ESPEC01
EQUIPO: Espectrofotómetro N° 1		
ZONA: ZEC		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: HACH		
PROVEEDOR: Analytica LTDA		
DIRECCIÓN: Cra 12 # 68-41 Bogotá DC		
TELÉFONOS: 345 1987 – 317 7286		
APLICACIÓN: Es utilizado para la cuantificación de sustancias y microorganismos.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: HACH	PESO: 8.6 Kg	SERIAL: 2G2H193001
MODELO: Genesys 10 UV	CORRIENTE: AC	POTENCIA:
VELOCIDAD:	TENSIÓN: 100-240V	CAPACIDAD:
ALTO: 24 cm	ANCHO: 33 cm	PROFUNDIDAD: 41 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: EAAED00
EQUIPO: Espectrofotómetro de Absorción Atómica		
ZONA: ZED		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: PERKIN ELMER		
PROVEEDOR: Polco S.A.		
DIRECCIÓN: Calle 49 B N 64 C, Edificio Brasilia 3, Medellín - Colombia		
TELÉFONOS: +57 4 230 5767		
APLICACIÓN: Utilizado para analizar elementos que se encuentran en forma de vapor de átomos.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: PERKIN ELMER	PESO: No Aplica	SERIAL: No Aplica
MODELO: S Series	CORRIENTE: AC	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: No Aplica	CAPACIDAD: No Aplica
ALTO: 52.7 cm	ANCHO: 57.5 cm	PROFUNDIDAD: 45.0 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: Manuales de operación y catálogos, se encuentran en el laboratorio.		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: ESEEA01
EQUIPO: Estufa Eléctrica N° 1		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: SCHOTT		
PROVEEDOR: LabBrands		
DIRECCIÓN: Autopista Bogotá – Medellín Km 7.5 – Centro Empresarial Bruselas – Bodega N°1.		
TELÉFONOS: 571 896 6220		
APLICACIÓN: Calentamiento general de algunas muestras que lo requieren.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: SCHOTT	PESO:	SERIAL:
MODELO:	CORRIENTE: AC	POTENCIA:
VELOCIDAD:	TENSIÓN: 120V	CAPACIDAD:
ALTO: 10 cm	ANCHO: 34.0 cm	PROFUNDIDAD: 34.0 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: No Existe manual.		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: EXPEB00
EQUIPO: Extractor de Polvo		
ZONA: ZEB		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: No Aplica		
PROVEEDOR: No Aplica		
DIRECCIÓN: No Aplica		
TELÉFONOS: No Aplica		
APLICACIÓN: Usado para extraer el polvo de muestras de suelos, luego de que se tamizan para extraer algunas rocas y material orgánico.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: No Aplica	MARCA: No Aplica	MARCA: No Aplica
MODELO: No Aplica	MODELO: No Aplica	MODELO: No Aplica
VELOCIDAD: No Aplica	VELOCIDAD: No Aplica	VELOCIDAD: No Aplica
ALTO: 250 cm	ALTO: 250 cm	ALTO: 250 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
OBSERVACIONES		
Este equipo fue diseñado con materiales reciclables, por una persona externa al laboratorio, por lo cual no existen planos ni manuales de operación.		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: PEAEC01
EQUIPO: Peachímetro N° 1		
ZONA: ZEC		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: HACH		
PROVEEDOR: Analytica LTDA		
DIRECCIÓN: Cra 12 # 68-41 Bogotá DC		
TELÉFONOS: 345 1987 – 317 7286		
APLICACIÓN: Se utiliza para medir el pH de las soluciones, que mide la diferencia de potencia entre dos electrodos, uno de ellos como referencia.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: HACH	PESO: 1 Kg	SERIAL: No Aplica
MODELO: Sension7	CORRIENTE: AC	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: 240 V	CAPACIDAD: No Aplica
ALTO: 8 cm	ANCHO: 24 cm	PROFUNDIDAD: 19 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: Precisión: ±0.01 pH		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: QUÍMICO DE SUELOS		
		CÓDIGO: RFVED00
EQUIPO: Refrigerador Vertical		
ZONA: ZED		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: INDUFRIAL		
PROVEEDOR: Alca Ltda.		
DIRECCIÓN: Calle 36 # 23-59		
TELÉFONOS: 634 5539 – 645 3477		
APLICACIÓN: Se utiliza para mantener refrigeradas ciertas muestras a una temperatura de conservación.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: INDUFRIAL	PESO: 70 Kg	SERIAL: No Aplica
MODELO: No Aplica	CORRIENTE: AC	POTENCIA: 650 W
VELOCIDAD:	TENSIÓN:	CAPACIDAD: 354 Lts
ALTO: 207 cm	ANCHO: 109 cm	PROFUNDIDAD: 66.5 cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: Unidad compresora de ½ HP		
OBSERVACIONES		

**ANEXO B. FICHAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE
CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.**

