



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
INSTITUTO DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

**DESARROLLO DE UN PLAN MODELO DE MANTENIMIENTO
PARA EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DE LOS EQUIPOS
ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS DE UN EDIFICIO DE OFICINAS
EN LA CIUDAD DE CUENCA**

Trabajo de investigación presentado ante el Instituto de Postgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de Magíster en:

“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”

AUTOR: MAYRA ALEXANDRA VISCAÍNO CUZCO

TUTOR: ING. M.SC. LUIS FELIPE SEXTO CABRERA

Riobamba – Ecuador

2016



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación, titulado: “DESARROLLO DE UN PLAN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN LA CIUDAD DE CUENCA”, de responsabilidad de la Ingeniera Civil Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. Franqui Fernando Esparza Paz; M.Sc.

PRESIDENTE

FIRMA

Ing. Luis Felipe Sexto Cabrera; M.Sc.

DIRECTOR

FIRMA

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos; M.Sc.

MIEMBRO

FIRMA

Dr. Marco Antonio Haro Medina; M.Sc.

MIEMBRO

FIRMA

COORDINADOR SISBIB ESPOCH

FIRMA

Riobamba - Ecuador

2016

-ii-

DERECHOS DE AUTOR

©2016, Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Mayra Viscaíno Cuzco
CC. 140054630-3

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco; declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente Proyecto de Investigación, y el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Atentamente,

CC. 140054630-3

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al dador de toda buena dádiva, a quien he reconocido como mi Salvador, mi Señor y mi Dios; a él le debo todo lo que tengo y lo que soy, quien ha mostrado su inmensa gracia, fidelidad e inagotable misericordia al morir en la cruz por mí y adoptarme para pertenecer a su familia real. En él espero confiada el cumplimiento de sus gloriosas y firmes promesas.

A un maravilloso regalo de Dios, mi amada familia, que siempre ha sido el mejor refugio en tiempos de dificultades; mi apoyo en tiempos de debilidad; quienes han traído a mi vida el gozo y la alegría del amor filial.

Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco

AGRADECIMIENTO

Agradezco al director de este trabajo Ing. M.Sc. Luis Felipe Sexto Cabrera; a los miembros del tribunal Ing. M.Sc. Marco Heriberto Santillán Gallegos y Dr. Marco Antonio Haro Medina, por su contribución y el tiempo dedicado en la revisión del presente trabajo.

A la empresa C&V Ingeniería por todo el apoyo brindado, al Ing. Sergio Villacrés por su valioso aporte con sus consejos y recomendaciones técnicas consideradas en este trabajo.

A la empresa ETAPA EP, por abrirme las puertas y brindarme todo el apoyo para que este trabajo pueda realizarse.

Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco

CONTENIDO

	Páginas
PORTADA -----	i
CERTIFICACIÓN -----	ii
DERECHOS DE AUTOR -----	iii
DERECHOS INTELECTUALES -----	iv
DEDICATORIA -----	v
AGRADECIMIENTO -----	vi
CONTENIDO -----	vii
LISTA DE TABLAS -----	x
LISTA DE FIGURAS -----	xii
LISTA DE ECUACIONES -----	xiv
LISTA DE ANEXOS -----	xv
RESUMEN -----	xvi
SUMMARY -----	xvii

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN -----	1
1.1 Introducción -----	1
1.2 Antecedentes -----	2
1.3 Problema de investigación -----	3
1.3.1 <i>Planteamiento del problema</i> -----	3
1.3.2 <i>Formulación del problema</i> -----	5
1.3.3 <i>Sistematización del problema</i> -----	5
1.4 Justificación de la investigación -----	5
1.5 Objetivos -----	6
1.5.1 <i>Objetivo general</i> -----	6
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i> -----	6
1.6 Hipótesis -----	7
1.7 Delimitación -----	7

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO -----	8
2.1	El mantenimiento y su evolución-----	8
2.1.1	<i>Definiciones de mantenimiento</i> -----	9
2.1.2	<i>Objetivos del mantenimiento</i> -----	9
2.1.3	<i>Tipos de mantenimiento</i> -----	11
2.2	El mantenimiento de edificios -----	13
2.2.1	<i>Descripción de un edificio</i> -----	13
2.2.2	<i>El confort en los edificios</i> -----	14
2.2.3	<i>La gestión de mantenimiento de edificios</i> -----	15
2.2.4	<i>Efecto del mantenimiento en el desempeño del edificio</i> -----	16
2.3	Evaluación del mantenimiento de edificios -----	18
2.3.1	<i>Objetivo de la evaluación</i> -----	18
2.3.2	<i>Criterios de buenas prácticas de mantenimiento</i> -----	18
2.3.3	<i>Metodología para determinar los pesos de los criterios de evaluación</i> -----	22
2.4	Planificación del mantenimiento de edificios -----	26
2.4.1	<i>Definiciones de la planificación de mantenimiento de edificios</i> -----	26
2.4.2	<i>Modelos de planificación de mantenimiento</i> -----	28
2.4.3	<i>Componentes de la planificación de mantenimiento de edificios</i> -----	29
2.4.3.1	<i>Inventario</i> -----	29
2.4.3.2	<i>Análisis de criticidad</i> -----	32
2.4.3.3	<i>Preparación del plan de mantenimiento</i> -----	36
2.5	Metodología general de la investigación -----	38
2.5.1	<i>Tipo de investigación</i> -----	38
2.5.2	<i>Tamaño de la muestra</i> -----	38
2.5.3	<i>Método de investigación</i> -----	38

CAPÍTULO III

3	EVALUACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO ----	40
3.4	Descripción del edificio tomado como caso de estudio para la evaluación. ---	40
3.5	Criterios de evaluación-----	40
3.5.1	<i>Modelación</i> -----	42
3.5.2	<i>Valoración</i> -----	45

3.6	Determinación de las ponderaciones de los criterios -----	45
3.7	Determinación de las ponderaciones-----	51
3.8	Determinación de ponderaciones de sub-criterios -----	57
3.9	Discusión de resultados obtenidos -----	59
3.10	Evaluación de la planificación de mantenimiento del caso de estudio-----	62
3.11	Resultados de la evaluación -----	63

CAPÍTULO V

4	PROPUESTA DE MODELO PARA LA PLANIFICACIÓN Y APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO-----	66
4.4	Propuesta del modelo para la planificación -----	66
4.5	Inventario de equipos a mantener -----	68
4.5.1	<i>Estructura jerárquica</i> -----	68
4.5.2	<i>La codificación</i> -----	69
4.6	Análisis de criticidad-----	75
4.7	Plan modelo de mantenimiento de instalaciones mecánicas y eléctricas. -----	80
4.8	Control y mejora de la planificación de mantenimiento -----	88
	CONCLUSIONES -----	90
	RECOMENDACIONES -----	91
	GLOSARIO DE TÉRMINOS -----	92
	BIBLIOGRAFÍA -----	93
	ANEXOS -----	100

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-2	Escala de valores índice MPV -----	15
Tabla 2-2	Valores de iluminación para diferentes estancias de una edificación ----	15
Tabla 3-2	Criterios de mantenimiento aplicado a infraestructura educativa -----	20
Tabla 4-2	Criterios de mantenimiento aplicado a edificaciones patrimoniales ----	21
Tabla 5-2	Áreas funcionales y funciones del mantenimiento.-----	22
Tabla 6-2	Criterios de mantenimiento aplicado a edificaciones patrimoniales ----	23
Tabla 7-2	Escala fundamental de valoración de Saaty -----	24
Tabla 8-2	Índice de consistencia aleatorio, según el tamaño de la matriz -----	25
Tabla 9-2	Propuestas de modelos de gestión de mantenimiento -----	28
Tabla 10-2	Codificación para diferentes tipos de edificios -----	31
Tabla 11-2	Tipos de equipos eléctricos y mecánicos-----	36
Tabla 1-3	Análisis de cumplimiento de sub-criterios a juicios propuestos.-----	43
Tabla 2-3	Ratios de consistencia de los decisores-----	51
Tabla 3-3	Valores de vectores propios de los decisores del grupo No. 1 -----	52
Tabla 4-3	Pesos de criterios de mantenimiento según decisores del grupo No.2 ---	56
Tabla 5-3	Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “A” -----	57
Tabla 6-3	Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “B”-----	58
Tabla 7-3	Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “C”-----	58
Tabla 8-3	Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “D” -----	58
Tabla 9-3	Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “E”-----	58
Tabla 10-3	Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “F” -----	59
Tabla 11-3	Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “G” -----	59
Tabla 12-3	Jerarquización de criterios, según los grupos encuestados -----	60
Tabla 13-3	Criterios de mantenimiento de edificios jerarquizados -----	62
Tabla 14-3	Planilla para la evaluación de la planificación de mantenimiento-----	63
Tabla 1-4	Codificación de áreas -----	70
Tabla 2-4	Inventario de edificios -----	71
Tabla 3-4	Listado de sistemas del edificio de la gerencia general – parte 1-----	72
Tabla 4-4	Listado de sistemas del edificio de la gerencia general – parte 2-----	73
Tabla 5-4	Código de tipos de equipos mecánicos y eléctricos -----	73

Tabla 6-4	Listado de equipos para el análisis de criticidad. -----	74
Tabla 7-4	Criterios para la evaluación de la criticidad de equipos.-----	76
Tabla 8-4	Análisis de criticidad – Parte 1 -----	78
Tabla 9-4	Análisis de criticidad – Parte 2 -----	79
Tabla 10-4	Tipos de tareas de mantenimiento-----	82
Tabla 11-4	Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 1 --	83
Tabla 12-4	Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 2 --	84
Tabla 13-4	Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 3 --	85
Tabla 14-4	Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 4 --	86
Tabla 15-4	Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 5 --	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1	Ubicación de edificios de ETAPA EP, en el área urbana de Cuenca	2
Figura 2-1	Edificio de la gerencia general de la empresa ETAPA EP.	3
Figura 1-2	Incremento en la vida de servicio de un edificio con mantenimiento.....	17
Figura 2-2	El ciclo de vida del mantenimiento en los edificios	18
Figura 3-2	Componentes del modelo de la gestión de mantenimiento.....	29
Figura 4-2	Esquema de estructura jerárquica del inventario	30
Figura 5-2	Criterios para determinar la mantenibilidad de un sistema o equipo.....	33
Figura 6-2	Matriz de criticidad	34
Figura 7-2	Metodología de criticidad de puntos.....	35
Figura 1-3	Vista general del conjunto de edificios de ETAPA EP.....	41
Figura 2-3	Vista posterior del conjunto de edificios de ETAPA EP	41
Figura 3-3	Esquema de criterios y sub-criterios de mantenimiento de edificios.....	44
Figura 4-3	Preguntas formuladas en la encuesta, para aplicar el método PAJ	46
Figura 5-3	Ejemplo de matriz de comparación pareada	47
Figura 6-3	Propiedad de reciprocidad en la matriz de comparación pareada.....	47
Figura 7-3	Propiedad de homogeneidad en la matriz de comparación pareada	48
Figura 8-3	Matriz de comparación pareada	48
Figura 9-3	Matriz normalizada	49
Figura 10-3	Matriz promedio.....	49
Figura 11-3	Vector fila total	50
Figura 12-3	Vector cociente	50
Figura 13-3	Vector propio de una matriz de comparación pareada.....	53
Figura 14-3	Priorización de criterios de mantenimiento según el grupo No.1	54
Figura 15-3	Priorización de criterios de mantenimiento, según el grupo No. 1	55
Figura 16-3	Pesos de los criterios de mantenimiento, según el grupo No. 2.....	56
Figura 17-3	Priorización de criterios de mantenimiento según el grupo No. 2.....	57
Figura 18-3	Resultados de encuestados sobre priorización de criterios	60
Figura 19-3	Conocimiento de los encuestados sobre la gestión de mantenimiento ...	61
Figura 20-3	Evaluación de la planificación de mantenimiento	65
Figura 1-4	Modelo propuesto para la planificación de mantenimiento	67

Figura 2-4	Criterio No.1 del modelo para la planificación del mantenimiento.....	68
Figura 3-4	Esquema de los niveles jerárquicos establecidos en el caso de estudio..	68
Figura 4-4	Análisis de criticidad, según el modelo para la planificación.....	75
Figura 5-4	Matriz de riesgo para determinar la criticidad	77
Figura 6-4	Porcentaje de equipos en los diferentes niveles de riesgo.	80
Figura 7-4	Plan de mantenimiento, según el modelo para la planificación.....	81
Figura 8-4	Control y mejora, según el modelo para la planificación	88

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1-2	Ratio de consistencia -----	26
Ecuación 2-2	Índice de consistencia -----	26
Ecuación 3-2	Riesgo -----	33
Ecuación 1-4	Criticidad total -----	76
Ecuación 2-4	Criticidad total -----	76

LISTA DE ANEXOS

Anexo A	Encuesta aplicada para jerarquizar los criterios de mantenimiento.....	101
Anexo B	Determinación de los Ratios de Consistencia (RC) de los decisores.....	108
Anexo C	Cálculo de los vectores propios para determinar las ponderaciones	112
Anexo D	Determinación de los pesos de criterios de mantenimiento de edificios..	114
Anexo E	Cuestionario para la evaluación de la planificación del mantenimiento...	115
Anexo F	Inventario completo del edificio caso de estudio.....	118
Anexo G	Atributos del software para gestión de mantenimiento SisMAC	125
Anexo H	Banco de tareas generales de mantenimiento para equipos eléctricos y mecánicos instalados en un edificio de oficinas	127

RESUMEN

Un edificio público constituye un patrimonio de un país, y por tanto debe ser conservado, sin embargo el deterioro es un proceso que afecta a todo activo. Una de las causas del deterioro son los problemas asociados a la planificación del mantenimiento. Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas de la empresa ETAPA E.P., en la ciudad de Cuenca. A través de la aplicación del método Proceso Analítico Jerárquico, se definió que el segundo criterio más importante es la planificación del mantenimiento, con un porcentaje de 17,7%. Como contribución para cumplir con aspectos importantes de la planificación, se plantea una metodología para la planificación del mantenimiento de edificios; el cual consta de cuatro criterios, empezando por el inventario de activos, análisis de criticidad, planificación del mantenimiento, control y mejora. El modelo fue aplicado a un edificio de ETAPA E.P., en la ciudad de Cuenca; cuya evaluación de la planificación de mantenimiento alcanzó un valor de 0,92% sobre 5,5%. Para mejorar la planificación, se recomienda la aplicación de la metodología que se plantea en este trabajo, así como el plan modelo de mantenimiento.

Palabras clave: <GESTIÓN DE MANTENIMIENTO>, <MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS>, <PLAN DE MANTENIMIENTO>, <EDIFICIO DE OFICINAS>, <EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS>.

SUMMARY

Public building is a heritage of a country, and therefore be retained, however the deterioration is a process that affects all asset. One of the causes of the decline is the problems associated with the maintenance planning. This work aims the development of a plan maintenance model for the proper functioning of electrical and mechanical equipment of ETAPA E.P. company office building in Cuenca city. Through the application of analytic hierarchical process method, defined that the second most important criterion is the planning of maintenance, with a percentage of 17,7%. As a contribution to comply with important aspects of planning, there is a methodology for planning of building maintenance; which consists of four criteria, starting with the inventory of assets, analysis of criticidad, maintenance planning, control and improvement. The model was applied to ETAPA E.P. building, in the city of Cuenca; the evaluation of maintenance planning reached a value of 0,92% over 5,5%. To improve the planning, it is recommended the application of the methodology proposed in this work, as well as the model of maintenance plan.

Keywords: <MAINTENANCE MANAGEMENT >, <MAINTENANCE OF BUILDINGS>, <MAINTENANCE PLAN>, <OFFICE BUILDING> <ELECTRICAL AND MECHANICAL EQUIPMENT>.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

Hoy en día, hay una conciencia creciente en todo el mundo sobre la importancia del mantenimiento de las instalaciones construidas (SHOHET, PUTERMAN Y GILBOA, 2002).

Dentro del marco actual, el gobierno ecuatoriano y muchos países a nivel mundial, se han enfocado en la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero. Una investigación sobre el tema indica que el sector de la construcción es responsable del 50% de los recursos materiales tomados de la naturaleza, el 40% del consumo de energía y el 50% del total de residuos generados (OTHMAN, 2007); razón por la que, la industria de la construcción es considerada como una gran consumidora de recursos naturales y emisora de residuos contaminantes (REZA, SADIQ Y HEWAGE, 2014).

Considerando que un edificio no solo está compuesto por la obra civil, sino también por componentes de diferentes naturaleza, como: eléctricos, mecánicos, electrónicos, hidráulicos, etc. que contribuyen a que el edificio sea seguro y tenga un ambiente confortable. La literatura indica que lograr que las edificaciones alcancen su vida útil, constituye un aporte para la reducción significativa de residuos, que son efectuadas por las demoliciones prematuras.

Este propósito puede lograrse a través del mantenimiento de las edificaciones y cada componente de la instalación, el mismo que con una aplicación sistemática, reduzca el deterioro provocado por este factor y permita que la edificación alcance la vida útil para la cual fue prevista (WALL, 2006). En la actualidad, el mantenimiento está siendo ampliamente aceptado y reconocido como el mejor enfoque para garantizar la prolongación de la vida útil de los edificios (OTHMAN, 2007).