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: AE3AEA00
EQUIPO: Actuador MTS de 3 Apoyos		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO: 65526		
FABRICANTE: MTS		
PROVEEDOR: MTS		
DIRECCIÓN: Eden Prairie, MN USA 55344		
TELÉFONOS: Sales/Service: 800.328.2255 Fax: 952.937.4515 Email: info@mts.com ,		
APLICACIÓN: Se usa para hacer pruebas de compresión y de fatiga a tuberías de concreto y otros materiales.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: MTS	PESO: NO Aplica	SERIAL: 10186104
MODELO: 243,35T	CORRIENTE: 65.2 A	POTENCIA: 25 HP
VELOCIDAD: 1715 rpm	TENSIÓN: 220V	CAPACIDAD: 365KN Comp.
ALTO: 11.2 M	ANCHO: 3.3 M	PROFUNDIDAD: 1.2 M
OTRAS ESPECIFICACIONES: Force Tension: 240 KN Static Stroke: 254mm Dynamic Stroke: 254 Mm		
OBSERVACIONES		
Accesorios : Muro De Reacción		
<ul style="list-style-type: none"> - Sistema De Adquisición Manejo Y Procesamiento De Datos Inv:65525 - Pc : MarcaHp Intel Pentium 4 , Windows Xp - Sistema De Control De Potencia Hidráulico : 		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: BLDEC01
EQUIPO: Balanza Digital N°1		
ZONA: ZEC		
N° INVENTARIO: 79276		
FABRICANTE: Shimadzu Corporation Japan		
PROVEEDOR: No Aplica.		
DIRECCIÓN: No Aplica		
TELÉFONOS: No Aplica		
APLICACIÓN: Se usa para pesar las diferentes muestras a las que se les va a realizar un análisis posterior.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Shimadzu	PESO: No Aplica	SERIAL: UW82005
MODELO: No Aplica	CORRIENTE: 1,25 A	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: 12V	CAPACIDAD: 8200 gr
ALTO: 10 Cm	ANCHO: 20Cm	PROFUNDIDAD: 30 Cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: Capacidad Max :8200gr Capacidad Min : 5gr E= 1 Gr D= 0.1 Gr Frecuencia = 63 Hz Input = 100 V Output= 12 V A 1.25 A		
OBSERVACIONES		
Cargador : Univ Power Model 5 ^a 121 ^a 07- 11		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: BLDEC02
EQUIPO: Balanza Digital N°2		
ZONA: ZEC		
N° INVENTARIO: 79276		
FABRICANTE: Shimadzu Corporation Japan		
PROVEEDOR: No Aplica.		
DIRECCIÓN: No Aplica		
TELÉFONOS: No Aplica		
APLICACIÓN: Se usa para pesar las diferentes muestras a las que se les va a realizar un análisis posterior.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Shimadzu	PESO:	SERIAL: D442500205
MODELO: bw22kh	CORRIENTE 1A	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD:	TENSIÓN: 12V	CAPACIDAD: 22 Kg
ALTO: 25 Cm	ANCHO: 30 Cm	PROFUNDIDAD: 35 CM
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
Capacidad Max :22kgr E= 1 Gr D= 0.1 Gr Cargador Ac Frecuencia = 63 Hz Input = 100 V Output= 12 V A 0.3 A		
OBSERVACIONES		
Cargador: Univ Power Model 5ª 121ª07- 10		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: CRSEC00
EQUIPO: Cortadora de Sierra		
ZONA: ZEC		
N° INVENTARIO: 90042		
FABRICANTE: Dewalt		
PROVEEDOR: No Aplica		
DIRECCIÓN: No Aplica		
TELÉFONOS: No Aplica		
APLICACIÓN: La tronadora de metal D28700 sirve para trabajar hierro, acero, aluminio y todo tipo de metales ligeros. Utilizada en fabricación mecánica para cortar o dividir en trozos, de secciones perpendiculares al eje, barra o tubos metálicos de sección circular.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Dewalt	PESO: No Aplica	SERIAL: 332740
MODELO: D28700-b3	CORRIENTE: 15 A	POTENCIA: 2000 W
VELOCIDAD: 3800 rpm	TENSIÓN: 120	CAPACIDAD:
ALTO: No Aplica	ANCHO: No Aplica	PROFUNDIDAD: No Aplica
OTRAS ESPECIFICACIONES: Potencia: 3.2 HP		
OBSERVACIONES		
<ul style="list-style-type: none"> - Provee capacidad de sobrecarga aumentando rendimiento y durabilidad - Mango ergonómico tipo d permite mayor comodidad al usuario, reduce fatiga y aumenta productividad - Aumentando la productividad del trabajo - Guía de 45° permite cortes angulares precisos - Permite al usuario hacer cambios de disco rápidos y fáciles 		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: HOREC01
EQUIPO: Horno N° 1		
ZONA: ZEC		
N° INVENTARIO: 79184		
FABRICANTE: Pinzuarltda		
PROVEEDOR: Pinzuar		
DIRECCIÓN: Cr 108 No 18-31		
TELÉFONOS: 548200 (Bogotá- Colombia)		
APLICACIÓN: Se utiliza para calentar muestras para el ensayo de granulometría y humedades óptimas.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Pinzuar	PESO:	SERIAL: 133
MODELO: Pg199	CORRIENTE: NA	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD:	TENSIÓN: 110	CAPACIDAD:
ALTO: 80 Cm	ANCHO: 50Cm	PROFUNDIDAD: 30 Cm
OTRAS ESPECIFICACIONES: Rango de temperatura = 5 c –200c		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: MCDEE00
EQUIPO: Máquina de Corte Directo N° 1		
ZONA: ZEE		
N° INVENTARIO: 55257		
FABRICANTE: Matestsrl		
PROVEEDOR: Matestsrl		
DIRECCIÓN: Brembate di Sopra		
TELÉFONOS: Teléfono: 035-623211		
APLICACIÓN: se utiliza para hallar la capacidad portante de los suelos o a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Matest	PESO: No Aplica	SERIAL: 5280y*02
MODELO: 5280y	CORRIENTE: No Aplica	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD: 100 rpm	TENSIÓN: 110V	CAPACIDAD: No Aplica
ALTO: 40 Cm	ANCHO: 120 Cm	PROFUNDIDAD: No Aplica
OTRAS ESPECIFICACIONES: Ord = m1184 Hz= 60		
OBSERVACIONES		
Accesorios : - Tablero de control - Visualizador de carga.		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: MEFEE00
EQUIPO: Máquina de Ensayos MTS para Flexión de Asfaltos.		
ZONA: ZEE		
N° INVENTARIO: 96264		
FABRICANTE: MTS		
PROVEEDOR: MTS		
DIRECCIÓN: Eden Prairie, MN USA 55344		
TELÉFONOS: Sales/Service: 800.328.2255 Fax: 952.937.4515 Email: info@mts.com ,		
APLICACIÓN: Máquina de ensayo para flexión de asfalto		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: MTS	PESO: No Aplica	SERIAL: 10248830
MODELO: 810	CORRIENTE: 65,02	POTENCIA: 25HP
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: 220V	CAPACIDAD: 100 KN
ALTO: 5.2 M	ANCHO: 1.40 M	PROFUNDIDAD: 1.20 M
OTRAS ESPECIFICACIONES: Modelo Del Actuador Hidráulico: 24422, Área Efectiva: 48.6 cm ² Static Stroke: 152.4 Dinamic Stroke: 152,4		
OBSERVACIONES		
Accesorios : <ul style="list-style-type: none"> - Unidad De Control Adquisición Y Procesamiento De Datos - Computador: Procesador Intel Core 2 Duo , Windows Xp - Unidad De Potencia Hidráulico MtsFrec: 73,4 Hz 		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: MUEEE00
EQUIPO: Maquina Universal De Ensayos		
ZONA: ZEE		
N° INVENTARIO: 89788		
FABRICANTE: MTS		
PROVEEDOR: MTS		
DIRECCIÓN: Eden Prairie, MN USA 55344		
TELÉFONOS: Sales/Service: 800.328.2255 Fax: 952.937.4515 Email: info@mts.com		
APLICACIÓN:		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: MTS	PESO: NO Aplica	SERIAL: 10248194
MODELO: 810	CORRIENTE: 65,02	POTENCIA: 25HP
VELOCIDAD:	TENSIÓN: 220	CAPACIDAD: 500 KN
ALTO: 6.2 M	ANCHO: 1.40 M	PROFUNDIDAD: 1.20 M
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
Max presión de Operación : 62 Mpa		
Max presión de Instalación 69 Mpa		
Rango de Temp : -18 °C / 0 F° 65 °C / 150 °F		
Area Efectiva : 248.28 cm *cm		
Static Stroke : 152.4 mm		
Dinamic Stroke : 152.4 mm		
OBSERVACIONES		
Accesorios:		
<ul style="list-style-type: none"> - Unidad De Control Adquisición Y Procesamiento De Datos - Pc De Mesa Procesador Intel Core 2 Duo , Windows Xp 		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: MECEE00
EQUIPO: Máquina de Ensayos a Compresión Manual.		
ZONA: ZEE		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: Soiltest Incorporated		
PROVEEDOR: Soiltest		
DIRECCIÓN: Dallas, TX 75235		
TELÉFONOS: 888-822-1299		
APLICACIÓN: Se utiliza para medir la resistencia del suelo para vías, mide la resistencia a la compresión de la mezcla asfáltica.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Soiltest	PESO: No Aplica	SERIAL: No Aplica
MODELO: No Aplica	CORRIENTE: No Aplica	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: No Aplica	CAPACIDAD: No Aplica
ALTO: 50 Cm	ANCHO: 1.20 Cm	PROFUNDIDAD: 20 Cm
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
Anillo de carga max 8 vueltas por recomendación , constante 10.125 lbs		
Cable de conexión a corriente		
Discos para colocar las probetas		
OBSERVACIONES		
Cuando se requiera cambiar al modo subida o bajada o viceversa debe llevarse el interruptor al modo apagado y dejar parado el motor durante 30 seg.		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: PIREC00
EQUIPO: Pie de Rey		
ZONA: ZEC		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: Nakamura		
PROVEEDOR: No Aplica		
DIRECCIÓN: No Aplica		
TELÉFONOS: No Aplica		
APLICACIÓN: Es un instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Bestaol k	PESO: NO Aplica	SERIAL: 74106
MODELO: D61	CORRIENTE: No Aplica	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: 3V	CAPACIDAD: No Aplica
ALTO: No Aplica	ANCHO: No Aplica	PROFUNDIDAD: No Aplica
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
OBSERVACIONES		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: PHEEE00
EQUIPO: Prensa Hidráulica Para Ensayos A Compresión		
ZONA: ZEE		
N° INVENTARIO:		
FABRICANTE: Alfred j Amsler y Cia.		
PROVEEDOR: Alfred j Amsler y Cia.		
DIRECCIÓN: Schaffhausen suiza		
TELÉFONOS:		
APLICACIÓN: Calculo de la resistencia a la compresión de ladrillos y cilindros de concreto		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Amsler	PESO: No Aplica	SERIAL: 383907
MODELO: 79/191	CORRIENTE: 2.7 A	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD: 550 RPM	TENSIÓN: 220V	CAPACIDAD: No Aplica
ALTO: 2.30 M	ANCHO: No Aplica	PROFUNDIDAD: No Aplica
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
Type: Dkf4		
U/Min 1700		
Per = 60		
Accesorios :		
Tablero De Control Lexus Electronic Weighing		
Manómetro :		
Type: Nuova Fima		
OBSERVACIONES		
El resultado de la resistencia de la muestra comprimida se da en kg.		
La máquina permite lecturas de resistencia a la compresión de hasta 80 toneladas.		

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		
LABORATORIO: CARACTERIZACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
		CÓDIGO: PNGEA00
EQUIPO: Puente Grúa		
ZONA: ZEA		
N° INVENTARIO: NA		
FABRICANTE: Steckerlcranes		
PROVEEDOR: Steckerlcranes		
DIRECCIÓN: Vía 40 carrera 67 esquina, Barranquilla Colombia.		
TELÉFONOS: (5) 3444444		
APLICACIÓN: Se utiliza para desplazar las cargas pesadas a las que se le va a hacer el ensayo con el actuador MTS.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA: Steckerlcranes	PESO: No Aplica	SERIAL: No Aplica
MODELO: QX	CORRIENTE: No Aplica	POTENCIA: No Aplica
VELOCIDAD: No Aplica	TENSIÓN: 115 V	CAPACIDAD: No Aplica
ALTO: No Aplica	ANCHO: No Aplica	PROFUNDIDAD: No Aplica
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
Cables planos de PVC listados por la UL y aprobados por la CSA con un rango de temperatura de - 35°C a + 105°C.		
Transformador de con fusible de emergencia.		
OBSERVACIONES		
<ul style="list-style-type: none"> - Todos los movimientos pueden ser controlados gracias a una conveniente botonera de fácil alcance (8 botones más un botón de paro de emergencia). - El riel en forma de C para la botonera permite que el operador se ubique a una distancia segura con respecto a la carga. - El Tambor del Cable está hecho de tubos de acero altamente resistentes, sin costuras y con cortes de precisión para lograr un acanalado micro acabado que ofrece un enrollado preciso del cable prolongando así su vida útil. La guía del cable de hierro dúctil incluye un rodillo a presión con resortes para evitar que el cable se suelte. 		