1.2 Antecedentes

Para empresas que cuentan con un amplio número de edificaciones que mantener, como es el caso de la empresa ETAPA E.P. la misma que cuenta con muchas edificaciones, distribuidas en la ciudad de Cuenca; el mantenimiento de las edificaciones ha tomado cierto grado de relevancia, al asignar esta responsabilidad a la gerencia administrativa de la empresa, la misma que ha adoptado como estrategia el mantenimiento correctivo. En Enero de 1968, el Consejo de Cuenca de acuerdo al Art. 194 de la Ley de Régimen Municipal y con la facultad que ésta le otorgaba, aprobó la ordenanza de creación de la Empresa Pública Municipal de Telefonía, Agua Potable y Alcantarillado –ETAPA E.P.– (ETAPA EP, 2015).

Con cuarenta y siete años transcurridos desde su creación y de acuerdo a las demandas de expansión urbana de la ciudad la empresa ha experimentado un crecimiento en diferentes aspectos, para satisfacer las demandas de sus clientes. De esa manera también surge la necesidad de tener un crecimiento en cuanto a su infraestructura, es así que al momento la empresa dispone de aproximadamente cincuenta y siete (57) edificios distribuidos a alrededor del cantón Cuenca, como se observa en la figura 1-1; los edificios funcionan como oficinas administrativas y de servicios.

Con tal cantidad de infraestructura, se hace imprescindible llevar una gestión de mantenimiento para los componentes de estas edificaciones.



Figura 1-1 Ubicación de edificios de ETAPA EP, en el área urbana de Cuenca

Fuente: ETAPA EP, 2012.



Figura 2-1 Edificio de la gerencia general de la empresa ETAPA EP.

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2015.

En el caso particular de este estudio, la investigación se centrará en los equipos que pertenezcan a la familia eléctrica y mecánica. La empresa ha encargado esta labor a la subgerencia administrativa, específicamente al departamento de materiales, seguridad y transporte, como responsable de la administración del mantenimiento de los edificios de la empresa. Para los responsables de mantenimiento de estos activos, el edificio más importante es el edificio en el que se encuentra la gerencia general (ver la **figura 2-1**), la mayoría de los esfuerzos se han enfocado en los equipos eléctricos y mecánicos de esta edificación, debido al deterioro de los mismos, por la edad del edificio.

1.3 Problema de investigación

1.3.1 *Planteamiento del problema*

La mayoría de personas pasan gran parte de su tiempo en el interior de edificio (KAMARUZZAMAN ET AL., 2011); por lo que el lugar en el que el hombre habita constituye una necesidad primordial, se espera que éstos proporcionen seguridad, funcionalidad y habitabilidad (RAMÍREZ Y SERPELLA, 2012), esto es posible cuando sus condiciones son las adecuadas. Sin embargo, el deterioro es un proceso que afecta a toda infraestructura, incluido a sus componentes, y dado que tanto la degradación es inevitable (LI, 1997), se debe identificar la causa del deterioro de una edificación y de sus componentes, según su naturaleza, sea eléctrico o mecánico, ya que cada componente contribuye a brindar las características de confort deseadas.

Según lo estudiado sobre el tema, se han identificado seis fuentes frecuentes de deterioro prematuro en edificaciones, una de ellas es el mantenimiento deficiente (SHOHET, PUTERMAN Y GILBOA, 2002); debido a que los responsables de la planificación de mantenimiento de los edificios han pasado por alto el hecho de que los edificios se deterioran rápidamente sin una planificación de mantenimiento adecuado (PAN, GIBB Y SELLARS, 2008).

Otro estudio revela que *“La planificación de mantenimiento debe comenzar durante la fase de diseño y continuar durante toda la vida útil del edificio”* (HASSANAIN, AL-HAMMAD Y FATAYER, 2013); en el Ecuador, específicamente en la ciudad de Cuenca y en los edificios de oficinas; ésta no es una práctica común, los responsables del mantenimiento de los edificios de oficinas, se limitan a realizar actividades correctivas para conservar a la edificación, sin considerar que se está incurriendo en la reducción de la vida útil de este activo y en el incremento de los costos de mantenimiento.

Para asegurar que un edificio funcione adecuadamente, el mantenimiento y rehabilitación oportuna son imprescindibles (LI, 1997), para lo cual se hace necesario realiza actividades de planificación, en el que se establezcan actividades de mantenimiento, que permita que los equipos funcionen adecuadamente. Sin olvidar que el mantenimiento se ha convertido en una fase principal del ciclo de vida de los activos construidos (SHOHET, LAVY-LEIBOVICH Y BAR-ON, 2003).

El problema que enfrenta el responsable de mantenimiento de las edificaciones de la empresa ETAPA EP, es la deficiencia en la planificación de las actividades de mantenimiento, lo que repercute en el deterioro de la edificación, específicamente las instalaciones eléctricas y mecánicas que se encuentran en las edificaciones de este tipo, este hecho será evidenciado a través de los resultados de la evaluación de la planificación del mantenimiento. No existen registros de los tiempos de parada para reparación de los equipos o sobre las actividades de mantenimiento que se hayan realizado en los equipos, que pueda ser empleada para realizar los cálculos de la disponibilidad de los equipos o de algún otro indicador de mantenimiento.

1.3.2 *Formulación del problema*

La formulación del problema se lo realiza a través del planteamiento de la siguiente pregunta:

¿El desarrollo de un plan modelo del mantenimiento permitirá el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca?

1.3.3 *Sistematización del problema*

Los problemas secundarios derivados del problema inicial, están planteados en las siguientes preguntas:

¿Cómo está manejando actualmente el responsable del mantenimiento de un edificio de oficinas de la ciudad de Cuenca la planificación de las actividades de mantenimiento de los equipos eléctricos y mecánicos instalados en este tipo de edificaciones?

¿Qué metodologías está empleando el responsable del mantenimiento para la planificación de las actividades de mantenimiento de los equipos eléctricos y mecánicos instalados en un edificio de oficinas de la ciudad de Cuenca?

¿En qué consiste el plan de mantenimiento que está aplicando el responsable de mantenimiento a los equipos eléctricos y mecánicos instalados en un edificio de oficinas de la ciudad de Cuenca?

1.4 *Justificación de la investigación*

En el contexto local, en los últimos diez (10) años, el gobierno ecuatoriano se ha enfocado en mejorar las instalaciones públicas de diferentes entidades del estado, la inversión económica necesaria para realizar actividades de mantenimiento, puede superar a la inversión económica inicial, sino hay una disposición gubernamental para que las instalaciones públicas reciban un mantenimiento eficiente y correctamente ejecutado en una etapa temprana.

Tomando como fundamento, que la planificación es una función primaria de la administración (HILTON Y RIVERA, 2005), y considerando que el componente más crítico de todo sistema es el proceso de planificación; la importancia de esta investigación radica, en el desarrollo de un modelo para la planificación y la evaluación del mantenimiento, que pueda ser aplicado por los administradores de edificios de oficinas. El aporte del presente trabajo de investigación, al plantear un modelo tanto para la evaluación, como para la planificación del mantenimiento de edificios, constituye una base, que puede ser tomada para estudios similares enfocados en edificios de cualquier tipología.

Otro elemento que justifica de manera práctica, este trabajo es el desarrollo de un plan modelo para equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas, el mismo que puede ser tomado por los administradores de edificios y adoptado a su contexto.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo general*

El objetivo general del presente trabajo, está enfocado en: Desarrollar un plan modelo de mantenimiento aplicable a equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca para su adecuado funcionamiento.

1.5.2 *Objetivos específicos*

Los objetivos específicos que permitirán alcanzar el objetivo general, son:

1. Evaluar la planificación de mantenimiento de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca para determinar el estado actual.
2. Determinar una metodología para la planificación de mantenimiento de equipos mecánicos y eléctricos de un edificio de oficinas, a través del estudio del estado del arte sobre la gestión de mantenimiento.
3. Proponer un plan modelo básico de mantenimiento aplicable a los equipos eléctricos y mecánicos existentes en un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca.

1.6 Hipótesis

El desarrollo de un plan modelo de mantenimiento permite el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca.

1.7 Delimitación

La investigación se desarrolla en la provincia del Azuay, tomando como caso de estudio a un edificio público de la ciudad de Cuenca, como corresponde al objetivo del presente trabajo de investigación. Los equipos eléctricos y mecánicos para los cuales se desarrollará el plan modelo de mantenimiento, serán los que se encuentren en el edificio tomado como caso de estudio y pueden ser revisados en la **tabla 6-5**.

Para la determinación de la cuantificación de los criterios, para la evaluación de la planificación de mantenimiento, se aplicará una encuesta a especialistas en el área de mantenimiento industrial con título de Maestría en Gestión de Mantenimiento Industrial, y a estudiantes de los dos últimos niveles de la carrera de Ingeniería de mantenimiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quienes han recibido formación específica en el área de mantenimiento de edificios, ellos responderán a una encuesta electrónica sobre priorización de criterios de mantenimiento (ver encuesta en el Anexo A).

El desarrollo del modelo, se enfoca únicamente en el proceso de planificación del mantenimiento, como corresponde a los objetivos del presente trabajo de investigación. De la misma manera, para la validación del modelo para la planificación, se aplicará la metodología específicamente a los equipos eléctricos y mecánicos (ver **tabla 6-5**), del edificio de oficinas tomado como caso de estudio.

El plan de mantenimiento que se planteará, será el resultado de la aplicación del modelo para la planificación, que la autora propone. El plan de mantenimiento contendrá la descripción de las actividades de mantenimiento con las frecuencias de ejecución, así como el especialista que responsable de la ejecución de la actividad propuesta.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El mantenimiento y su evolución

En la actualidad, parece normal la necesidad de realizar actividades de mantenimiento; pero esto no siempre fue así. El mantenimiento tiene sus inicios en la época de los años treinta y se ha registrado su evolución en tres generaciones, según John Moubray. La primera generación se desarrolla entre los años de 1940 y 1960, la estrategia que predominaba era el mantenimiento correctivo, “reparar cuando se rompe”. La segunda generación parte de 1960 a 1985 aproximadamente, el incremento en la mecanización en la industria, la dependencia de ella y los impactos que tenían los tiempos de parada dieron lugar al mantenimiento preventivo, es decir realizar reparaciones a frecuencias predeterminadas. Esta estrategia de mantenimiento permitía tener mayor disponibilidad de los equipos, al mismo tiempo que incrementaba su vida y repercutía en la reducción de costos; comparado con el mantenimiento correctivo.

La tercera generación inicia en 1985 y continúa hasta la actualidad, los cambios en el mantenimiento se han clasificado en tres grupos: nuevas expectativas, nuevas investigaciones, y nuevas técnicas. Lo que se espera del mantenimiento, es que proporciones mayor disponibilidad y confiabilidad, mayor seguridad, ningún daño al medio ambiente, mayor vida de los equipos, y mayor costo-eficacia. Las nuevas investigaciones han revelado que existen seis patrones de falla, que realmente ocurren en la práctica, y no como se creía, que las fallas estaban vinculadas solamente a la edad del activo. En cuanto a las técnicas que se desarrollaron en la tercera generación están: las herramientas de soporte para la toma de decisiones, nuevos métodos de mantenimiento, diseño de equipos y un drástico cambio en cuanto a la organización (MOUBRAY, 1997).

Hoy en día el mantenimiento es una herramienta imprescindible para la conservación de cualquier activo y los componentes de un edificio no son la excepción.

2.1.1 Definiciones de mantenimiento

La norma europea EN 15331:2011, que proporciona los “*Criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento de edificios*”, establece claramente que una de las funciones principales de un edificio es proteger a sus ocupantes. En el contexto local, y en la mayoría de los casos la administración de los edificios está a cargo de personas con poco conocimiento de gestión de mantenimiento, este hecho ha llevado a que se considere que el mantenimiento es únicamente el reparar algo cuando éste ha fallado, esta razón lleva a conocer las definiciones de mantenimiento y sus conceptos asociados.

La norma europea EN 15331:2011, define al mantenimiento de edificios como la, “*Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, realizadas durante el ciclo de vida de un edificio (o de una parte de éste), destinadas a conservarlo o a devolverle a un estado en el que pueda realizar la función requerida.*”, recordando siempre que la planificación de mantenimiento debe comenzar durante la fase de diseño y continuar durante toda la vida útil del edificio (HASSANAIN, AL-HAMMAD Y FATAYER, 2013).

J. Moubray y la norma EN 15331: 2011, concuerdan en afirmar que el objetivo del mantenimiento es: “asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que hagan” (MOUBRAY, 1997). Los usuarios de un edificio público pueden ser externos e internos y cada uno de ellos establecerá sus propios requerimientos y expectativas, en cuanto al funcionamiento de un edificio. Estas exigencias constituirán en el estándar de funcionamiento que el mantenimiento se encargará de asegurar, a través de la ejecución de actividades en periodos de tiempo determinados, que para el efecto se hayan establecido.

2.1.2 Objetivos del mantenimiento

Dentro del contexto del funcionamiento de un edificio de oficinas, el mantenimiento no se centra únicamente en reparar o sustituir elementos dañados, un estudio (LOCKHART PASTOR, 2013) indica que se buscan varios objetivos con la aplicación sistemática del

mantenimiento durante todo el ciclo de vida de un activo, asociados no sólo a los activos sino también a los usuarios, entre estos objetivos están:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes.
- Reducir la gravedad de los fallos que no se pudieron evitar.
- Evitar accidentes.
- Aumentar la seguridad para las personas.
- Reducir costos.
- Alcanzar la vida útil de diseño.

La norma EN 15331 (2011), establece que el objetivo del mantenimiento de edificios es, asegurar que la instalación opere según sus prestaciones iniciales o al menos que éstas se encuentren dentro de límites aceptables durante toda su vida útil. Por tanto el cumplimiento o no del objetivo del mantenimiento, se verá reflejado en la satisfacción del usuario, en cuanto al confort que presenten las instalaciones. Se apunta a que el mantenimiento sea el que permita el cumplimiento de estos objetivos.

Otro autor (BARRIOS Y JUÁREZ, 1989), indica que entre los objetivos del mantenimiento, también están:

- Garantizar la disponibilidad de los activos.
- Reducir y controlar el deterioro de los equipos y en general de toda la instalaciones
- A través de instalaciones en buen estado, garantizar que la calidad de bienes y servicios, que brinde la empresa esté a satisfacción.
- Conservar el medio ambiente.
- Mejorar el tiempo y el costo de ejecución de las actividades de mantenimiento.

De manera general, el autor indica que es posible mantener la confiabilidad, seguridad, preservar el medio ambiente y los bajos costos de los bienes o servicios que una empresa preste, con la aplicación adecuada del mantenimiento, éste permite garantizar la disponibilidad de la función de las instalaciones o equipos.

2.1.3 *Tipos de mantenimiento*

El mantenimiento como área de conocimiento, identifica la existencia de tipos de mantenimiento que se pueden adoptar y aplicar según los requerimientos del activo. Algunos estudios los denominan estrategias de mantenimiento (LAVY Y SHOHEIT, 2007) (EN 15331: 2011) (CHAN, LEE Y BURNETT, 2003). Entre los principales que nombra la literatura, se encuentran:

- **Mantenimiento correctivo:** Este mantenimiento consiste en el conjunto de actividades de reparación y/o sustitución de cualquier elemento que ha fallado o que ya no puede funcionar a su nivel inicial (LAVY Y SHOHEIT, 2007) estas actividades se realizan cuando aparece el fallo (CASTEL GUTIÉRREZ, 2011). Es considerada la estrategia más simple (HORNER, EL-HARAM Y MUNNS, 1997), y la que se realiza a falta de planificación.
- **Mantenimiento preventivo:** Incluye todas las actividades programadas de antemano para reducir la frecuencia y el impacto de los fallos (CASTEL GUTIERREZ, 2011), según la norma EN 13306, la definición para fallo es el “*cese en la capacidad de un elemento para desarrollar una función requerida*” (UNE-EN 13306: 2002). Las actividades de mantenimiento preventivas se realizan a intervalos fijos, independientemente de la condición del elemento (LAVY Y SHOHEIT, 2007).
- **Mantenimiento basado en condición:** La estrategia basada en la condición se refiere a una actividad de mantenimiento que se produce cuando cambia el estado de un componente y por lo tanto requiere de un monitoreo de sus parámetros” (LAVY Y SHOHEIT, 2007).
- **Mantenimiento Predictivo:** son las actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo (CASTEL GUTIERREZ, 2011).