**ANEXO C. FICHAS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LOS EQUIPOS
DEL LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS.**

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Agitador Electromecánico	CÓDIGO: AGEEA01
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que cada una de las aspas se encuentren bien ajustadas • Limpiar cualquier material extraño del agitador. • Colocar las muestras debajo de las aspas correctamente ajustadas a la base. • Bajar la palanca del grupo de aspas y verificar que estas queden por dentro de los frascos de las muestras. • Establecer el tiempo de trabajo en el Timer. • Presionar el botón verde de encendido.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que todas las aspas se encuentren en funcionamiento. • Mientras esté en operación, estar siempre pendientes del ruido o luces de alarma que puedan indicar un mal funcionamiento del Equipo.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Presionar el botón de apagado para dar por terminada la operación. • Luego de detenerse el equipo, se prosigue a levantar la palanca de las aspas. • Retirar las muestras una a una para evitar regar muestras en el equipo. • Limpiar el equipo para una próxima actividad.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No usar sustancias oxidantes para limpiar el equipo. • No usar el equipo cuando la electricidad esté inestable. • Usar el equipo de forma regular y darle mantenimiento cada mes.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Aire Acondicionado	CÓDIGO: ARAED01
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que el equipo se encuentra conectado a la toma corriente. • Encender el equipo y programar la temperatura, velocidad del aire y el modo de operación de este • Revise que el equipo se encuentre funcionando correctamente.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • No destapar el equipo mientras este se encuentra en funcionamiento. • Si el equipo presenta alguna falla, desconéctelo y proceda a buscar el problema. • Verificar la temperatura del equipo cada cierto tiempo para no sobrecargarlo.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Presione el botón de apagado para detener el equipo. • Desconecte el equipo de la toma corriente. • Permanezca el equipo en total limpieza para evitar que residuos ajenos perjudiquen su correcto funcionamiento.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No instalar el equipo donde hallan posibles fugas de gas. • No instalar el equipo sobre chimeneas o equipos de calentamiento. • Si se detecta alguna falla, por favor hacerle saber la división correspondiente para su posterior reparación. • No operar el equipo con las manos húmedas.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Balanza Digital	CÓDIGO: BLDEA01
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Limpie correctamente el equipo para hacer más precisa la medición. • Verifique que el equipo se encuentre correctamente conectado. • Verificar que el tablero de medición se encuentre en cero o en la medida inicial. • Evite usar el equipo si nota variaciones de medidas antes de empezar la operación.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Coloque la(s) muestra(s) sobre la placa de la balanza cuidadosamente. • Presione el botón ON TARE para poner en cero el medidor. • Esperar a que la medida se estabilice, luego tomar los datos y retirar la muestra de la placa de la balanza.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Siempre después de realizar una operación realice limpieza al equipo para evitar el pronto deterioro de este y tener un óptimo funcionamiento. • Verificar que el tablero se encuentra en cero. • Desconectar el equipo.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No instale la balanza junto a ventanas o puertas abiertas con corrientes rápidas de aire o temperatura. • Cerca de salidas de aires acondicionados • Cerca de equipos vibratorios, rotatorios o alternativos

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Bomba de Vacío	CÓDIGO: BMVEA00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la correcta instalación de la bomba (tubería, conexiones, instalaciones eléctricas y fijación). • Verificar el nivel de aceite de la bomba antes de iniciar. • Verificar que la bomba gire manualmente antes de iniciar. • Verificar la correcta lubricación de la bomba.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Después de arrancar la bomba se debe comprobar: <ul style="list-style-type: none"> - El grado de vacío sea el requerido. - El caudal y la temperatura del líquido de refrigeración. - La potencia del motor eléctrico. - Que la bomba no se encuentre vibrando o con ruidos extraños.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Esperar el paro completo de la bomba antes de intervenirla. • Vaciar la bomba o cerrar las tuberías con una válvula. • Cerrar la entrada del líquido de refrigeración. • Disminuir gradualmente la presión de vacío en rango de 10 segundos antes de detener la bomba. • Evitar detener la bomba bruscamente para evitar golpes internos de sus componentes. • Quitar la tensión eléctrica y vaciar completamente la bomba.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No apoyar ningún objeto sobre el conjunto bomba tubería. • Si requiere intervenir la bomba, verificar que esta se encuentra fría. • Fijar la bomba siempre en un lugar estable. • No hacer funcionar NUNCA la bomba, en sentido de giro contrario al indicado. • No intervenir la bomba mientras esta se encuentre en funcionamiento.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Cabina Extractora de Gases.	CÓDIGO: CEGEA00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda no usar este equipo si no se conoce su correcto funcionamiento. • Verificar que la cabina extractora es la adecuada para el químico o el proceso a trabajar. • No se debe operar este equipo con la cortina de vidrio abierta. • Quitar cualquier otra material ajeno a la operación a realizar. • Lavar la superficie de trabajo con alcohol del 70% u otro desinfectante adecuado para el(los) agente(s) que se vaya(n) a utilizar. Lavar todos los utensilios que sean necesarios, antes de colocarlos en la cámara de extracción. • Verificar que los controles del equipo funcionen correctamente y el flujo de aire sea el adecuado. • Colocar los químicos a 6 pulgadas de la cortina del equipo. • Verificar la alimentación eléctrica del equipo.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • No operar el equipo cerca de ventanas o puertas abiertas, ventiladores o aires acondicionados. • Evite abrir la cortina de vidrio si hay corrientes de aire. • Limpiar los derrames de material que se presenten, inmediatamente de ocurridos y reanude la actividad luego de 10 minutos de realizar la limpieza. • Si detecta humo o fugas de gases, detenga de inmediato la operación y cierre completamente la cortina y póngase en contacto con el área encargada.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben separar los utensilios limpios de los contaminados. • Recoger todo el material y limpiar todas las superficies con alcohol al 70%. • La cortina de vidrio debe permanecer cerrada si no se encuentra en uso el equipo.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No se debe usar el equipo para procedimientos con ácido perclórico. • Utilizar guantes y elementos de protección necesarios. • No colocar su cabeza dentro de la cámara.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Cabina Insonora	CÓDIGO: CBIEA00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la fuente de alimentación eléctrica. • Extraer cualquier elemento externo al equipo, que pueda perjudicar su correcto funcionamiento. • Colocar las muestras de trabajo correcta y cuidadosamente sobre la placa de trabajo. • Ajustar correctamente las muestras a la placa de trabajo.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar la puerta de la cabina antes de iniciar la operación de trabajo. • Presionar el botón de encendido. • Verificar el correcto funcionamiento del equipo. Si se escucha algún ruido extraño o presenta humo, detenerlo inmediatamente.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Abra las puertas de la cabina cuidadosamente. • Desajuste y retire las muestras luego de detener el equipo. • Proceda a realizar limpieza por dentro de la cabina para preservar el equipo y procurar un óptimo funcionamiento. • Mantenga siempre la cabina con las puertas cerradas sino se encuentra en uso. • Desconecte el equipo una vez terminada la actividad.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar guantes y elementos de protección necesarios. • No colocar su cabeza dentro de la cámara. • Evitar guardar otros equipos u elementos dentro del equipo.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Destilador de Agua	CÓDIGO: DSAEA01
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Coloque el destilador en un lugar estable, lejos de golpes y vibraciones. • Compruebe que las gomas que utiliza para realizar el montaje, se encuentren en buen estado. • Coloque la goma de entrada de agua al refrigerante. • Coloque una goma de salida de agua sobrante hasta el desagüe. • Llene de agua el depósito por el embudo. • Recoja el agua destilada de la salida de agua.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Conecte el equipo a la corriente eléctrica, se enciende el botón de piloto rojo y el equipo se pone en marcha. • Verificar siempre que haya circulación de agua por la manguera de desfogue.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez terminada la operación de destilado, prosiga a desconectar inmediatamente el equipo de la conexión eléctrica. • Verificar que el flujo de agua se haya detenido. • Proceda a limpiar el equipo correctamente siempre después de cada uso.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No utilizar sustancias químicas para limpiar el equipo por la parte exterior. • Usar el equipo en forma regular y brindarle mantenimiento cada 6 meses. • Verificar siempre el flujo de agua al ingreso del destilador.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Estufa Eléctrica	CÓDIGO: ESEEA01
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar el derrame de soluciones ácidas en el equipo. • Evitar utilizar la estufa para soluciones que generen humo. • Verificar la alimentación eléctrica. • Verificar que cerca del equipo no hayan materiales inflamables o combustibles y en lugares con ambientes corrosivos. • Verificar que la sustancia a calentar no tenga un bajo punto de ignición. • Evitar colocar elementos cuyo peso exceda la capacidad definida por el fabricante.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar la estufa a la alimentación eléctrica. • Graduar el nivel de temperatura a la que se necesita. • Verificar que la placa de calentamiento está generando calor. • Verificar que no hayan derrames sobre la placa.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar los elementos que están sobre la placa. • Graduar el nivel de temperatura al mínimo posible. • Desconectar la placa de la conexión eléctrica. • Dejar enfriar la placa por sí sola, no acelerar este proceso. • Realizar una limpieza externa del elemento, después de cada uso.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar colocar sobre la placa láminas metálicas, materiales con propiedades aislantes, elementos de vidrio con bajo punto de fusión. • Utilizar elemento de protección personal como guantes, gafas y tapabocas. • Si el químico a trabajar libera vapores de combustión, se debe de trabajar en una cabina extractora de gases necesariamente.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Extractor de Polvo	CÓDIGO: EXPEB00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique las conexiones eléctricas del equipo. • Revise los filtros de aire del equipo. • Verifique que el tanque de desechos se encuentre vacío.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Coloque los recipientes de las muestras de trabajo debajo de la campana del extractor. • Presione el botón de encendido del equipo. • Verifique que la potencia de aspiración sea la requerida. • Si nota algún ruido extraño durante la operación del equipo, presione el botón de parada de emergencia de inmediato y solicite mantenimiento al área encargada.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Presione el botón de apagado para detener el equipo y dar por terminada la tarea. • Retire enseguida las muestras de trabajo una vez finalizada la tarea. • Una vez terminada la tarea limpie siempre el equipo para mantenerlo preservado para un próximo uso. • Vacíe el tanque de desechos de ser necesario. • Desconecte el equipo de las conexiones eléctricas.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Utilice siempre ropa adecuada. • Utilice elementos de protección como guantes, gafas y tapabocas. • No utilice el equipo para guardar material u otros elementos ajenos a este.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Peachímetro.	CÓDIGO: PEAEC01
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las conexiones eléctricas del equipo para su correcto funcionamiento. • Conectar la sonda de temperatura (si se dispone de ella) • Realizar una prueba de calibración antes de su uso, para su correcto funcionamiento y obtener mejores resultados. • Para una correcta medición, es recomendable utilizar agitación tanto para la calibración como para la medida.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • El equipo guarda siempre la última medición, verifique que antes de utilizarlo para una nueva medida, el tablero se encuentre en ceros o de lo contrario presionar el botón para limpiar la pantalla. • Seleccione la temperatura de acuerdo a la muestra a medir. • Sumergir el electrodo en la muestra y agitar levemente. • Pulsamos el botón de "pH" para mostrar los resultados de la muestra de trabajo. • El equipo realiza automáticamente la compensación del efecto de la temperatura sobre el electrodo.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar el electrodo de la muestra de trabajo, una vez obtenidos los resultados de la muestra de trabajo. • Evitar regar material sobre el equipo, si sucede, limpiar inmediatamente. • Dejar limpio siempre luego de cada uso el equipo.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar utilizar el equipo en medios que contengan disolventes orgánicos (tolueno, cloroformo, etc.) • No flexionar el electrodo. • No dejar la membrana mucho tiempo al aire y conviene mantenerla siempre humedecida. • Evitar la ralladura de la membrana por golpes, rozaduras etc.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Refrigerador Vertical.	CÓDIGO: RFVED00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique las conexiones eléctricas del equipo para su correcto funcionamiento. • Coloque el refrigerador en un lugar nivelado para evitar accidentes. • Coloque cada una de las bandejas en su lugar. • Encienda el equipo para empezar a usarlo.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el equipo se encuentra refrigerando normalmente. • Si necesita abrir las puertas del equipo, no lo haga por mucho tiempo ya que puede perder fácilmente el refrigerante. • Coloque las muestras dentro del refrigerador y cerciórese de dejarlo bien cerrado. • Configure la temperatura a la que desea conservar las muestras. • Si notal alguna presencia de humo, desconecte el equipo y espere a un técnico para poder intervenirlo.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Desconecte el equipo cuando no necesite usarlo más. • No deje muestras de ningún tipo dentro del refrigerador desconectado. • Mantenga siempre limpio el equipo para su conservación y correcto funcionamiento.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No guardar alimentos en el refrigerador, ya que será de uso exclusivo para preservar algunas muestras químicas que pueden contaminar los alimentos. • Si no necesita usar el equipo y lo desconecta de la energía, es preferible mantenerlo abierto hasta su próximo uso. • No almacene o utilice líquidos inflamables cerca al equipo. • No haga funcionar el refrigerador en presencia de vapores explosivos.