Las estrategias de mantenimiento, deben ser aplicables a los diferentes sistemas que conforman la edificación, la norma europea (EN 15331: 2011) proporciona recomendaciones

generales sobre cuándo y a qué tipos de sistemas o equipos de un edificio, se puede aplicar cada estrategia:

- **El mantenimiento correctivo:** este tipo de mantenimiento debe adoptarse cuando por razones económicas o técnicas, no se puedan implementar medidas preventivas y cuando el estado de degradación (es decir, el estado en el que la aptitud para proporcionar la función requerida se ha reducido, aunque está dentro de los límites de aceptabilidad definidos; véase la norma EN 13306) sea aceptable. Esta estrategia debe aplicarse únicamente a los equipos que no formen parte de los equipos críticos o de seguridad (como por ejemplo, en función de requisitos específicos del edificio, pueden ser ventanas, enlucidos, pintura, etc.), por la importancia que tienen y las consecuencias de fallos en estos sistemas (EN 15331: 2011).
- **El mantenimiento preventivo:** La norma EN 15331:201, indica que los ascensores, sistemas de extinción de incendios, estructuras, etc., son subsistemas críticos en un edificio y sugiere que este tipo de sistemas requieren la aplicación de esta estrategia de mantenimiento. En un edificio, los trabajos de acabado como: recubrimientos, pintura, barnizado, etc. y actividades de limpieza en tejados, fachada, tuberías de evacuación, etc. corresponden a esta estrategia de mantenimiento.
- **Mantenimiento basado en la condición:** En un edificio se pueden encontrar componentes críticos, como los que se mencionaron anteriormente; y también otros de larga duración; para los cuales se deben establecer un plan de inspecciones y hacer las verificaciones respectivas de manera periódica según el plan lo indique; las inspecciones revelarán la condición del equipo o sistemas y su necesidad de intervención, la misma que deberá ser planificada.

En el mantenimiento de edificios de oficinas, las estrategias que se aplican con mayor frecuencia son: el mantenimiento correctivo, este se realiza generalmente cuando alguien reporta algún daño; y el mantenimiento preventivo, en el constan actividades como: limpieza de pisos, escritorios y equipos de cómputo.

2.2 El mantenimiento de edificios

2.2.1 Descripción de un edificio

El objeto de estudio de la presente investigación, son los edificios públicos y sus componentes eléctricos y mecánicos, por lo que es necesario definir ¿qué es un edificio? Un edificio es considerado como un activo; según lo indica la norma ISO 55000 – 2014 de gestión de activos; esta norma fundamenta la definición para “activo”, en si éste representa algún tipo de valor, sea real o potencial para una organización, aspecto que se cumple para la empresa ETAPA EP.

Un edificio es un conjunto de obras de construcción, así como de varios tipos de instalaciones (eléctricas, mecánicas, electrónicas, hidráulicas, sanitarias, etc.), que cumplen su vida útil de manera permanente en un solo lugar, en general su diseño se basa en conformar un elemento cerrado parcial o totalmente. Un edificio considera todas las previsiones estructurales y de sismorresistencia, necesarias para que constituya un lugar que brinde seguridad a sus ocupantes, sean personas o cosas (EN 15331: 2011).

Hay dos principios fundamentales que se deben considerar para garantizar que el confort que el edificio brinde a los usuarios sea el adecuado; éstos son la condición y la calidad de la edificación (RASHID Y AHMAD, 2011). La condición está en estrecha relación con el mantenimiento que se realice en el edificio, por tanto la planificación del mantenimiento constituye una herramienta básica, que debe ser implementada para asegurar el confort, antes de que éste sea perdido por deterioro en aquellos equipos que contribuyen a lograr el confort de un edificio.

De manera general se conoce que un edificio está integrado por varios sistemas, los mismos que pueden variar según su función. El proceso de deterioro no afecta únicamente a los componentes estructurales y no estructurales de un edificio, sino a los diferentes sistemas operativos que componen una edificación. Los sistemas que componen un edificio varían según el tipo de uso, los que frecuentemente se encuentran en el contexto local en los edificios públicos, son los siguientes: sistema estructural,

envolvente exterior (fachada y cubierta), sistema contra incendios, elevador, sistema de agua potable y aguas residuales, sistema eléctrico, sistemas de comunicación (ARDITI Y NAWAKORAWIT, 1999; SHOHET, PUTERMAN Y GILBOA, 2002). Los sistemas están compuestos por equipos que pueden ser mecánicos, eléctricos, electrónicos o civiles; los que son de interés del presente estudio son los que corresponden al tipo mecánico y eléctrico.

2.2.2 El confort en los edificios

Debido a que las personas pasan mucho tiempo en algún tipo de edificación, resulta preciso, identificar las condiciones que influyen en el confort de una edificación. De acuerdo a una investigación llevada a cabo, se identifican como aspectos esenciales para el confort en el interior de un edificio a tres factores que tienen alta influencia: El confort térmico, el confort visual y la calidad del aire (CASTILLA ET AL., 2010).

- **El confort térmico:** Los estándares internacionales como: ISO7730, 1994 y ASHRAE55, 1992, definen el confort térmico como *“Aquella condición de la mente que proporciona satisfacción con el ambiente térmico”*.

Uno de los índices que permite medir el confort térmico es el MPV (*Predicted Mean Vote*), desarrollado en la década de los setenta por Fanger.

El MPV puede ser medido a través de una escala de valores que se presentan en la **tabla 1-2**, siendo lo recomendable para que se garantice el confort térmico, mantener el índice en un valor de “0”, pudiendo tolerar variaciones en un rango de ± 0.5 . Para calcular el índice MPV, se consideran seis variables que están relacionadas con la actividad metabólica, el aislamiento de la ropa, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad del aire y la humedad relativa.

- **El confort visual:** El sentido de la vista es el mayor receptor, a través del cual el ser humano adquiere información como: la forma, el color y la perspectiva de lo que mira en determinado entorno. Según un estudio los valores de iluminación, luminancia y color, son los que permiten evaluar el confort visual (CASTILLA ET AL., 2010). Estándares como Light and Lighting (La luz y la iluminación), 2002; UNE-EN12464-1, 2003; UNE-EN12464-2, 2008, establecen valores óptimos para iluminación, según el tipo de edificación que se estudie, éstos se presentan en la **tabla 2-2**.

Tabla 1-2: Escala de valores índice MPV

Confort térmico (PMV)	Sensación
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
±0	Neutralidad térmica
-1	Fresco
-2	Frío
-3	Muy frío

Fuente: CASTILLA ET AL., 2010

Tabla 2-2: Valores de iluminación para diferentes estancias de una edificación

Función	Estancia (nivel de iluminación [lux])
Doméstico	Salón (50-150). Dormitorio (50-100). Cocina (150-300). Baño (150). Aseo (100).
Hotel	Recepción (300). Dormitorios (50-100). Habitación (100)
Librería	General (300). Estanterías de libros (150)
Oficina	General (500). Sala de conferencias (500)

Fuente: CASTILLA ET AL., 2010

- **La calidad del aire:** Cuando la calidad del aire en un ambiente o en un edificio es pobre, se dice que existe el síndrome del edificio enfermo, esto repercute negativamente en la salud de sus ocupantes y en el confort de los usuarios. La manera de evaluar la calidad del aire es a través de la medida de CO₂ en el ambiente, la norma europea UNE-EN 1779, recomienda que esta medida debe conservarse en el rango de 500-800 ppm.

2.2.3 *La gestión de mantenimiento de edificios*

La gestión de mantenimiento es definida por la normativa (UNE-EN 13306: 2002) como: *“Todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades, y las realizan por medio de planificación del mantenimiento, control y supervisión del mantenimiento, mejora de los métodos en la organización incluyendo los aspectos económicos”*.

Según lo indica la norma EN 15331:2011, el mantenimiento de un edificio tiene una finalidad, la cual consiste en hacer que los bienes operen según las prestaciones iniciales dentro de los límites aceptables, durante toda su vida útil (EN 15331: 2011). El

mantenimiento de edificios es particular, debido a que convergen varios aspectos que deben ser considerados en el mantenimiento, estos aspectos se mencionan en las siguientes declaraciones:

- Debido a la larga vida útil de los edificios, se requiere mantener el valor de la propiedad durante todo el tiempo de su vida.
- El uso en un edificio no es algo que esté definitivamente determinado, éste puede cambiar en cualquier momento de su vida útil, sin que haya sido tomado en cuenta en su diseño.
- En el mantenimiento de un edificio existe una responsabilidad compartida entre propietarios, administrador, inquilinos, usuarios, etc.); y no un sólo responsable como se esperaría.
- La vida útil de un edificio es catalogada como de larga duración, éste puede variar entre cincuenta a setenta años y por tanto el mantenimiento debe ser considerado en toda la etapa de operación.

2.2.4 Efecto del mantenimiento en el desempeño del edificio

- **Efectos sobre la vida útil:** Las razones por las que se debe llevar un mantenimiento sistemático en una edificación, consiste en todos los aportes del mantenimiento para que la edificación cumpla la vida útil para la cual fue diseñada. De acuerdo a datos internacionales, se estima que la vida útil de una edificación es de setenta años (PORTERO, ESTHER Y RICOL, 2002).

Pero, como se observa en la **figura 1-2**, sin mantenimiento la edificación y los sistemas que lo componen sufrirán una pérdida irreversible de vida, como consecuencia de un pobre mantenimiento. Los edificios en donde se ha realizado un mantenimiento sistemático adecuado ligado a reparaciones puntuales necesarias, se encuentran en mejores condiciones de uso y habitabilidad que las edificaciones en que no se han realizado estas acciones (AMARILLA, 1989).

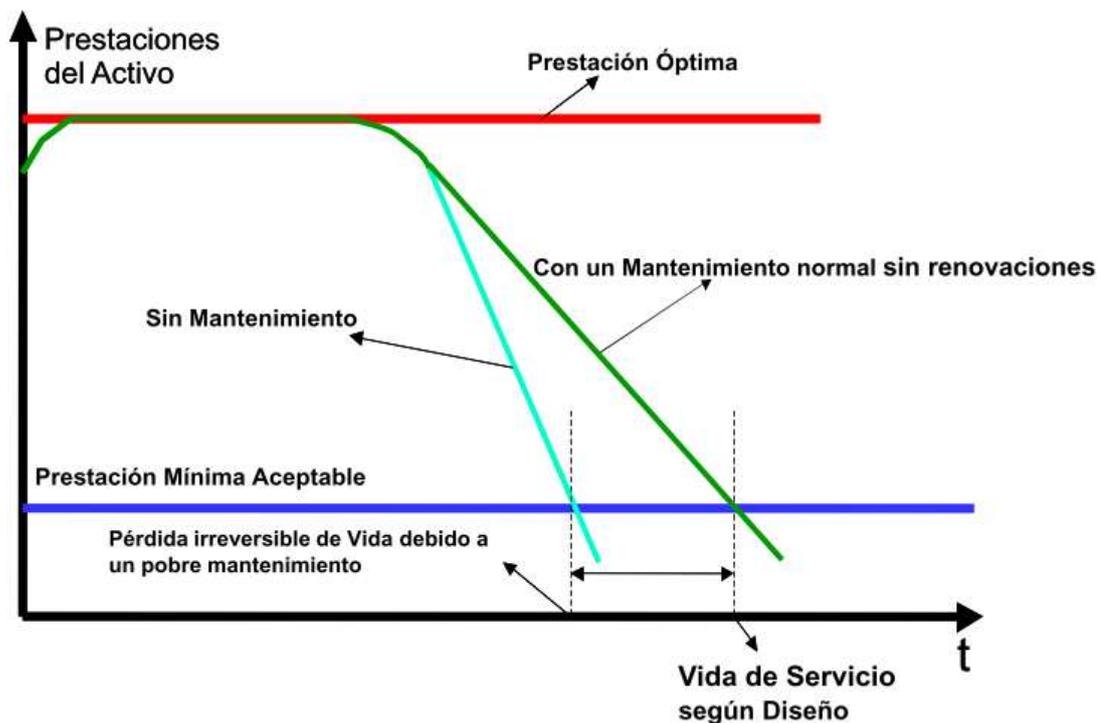


Figura 1-2 Incremento en la vida de servicio de un edificio con mantenimiento
Fuente: GARCÍA, 2010.

- **Costo del ciclo de vida**

El mantenimiento de un activo está considerado en una de las etapas de su ciclo de vida. La etapa de operación y mantenimiento es la más larga de todo el ciclo de vida de un edificio, como se puede observar en la figura 2-2. El hecho de no tener certeras políticas de mantenimiento hace que el ciclo de vida de un edificio se acorte. Es una práctica habitual en nuestro país, realizar actividades de mantenimiento cuando la infraestructura ha alcanzado un estado de deterioro avanzado, es en ese momento, en el que el mantenimiento toma la importancia que debería haber tenido en sus inicios.

El hecho de no haber tenido una política de mantenimiento que se ejecute y de no haber llevado un mantenimiento consecutivo, repercutirá en que se eleven los costos de mantenimiento, debido a que las intervenciones que se realizarán serán mayores que las que hubiera sido necesarias efectuar, si se hubiera planificado el mantenimiento del edificio y todos sus componentes.

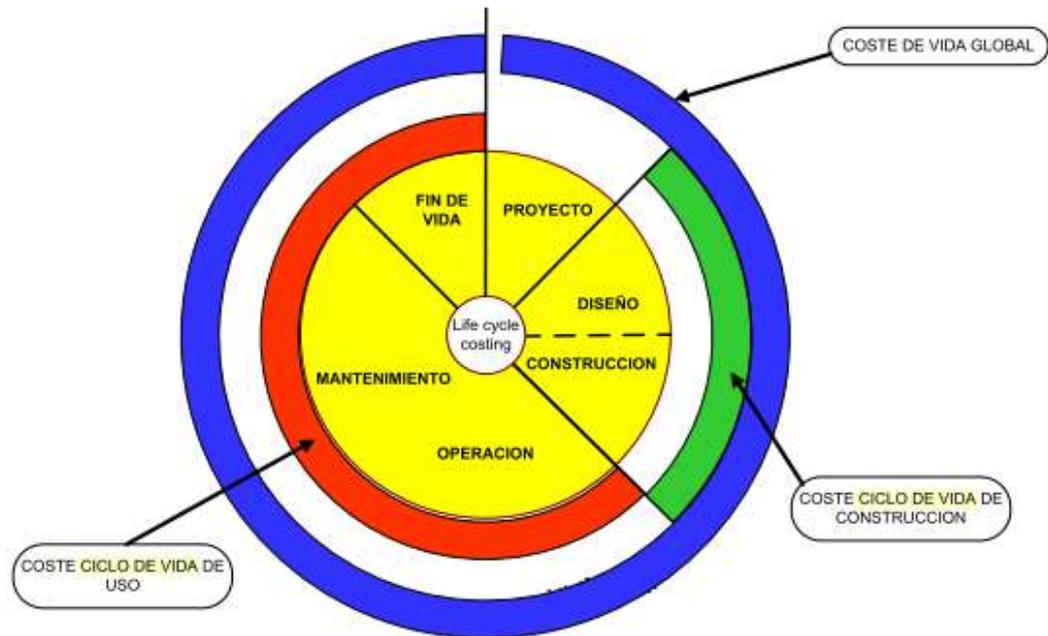


Figura 2-2 El ciclo de vida del mantenimiento en los edificios

Fuente: García Ahumada, F., 2010. (Jornadas de Mantenimiento de Edificios EPSEB)

2.3 Evaluación del mantenimiento de edificios

2.3.1 *Objetivo de la evaluación*

La evaluación es una herramienta que permite determinar el estado en el que se encuentra la gestión de mantenimiento de un edificio u otra área funcional dentro de la gestión de mantenimiento. El objetivo primordial de una evaluación se centra en determinar la eficiencia de la política de mantenimiento que se aplica (ARAMIS, 2006); además de identificar cuál de las áreas funcionales tienen menor desempeño en la evaluación y cómo será posible mejorar.

2.3.2 *Criterios de buenas prácticas de mantenimiento*

Un criterio de buenas prácticas de mantenimiento constituirá una regla conforme a la cual se establezca un juicio para la evaluación del mantenimiento de edificios. Uno de los objetivos de este trabajo de investigación es evaluar la planificación de mantenimiento, que es una parte prioritaria, fundamental y básica del mantenimiento de edificios.

Los aspectos de la planificación que serán evaluados, son los criterios que se han determinado de la revisión de la literatura. En las **tabla 3-2**, **tabla 4-2**, **tabla 5-2**, **tabla 6-2**, se presentan los criterios que según varios autores, deben ser evaluados en la planificación del mantenimiento.

La literatura, ha determinado estudios en varios países, enfocados en diferentes tipologías de edificación, sin embargo constituyen un valioso aporte para la presente investigación, ya que no se ha encontrado un específico enfocado en edificios públicos. El estudio “A survey of maintenance management systems in South African tertiary educational institutions” a través de su investigación, enfocada a infraestructura educativa ha determinado veinte y un (25) criterios (ver la **tabla 3-2**) y su importancia (BUYS Y NKADO, 2006).

Otro estudio llevado a cabo en Malasia, ha investigado sobre los criterios de buenas prácticas de mantenimiento con enfoque en el mantenimiento sustentable de edificaciones patrimoniales, definiendo los siguientes criterios que se exponen en la **tabla 4-2** (SODANGI ET AL., 2014), y serán analizados en esta investigación, para verificar la aplicabilidad a los edificios de oficinas.

Un estudio enfocado en determinar una metodología que permita realizar auditorías a la gestión de mantenimiento de un hospital, el estudio determina las áreas funcionales que se deben auditar y las funciones que corresponde a cada área funcional (PALMER, DE Y FLEITAS, 2011). Los criterios que sean identificado en esta investigación, se presentan en la **tabla 5-2**.