**ANEXO D. FICHAS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LOS EQUIPOS
DEL LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN.**

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Actuador MTS de 3 Apoyos.	CÓDIGO: AE3AEA00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Girar la perilla de encendido del control de potencia. • Acceder al software. • Encender desde el software el equipo. • Programar las variables del ensayo como lo son la frecuencia, amplitud, carga etc. • Poner las mordazas en el punto cero. • Revisar que quede ajustada la probeta para obtener un buen resultado.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Estar pendiente que no se presente ningún problema en el ensayo. • Revisar constantemente el equipo, ya que la probeta se resbala o puede fallar antes de tiempo.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Parar la maquina desde el software. • Retirar la probeta. • Apagar el equipo siempre desde el software.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No manejar el equipo desde la unidad de control del equipo. • Las válvulas del control hidráulico deben estar cerradas. • Revisar constantemente los indicadores de los sensores de temperatura, nivel de aceite y filtros. • Controlar que la presión permanezca en 3000 PSI. • Verificar siempre el nivel de aceite. • La máquina debe estar reseteada desde el software.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Cortadora de Sierra.	CÓDIGO: CRSEC00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar la maquina a corriente. • Asegurar que le disco se encuentre asegurado. • Colocar la pieza a cortar y ajustarla al equipo correctamente para evitar accidentes.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar la pieza a una velocidad constante. • Usar los implementos de protección adecuados. • Cortar la pieza lenta y constantemente para evitar accidentes. • Evite cortar piezas de tamaño pequeño.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Retire la pieza. • Desconectar el equipo del toma corriente cuando haya terminado la operación. • Limpiar el equipo una vez terminada la operación.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • usar tapa oídos • usar guantes • revisar el disco antes de cada operación • usar gafas de protección

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Balanza Digital.	CÓDIGO: BLDEC01
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Nivelar la balanza colocándola en un lugar estable, lejos de cualquier vibración. • Conectar el equipo al toma corriente. • Prender el equipo. • Colocar el tablero en (0,0). • Oprimir el botón que dice T, que hace que no se tome el valor del peso del recipiente.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe esperar a que se estabilice el indicador de peso en un solo punto para así tomar un valor preciso. • Anotar los datos obtenidos.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Quitar la muestra de la balanza • Ponerla en ceros para una nueva operación. • Limpiar el equipo para un próximo uso y de esta manera preservarlo un poco más.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar forro plástico para el cuidado de la misma • No sobrepasar su capacidad máxima de carga • Desconectarla luego de terminada las mediciones

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Horno.	CÓDIGO: HOREC01
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Introducir las muestras a secar al horno y verificar la estabilidad de estos. • Verifique que el equipo esté conectado a la alimentación eléctrica. • Graduar la temperatura de trabajo.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Se cierra la puerta del horno y se está pendiente del tiempo de calentamiento de cada muestra. • Verificar constantemente el correcto funcionamiento de este; si nota presencia de humo, desconecte el equipo inmediatamente y consulte con el área encargada.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se apaga el horno manualmente y se espera que las toras se enfríen alrededor de 15 minutos • Se desconecta del toma corriente cuando se termine de usar
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar elementos de protección personal como guantes. • Limpiar diariamente el horno. • No utilizar el equipo para guardar material u otros objetos.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Máquina de Ensayos a Compresión Manual.	CÓDIGO: MECEE00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar la maquina al toma corriente • El motor eléctrico sube el plato para iniciar la prueba • Cuadrar el deformímetro en el cero. • Se coloca el molde con la muestra.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • El ensayo debe durar 10 minutos no se debe sobre pasar ese tiempo el operador. • Se procede a dar vueltas con una palanca. • Se procede a leer el resultado del ensayo de penetración de suelos.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se desmonta el deformímetro y se baja la probeta con la muestra. • Se desconecta el equipo del toma corriente.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Tener cuidado con el plato al bajarlo y revisar una marca que tiene el tornillo sin fin, no se puede pasar de ese nivel de lo contrario se pudiera golpear contra el piso y dañarse. • No exceder más de 8 vueltas al anillo de carga, puede causar su daño.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Máquina de Corte Directo.	CÓDIGO: MCDEE00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar la maquina al toma corriente. • Encender la máquina de la perilla roja. • Poner en ceros el tablero negro que mide la carga. • Colocar la probeta en la caja de corte. • Se pone en contacto la celda de carga con la caja de corte. • Colocar la pesa en la parte inferior de la misma.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Inicia el ensayo desde el tablero hasta que falle la probeta. • Revisar constantemente el equipo durante su funcionamiento para evitar accidentes.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando falle la probeta se quita la carga en la parte inferior. • Se vuelve la caja de corte a cero con el motor. • Regresar el tablero a cero.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Quitar los tornillos luego de que se coloca la carga en la caja de corte. • El motor no debe superar los 12 ciclos. • Si se terminaron las operaciones a realizar volver la perilla roja de encendido al su posición inicial. • Tener cuidado con las pesas de no dejarlas caer al suelo. • Desmontar la carga antes de correr la caja de corte.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Máquina Universal de Ensayos	CÓDIGO: MUEEE00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Girar la perilla de encendido del control de potencia. • Acceder al software. • Encender desde el software el equipo. • Programar las variables del ensayo como lo son la frecuencia, amplitud, carga etc. • Poner las mordazas en el punto cero. • Revisar que quede ajustada la probeta para obtener un buen resultado.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Estar pendiente que no se presente ningún problema en el ensayo. • Revisar constantemente el equipo, ya que la probeta se resbala o puede fallar antes de tiempo.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Parar la maquina desde el software. • Retirar la probeta. • Apagar el equipo siempre desde el software.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No manejar el equipo desde la unidad de control del equipo. • Las válvulas del control hidráulico deben estar cerradas. • Revisar constantemente los indicadores de los sensores de temperatura, nivel de aceite y filtros. • Controlar que la presión permanezca en 3000 PSI. • Verificar siempre el nivel de aceite. • La máquina debe estar reseteada desde el software.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Máquina de Ensayos MTS para Flexión de Asfaltos.	CÓDIGO: MEFEE00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Girar la perilla de encendido del control de potencia. • Acceder al software. • Encender desde el software el equipo. • Programar las variables del ensayo como lo son la frecuencia, amplitud, carga etc. • Poner las mordazas en el punto cero. • Revisar que quede ajustada la probeta para obtener un buen resultado.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Estar pendiente que no se presente ningún problema en el ensayo. • Revisar constantemente el equipo, ya que la probeta se resbala o puede fallar antes de tiempo.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Parar la maquina desde el software. • Retirar la probeta. • Apagar el equipo siempre desde el software.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • No manejar el equipo desde la unidad de control del equipo. • Las válvulas del control hidráulico deben estar cerradas. • Revisar constantemente los indicadores de los sensores de temperatura, nivel de aceite y filtros. • Controlar que la presión permanezca en 3000 PSI. • Verificar siempre el nivel de aceite. • La máquina debe estar reseteada desde el software.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Pie de rey	CÓDIGO: PIREC00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Prender la pantalla digital en el botón en /of. • Seleccionar las unidades en las cuales se va a leer el resultado en pantalla, seleccionando con el botón inch / mm. • Revisar que la pantalla del equipo este en ceros.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Mueva el extremo desplazable del pie de rey hasta la posición deseada. Presione la tecla ZERO y la medición se efectuará al mover el extremo desplazable. • Colocar las mordazas para realizar medidas externas o internas según se desee.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar la lectura en el tablero digital.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando la lectura de la pantalla del pie de rey digital se vea débil o no indique nada, entonces debe sustituir la batería. Para ello debe mover la tapa del compartimento de batería en dirección de la flecha, y a continuación tirar la tapa hacia arriba. Ahora puede sacar la batería. La batería nueva la debe colocar de tal manera que el polo positivo mire hacia arriba.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Prensa Hidráulica	CÓDIGO: PHEEE00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Prender la bomba. • Prender el tablero lexis. • Meter la probeta y ajustarla en la máquina. • Revisar que el manómetro este bien calibrado y en ceros. • Bajar el tornillo de carga y colocarlo sobre la probeta.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la velocidad del ensayo según la norma • Estar pendiente de la lectura del tablero al momento de fallo de la muestra.
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar la maquina correctamente. • Verificar que no hallan fugas de aceite en el piso. • Apagar el tablero lexis. • Retire las probetas del equipo y ponerla en un lugar adecuado.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Leer la norma para cada tipo de ensayo. • No manipular esta máquina si no se tiene previo conocimiento de la misma.

FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
EQUIPO: Puente Grúa	CÓDIGO: PNGEA00
ANTES DE INICIAR LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una inspección visual de los accesorios de elevación a utilizar con el objeto de detectar posibles fisuras desgaste entre otras. • Seleccionar el accesorio más adecuado a utilizar de acuerdo con el peso y la forma de la carga. • Asegúrese que la sujeción se ha realizado correctamente tensado suavemente el cable de elevación. • Desalojar el tramo por donde la carga se va a transportar.
DURANTE LA OPERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un transporte lento. • No realizar paradas de emergencia durante el transporte. • Realizar las señales reglamentarias en el momento del transporte y que sea un único trabajador el que las realice. • No elevar la carga por encima de ningún trabajador
DESPUES DE LA OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Bloquear y retirar la llave del radio control para evitar accidentes. • Quitar los elementos de sujeción.
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la utilización de los contramarchas en los mandos de accionamiento botonería. • No arrastrar las cargas con el puente grúa. • Evitar trabajar con ángulos entre las eslingas superiores a 90 grados en la medida de lo posible trabajar con ángulos entre 40 y 60 grados para evitar sobrecarga. • No someter un cable nuevo del puente grúa a su carga máxima en las primeras operaciones. • No utilizar finales de carrera para detener el movimiento de la carga.

**ANEXO E. FICHAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS
DEL LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS.**

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Agitador Electromecánico.	CODIGO: AGEEA01
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar las conexiones eléctricas del equipo. • Lubricar el equipo. • Limpiar el equipo tanto interna como externamente. Se recomienda usar agua y detergente diluido; luego dejar secar el equipo para evitar cortos circuitos. • Ajustar tuercas y tornillos del equipo.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una inspección visual del equipo (engranajes, cableado, aspas, carcasas etc.). • Limpiar las aspas del equipo ya que algunas presentan óxido por el contacto con algunas muestras. • Verificar el funcionamiento del Tymer.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar los rodamientos desgastados. • Cambiar los engranajes desgastados. • Lubricar el equipo. • Cambiar aspas desgastadas.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Aire Acondicionado.	CODIGO: ARAED01
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Revise conexiones eléctricas antes de colocar en funcionamiento el equipo. • Limpiar equipo externamente para preservar su vida útil. • Revise visualmente fallas que pueda tener el equipo como fallas internas de ambiente, temperatura o recalentamiento.
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar los filtros de aire. • Limpiar las rejillas de ventilación. • Limpiar el ventilador de aire. • Verificar la corriente eléctrica y voltaje del equipo. • Lavar los serpentines del evaporador y condensador.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el circuito de intercambio de calor y los paneles de ventilación de la unidad exterior, para eliminar el polvo y hollín acumulados. • Limpie el filtro de plasma. • Limpiar el motor del compresor y del ventilador. • Lubricación de los motores.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de filtros de aire. • Pintar las bandejas para preservar la vida útil del equipo.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Balanza Digital.	CODIGO: BLDEA01
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el estado de el cargador del equipo • Limpieza del equipo especialmente donde se colocan las pruebas se acumula mucho polvo. • Verificar el buen funcionamiento de los parámetros de operación. • Verifique que el cargador de corriente no esté recalentado. • Después de terminada la operación tapar con el forro plástico la balanza.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar calibración al equipo para así aseguran la correcta mona de datos durante las pruebas

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Bomba de Vacío.	CODIGO: BMVEA00.
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar diariamente los sellos en busca de fugas. • Revisar las conexiones eléctricas y de tuberías de la bomba. • Revisar el nivel del aceite.
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de filtros y cedazo. • Cambiar el aceite. • Limpiar tuberías de entrada y salida de la bomba.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar los sellos • Reemplazar empaques. • Engrasar los cojinetes esféricos y rodillos con grasa de alto grado como SHELL DOLIUM o CHEVRON SRI • Ajustar tornillos de sujeción y de la camisa de la bomba. • Realizar una alineación para evitar vibraciones.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar el sello mecánico en condiciones de trabajo normales. • Reemplazar rotores y engranes desgastados.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Cabina Extractora de Gases	CODIGO: CEGEA00
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza del interior de la cabina de extracción. Se recomienda un lavado con detergente y agua caliente. • Quitar las manchas y depósitos de sal con una solución diluida del 5% o un solvente apropiado. No utilizar ACETONA. Quite los deflectores para acceso a todas las superficies.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de los deflectores. • Limpieza general del interior de la cámara con una solución de detergente diluida. • Realizar una inspección y limpieza de los ductos y el extractor o ventilador. • Dar servicio a lámparas y luces. • Inspeccionar los mecanismos de funcionamiento de la cortina. • Realizar un chequeo visual de todo el sistema. • Verificar la velocidad de aire que entra a la campana.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Visualización de las corrientes de aire. • Control de aspiración (medida de velocidad del aire en el caudal de extracción) • Inspección detallada de los mecanismos de maniobra de la cortina. • Examen visual de los conductos de extracción y sus accesorios; revisión del equipo de aspiración. • Control del nivel de ruido. • Comprobación del estado de saturación de filtros. • Revisión de las lámparas y luces. • Verifique las condiciones del área frente a la cabina de extracción, usando un anemómetro térmico y una fuente de humo para verificar las corrientes de aire que cruzan no superen el 20% de la velocidad especificada.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Destilador de Agua.	CODIGO: DSAEA01
ACTIVIDAD MENSUAL	<p><i>Inspección Y Limpieza Del Tanque Generador De Vapor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar el panel de protección o abrir la puerta que permite acceder al tanque de ebullición o generador de vapor. • Retirar la tapa del tanque de ebullición. • Verificar visualmente si las paredes interiores o las resistencias de inmersión presentan depósitos de sólidos o sedimentos alrededor de la superficie. Si se comprueba la acumulación de dichos sedimentos, debe limpiarse para evitar que se dañen las resistencias de inmersión. • Limpiar los depósitos acumulados. Por lo general, el proceso de limpieza requiere la utilización de un producto químico, diseñado especialmente para remover los depósitos formados. Dicho producto debe seleccionarse de acuerdo con las características del agua que está siendo utilizada y que se determinan mediante un análisis químico del agua. • Drenar la cantidad de agua contenida en el tanque de generación hasta que su nivel esté aproximadamente 10 cm por encima del sitio de ubicación de la sonda de nivel o de la resistencia de inmersión, verificar que se encuentre ubicado a más altura sobre el fondo del tanque, para asegurar que todos estos elementos queden sumergidos en el agua. • Añadir el producto químico recomendado, en función de las características del agua. • Mezclar bien. • Permitir que el químico opere durante toda la noche. El fabricante del producto Utilizado recomienda los tiempos para remover los sedimentos. • Drenar el contenido del tanque, a la mañana siguiente. • Añadir agua limpia, lavar y drenar hasta estar seguros de

	<p>que el químico utilizado haya sido completamente removido, junto con los residuos minerales removidos de las superficies afectadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reinstalar la tapa. • Colocar los paneles frontales o ajustar la puerta. • Operar normalmente el equipo.
<p>ACTIVIDAD TRIMESTRAL</p>	<p><i>Cambio Del Filtro De Carbón:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenroscar la tapa del filtro. • Retirar el elemento filtrante usado. • Instalar un nuevo elemento filtrante de las mismas características del original. • Reinstalar la tapa del filtro.
<p>ACTIVIDAD ANUAL</p>	<p><i>Limpieza del condensador:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir la puerta que permite acceder al condensador. • Verificar que el destilador de encuentre desconectado de la acometida eléctrica. • Remover el conjunto del condensador. Desconectar el sistema de acople. • Remover los tornillos que ajustan y ensamblan el conjunto del ventilador. • Retirar el ventilador y limpiar la suciedad que se haya acumulado en la superficie. • Retirar el condensador. Aspirar la suciedad, polvo y pelusa. • Enjuagar el conjunto. • Secar. • Ensamblar nuevamente siguiendo un orden contrario al descrito.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Estufa Eléctrica.	CODIGO: ESEEA01
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el equipo una vez terminada la actividad. • Cubrir el equipo si no se está en uso para evitar el contacto con polvo y suciedad. • Verificar las conexiones eléctricas y temperatura del equipo.
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el equipo en una posición vertical, para evitar que los agentes de limpieza lleguen a los componentes internos. • Utilizar un detergente suave. Aplicarlo sobre las superficies externas, utilizando una pieza de tela de calidad similar a la de los pañuelos. • Verificar que el equipo se encuentre completamente seco antes de volver a conectar.
ACTIVIDAD TRIANUAL	<p><i>Reemplazo de las superficies cerámicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el plato caliente se encuentre desconectado y frío. • Colocar la unidad con la superficie calefactora hacia abajo. • Retirar los tornillos que fijan la tapa inferior y removerla. • Desconectar los cables existentes entre el control del equipo y las resistencias • Retirar los tornillos que fijan la cubierta superior a la base. • Orientar la nueva superficie cerámica. • Colocar los nuevos seguros colocar los elementos calefactores y aislantes dentro. • Reconectar los siguientes componentes en un proceso inverso al arriba descrito.

Reemplazo de fusibles:

- Colocar el interruptor principal en la posición apagado y desconectar el cable de alimentación eléctrica.
- Retirar, con un destornillador de pala, la tapa del compartimiento del fusible.
- Reemplazar el fusible por uno nuevo de las mismas especificaciones del original.
- Colocar la cubierta del compartimiento del fusible.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Extractor de Polvo.	CODIGO: EXPEB00
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza del interior de la cabina de extracción. Se recomienda un lavado con detergente y agua caliente. • Quitar las manchas y depósitos de sal con una solución diluida del 5% o un solvente apropiado. No utilizar ACETONA. Quite los deflectores para acceso a todas las superficies.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de los deflectores. • Limpieza general del interior de la cámara con una solución de detergente diluida. • Realizar una inspección y limpieza de los ductos y el extractor o ventilador. • Dar servicio a lámparas y luces. • Inspeccionar los mecanismos de funcionamiento de la cortina. • Realizar un chequeo visual de todo el sistema. • Verificar la velocidad de aire que entra a la campana.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Visualización de las corrientes de aire. • Control de aspiración (medida de velocidad del aire en el caudal de extracción) • Inspección detallada de los mecanismos de maniobra de la cortina. • Examen visual de los conductos de extracción y sus accesorios; revisión del equipo de aspiración. • Control del nivel de ruido. • Comprobación del estado de saturación de filtros. • Revisión de las lámparas y luces. • Verifique las condiciones del área frente a la cabina de extracción, usando un anemómetro térmico y una fuente de humo para verificar las corrientes de aire que cruzan no superen el 20% de la velocidad especificada.

**FICHA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO**

EQUIPO: Peachímetro

CODIGO: PEAEC01

ACTIVIDAD SEMESTRAL

Los analizadores de pH disponen de dos procedimientos generales de mantenimiento: los dirigidos al cuerpo del analizador y los dirigidos a la sonda detectora de pH (electrodos). Frecuencia: ***Cada seis meses***

1. Examinar el exterior del equipo y evaluar su condición física general. Verificar la limpieza de las cubiertas y el ajuste de las mismas.
2. Probar el cable de conexión y su sistema de acoples. Comprobar que se encuentran en buenas condiciones y que están limpios.
3. Examinar los controles del equipo. Verificar que se encuentran en buen estado y que se pueden accionar sin dificultad.
4. Verificar que el metro se encuentra en buen estado. Para esta verificación el instrumento debe estar desconectado de la línea de alimentación eléctrica. Ajustar la aguja indicadora a cero (0), utilizando el tornillo de graduación que generalmente se encuentra bajo el pivote de la aguja indicadora. Si el equipo dispone de pantalla indicadora, comprobar su funcionamiento normal.
5. Confirmar que el indicador de encendido –bombillo o diodo– opere normalmente.
6. Verificar el estado de brazo porta electrodo. Examinar el mecanismo de montaje y fijación del electrodo, a fin de prever que el electrodo no se suelte. Comprobar que el ajuste de alturas opere correctamente.
7. Revisar las baterías –si aplica–; cambiar si es necesario.
8. Efectuar una prueba de funcionamiento midiendo el pH de una solución conocida.
9. Inspeccionar las corrientes de fuga y la conexión a tierra.

Mantenimiento Básico Del Electrodo:

1. Retirar el electrodo detector de la solución buffer de almacenamiento.
2. Enjuagar el electrodo detector con abundante agua destilada.

3. Retirar la cubierta superior del electrodo detector.
4. Llenar el electrodo detector con una solución saturada de cloruro de potasio (KCl). Utilizar la jeringa o aplicador que acompaña la solución de KCl. El llenado se efectúa través del conducto que protege la tapa superior del electrodo. Verificar que la punta de la jeringa no toque el interior del electrodo.
5. Envolver una pequeña parte de la tapa superior del electrodo para cubrir la apertura superior del mismo.
6. Usar la punta de la aguja de la jeringa para perforar el área de la tapa que cubre la apertura, a fin de permitir que exista un equilibrio de presiones entre el interior y el exterior del electrodo.
7. Enjuagar el electrodo con agua destilada.
8. Mantener el electrodo dentro de la solución buffer de almacenamiento, siempre que no esté en uso. Limpieza del electrodo La clase de limpieza requerida por el electrodo depende del tipo de contaminante que lo haya podido afectar. Se resumen a continuación los procedimientos más comunes.
9. Limpieza general. Remojar el electrodo de pH en una solución 0,1 M de ácido clorhídrico (HCl) o 0,1 M de HNO₃, durante 20 minutos. Enjuagar con agua corriente antes de usar.
10. Remoción de depósitos y bacterias. Remojar el electrodo de pH en una disolución 1:10 de blanqueador doméstico, durante 10 minutos. Enjuagar con agua abundante antes de usar.
11. Limpieza de aceite y grasa. Enjuagar el electrodo de pH con un detergente medio con metil alcohol. Enjuagar con agua antes de usar.
12. Limpieza de depósitos de proteínas. Remojar el electrodo de pH en pepsina al 1 % en ácido clorhídrico 0,1 M, durante 5 minutos. Enjuagar con agua antes de usar. Después de realizar cualquier operación de limpieza, es conveniente enjuagar con agua ionizada y rellenar el electrodo de referencia antes de usar.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Refrigerador Vertical.	CODIGO: RFVED00
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Descarche del refrigerador. • Retirar las bandejas de recolección de agua producto de la condensación. • Limpieza de todo el equipo. Se recomienda usar agua tibia y jabón con una esponja. • No utilice productos abrasivo y disolventes o detergentes no diluidos.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar la unidad condensadora de cualquier suciedad, utilizando un cepillo de cerdas gruesas. No utilizar AGUA o líquidos que pueda causar un corto eléctrico. • Revisar las conexiones eléctricas. • Revisar posibles fugas en las tuberías.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar la lámpara y luces del equipo. • Reemplazo de fusibles. • Reemplazar el empaque de la puerta para evitar el escape del gas refrigerante. • Revisar timmer, termostato y cableado en general.