Una investigación realizada en Inglaterra, se ha enfocado a contextualizar los criterios de buenas prácticas de mantenimiento para edificaciones patrimoniales (ver **tabla 6-2**), indicando que otras organizaciones no patrimoniales se preocupan de aplicar estos criterios para cuidar sus bienes (DANN, HILLS Y WORTHING, 2006):

Tabla 3-2: Criterios de mantenimiento aplicado a infraestructura educativa

N°	Descripción del criterio de buena práctica de mantenimiento de edificios
1	Inspecciones de mantenimiento periódicas
2	Ciclo de vida cuesta enfoque en el diseño de edificios
3	Sistema de gestión de mantenimiento de sonido (MMS) o de la política
4	El establecimiento de prioridades para hacer trabajos de mantenimiento
5	Los sistemas de comunicación de sonido en todos los niveles de organización
6	Dirección: participación / conciencia sobre importancia del mantenimiento
7	La disponibilidad de buenos informes de mantenimiento
8	El personal de mantenimiento: número adecuado del personal de mantenimiento
9	Registro de los trabajos de mantenimiento después de la finalización de los mismos
10	Herramientas para mantenimiento/materiales: calidad/disponibilidad
11	Usuarios / ocupantes: participación / conciencia sobre importancia del mantenimiento.
12	Aporte al diseño por el gerente de mantenimiento en la etapa de diseño
13	Flexibilidad de la estructura organizativa: mano de obra interna o externa
14	Sistema de retroalimentación del usuario al diseñador
15	Buenas técnicas presupuestarias
16	Plan de mantenimiento para la planificación / presupuestación
17	Establecimiento de normas: estado mínimo aceptable / condición del edificio
18	Ejecutores de mantenimiento: formación profesional necesaria
19	Sistema de gestión de mantenimiento integrado
20	Gerente de Mantenimiento: formación profesional necesaria
21	Manual de mantenimiento: Referencia a la especificación de los materiales, piezas, etc.
22	El entrenamiento de los estudiantes de instituciones de educación terciaria en el mantenimiento de edificios
23	La investigación en gestión de mantenimiento para mejorar los sistemas
24	Tecnología: la formación para mantenerse al día con la última tecnología
25	Sistema de gestión de mantenimiento informatizado (CMMS) para ayudar en el mantenimiento

Fuente: BUYS Y NKADO, 2006.

Realizado por: VISCAÍNO, Mayra.

Todos los criterios descritos en la **tabla 3-2**, **tabla 4-2**, **tabla 5-2**, **tabla 6-2** constituyen la base para determinar un conjunto de criterios y sub-criterios de buenas prácticas de mantenimiento de edificios que servirán para cumplir con uno de los objetivos que es la evaluación de la planificación. Todos los criterios encontrados en la literatura serán analizados a través de juicios, para verificar su aplicabilidad a los edificios de oficinas, las mismas que son objeto de esta investigación.

Tabla 4-2: Criterios de mantenimiento aplicado a edificaciones patrimoniales

N°	Descripción del criterio de buena práctica de mantenimiento de edificios
1	Retener la importancia cultural ('Retener'): Preservar y mejorar el significado cultural y la funcionalidad del edificio histórico
2	Políticas claras de mantenimiento (Políticas): Esto consiste en la exposición clara de los objetivos y las técnicas necesarias para ser adoptado en mantener los edificios patrimoniales aptos para el uso y la conservación de sus valores
3	Plan de Conservación (Conservación): Un documento que describe por qué un edificio de patrimonio es importante y cómo esa importancia se mantendrá en cualquier uso futuro, la alteración, el desarrollo o la reparación.
4	Plan de gestión ("Gestión"): Esto sirve como una herramienta para la aplicación del plan de conservación
5	Procesos y procedimientos de gestión ("procesos"): Éstos son un conjunto de procesos y procedimientos necesarios para la aplicación de mantenimiento.
6	Cambio de actitud ("Actitud"): Custodios de edificios patrimoniales de cambiar su forma de pensar en la conservación de los valores patrimoniales de los edificios
7	Priorización de Mantenimiento ("Priorización"): Secuencia de llevar a cabo los trabajos de mantenimiento que depende de prioridades predeterminadas
8	Las inspecciones regulares ("inspecciones"): Comprobaciones realizadas variando las frecuencias para asegurar el mantenimiento se lleva a cabo antes de que el mantenimiento correctivo caro tiene que hacer
9	Gestión de la información ("información"): Planificación, organización, control y coordinación de la recogida, almacenamiento y recuperación de información adecuada para asegurar eficiente y eficaz gestión de mantenimiento de edificios patrimoniales
10	Mantenimiento Personal Formación y Experiencia («formación»): la formación continua del personal de mantenimiento de adquirir habilidades apropiadas, actitud y grado de sensibilidad requerida del personal que se ocupa del mantenimiento y su gestión
12	Conciencia Conservación ("conciencia"): la conciencia de Preservación entre los individuos y organizaciones que tienen edificios patrimoniales dentro de su cuidado
13	Planificación y Presupuestos Financiera ("financiera"): Tener un mayor control financiero a través de la adopción de programas de mantenimiento programados y presupuestos de mantenimiento restringidos.
14	Los sistemas de monitoreo y revisión ('monitoreo'): Estos son métodos en el examen de las unidades de mantenimiento con el fin de proteger el significado cultural de los edificios patrimoniales
15	Mantenimiento planificado ('enfoques') se acerca: Los programas destinados a la prevención de la pérdida de cualquier parte de los edificios del patrimonio, manteniendo en un orden adecuado por ejemplo, mantenimiento preventivo planificado
16	La cultura organizacional y la estructura ("Organización"): Capacitar a la función de mantenimiento para tener un mayor control en la toma de decisiones que afectan a los edificios patrimoniales
17	La integración con la estrategia corporativa ("la integración"): La integración de las decisiones de gestión de mantenimiento con los objetivos corporativos de las organizaciones que tienen edificios patrimoniales dentro de su cuidado.

Fuente: SODANGI ET AL., 2014.

Realizado por: VISCAÍNO, Mayra.

Tabla 5-2: Áreas funcionales y funciones del mantenimiento.

Áreas funcionales	Funciones
Organización General	Política
	Informática
	Informes
	Almacenes
Recursos Humanos	Capacitación
	Entrenamiento
	Estimulación
Control Económico	Costos
	Indicadores económicos
	Presupuesto
	Plan económico
Planificación, Programación y Control	Planificación
	Programación
	Control
	Órdenes de trabajo
Ingeniería de mantenimiento	Mantenimiento preventivo
	Lubricación
	Documentación
	Control de calidad
	Medio ambiente
Tercerización	Política de contratación
	Especificaciones técnicas
	Objeto del contrato
	Penalizaciones
Gestión de Seguridad	Política
	Análisis de trabajo seguro
	Análisis de causa raíz
	Señalizaciones
	Cumplimiento de resoluciones

Fuente: PALMER, DE Y FLEITAS, 2011.

2.3.3 Metodología para determinar los pesos de los criterios de evaluación

Para evaluar la gestión de mantenimiento de un edificio de oficinas, se realizará la selección de los criterios de buenas prácticas de mantenimiento, luego de ello se determinará la importancia de los criterios seleccionados a través del método de Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), en inglés *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Este es una técnica matemática y psicológica, que ante la presencia de múltiples criterios, permite la optimización en la toma de decisiones, o establecimiento de ponderaciones para priorización de criterios. Por lo que es preciso hablar sobre este método y su versatilidad para jerarquizar los diferentes criterios.

El método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) fue desarrollado por Thomas Saaty. El Proceso Analítico Jerárquico es catalogado como una teoría que se enfoca en el estudio del proceso de toma de decisiones, a través de la comparación de pares de criterios, y basado en el juicio de especialistas, se determina una escala de prioridad (SAATY, 2008).

Tabla 6-2: Criterios de mantenimiento aplicado a edificaciones patrimoniales

Área de gestión de mantenimiento	Características de un enfoque de mejores prácticas
Objetivos corporativos y estrategia de mantenimiento / Política	Los principios de conservación deben ser el marco intelectual general que informa los cambios y la aplicación de mantenimiento. El mantenimiento debe preocuparse principalmente a la protección y la importancia de la cultura.
	Objetivos de gestión de mantenimiento y el propósito de la función gestión de mantenimiento debe integrarse de forma explícita con los objetivos corporativos.
Los procesos de gestión, planes de conservación y planes de gestión	Las evaluaciones de importancia cultural son fundamentales para la adecuada gestión de los edificios catalogados (incluyendo su mantenimiento) y deben ser implementadas a través de planes de gestión adecuados. El principio de intervención mínima debe informar y ser reforzado por dichos planes de gestión.
Programas de priorización	La programación de mantenimiento debe poner el énfasis en la prevención cíclica de las tareas de mantenimiento y ser impulsados por el objetivo general de la intervención mínima .
	Las evaluaciones de importancia cultural deben centrarse en la priorización de las actividades de mantenimiento.
Condiciones de encuestas, las inspecciones y provisión de datos	Una serie de inspecciones a diferentes frecuencias debe realizarse. Estos deben adaptarse a la importancia y vulnerabilidad del elemento o material.
	Las encuestas sobre la condición, deben proporcionar una evaluación de la condición, identificar el momento óptimo para la intervención y ayudar a la priorización de las acciones y la planificación para el futuro.
Gestión de la información	La información sobre la construcción de la condición debe ser almacenada en una base de datos integrada. Debe ser fácilmente recuperable y fácil de manejar, tanto para fines tácticos y estratégicos .
	Los sistemas deben estar en un lugar que permitan proveer información de la condición del edificio a los usuarios y otras personas que estén directamente relacionados con el departamento de mantenimiento; para ser incorporados en la base de datos de información de mantenimiento.
Gestión financiera y medición del desempeño	Los presupuestos deben reflexionar y ser informado por la política de mantenimiento.
	Un mecanismo de retroalimentación de información sobre el desempeño de mantenimiento a los gerentes y otras partes interesadas.

Fuente: DANN et. al, 2006.

Realizado por: VISCAÍNO, Mayra.

El Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), también es catalogado como una técnica, que es empleada para resolver problemas de multicriterio; considera el subjetivismo y la incertidumbre presentes en este tipo de procesos.

Para tomar una decisión de manera organizada y generar prioridades, se necesita descomponer la decisión en los siguientes pasos (SAATY, 2008):

1. Definir el problema.
2. Estructurar la jerarquía de los criterios indicando cuál es el objetivo de la decisión. Cada criterio podrá componerse por varios subcriterios, que también serán evaluados.
3. Construir un conjunto de matrices de comparación por pares. Cada elemento en un nivel superior se utiliza para comparar los elementos en el nivel inmediatamente inferior con respecto a ella.

4. Una vez definidas las prioridades, obtenidas de las comparaciones para pesar las prioridades en el nivel inmediatamente inferior. Esto debe hacerse para cada elemento. Luego, para cada elemento en el nivel por debajo de añadir sus valores tarados y obtener su prioridad global o mundial. Continuar con este proceso de pesaje y la adición hasta que se obtengan las prioridades finales de las alternativas en la parte inferior más el nivel.

Las etapas en el Proceso Analítico Jerárquico, consta de los siguientes pasos:

1. Modelación: Para la modelación será necesario estructurar en orden jerárquico los criterios que serán evaluados. Parte de la modelación consistirá en establecer el objetivo que se pretende alcanzar con este proceso, encontrándose éste en el nivel superior. En el nivel intermedio estarán descritos los criterios tomados en cuenta en la decisión, pudiendo también considerar sub-criterios. El presente estudio, empleará el método únicamente hasta obtener las ponderaciones de los criterios y sub-criterios, siendo estos necesarios para establecer una escala de valores empleados para la evaluación.

2. Valoración: Saaty ha desarrollado una escala de valoración (ver tabla 7-2)

Tabla 7-2: Escala fundamental de valoración de Saaty.

Intensidad de la importancia	Definición	Explicación
1	Igual de importantes.	Dos actividades contribuyen por igual al objetivo.
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro.	La experiencia y el juicio están a favor de un elemento sobre otro.
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro.	Un elemento es fuertemente favorecido.
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro.	Un elemento es muy dominante.
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido por al menos un orden de magnitud de diferencia.
2,4,6,8	Valores intermedios en incrementos.	Utilización para graduación más fina de juicio.

Fuente: SAATY, 1980.

Para la determinación de las ponderaciones de los criterios, empleando la escala fundamental se construye una matriz “R” que representa la prioridad relativa entre dos criterios respecto a la meta del problema.

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Para establecer prioridades este método emplea los conceptos matemáticos de valor propio y vector propio. Saaty propone estimar el vector de las ponderaciones (vector propio) aplicando el siguiente procedimiento:

- Obtener la matriz normalizada (R_{Norm}):

$$R_{Norm} = \left[r_{ijNorm} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \right]$$

- Estimar el vector de las ponderaciones (w):

$$\hat{w} = \left[\hat{w}_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{1jNorm}, \hat{w}_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{2jNorm}, \dots, \hat{w}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ijNorm}, \dots, \hat{w}_n = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{njNorm} \right]$$

3. Consistencia de una matriz: Para cubrir las inconsistencias del decidor al emitir sus juicios, por lo tanto es conveniente medir el grado de inconsistencia a través del índice de consistencia (IC). Esta medida puede ser utilizada para mejorar la consistencia de los juicios, si se la compara con el número apropiado de la **tabla 8-2**, conocida la dimensión de la matriz (n), se determina el valor de RI.

Tabla 8-2: Índice de consistencia aleatorio, según el tamaño de la matriz

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404
n	9	10	11	12	13	14	15	16
RI	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Fuente: SAATY, 1980.

La metodología de PAJ, mide la consistencia global de los juicios a través del cálculo del Ratio de consistencia (RC) que es determinado empleando la siguiente expresión:

$$RC = IC/IA \quad \text{Ecuación 1-2}$$

En dónde:

RC: Ratio de consistencia

IC: Índice de consistencia

IA: Índice de consistencia aleatorio

El IC (índice de consistencia) mide la consistencia de la matriz de comparaciones, utilizando la siguiente ecuación:

$$IC = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad \text{Ecuación 2-2}$$

En dónde:

λ_{Max} : Promedio de los valores del vector propio de cada matriz

n: tamaño de la matriz

4. Priorización y síntesis: Cuando el propósito de emplear este método sea establecer prioridades, será necesario calcular el vector de peso relacionado a cada sub-criterio. Las comparaciones que se realizan deberán ser de manera pareada, uno respecto al otro; entre los sub-criterios correspondientes a cada criterio padre. Esto se repetirá en toda la jerarquía. Para alcanzar los propósitos de la presente investigación, se empleará el método PAJ, hasta esta instancia.

2.4 Planificación del mantenimiento de edificios

2.4.1 Definiciones de la planificación de mantenimiento de edificios

La planificación del mantenimiento, es un componente del proceso de modelo de gestión (OLANREWAJU Y ABDUL-AZIZ, 2015), (EN 15331: 2011), es catalogada como una función primaria de la administración y es el componente más crítico de todo sistema. Constituye la base y el vínculo para los demás elementos, pues es a través del proceso de planificación que se determina lo que se va a hacer para conservar las funciones de un activo y quién será el responsable de hacerlo. La planificación funciona como el

centro del cerebro, en este caso del mantenimiento (HILTON Y RIVERA, 2005), constituye una herramienta principal para la gestión de mantenimiento de edificios

Como resultado de la planificación del mantenimiento se obtendrá un plan, el mismo que es definido según la norma UNE-EN 15331, como un: *“conjunto estructurado y documentado de tareas que incluyen las actividades, los procedimientos, las frecuencias y la duración necesaria para realizar los mantenimientos”*. El objetivo de un plan de mantenimiento, es el de optimizar la disponibilidad de los componentes del edificio y consecuentemente de todo el edificio; basado en un concepto de mantenimiento, que contemple los siguientes aspectos (EN 15331: 2011):

- Estructura jerárquica de los sistemas, componentes y elementos del edificio, que conformen un inventario codificado de activos a mantener.
- Análisis de criticidad de los sistemas, componentes y elementos que estén en la estructura jerárquica del edificio.
- Definición de las tareas de mantenimiento a realizar para cada sistema o componente;
- Recursos disponibles para el mantenimiento (organización del mantenimiento y apoyo al mantenimiento)

Según un estudio (CHANTER Y SWALLOW, 2007) la planificación debe:

- Medir el estado del plan de mantenimiento.
- Ser predictivo mirando hacia adelante del programa.
- Ser una herramienta de diagnóstico.
- Llevar un registro histórico, que de cuentas de cómo se llegó al estado actual.
- Contener información relevante del mantenimiento y sobre todo real.
- Ser dinámico y flexible para adaptarse a las posibles circunstancias cambiantes.
- Estar en la capacidad de adaptarse a nuevas necesidades, por lo que el plan debe ser dinámico y flexible.
- Constituir una herramienta útil, que contribuya con información para la toma de decisiones y orientar a la búsqueda de soluciones, debe ser un programa interactivo y comunicativo.