**ANEXO F. FICHAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS
DEL LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN.**

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Balanza Digital	CODIGO: BLDEC01
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el estado de el cargador del equipo • Limpieza del equipo especialmente donde se colocan las pruebas se acumula mucho polvo. • Verificar el buen funcionamiento de los parámetros de operación. • Verifique que el cargador de corriente no esté recalentado. • Después de terminada la operación tapar con el forro plástico la balanza.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar calibración al equipo para así aseguran la correcta mona de datos durante las pruebas

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Cortadora de Sierra	CODIGO: CRSEC00
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado de las conexiones eléctricas. • Comprobar el estado del disco de corte. • Limpieza de la mesa de trabajo y del equipo. • Examinar el buen estado del sistema de sujeción de las probetas a cortar. • Comprobar que los interruptores se encuentren libres de polvo y corrosión.
ACTIVIDAD TRIMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el disco de corte • Revisar que los cables no presenten ningún tipo de desgaste. • Comprobar que los elementos externos no funcionen con sobrecalentamientos.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la existencia del polo a tierra y su polaridad correcta. • Realizar un chequeo visual a todo el sistema.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Horno	CODIGO: HOREC01
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un chequeo visual de todo el equipo y su funcionamiento. • Realizar una limpieza interna luego de cada uso. • Desconectarlo de la corriente eléctrica luego de cada uso.
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza general tanto en el interior del horno como en el exterior. • Realizar una inspección de los componentes eléctricos del horno. • Revisar el control de la temperatura del horno y cada una de sus componentes. • Medir el voltaje de alimentación y corriente de consumo.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Hacerle una calibración semestral a la parte de control de temperatura puesto que es vital su correcto funcionamiento. • Revisión del estado de funcionamiento de perilla, interruptor e indicador. • Verificar la existencia del polo a tierra y su polaridad correcta.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Máquina de Ensayos a Compresión Manual	CODIGO: MECEE00
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la toma corriente del motor. • Revisar si se presenta algún sonido extraño proveniente del motor. • Limpiar la maquina luego de cada ensayo. • Revisión del anillo de carga y su correcto funcionamiento después de cada prueba.
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Lubricar el tornillo sin fin. • Calibrar el deformímetro. • Medir el voltaje de alimentación y corriente de consumo. • Realizar una limpieza general de la máquina. • Verificar la existencia del polo a tierra y su polaridad correcta.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Máquina de Corte Directo.	CODIGO: MCDEE00
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de las conexiones eléctricas • Revisar el estado y buen funcionamiento de perillas y botones • Comprobar que los mecanismos de ajuste tuercas , tornillos etc. se encuentren ajustados en buen estado • Estar pendiente de ruidos extraños o recalentamiento en el motor • Limpiar la caja de corte luego de cada operación • Verificar que el tablero de control está correctamente funcionando
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el buen estado del soporte inferior de las pesas que se colocan para cada ensayo • Lubricar los tornillos que habitualmente se quitan de la caja de corte en cada ensayo • Limpieza general de la máquina.
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del buen funcionamiento del software que maneja la maquina en su unidad de control. • Lubricación del motor. • Verificar la existencia del polo a tierra y su polaridad correcta.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Pie de Rey.	CODIGO: PIREC00
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el estado de la pantalla led o si no se hace necesario el cambio de baterías. • Verificar el buen estado de los botones. • Limpieza diaria luego de usarlo.
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una calibración. • Comprobar su buen estado mecánico como lo son las mordazas.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Prensa Hidráulica.	CODIGO: PHEEE00
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar los niveles de ruido en la bomba. • Comprobar un buen nivel de aceite en la bomba. • Comprobar que existe un polo a tierra. • Comprobar que los cables de la instalación eléctrica no presente desgaste.
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar los instrumentos de medición como el manómetro. • Comprobar que los botones o interruptores estén en buen estado. • Lubricar el tornillo con grasa.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el buen funcionamiento de la válvula direccional. • Establecer un proceso de certificación según los lineamientos de la norma.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO: Puente Grúa.	CODIGO: PNGEA00
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una inspección visual de los accesorios de elevación • Comprobar el buen estado de los equipos de seguridad y operación. • Comprobar el buen estado del motor del puente grúa. • Revisar el funcionamiento del control del montacargas y sus botones. • Comprobar que los mecanismos de ajuste tuercas, tornillos etc. se encuentren ajustados en buen estado.
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los nuevos operarios con respecto a las señales reglamentarias para la manipulación de estos equipos. • Comprobar el funcionamiento del mecanismo de frenado y seguridad. • Establecer que se tenga un polo a tierra para el motor del puente grúa.

**ANEXO G. FICHAS DE RECOMENDACIONES PARA EQUIPOS DE
MANTENIMIENTO EXTERNO DE LOS LABORATORIOS.**

FICHA DE RECOMENDACIONES	
EQUIPO: Espectrofotómetro de Absorción Atómica.	CODIGO: EAAED00
BUENAS PRÁCTICAS DE USO	
<ol style="list-style-type: none">1. Efectuar la calibración del espectrofotómetro, cada vez que se realiza el análisis de un grupo de muestras.2. Mantener cerrada la tapa del porta muestras durante el proceso de medición, para asegurar una lectura adecuada.3. Evitar reutilizar las cubetas desechables.4. Utilizar únicamente cubetas de cuarzo, para efectuar análisis por debajo de los 310 nm.5. Evitar el uso de cubetas plásticas, si se utilizan solventes orgánicos.6. Utilizar cristalería de boro silicato de alta calidad para preparar los estándares. Evitar el uso de cristalería de sodio –óxido de sodio– siempre que sea posible, debido a que el contacto prolongado con los estándares puede permearla y, en consecuencia, producir resultados erróneos.7. Limpiar cuidadosamente las cubetas de vidrio después de utilizarlas. Desechar aquellas que presenten rayones en la superficie pulida.8. Utilizar en lo posible reactivos de alta calidad. Reactivos de baja calidad pueden causar contaminación incluso en concentraciones muy bajas. Los diluyentes utilizados –agua o solventes– deberán estar libres de impurezas.9. Verificar que las muestras o estándares no se han desmasificado dentro de las cubetas. Este fenómeno produce burbujas sobre la superficie interna de las cubetas y errores en las lecturas.	

RECOMENDACIONES

1. Tener en cuenta, cuando se pretenda utilizar nuevos procedimientos, que no todas las sustancias cumplen con la ley de Beer. Efectuar pruebas de linealidad sobre el rango de concentraciones a ser utilizadas. Se recomienda preparar un grupo de soluciones fuertes – conocidas– y verificar los resultados. Los fenómenos que afectan la ley de Beer son los siguientes:
 - a) Las altas concentraciones por asociación molecular de especies iónicas.
 - b) Variaciones en la hidratación a bajas concentraciones producen cambios en la naturaleza de los iones complejos.
 - c) Absorciones que no obedezcan la ley requieren dibujar una gráfica de estándares conocidos, que indicará lectura versus concentración, de forma que la lectura de las incógnitas pueda ser relacionada a las concentraciones desde la gráfica.

FICHA DE RECOMENDACIONES

EQUIPO: Máquinas de Ensayos MTS

CODIGO: ME-MTS-EE00

Nota: De acuerdo con las entrevistas realizadas al operario encargado, se concluyó que las fichas de recomendaciones para todos los equipo de la firma MTS, son las mismas debido a su similitud de operación, tanto de software como de control hidráulico.

BUENAS PRÁCTICAS DE USO

Antes de Hacer Funcionar el Sistema:

1. Léase todos los Manuales y tome el curso para el uso de esta máquina. Estudie el contenido del presente manual y el de los restantes manuales suministrados junto con el sistema antes de intentar llevar a cabo por primera vez cualquiera de las funciones del sistema.
2. Localice y lea las placas de peligro. Estas placas se encuentran situadas de forma estratégica en el equipo para llamar la atención acerca de zonas tales como los puntos de aplastamiento conocidos y los riesgos derivados de la tensión eléctrica.
3. Localice los pulsadores de Paro de Emergencia.
4. Conozca los controles. Antes de hacer funcionar el sistema por vez primera, lleve a cabo una ejecución de prueba a través de los procedimientos operativos con la corriente eléctrica de alimentación desconectada.
5. Tenga preparados los primeros auxilios.
6. Conozca los puntos de aplastamiento y de retención potenciales.
7. Conozca los peligros eléctricos. Cuando se conecte la corriente eléctrica al sistema, reduzca al mínimo los peligros potenciales de descarga eléctrica vistiendo ropas y haciendo uso de herramientas que dispongan del aislamiento adecuado para los trabajos eléctricos.
8. Mantenga alejados a los espectadores. No permita nunca que los espectadores toquen los especímenes o el equipo mientras se está llevando a cabo el ensayo.
9. Vista ropa apropiada. No lleve corbatas, delantales de taller, ropas sueltas o cabellos largos que puedan quedar cogidos en el equipo y ser causa de lesiones.
10. Conozca los peligros de los gases comprimidos. Los dispositivos a alta presión son potencialmente muy peligrosos, dado que se encuentra disponible una gran cantidad de

energía en el caso de una expansión o de una rotura no controlada.

11. Observe las prácticas de seguridad que a continuación se indican cuando trabaje con aire o gases a alta presión:
 - Siga todas las instrucciones de carga que se facilitan en los manuales correspondientes de información acerca de los productos. Identifique de forma correcta el tipo de gas a utilizar y el tipo del acumulador que ha de ser previamente cargado.
 - Siga siempre los procedimientos de purga que se recomiendan antes de retirar o de desmontar componentes que contengan gas a presión.
 - Utilice dispositivos de seguridad apropiados para proteger los oídos.
 - Asegúrese de que todo el aire o el gas a presión haya sido purgado de cualquier dispositivo neumático o que esté cargado con gas antes de empezar a desmontarlo.
12. Compruebe los valores nominales y los pares de los pernos. Los elementos de sujeción (tales como los pernos y las varillas de conexión) están apretados de acuerdo con unas exigencias específicas. El apriete excesivo o insuficiente de un elemento de sujeción puede originar una situación de peligro debido a las elevadas fuerzas y presiones existentes en los sistemas de ensayos MTS.
13. Mantenga un buen orden y limpieza. Conserve limpios los suelos de la zona de trabajo.
14. Proteja los tubos flexibles y los cables eléctricos. Nunca se deben pisar los tubos flexibles ni los cables, ni tampoco se deben desplazar objetos pesados encima de los mismos.
15. Disponga una protección idónea. Utilice recintos de protección y disposiciones de laboratorio especiales cuando trabaje con especímenes de ensayo peligrosos tales como materiales de fácil fragmentación, materiales radioactivos o materiales que estén sometidos a presiones internas.

Durante el Funcionamiento del Sistema:

1. Use protecciones apropiadas.
 - Protección ocular cuando trabaje con líquido hidráulico a alta presión, con especímenes explosivos.
 - Protección auditiva cuando trabaje cerca de motores eléctricos, de bombas o de otros aparatos que generen unos niveles de ruido elevados.
 - Utilice equipos de protección adecuados (guantes, botas, indumentaria, aparatos de respiración asistida, etc.) siempre que vaya a trabajar con líquidos, productos químicos

o materiales en polvo que puedan ser irritantes o destructivos para la piel, el aparato respiratorio o los ojos.

- 2.** Conozca los enclavamientos servo hidráulico del sistema. No confíe nunca en los dispositivos de enclavamiento para que le protejan a usted o a cualquier otro personal.
- 3.** Conozca los límites del sistema. No confíe nunca en los límites del sistema tales como límites mecánicos o límites de software para protegerle a usted o a cualquier otro personal.
- 4.** No trastorne los sensores. No dé golpes, ni remueva, ajuste, desconecte o trastorne de ninguna otra manera un sensor (tal como un acelerómetro o un extensómetro) o su cable de conexión cuando esté aplicada la presión hidráulica.
- 5.** Cerciórese de que los cables estén bien asegurados. No cambie las conexiones de ningún cable con la corriente eléctrica o la presión hidráulica aplicadas.
- 6.** Permanezca alerta. Evite los períodos prolongados de tareas sin ninguna variación o de trabajo monótono que pueden contribuir a los accidentes y a las situaciones de peligro.
- 7.** Contenga las fugas pequeñas. No utilice los dedos ni las manos para taponar pequeñas fugas en los tubos flexibles hidráulicos o neumáticos. Corte la alimentación hidráulica y deje que se disipe la presión hidráulica antes de retirar y sustituir el tubo flexible estropeado.
- 8.** Manténgase lejos de los equipos en movimiento. Los objetos pueden quedar cogidos, aplastados, enredados o ser arrastrados por los equipos en movimiento.
- 9.** Conozca las causas de los movimientos no esperados de los accionadores. La elevada fuerza y las posibilidades en cuanto a velocidad de los accionadores MTS pueden ser destructivas y peligrosas (en especial si el movimiento del accionador es inesperado).
- 10.** No haga uso de transmisores de RF. Los campos de RF intensos pueden ser la causa de un funcionamiento errático de los circuitos más sensibles del sistema.
- 11.** Evite los puntos de aplastamiento. La mayor parte de los sistemas de ensayos son capaces de producir movimientos súbitos de una fuerza muy elevada.

CODIGO	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
				1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
CEGEA00	CABINA EXTRACTORA DE GASES	Limpieza del interior de la cabina de extracción. Se recomienda un lavado con detergente y agua caliente.	Diaria															
		Quitar las manchas y depósitos de sal con una solución diluida del 5% o un solvente apropiado. No utilizar ACETONA. Quite los deflectores para acceso a todas las superficies.	Diaria															
		Limpieza de los deflectores.	Semestral															
		Limpieza general del interior de la cámara con una solución de detergente diluida.	Semestral															
		Realizar una inspección y limpieza de los ductos y el extractor o ventilador.	Semestral															
		Dar servicio a lámparas y luces.	Semestral															
		Inspeccionar los mecanismos de funcionamiento de la cortina.	Semestral															
		Realizar un chequeo visual de todo el sistema.	Semestral															
		Verificar la velocidad de aire que entra a la campana.	Semestral															
		Visualización de las corrientes de aire.	Anual															
		Control de aspiración (medida de velocidad de aire en el caudal de extracción)	Anual															
		Inspección detallada de los mecanismos de maniobra de la cortina.	Anual															
		Examen visual de los conductos de extracción y sus accesorios; revisión del equipo de aspiración.	Anual															
		Control del nivel de ruido.	Anual															
		Comprobación del estado de saturación de filtros.	Anual															
Revisión de las lámparas y luces.	Anual																	
Verifique las condiciones del área frente a la cabina de extracción, usando un anemómetro térmico y una fuente de humo para verificar las corrientes de aire que cruzan no superen el 20% de la velocidad especificada.	Anual																	

CODIGO	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
				1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
ESEEA01	ESTUFA ELÉCTRICA	Limpia el equipo una vez terminada la actividad.	Diaria														
		Cubrir el equipo si no se está en uso para evitar el contacto con polvo y suciedad.	Diaria														
		Verificar las conexiones eléctricas y temperatura del equipo.	Diaria														
		Limpia el equipo en una posición vertical, para evitar que los agentes de limpieza lleguen a los componentes internos.	Mensual														
		Utilizar un detergente suave. Aplicarlo sobre las superficies externas, utilizando una pieza de tela de calidad similar a la de los pañuelos.	Mensual														
		Verificar que el equipo se encuentre completamente seco antes de volver a conectar.	Mensual														
		Reemplazo de las superficies cerámicas:															
		Verificar que el plato caliente se encuentre desconectado y frío.															
		Colocar la unidad con la superficie calefactora hacia abajo.															
		Retirar los tornillos que fijan la tapa inferior y removerla.															
		Desconectar los cables existentes entre el control del equipo y las resistencias															
		Retirar los tornillos que fijan la cubierta superior a la base.															
		Orientar la nueva superficie cerámica.															
		Colocar los nuevos seguros colocar los elementos calefactores y aislantes dentro.															
		Reconectar los siguientes componentes en un proceso inverso al arriba descrito.															
Reemplazo de fusibles:																	
• Colocar el interruptor principal en la posición apagado y desconectar el cable de alimentación eléctrica.																	
• Retirar, con un destornillador de pala, la tapa del compartimiento del fusible.																	
• Reemplazar el fusible por uno nuevo de las mismas especificaciones del original.																	
• Colocar la cubierta del compartimiento del fusible.																	

CODIGO	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
				DSAEA01	DESTILADOR DE AGUA	<p>Inspección Y Limpieza Del Tanque Generador De Vapor:</p> <p>Retirar el panel de protección o abrir la puerta que permite acceder al tanque de ebullición o generador de vapor.</p> <p>Retirar la tapa del tanque de ebullición.</p> <p>Verificar visualmente si las paredes interiores o las resistencias de inmersión presentan depósitos de sólidos o sedimentos alrededor de la superficie. Si se comprueba la acumulación de dichos sedimentos, debe limpiarse para evitar que se dañen las resistencias de inmersión.</p> <p>Limpiar los depósitos acumulados. Por lo general, el proceso de limpieza requiere la utilización de un producto químico, diseñado especialmente para remover los depósitos formados. Dicho producto debe seleccionarse de acuerdo con las características del agua que está siendo utilizada y que se determinan mediante un análisis químico del agua.</p> <p>Drenar la cantidad de agua contenida en el tanque de generación hasta que su nivel esté aproximadamente 10 cm por encima del sitio de ubicación de la sonda de nivel o de la resistencia de inmersión, verificar que se encuentre ubicado a más altura sobre el fondo del tanque, para asegurar que todos estos elementos queden sumergidos en el agua.</p> <p>Añadir el producto químico recomendado, en función de las características del agua.</p> <p>Mezclar bien.</p> <p>Permitir que el químico opere durante toda la noche. El fabricante del producto Utilizado recomienda los tiempos para remover los sedimentos.</p> <p>Drenar el contenido del tanque, a la mañana siguiente.</p> <p>Añadir agua limpia, lavar y drenar hasta estar seguros de que el químico utilizado haya sido completamente removido, junto con los residuos minerales removidos de las superficies afectadas.</p>	Mensual									
		<p>Cambio de Filtro de Carbón:</p> <p>Desenroscar la tapa del filtro.</p> <p>Retirar el elemento filtrante usado.</p> <p>Instalar un nuevo elemento filtrante de las mismas características del original.</p> <p>Reinstalar la tapa del filtro.</p>	Trimestral													
		<p>Limpieza del Condensador:</p> <p>Abrir la puerta que permite acceder al condensador.</p> <p>Verificar que el destilador de encuentre desconectado de la acometida eléctrica.</p> <p>Remover el conjunto del condensador. Desconectar el sistema de acople.</p> <p>Remover los tornillos que ajustan y ensamblan el conjunto del ventilador.</p> <p>Retirar el ventilador y limpiar la suciedad que se haya acumulado en la superficie.</p> <p>Retirar el condensador. Aspirar la suciedad, polvo y pelusa.</p> <p>Enjuagar el conjunto.</p> <p>Secar.</p> <p>Ensamblar nuevamente siguiendo un orden contrario al descrito.</p>	Anual													