2.4.2 Modelos de planificación de mantenimiento

A través de los años varios autores han propuesto diferentes modelos de la gestión de mantenimiento, un investigación sobre el tema lo resume en la **tabla9-2** (VIVEROS ET AL., 2013):

Tabla 9-2: Propuestas de modelos de gestión de mantenimiento

Año	Autores
1990	Pintelon, L. & Van Wassenhove
1997	Riis, J., Luxhoj, J. & Thorsteinsson
1998	Wireman, T.
2000	Duffuaa, S., Raouf, A. & Dixon Campbell, J.
2001	Hassanain, M.A., Froese, T.M. & Vanier, D.J.
2001	Campbell, J.D. & Jardine, A.K.S.
2002	Tsang, A.
2002	Wayenbergh, G. & Pintelon, L.
2001	Murthy, D.N.P., Atrens, A. & Eccleston, J.A.
2004	Cholasuke, C., Bhardwa, R. & Antony, J.
2005	Abudayyeh, O., Khan, T., Yehia, S. & Randolph, D.
2006	Pramod, V.R., Devadasan, S.R., Muthu, S., Jagathyraj, V.P. & Dhakshina Moorthy, G.
	Kelly, A.
2007	Tam, A., Price, J. & Beveridge, A.
2007	Söderholm, P., Holmgren, M. & Klefsjö, B.
2007	Crespo Márquez A.
2010	López, M., Gómez, J.F., González, V., Crespo A.

Fuente: VIVEROS et al., 2013.

El modelo propuesto (ver **figura 3-2**) en el estudio denominado “*Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo*”, Viveros indica como parte de su modelo global para la gestión de mantenimiento, se deben considerar componentes como:

- Jerarquización de equipos (criticidad)
- Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto
- Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios
- Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos
- Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento

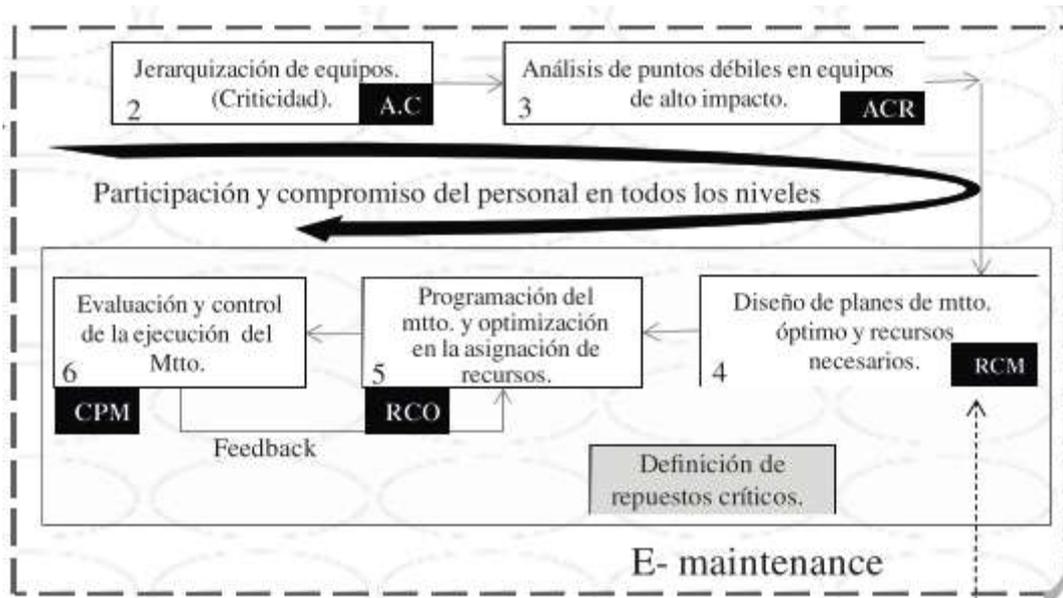


Figura 3-2 Componentes del modelo de la gestión de mantenimiento
Fuente: VIVEROS et al., 2013.

2.4.3 Componentes de la planificación de mantenimiento de edificios

De lo indicado por la norma UNE-EN 15331, el proceso de planificación debe constar de los siguientes elementos primordiales:

- Inventario
- Análisis de criticidad
- Definición de tareas de mantenimiento
- Recursos para el mantenimiento

Cada aspecto mencionado desempeña un papel significativo dentro de la planificación del mantenimiento, a continuación se detalla cada uno:

2.4.3.1 Inventario

Los responsables de mantenimiento se ven enfrentados a una gran variedad de equipos que mantener, por lo que es necesario realizar un listado de los equipos que se posee, dividir una planta, industrial o en este caso a un edificio en varias áreas, sistemas y equipos simplifica el trabajo de administración y permite organizar el mantenimiento. Disponer de un listado de equipos, como: ascensores, bombas, generadores, etc. no es útil; se requiere que la información esté organizada en forma de estructura jerárquica, en la

que se identifique la relación entre los diferentes niveles y se evidencie su dependencia (GARCÍA, 2003).

Los niveles que puede contener la estructura arbórea se presenta en la **figura 4-2**.

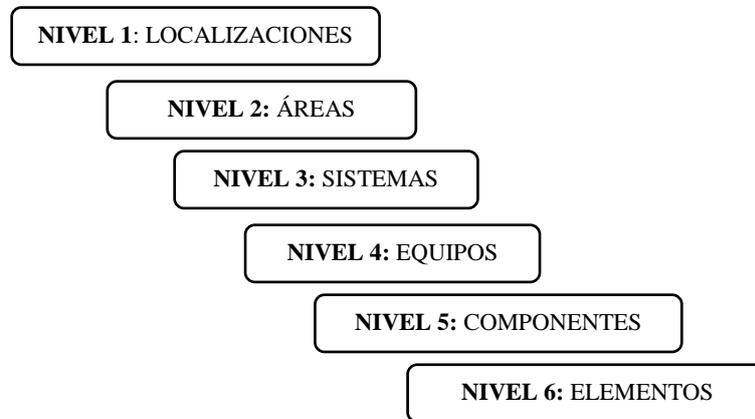


Figura 4-2 Esquema de estructura jerárquica del inventario
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2015.

- **Localizaciones:** Constituye el centro de trabajo, el nivel más alto que contiene a todos los demás niveles, puede ser los edificios de una empresa.
- **Áreas:** Es una zona de la localización que tiene una característica en común, ésta puede ser una misma función, por ejemplo; un edificio en específico.
- **Sistemas:** son las unidades que componen un área, por ejemplo las oficinas, salas de reuniones, etc. que componen un área.
- **Equipos:** es un conjunto de componentes que cumplen una función dentro del sistema, estos pueden ser de tipo eléctrico, mecánico, electromecánico, etc.
- **Componentes:** son las partes que conforman un equipo.
- **Elementos:** son las partes más pequeñas en las que puede dividirse a un componente.

Una vez que se dispone de una estructura jerárquica, se debe codificar cada ítem del inventario. GARCÍA (2008), recomienda disponer de al menos de dos códigos para cada ítem, mínimo hasta el nivel cuatro.

En el caso del código de las localizaciones, que corresponde al primer nivel de codificación, la norma UNE-EN 15331, cita la clasificación de edificios según la normativa EUROSTAT; en la **tabla 10-2**, se indica un resumen:

Tabla 10-2: Codificación para diferentes tipos de edificios

Código	Etiqueta
1	Edificios
11	Edificios residenciales
12	Edificios no residenciales
122	Edificios de oficinas
123	Edificios comerciales para venta al por mayor y por menor
124	Edificios de tráfico y comunicación
125	Edificios industriales y almacenes
126	Edificios públicos para ocio, educación, hospitales o cuidados institucionales
127	Otros edificios no residenciales

Fuente: NORMA UNE-EN 15331, 2012.

- **Concepto de mantenibilidad**

Se introduce el concepto de mantenibilidad, debido a que en el edificio considerado como caso de estudio se encontraron varios equipos que cumplen con esta característica. Todos los equipos tienen a presentar fallas en su funcionamiento en cualquier momento de su ciclo de vida. Una vez que la falla es detectada, el procedimiento general sería repararlo (mantenimiento correctivo); pero también se aplican actividades previas a la falla (mantenimiento preventivo), con el propósito de minimizar sus consecuencias o evitar que la falla se presente nuevamente. La forma de desarrollar el mantenimiento de un sistema o equipo, repercutirá en dos aspectos: operatividad y costo de ciclo de vida.

Esta es la razón por el que desde el comienzo del ciclo de vida de los equipos debe considerarse la mantenibilidad. La mantenibilidad es un concepto que se refiere a la *“medida de la facilidad con la que un sistema o equipo puede mantenerse”*. La facilidad, se enfoca en dos particularidades: la efectividad y eficiencia del mantenimiento, que puede ser percibida a través de:

- Tiempo que se requiere para su mantenimiento
- Formación necesaria del personal de mantenimiento

- Medios requeridos para la realización de las tareas de mantenimiento
- Costo de mantenimiento
- Carga de trabajo que representa el mantenimiento, etc.

Por tanto, se dice que un equipo es más mantenible mientras más económico, rápido y sencillo sea su mantenimiento (SOLS, 2000). Sin embargo para que un equipo se considere mantenible, debe ser catalogado como reparable o no reparable. Un equipo no reparable, es aquel que para restablecer la función que cumple, debe ser sustituido por otro que pueda cumplir con la función perdida por éste.

Una investigación (BENÍTEZ, DÍAZ Y CABRERA, 2010) estableció el esquema, que se presenta en la **figura 5-2**; en donde se indican las condiciones que debe cumplir un equipo al que sea posible determinar su mantenibilidad, el primer aspecto que evalúa es, si el sistema o equipo es reparable o no.

El concepto equipo reparable, será aplicado en la etapa de estudio de caso, para seleccionar los equipos de los que se determinará su criticidad.

2.4.3.2 *Análisis de criticidad*

El análisis de criticidad es una herramienta metodológica muy útil, que es empleada para priorizar o jerarquizar los ítems que componen el inventario, en función de una figura de mérito llamada “criticidad”. Uno de los propósitos de un análisis de criticidad es optimizar el plan de mantenimiento, lo que permitirá direccionar los diferentes recursos hacia las áreas, que más impacto tengan en el edificio.

Esta técnica se caracteriza por su facilidad en su comprensión y manejo; y consiste en establecer rangos relativos que representen la probabilidad y/o frecuencia de ocurrencia de eventos y sus consecuencias (AGUERO Y CALIXTO, 2007). En una matriz de criticidad se involucran dos magnitudes, frecuencias y consecuencias, las mismas que se registran en una matriz, caracterizada por un código que colores que ilustran la intensidad (menor o mayor) del riesgo asociado con la instalación, como se indica en la **figura 6-2**.

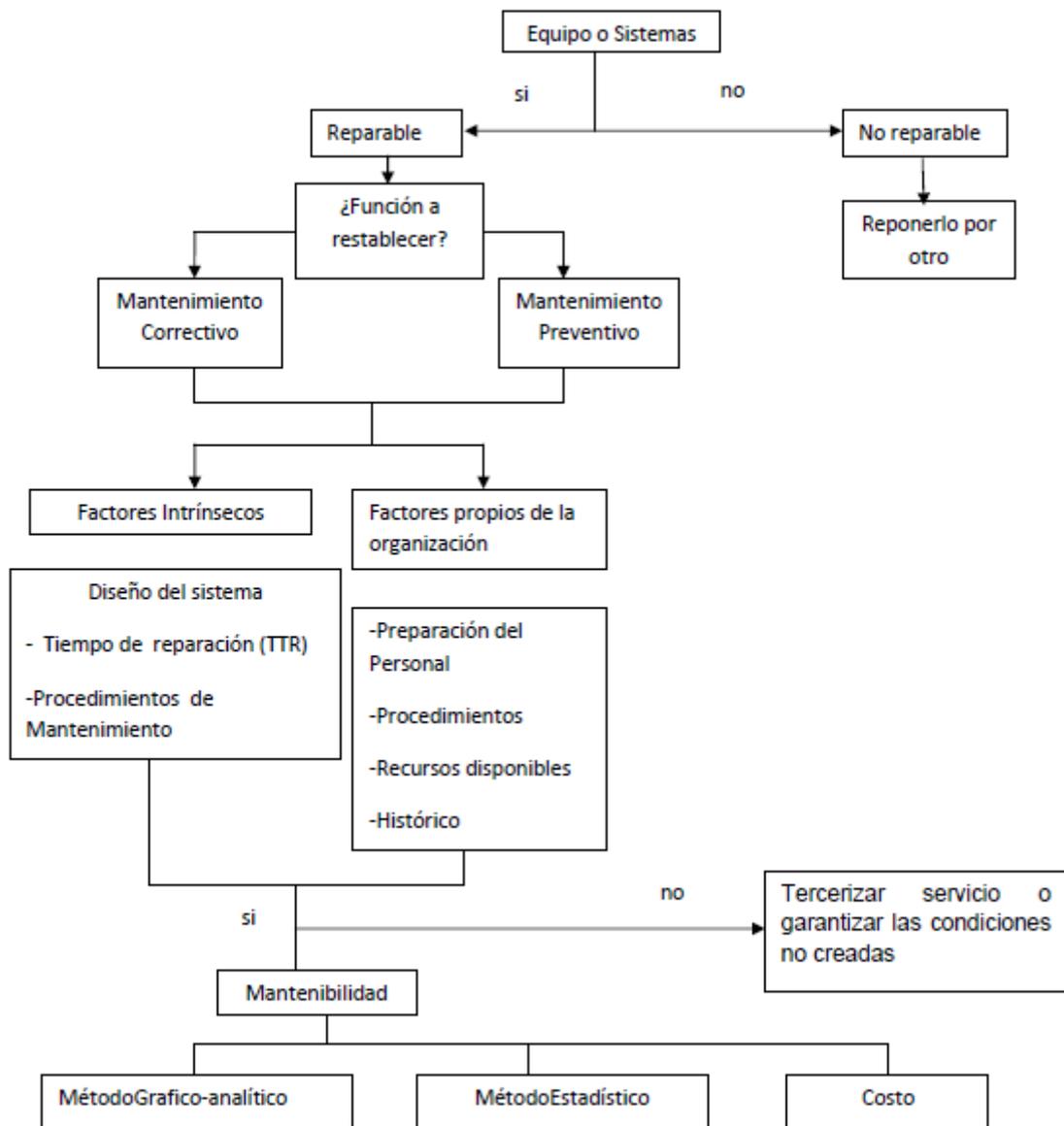


Figura 5-2 Criterios para determinar la mantenibilidad de un sistema o equipo
Fuente: BENÍTEZ et al., 2010.

Al aplicar un análisis de criticidad, se obtienen como productos; un listado de ítems jerarquizados según su criticidad, y la calificación del riesgo asociado a cada ítem analizado.

El riesgo es definido matemáticamente, a través de una ecuación universalmente conocida como:

$$R(t) = P(t) \times C(t) \quad \text{Ecuación 3-2}$$

En dónde:

R(t): Riesgo

P(t): Probabilidad de ocurrencia de un evento

C(t): Consecuencias que produce la ocurrencia del evento.

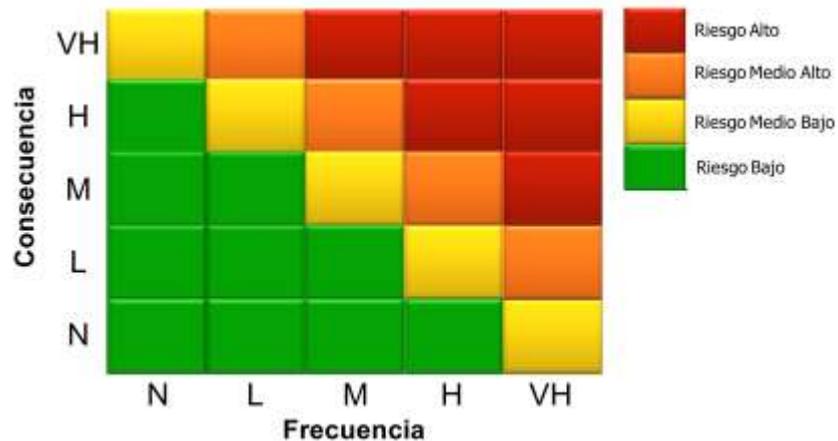


Figura 6-2 Matriz de criticidad

Fuente: AGUERO Y CALIXTO, 2007.

Entre las diferentes modalidades que existen para dimensionar el riesgo, está la técnica cualitativa. Como corresponde a la definición matemática del riesgo, se debe estimar la probabilidad de ocurrencia de un evento (frecuencia) y las consecuencias que éstas conlleven, empleando estos dos criterios y la matriz de criticidad (ver figura 6-2), se determina el grado del riesgo del equipo. En la técnica cualitativa, se analizan los dos aspectos, a través de las siguiente escala (AGUERO Y CALIXTO, 2007):

Estimación cualitativa de la probabilidad de ocurrencia (frecuencia):

- 1.- Extremadamente improbable.
- 2.- Improbable
- 3.- Algo probable
- 4.- Probable
- 5.- Muy probable

Estimación cualitativa de consecuencias:

- A.- No severa
- B.- Poco severas
- C.- Medianamente severas
- D.- Muy severas
- E.- Extremadamente severas

Una vez que se han establecido las estimaciones tanto de la probabilidad de ocurrencia como de la severidad relativa de las consecuencias, se procede a determinar cualitativamente el riesgo. Una metodología, de este tipo es el “Análisis de criticidad de puntos”; en la que se usa una escala relativa.

La metodología vincula el número de fallos que ocurran en un periodo de tiempo determinado y el impacto del fallo en áreas: operativas, costos, seguridad y medio ambiente; luego se realiza la puntuación cuantitativa, que sirve para determinar el valor total de criticidad, éste valor debe ser comparado con la tasa de fallos para valorar la criticidad de un equipo (ver la figura 7-2).

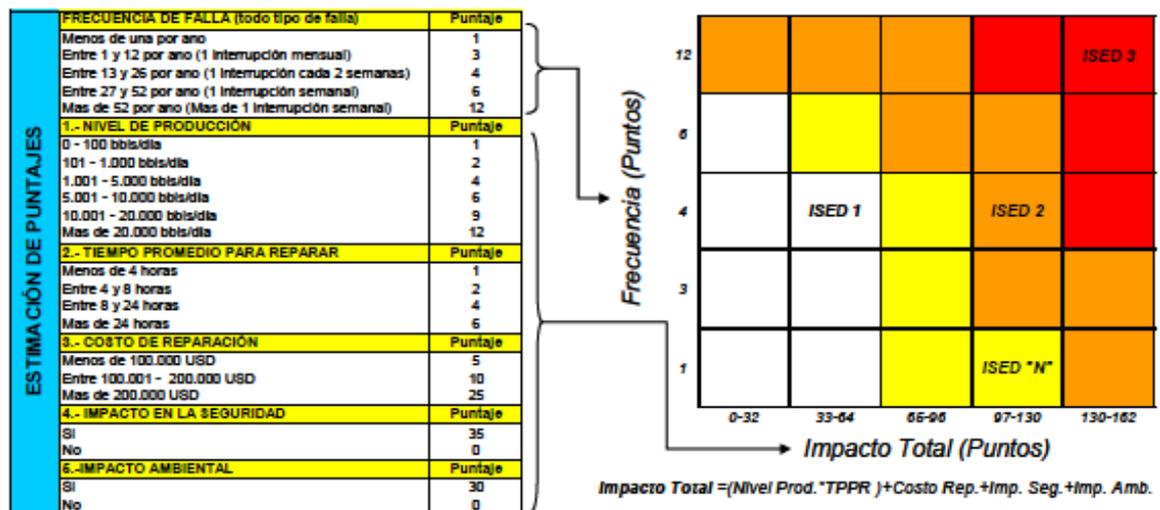


Figura 7-2 Metodología de criticidad de puntos
Fuente: AGUERO Y CALIXTO, 2007.

2.4.3.3 Preparación del plan de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento pueden ser definidas a través de diferentes métodos; entre ellos: plan basado en recomendaciones de fabricantes, a través de la aplicación de RCM o mediante protocolos de mantenimiento. Para el cumplimiento del propósito del presente trabajo, el cual consiste en desarrollar un plan modelo de mantenimiento, se empleará el método de protocolos de mantenimiento.

- **Plan de mantenimiento basado en protocolos genéricos (banco de tareas):** Este método es catalogado como protocolo, debido a que desarrolla un plan de mantenimiento basado en los tipos de equipos. Al hablar de tipos de equipos, es referirse a equipos genéricos que pueden encontrarse en un edificio como: bombas, motor eléctrico, ascensores, tableros eléctricos, etc.

SisMAC, presenta un listado de tipos de equipos, que se muestra en la **tabla 11-2**.

Tabla 11-2: Tipos de equipos eléctricos y mecánicos

Tipos de equipos			
Código	Tipo de equipo	Código	Tipo de equipo
GE	Generador	BC	Bomba centrífuga
AS	Ascensor	CA	Cabina de ascensor
ME	Motor eléctrico	IN	Interruptores
MC	Motor de combustión	IL	Lámparas fluorescentes
TE	Tablero eléctrico	AA	Aire Acondicionado
RE	Reductor	CV	Cámara de vigilancia
TC	Transmisión por cable	CB	Caja de breakers
LE	Lámpara de emergencia		

Fuente: SISMAC, 2015.

La información que debe contener el protocolo de mantenimiento, debe ser:

- Especialidad del trabajo.
- Frecuencia con la que debe realizarse.
- Duración estimada de la realización de la tarea.
- Necesidad de un permiso de trabajo especial.
- Si el equipo debe estar parado o en marcha para la realización de la tarea.

El primer trabajo para elaborar un protocolo de mantenimiento de un equipo tipo, es determinar el conjunto de tareas a llevar a cabo en él. Los tipos de tareas que pueden llevarse a cabo en un equipo son las siguientes, según (GARCÍA, 2003):

- Inspecciones sensoriales: son inspecciones que se realizan con los sentidos, sin necesidad de instrumentos de medida o medios técnicos adicionales.
- Lecturas y anotación de parámetros de funcionamiento, con instrumentos que están instalados en los equipos. Estas lecturas deberán, documentarse en un registro.
- Tareas de lubricación: estas tareas deben ser aplicadas de manera preventiva. Generalmente se aplican a equipos eléctricos y mecánicos.
- Verificaciones mecánicas, como medición de holguras, de alineación, de espesor, de apriete de pernos, de instrumentos de medida, de funcionamiento de lazos de control, etc. Pueden requerir de una intervención para que determinados parámetros se ajusten a unos valores preestablecidos.
- Verificaciones eléctricas, como medición de intensidad de corriente, verificación de puestas a tierra, verificación del funcionamiento de paradas de emergencia, verificación de conexiones, etc.
- Análisis y mediciones de variables con instrumentos externos, como analizadores de vibraciones, termografías, análisis de aceites, etc.
- Limpiezas, que pueden ser sencillas o de cierta complejidad técnica.
- Configuración, en equipos programables o que admitan diferentes modos de funcionamiento.
- Verificación del correcto funcionamiento de equipos de medida.
- Calibración de instrumentos de medida.
- Chequeo de lazos de control.
- Sustitución o reacondicionamiento condicional de piezas sujetas o propensas al desgaste.
- Sustitución o reacondicionamiento sistemático de piezas sujetas o propensas al desgaste.

2.5 Metodología general de la investigación

2.5.1 *Tipo de investigación*

Este trabajo corresponde al tipo de investigación que es exploratoria – descriptiva; se considera exploratoria debido a que permite un acercamiento a un tema que es poco estudiado, como es la gestión de mantenimiento de equipos eléctricos y mecánicos de edificios de oficinas, este tipo de investigación permitirá tener una visión general y aproximada de la gestión de mantenimiento en edificios públicos, una vez que se aplique la metodología de evaluación. La investigación también corresponde al tipo descriptivo, ya que se han analizado e inventariado los criterios de mantenimiento de otros tipos de activos para caracterizar la gestión de mantenimiento de edificios de oficinas. Estos criterios han sido validados a través de la aplicación a un caso de estudio en la ciudad de Cuenca.

2.5.2 *Tamaño de la muestra*

Para la priorización de los criterios de mantenimiento aplicables a la administración de edificios de oficinas, se realizará una encuesta estructurada (ver Anexo A) a estudiantes de los dos últimos niveles de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quienes tienen formación específica en mantenimiento de edificios, este grupo de encuestados conforman el Grupo No.1. El Grupo No.2, se constituye de especialistas en el tema, quienes tienen instrucción de cuarto nivel, en el área de Mantenimiento Industrial. El tamaño de la muestra es no probabilística, para la realización de la encuesta se consideraron diez encuestados de cada grupo.

2.5.3 *Método de investigación*

La metodología propuesta, está basada en metodologías validadas descritas en artículos científicos y la norma UNE-EN 15331. El método consta de los siguientes puntos:

1. Evaluar la planificación de mantenimiento de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca para determinar el estado actual. El propósito de este objetivo es evaluar cualitativamente la planificación del mantenimiento de equipos eléctricos y mecánicos del edificio de oficinas de la gerencia general de la empresa ETAPA EP y determinar si se está considerando a la planificación como una herramienta para la administración del edificio.

En este punto se revisarán artículos científicos y normas internacionales relacionadas con el mantenimiento y la gestión de mantenimiento de edificios, que permita definir los criterios y sub-criterios a evaluar. El instrumento a emplear para la obtención de datos son encuestas electrónicas que serán enviadas a los especialistas en el tema (ver la encuesta en el Anexo A).

2. Determinar una metodología para la planificación de mantenimiento, a través del estudio del estado del arte sobre la gestión de mantenimiento (ver sección 2.4 de este documento).

El propósito de este objetivo es determinar una metodología para la planificación de mantenimiento de edificios de oficinas y sus componentes de tipo eléctrico y mecánico, considerando los criterios de las normas internacionales y metodologías validadas por artículos científicos. Por lo cual se realizará la búsqueda de información relacionada con este punto y a través de la aplicación a un caso de estudio se validará el modelo propuesto.

3. Proponer un plan modelo básico de mantenimiento aplicable a los equipos eléctricos y mecánicos existentes en un edificio de oficinas de la ciudad de Cuenca. En base a la metodología determinada para la planificación de mantenimiento; se determinará un plan básico de mantenimiento aplicable a los equipos eléctricos y mecánicos instalados en el edificio de oficina, considerado como caso de estudio.

CAPÍTULO III

3 EVALUACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO

3.4 Descripción del edificio tomado como caso de estudio para la evaluación.

La empresa ETAPA EP, tiene cincuenta y siete edificaciones que cumplen diferentes funciones y están distribuidas en el perímetro urbano y rural de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay. El edificio que ha sido tomado como caso de estudio, al cual se aplicará el modelo de planificación, es un edificio administrativo, ubicado en el centro de la ciudad, en las calles Benigno Malo y Sucre, este edificio es conocido como: “Edificio de la Gerencia General”, precisamente esta es la razón es por la que se considera como importante, debido a que aquí se encuentran las oficinas de las principales autoridades de la empresa, así como de otros departamentos como: gerencia de agua potable y alcantarillado, gerencia de informática, gerencia de telecomunicaciones, etc.

El edificio tiene aproximadamente treinta y cinco años de construcción, el sistema estructural corresponde a un sistema de viga-columna, siendo todos sus elementos estructurales de hormigón armado, las paredes de ladrillo no son elementos estructurales, la superficie de las paredes se encuentra recubierta por una capa de enlucido y pintura en el interior del edificio y parte de la fachada.

El edificio consta de cinco plantas, en las que funcionan las diferentes áreas administrativas de la empresa, en la **figura 1-3** y **figura 2-3** se muestra un conjunto de bloques, el que corresponde al caso de estudio de este trabajo es el Bloque 1 (A1).

3.5 Criterios de evaluación

A través de la revisión de la literatura, se han identificado varios criterios y sub-criterios que serán considerados para la evaluación de la gestión de mantenimiento del edificio tomado como caso de estudio. Los sub-criterios encontrados, han sido de agrupados en

criterio padre o área funcional, como es denominado por otra investigación (PALMER, DE Y FLEITAS, 2011). Estos criterios han sido analizados, a través del cumplimiento de los juicios:



Figura 1-3 Vista general del conjunto de edificios de ETAPA EP
Fuente: ETAPA EP, 2015.



Figura 2-3 Vista posterior del conjunto de edificios de ETAPA EP
Fuente: ETAPA EP.

- **JUICIO 1:** El criterio presenta compatibilidad con la tipología de la vivienda.
- **JUICIO 2:** El criterio contribuye a superar los problemas existentes en las viviendas.
- **JUICIO 3:** El criterio tiene factibilidad de aplicar a los edificios públicos.
- **JUICIO 4:** El criterio contribuye a mejorar la administración del mantenimiento de edificios.

El análisis de todos los criterios encontrados en la literatura se han analizado a través de los cuatro juicios indicados, el análisis se detalla en la **tabla 1-3**. Del total de los criterios revisados, veinte y siete cumplen con los cuatro juicios y siete con tres de los juicios establecidos.

Una vez que se ha verificado la aplicabilidad de estos criterios, al mantenimiento de edificios de oficinas, se procederá a aplicar la metodología PAJ (Proceso Analítico Jerárquico) para obtener los valores de las ponderaciones de cada criterio principal y sub-criterio, que se empleará para la evaluación de la gestión de mantenimiento del edificio considerado como caso de estudio. El procedimiento del PAJ, es el siguiente:

3.5.1 Modelación

Los criterios encontrados en la literatura, que han cumplido con al menos tres de los cuatro juicios planteados para verificar su aplicabilidad, fueron agrupados en un criterio denominado padre, que puede ser: organización general de mantenimiento, recursos humanos, control económico del mantenimiento, planificación, programación y control, tercerización del mantenimiento, diseño del edificio o riesgos laborales en mantenimiento. El objetivo por el cual se aplicará el método PAJ, es priorizar los criterios y sub-criterios de mantenimiento para edificios, a través de la determinación de las ponderaciones.

Otro aspecto en la etapa de modelación, es establecer de manera general una jerarquía entre los elementos que serán evaluados, esto se representa en el esquema que se observa en la **figura 3-3**.

Tabla 1-3: Análisis de cumplimiento de sub-criterios a juicios propuestos.

Descripción del criterios de mantenimiento de edificios	JUICIOS			
	1	2	3	4
Disponer de políticas claras de gestión de mantenimiento que contenga una exposición clara de los objetivos y las técnicas necesarias a ser adoptadas para mantener los edificios aptos para el uso.	X	X	X	X
Disponer de buenos reportes de mantenimiento.	X	X	X	X
La implementación de un Software para la gestión de mantenimiento (CMMS) para ayudar en la gestión de mantenimiento de edificios.	X	X	X	X
El Gerente de Mantenimiento debe tener una formación profesional a fin al mantenimiento de edificios.	X	X	X	X
Es necesario que el personal ejecutor de mantenimiento de edificios sea personal calificado.	X	X	X	X
Los usuarios deben estar conscientes de la importancia del mantenimiento y participar en ella.	X	X	X	X
La alta gerencia está consciente de la importancia del mantenimiento.	X	X	X	X
Formación permanente de los administradores de mantenimiento para mantenerse al día con la última tecnología.	X	X	X	X
Los usuarios deben recibir entrenamiento en el mantenimiento de edificios, para que puedan participar de ella.	X	X	X	X
Asimilación de nuevas metodologías por parte de los administradores de mantenimiento de edificios, quienes deben cambiar su forma de pensar sobre la conservación de los edificios.	X	X		X
Disponer de un número adecuado de personal de mantenimiento	X	X	X	X
Aplicar buenas técnicas para la elaboración de presupuestos.	X	X	X	X
Tener un mayor control financiero a través de la adopción de programas de mantenimiento programado y presupuestos de mantenimiento restringidos.	X	X	X	X
Establecer y disponer de indicadores económicos de mantenimiento para su evaluación.	X		X	X
Establecer una secuencia para ejecutar los trabajos de mantenimiento que depende de prioridades predeterminadas.	X	X	X	X
Registrar los trabajos de mantenimiento después de la finalización de los mismos.	X	X	X	X
Disponer de herramientas y los materiales que se empleen deben ser de calidad.	X	X	X	
Tener un plan de mantenimiento que permita tener un control financiero a través de la adopción de programas de mantenimiento programados y la asignación de presupuestos de mantenimiento.	X	X	X	X
Es necesario disponer de un manual de mantenimiento, en el que se establezcan referencias a la especificación de los materiales, piezas, etc.	X	X	X	X
Desarrollar procesos y procedimientos necesarios para la aplicación de mantenimiento.	X	X	X	X
Inspeccionar periódicamente para determinar las actividades de mantenimiento a realizar.	X	X	X	X
Desarrollar programas destinados a la prevención de la pérdida de cualquier parte del edificio, y ser impulsados por el objetivo general de la intervención mínima.	X	X	X	X
Disponer de documentación técnica como: planos del edificio, manuales de: mantenimiento y partes de los equipos electromecánicos.	X	X	X	X
La política de contratación debe establecer los lineamientos para realizar el proceso de selección y contratación del mejor contratista que ejecutará el mantenimiento.	X	X	X	X
Establecer penalizaciones en contra del incumplimiento de las especificaciones establecidas en el contrato.	X	X	X	X
Los profesionales, deben considerar tres aspectos esenciales para el mantenimiento de edificios: facilidad para limpiar, inspeccionar y reparar o reemplazar.	X		X	
Considerar el Costo del Ciclo de Vida (diseño, construcción, uso y mantenimiento; y desagregación) del edificio en el momento del diseño.	X		X	

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2015.

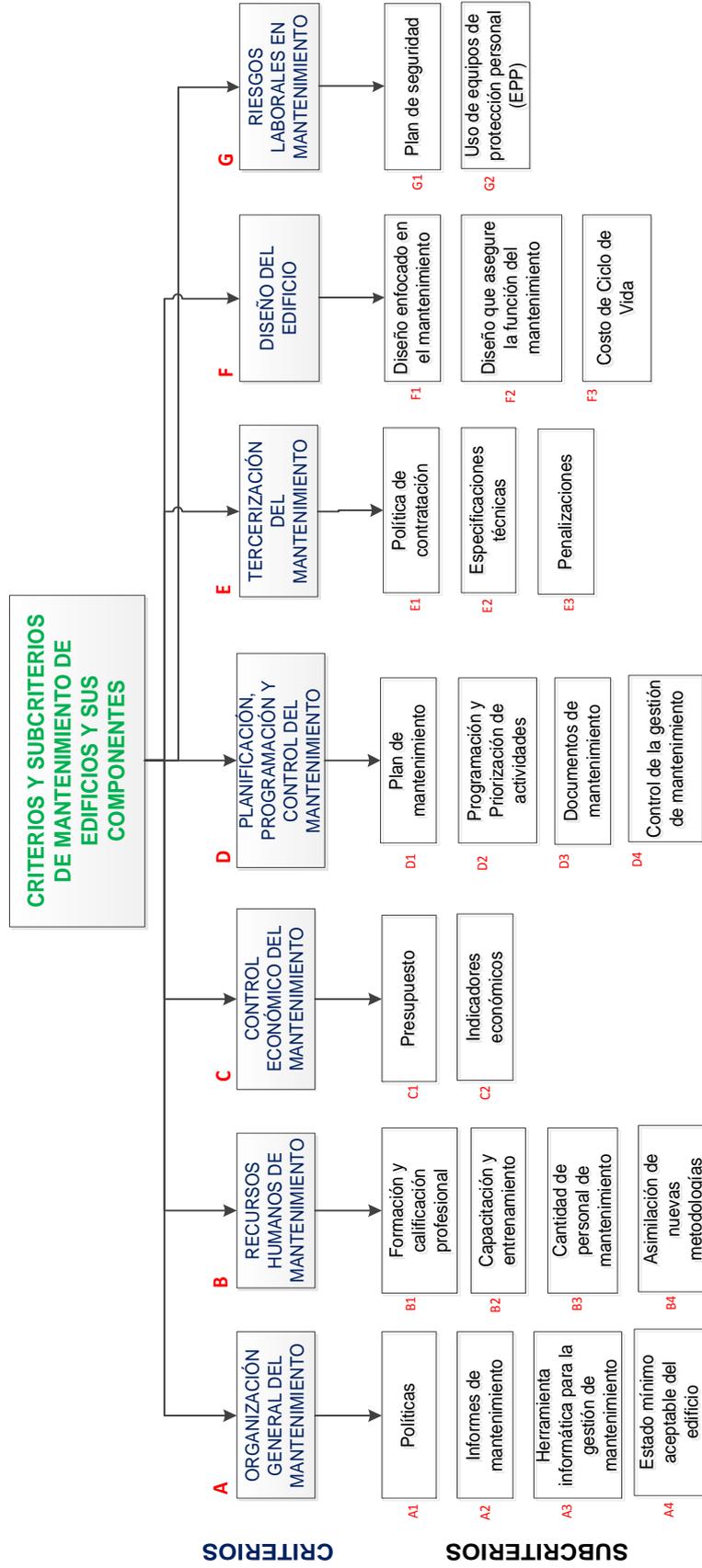


Figura 3-3 Esquema de criterios y sub-criterios de mantenimiento de edificios
Fuente: VISCAINO, Mayra, 2015

3.5.2 Valoración

La determinación de las ponderaciones de los criterios ilustrados en la **figura 3-3**, para el contexto local; se realizó encuestas a especialistas en el tema. Para realizar la evaluación se ha desarrollado una escala de valores, a través de una encuesta a especialistas en el tema de mantenimiento.

La muestra que se ha tomado es una muestra no probabilística. Se han seleccionado a técnicos que han recibido formación en área de gestión de mantenimiento de edificios y a técnicos de cuarto nivel con más de seis años de experiencia en el área de mantenimiento industrial. El número total de encuestados es de veinte personas.

La encuesta se fundamenta en la metodología PAJ (ver la encuesta en ANEXO A) y está conforma de dos partes. En la primera parte se pretende obtener información, como los datos del encuestado (nombres, formación académica, etc.) y también cuánto conocen sobre gestión de mantenimiento.

En la segunda parte, se busca que el profesional encuestado, defina según su juicio y en función de su conocimiento sobre el tema asigne una valoración a los elementos (criterios y sub-criterios) evaluados. La estructura jerárquica que se ha establecido para este estudio, está compuesto por siete criterios y veinte y seis sub-criterios.

Se han formado bloques de comparación de pares, combinando uno con otro sin repetirlos, para la recolección de datos se formulan preguntas que corresponden al tipo de elección forzosa. Para cada bloque de comparación, se formula las preguntas que se presentan en la **figura 4-3**.

3.6 Determinación de las ponderaciones de los criterios

Luego de haber obtenido las valoraciones por parte de los especialistas y aplicando el método de PAJ, el procedimiento que se siguió consta de las siguientes etapas:

3.6.1 Formación de matrices de comparación pareada

De acuerdo a los resultados obtenidos de la encuesta se procede a la construcción de las matrices de comparación pareada (ver figura 5-3), las matrices de todos los encuestados pueden ser revisadas en el Anexo B, que será una matriz cuadrada de dimensión siete, conforme al número de criterios.

Seleccione el criterio que considere más importante, entre las comparaciones que se realizan.

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

B) RECURSOS HUMANOS DE MANTENIMIENTO

6. 1. Considera que, ¿A y B son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

Sí Pasa a la pregunta 9.

No

2. Sólo en el caso que su respuesta fue NO:

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

B) RECURSOS HUMANOS DE MANTENIMIENTO

7. 2.1. Señale cuál considera más importante: *

Marca solo un óvalo.

A

B

8. 2.2. Asigne un grado de importancia a la opción elegida: *

Marca solo un óvalo.

[2]

[3] Importancia moderada

[4]

[5] Importancia fuerte

[6]

[7] Importancia muy fuerte

[8]

[9] Extrema importancia

Figura 4-3 Preguntas formuladas en la encuesta, para aplicar el método PAJ

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2015.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	7	1	5	1	6
B	1,00	1	7	1	4	1	7
C	0,14	0,143	1	0,17	2,00	0,167	1
D	1,00	1	6	1	7,00	1	5
E	0,20	0,25	0,5	0,143	1	0,17	0,33
F	1	1	6	1,00	6	1	9
G	0,17	0,143	1	0,20	3	0,11	1

Figura 5-3 Ejemplo de matriz de comparación pareada
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Según el Saathy, la matriz debe cumplir con las siguientes propiedades, las mismas que se emplean para la construcción de la matriz:

3.6.1.1 Reciprocidad de la matriz de comparación pareada

Para los elementos de la matriz en el que decidor ha respondido, que un criterio no es igual a otro, debía elegir cuál es más importante y asignarle un valor. Por ejemplo en la figura 6-3, se ha comparado el criterio “A” con el criterio “E” y el decidor ha definido según su criterio que éstos, no son iguales; entre los dos el más importante es A y le ha asignado un valor de importancia correspondiente a cinco. Según la propiedad de reciprocidad, si $a_{ij} = x$, entonces $a_{ji} = 1/x$, donde $1/9 \leq x \leq 9$. El mismo concepto es aplicado en las comparaciones de todos los criterios.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	7	1	5	1	6
B	1	1	7	1	4	1	7
C	1/7	1/7	1	1/6	2	1/6	1
D	1	1	6	1	7	1	5
E	1/5	1/4	1/2	1/7	1	1/6	1/3
F	1	1	6	1	6	1	9
G	1/6	1/7	1	1/5	3	1/9	1

Figura 6-3 Propiedad de reciprocidad en la matriz de comparación pareada
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

3.6.1.2 Homogeneidad de la matriz de comparación pareada

Esta propiedad aplica a los criterios que según el decidor, son igual de importantes, por tanto se le asigna el valor de uno. Por ejemplo, en la matriz de la figura 7-3, el decidor ha establecido según su juicio que al comparar los criterios “A” y “F”, éstos son iguales,

por tanto en la matriz de comparación se colocará el valor de uno en las celdas en las que se comparan estos dos criterios.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	7	1	5	1	6
B	1	1	7	1	4	1	7
C	1/7	1/7	1	1/6	2	1/6	1
D	1	1	6	1	7	1	5
E	1/5	1/4	1/2	1/7	1	1/6	1/3
F	1	1	6	1	6	1	9
G	1/6	1/7	1	1/5	3	1/9	1

Figura 7-3 Propiedad de homogeneidad en la matriz de comparación pareada

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

3.6.1.3 Consistencia de la matriz de comparación pareada

Esta propiedad es de mucha utilidad. Este índice permite determinar las inconsistencias en las comparaciones realizadas por el decisor, en el caso de existir las. El grado de consistencia se determina a través del cálculo del Ratio de Consistencia (RC) y tiene que ser menor al diez por ciento (10%), para que sea considerado como una “Consistencia Razonable”.

Para la descripción del proceso para la determinación del RC, se ha tomado los resultados de un decisor, el mismo proceso se ha seguido a todas las respuestas. Se construye la matriz de comparación pareada, aplicando las propiedades de reciprocidad y homogeneidad, como se muestra en la **figura 8-3**.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	7	1	5	1	5
B	1	1	6	2	5	0,2	3
C	0,14	0,17	1	0,14	4	0,2	0,33
D	1	0,5	7	1	7	1	5
E	0,20	0	0,25	0,14	1	0,17	0
F	1	5	5	1	6	1	7
G	0,20	0,33	3	0,2	4	0	1
Σ	4,54	8,2	29,25	5,49	32	3,71	21,58

Figura 8-3 Matriz de comparación pareada

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

A partir de la matriz de comparación pareada, se obtiene la matriz normalizada (ver figura 9-3); obteniendo la sumatoria de cada columna y dividiendo cada celda para la sumatoria correspondiente a su columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0,22	0,12	0,24	0,18	0,16	0,27	0,23
B	0,22	0,12	0,21	0,36	0,16	0,05	0,14
C	0,03	0,02	0,03	0,03	0,13	0,05	0,02
D	0,22	0,06	0,24	0,18	0,22	0,27	0,23
E	0,04	0,02	0,01	0,03	0,03	0,04	0,01
F	0,22	0,61	0,17	0,18	0,19	0,27	0,32
G	0,04	0,04	0,10	0,04	0,13	0,04	0,05

Figura 9-3 Matriz normalizada

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

El siguiente paso, es la obtención de la matriz promedio; ésta se obtiene a través del cálculo del promedio de cada fila de la matriz normalizada. La suma de la matriz promedio, debe ser uno (1), como se puede observar en la figura 10-3.

Luego, se obtendrá el vector fila total. El vector fila total, es el vector resultante del producto de la matriz de comparación pareada y la matriz promedio, como se observa en la figura 11-3.

MATRIZ NORMALIZADA								MATRIZ PROMEDIO	
	A	B	C	D	E	F	G		
A	0,22	0,12	0,24	0,18	0,16	0,27	0,23		0,20
B	0,22	0,12	0,21	0,36	0,16	0,05	0,14		0,18
C	0,03	0,02	0,03	0,03	0,13	0,05	0,02		0,04
D	0,22	0,06	0,24	0,18	0,22	0,27	0,23		0,20
E	0,04	0,02	0,01	0,03	0,03	0,04	0,01		0,03
F	0,22	0,61	0,17	0,18	0,19	0,27	0,32		0,28
G	0,04	0,04	0,10	0,04	0,13	0,04	0,05		0,06
Σ									1,00

Figura 10-3 Matriz promedio

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

	A	B	C	D	E	F	G		MATRIZ PROMEDIO		VECTOR FILA TOTAL
A	1	1	7	1	5	1	5	X =	0,20	=	1,62
B	1	1	6	2	5	0,2	3		0,18		1,43
C	0,14	0,17	1	0,14	4	0,2	0,33		0,04		0,32
D	1	0,5	7	1	7	1	5		0,20		1,58
E	0,2	0,2	0,25	0,14	1	0,17	0,25		0,03		0,21
F	1	5	5	1	6	1	7		0,28		2,40
G	0,2	0,33	3	0,2	4	0,14	1		0,06		0,48

Figura 11-3 Vector fila total

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Una vez determinado el vector fila total y la matriz promedio, se procederá a obtener el vector cociente, que es el resultado de dividir la celda correspondiente del vector fila total con la celda correspondiente de la matriz promedio (ver figura 12-3).

	COCIENTE
	7,98
	7,94
	7,26
	7,79
	7,56
	8,56
	7,81
λ máx =	7,84

Figura 12-3 Vector cociente

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Para obtener el valor de $\lambda_{\text{máx}}$, se realiza el promedio del vector cociente.

El siguiente paso es determinar el índice de consistencia (IC), el cual está en función de $\lambda_{\text{máx}}$, y de n, que es la dimensión de la matriz de comparación; en el caso de los criterios, todas las matrices son de dimensión siete (7).

$$IC = \frac{\lambda_{\text{Max}} - n}{n - 1} = \frac{7,84 - 7}{7 - 1} = 0,14$$

Finalmente para determinar el RC, se requiere conocer el índice de consistencia aleatorio (IA), según la literatura revisada, otras investigaciones han determinado una tabla de valores para matrices de diferentes dimensiones. En el caso de las matrices de comparación, que son de dimensión siete (7), el valor que corresponde es de 1,341.

Conocidas todas las variables que influyen en el RC, se determina este valor, mediante la siguiente ecuación.

$$RC = IC/IA = 0,14/1,341 = 0,10 \leq 0,10 \text{ valor que debe cumplir.}$$

En la **tabla 2-3**, se presenta un resumen de los resultados de los RC (Ratios de Consistencia), de los encuestados, el procedimiento completo que se realizó puede revisarse en el Anexo B.

Tabla 2-3: Ratios de consistencia de los decisores

Decisores	Ratio de consistencia									
	Estudiantes de la carrera de Ingeniería de mantenimiento.	0,03	0,10	0,068	0,07	0,109	0,039	0,06	0,09	0,07
Magísteres en mantenimiento industrial.	0,10	0,10	0,08	0,10	0,03	0,10	0,04	0,06	0,06	0,09

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Los valores de RC de los veinte (20) encuestados cumplen con la condición de ser menor o igual al diez por ciento (10%).

3.7 Determinación de las ponderaciones

Una vez que se ha verificado el cumplimiento del grado de consistencia requerido para las matrices de comparación pareada, se procedió a la determinación de pesos de los criterios y sub-criterios, para lo cual se requiere calcular el vector propio de la matriz de comparación pareada, esto se consigue multiplicando tantas veces como sean necesarias la matriz de comparación pareada por sí misma, hasta que su resultado coincida en las cuatro primeras cifras de los componentes del vector obtenido con los componentes del vector resultante de la multiplicación anterior.

En la **figura 13-3**, se ejemplifica el proceso seguido para la obtención de las ponderaciones, que determinarán la importancia de los diferentes criterios principales, los cálculos de los vectores propios de todos los decisores se presenta en el Anexo C. El producto de las matrices deberá realizarse hasta que los vectores propios tengan a sus elementos iguales hasta su cuarto dígito decimal. Para el caso del presente estudio, esto

se cumple en el cuarto producto, como se observan en los vectores propios tres y cuatro, sus cuatro primeros decimales son iguales. Se ha seguido el mismo procedimiento para todas las matrices de comparación pareada de los grupos encuestados (Grupo1: estudiante de los últimos ciclos de la carrera de Ingeniería de mantenimiento y el Grupo 2: Especialistas con Maestría en Gestión de Mantenimiento). En la **tabla 3-3**, se presentan los valores de los vectores propios del grupo No.1.

Con los valores de los vectores propios de los decisores del grupo No.1, se procede a obtener los valores de agregación, que son determinados calculando la media geométrica de cada criterio obtenidos en el vector propio de cada decisor. Los valores normalizados de los vectores propios de los decisores del grupo No.1, son los pesos asignados por este grupo a cada criterio de mantenimiento analizado. En la **figura 14-3**, se pueden observar éstos valores graficados, en donde se verifica que en ciertos criterios no hay concordancia mientras que en otros sí. La mayoría de las respuestas de los decisores del grupo fueron que los criterios tenían el mismo grado de importancia.

Tabla 3-3: Valores de vectores propios de los decisores del grupo No. 1

Valores de vector propio - grupo no. 1											Agregación	Normalización
Criterios	EST. 1	EST. 2	EST. 3	EST. 4	EST. 5	EST. 6	EST. 7	EST. 8	EST. 9	EST. 10		
A Organización general del mantenimiento	0,21	0,16	0,17	0,18	0,09	0,17	0,16	0,12	0,17	0,12	0,15	0,163
B Recursos humanos	0,14	0,16	0,17	0,39	0,15	0,12	0,17	0,11	0,10	0,15	0,15	0,167
C Control económico del mantenimiento	0,14	0,16	0,06	0,21	0,08	0,12	0,11	0,10	0,18	0,15	0,12	0,133
D Planificación, programación y control del mantenimiento	0,14	0,13	0,21	0,05	0,10	0,10	0,13	0,28	0,27	0,18	0,14	0,153
E Tercerización del mantenimiento	0,14	0,13	0,07	0,04	0,08	0,11	0,10	0,07	0,16	0,14	0,10	0,105
F Diseño del edificio	0,12	0,13	0,15	0,04	0,17	0,12	0,08	0,12	0,06	0,11	0,10	0,110
G Riesgos laborales en el mantenimiento	0,12	0,13	0,17	0,09	0,33	0,25	0,25	0,20	0,06	0,15	0,16	0,169
Sumatoria:	1	0,92	1									

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

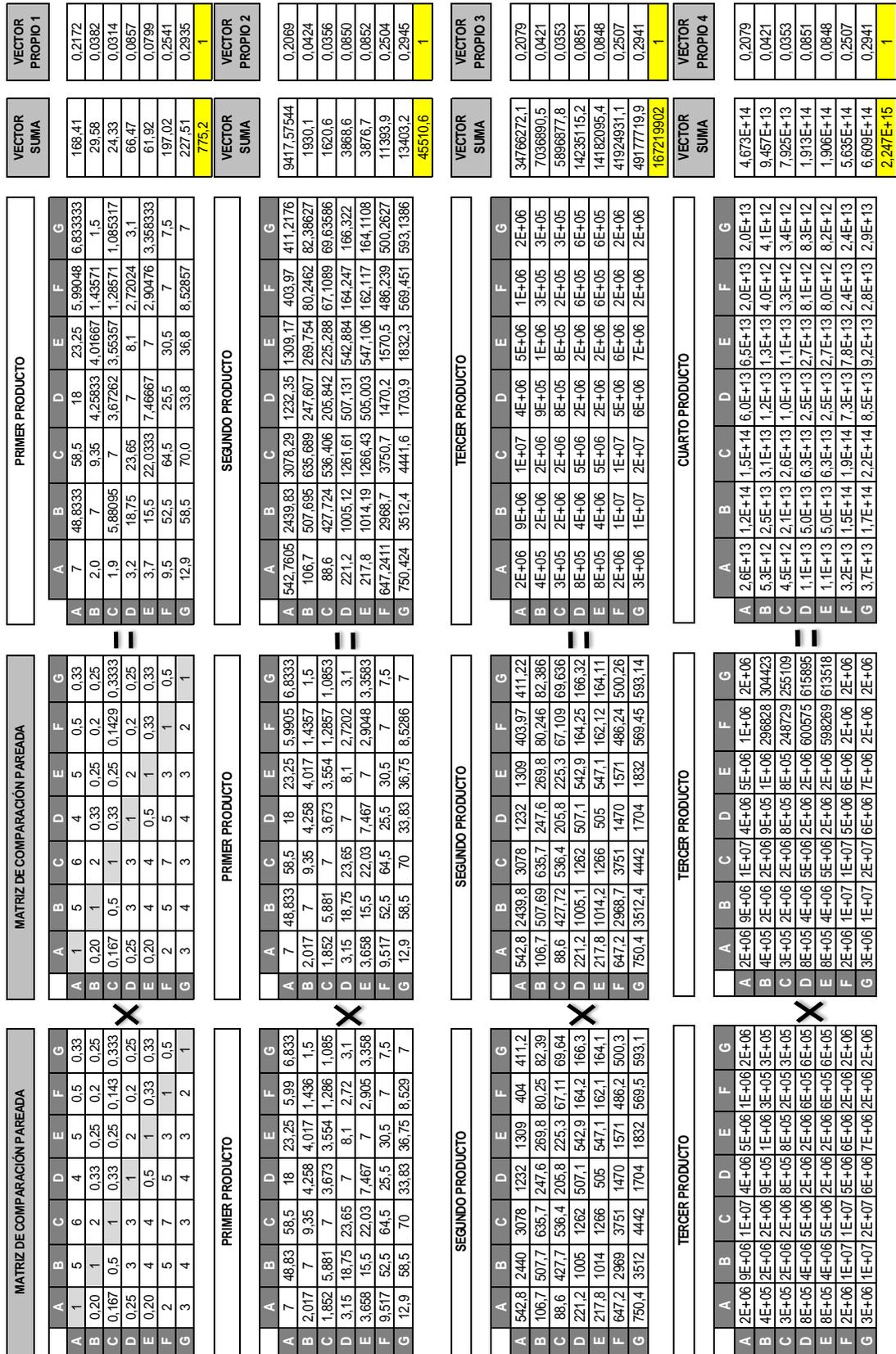


Figura 13-3 Vector propio de una matriz de comparación pareada
Fuente: VISCAINO, Mayra, 2016.

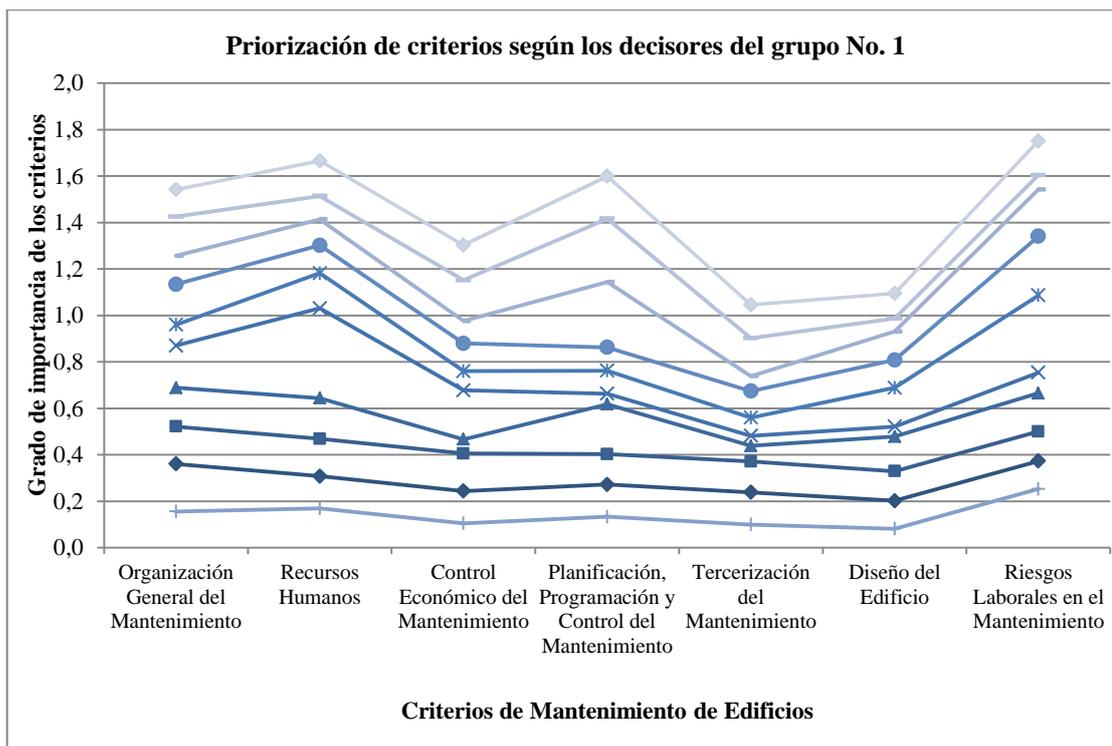


Figura 14-3 Priorización de criterios de mantenimiento según el grupo No.1
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

En la tabla 13-3, se presentan las ponderaciones de cada criterio de mantenimiento de edificios, estos valores serán empleados para la evaluación de la planificación del mantenimiento del edificio tomado como caso de estudio.

Tabla 3-3: Ponderaciones de criterios de mantenimiento según decisores del grupo No.1

Criterios de mantenimiento jerarquizados		Pesos
G	Riesgos laborales en el mantenimiento	16,9%
B	Recursos humanos	16,7%
A	Organización general del mantenimiento	16,2%
D	Planificación, programación y control del mantenimiento	15,3%
C	Control económico del mantenimiento	13,3%
F	Diseño del edificio	11,0%
E	Tercerización del mantenimiento	10,5%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Elaborado por: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Como se observa en la figura 15-3, el criterio más importante para el grupo 1, son los riesgos laborales y el menos importante es el criterio de tercerización del mantenimiento.

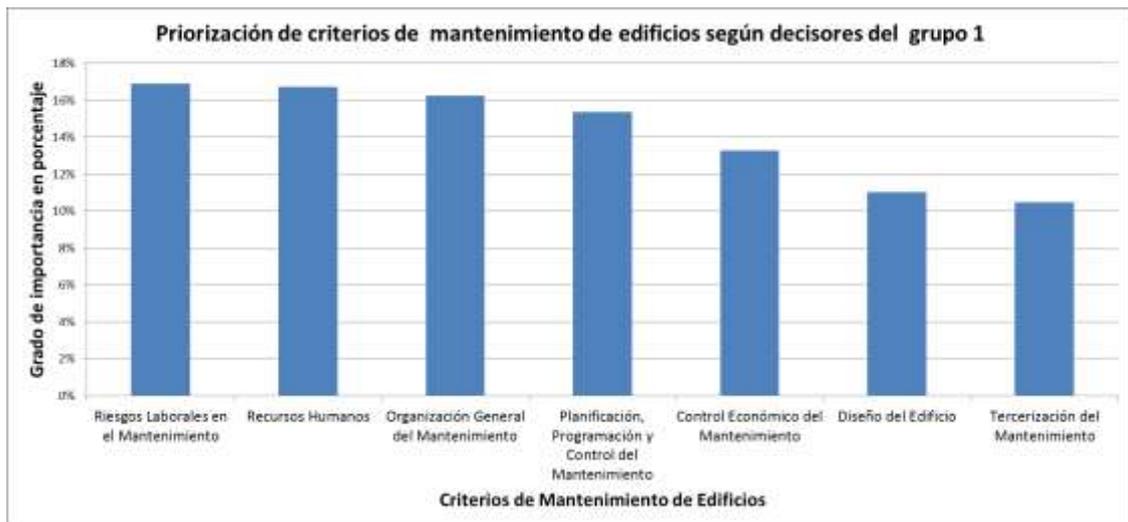


Figura 15-3 Priorización de criterios de mantenimiento, según el grupo No. 1
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Análogamente, se realiza el mismo procedimiento para procesar los datos del grupo No.2 de decisores que corresponde a especialistas con trece años de experiencia en promedio y con estudios de cuarto nivel en el área de mantenimiento industrial.

Finalmente las ponderaciones de cada criterio son determinados a través de la normalización de los valores de agregación, que son obtenidos a través del cálculo de la media geométrica de los valores de los vectores propios de cada decisor.

En el **figura 16-3**, se grafican los valores de los pesos obtenidos según los decisores del grupo No.2, en el que se observa la tendencia en la similitud de sus valoraciones, indicando que el criterio más importante es la organización general del mantenimiento.

En la **tabla 4-3**, se presentan las ponderaciones de cada criterio de mantenimiento, según los especialistas en mantenimiento que fueron encuestados. Para los decisores del grupo No.2, el criterio que obtuvo mayor y menor peso son: la organización general del mantenimiento y la tercerización del mantenimiento, respectivamente, los valores obtenidos han sido graficados y se pueden observar en la **figura 17-3**.

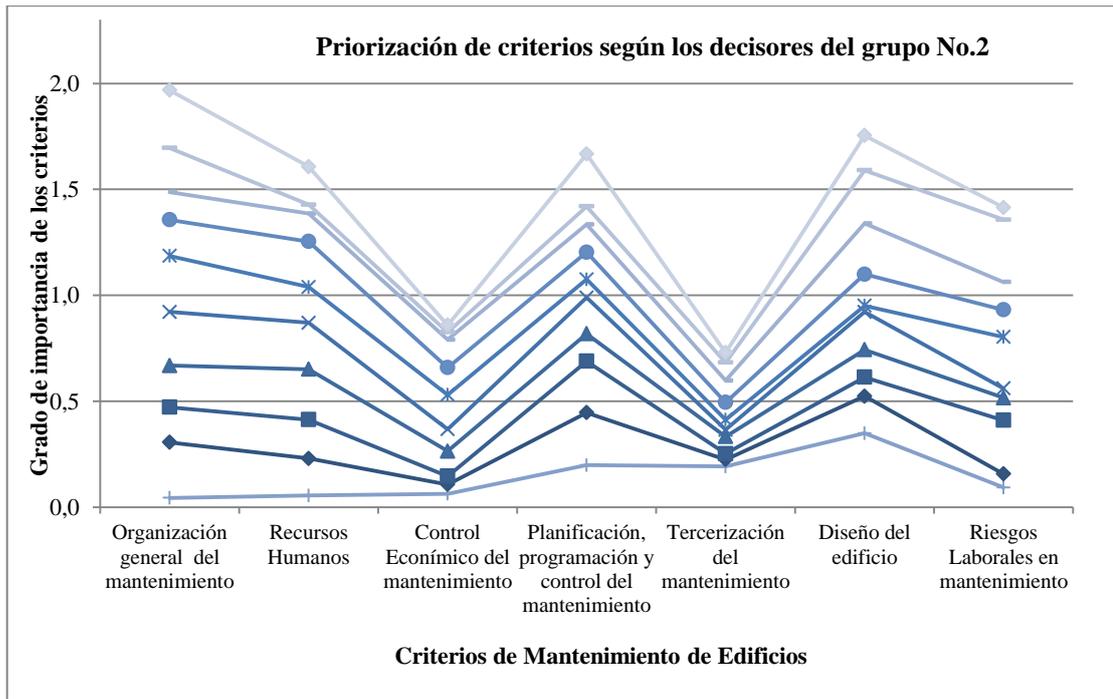


Figura 16-3 Pesos de los criterios de mantenimiento, según el grupo No. 2
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Como resultado final, para definir las ponderaciones de los criterios de mantenimiento, se utilizará el criterio de los especialistas en mantenimiento; por su experiencia y formación en el área de mantenimiento y debido a que los encuestados del grupo, en la mayoría de los casos optaron por responder que todos los criterios tienen el mismo valor de importancia.

Tabla 4-3: Pesos de criterios de mantenimiento según decisores del grupo No.2

Criterios de mantenimiento jerarquizados		Pesos
A	Organización general del mantenimiento	20,3%
D	Planificación, programación y control del mantenimiento	17,7%
F	Diseño del edificio	17,0%
B	Recursos humanos	16,2%
G	Riesgos laborales en el mantenimiento	13,4%
C	Control económico del mantenimiento	8,3%
E	Tercerización del mantenimiento	7,0%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

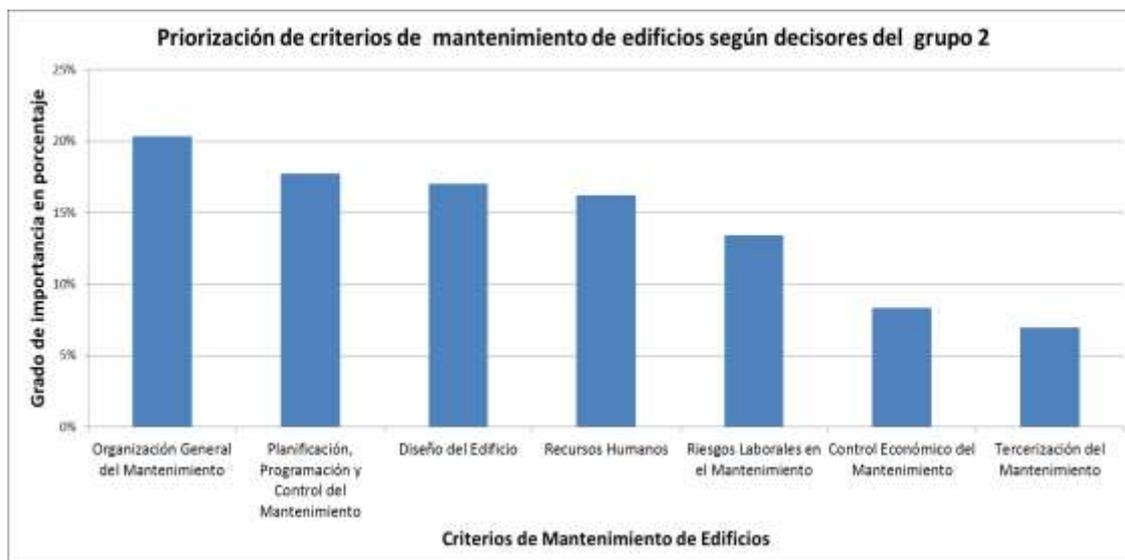


Figura 17-3 Priorización de criterios de mantenimiento según el grupo No. 2
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

3.8 Determinación de ponderaciones de sub-criterios

Para determinar los pesos de los sub-criterios, se sigue el mismo procedimiento utilizado para determinar los criterios, estos son:

1. Formación de matrices de comparación pareada y verificación del grado de consistencia.
2. Determinación de las ponderaciones: se sigue el mismo procedimiento descrito anteriormente, con la diferencia, que se debe determinar el peso relativo al criterio padre, para lo cual se multiplica el peso del criterio padre por el peso del sub-criterio.

Siguiendo el procedimiento descrito, se obtuvieron los resultados de los pesos de sub-criterios que se muestran en la tabla 5-3, tabla 6-3, tabla 7-3, tabla 8-3, tabla 9-3, tabla 10-3, tabla 11-3.

Tabla 5-3: Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “A”

Criterio A: Organización general de mantenimiento			
Subcriterios jerarquizados		Pesos	Pesos relativos
A1	Políticas de mantenimiento	45,4%	9,2%
A4	Estado mínimo aceptable del edificio	26,4%	5,4%
A2	Informes de mantenimiento	15,5%	3,1%
A3	Software para la gestión de mantenimiento	12,8%	2,6%
Peso del criterio padre :			20,4%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 6-3: Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “B”

Criterio B: Recursos humanos			
Subcriterios jerarquizados		Pesos	Pesos relativos
B1	Formación profesional	41,3%	6,7%
B3	Cantidad de personas de mantenimiento	22,7%	2,7%
B4	Asimilación de nuevas metodologías	19,1%	3,7%
B2	Capacitación y entrenamiento	16,9%	3,1%
Ponderación del criterio padre :			16,2%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 7-3: Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “C”

Criterio C: Control económico del mantenimiento			
Subcriterios jerarquizados		Pesos	Pesos relativos
C1	Presupuesto	60,9%	5,1%
C2	Indicadores económicos	39,1%	3,3%
Ponderación del criterio padre :			8,3%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 8-3: Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “D”

Criterio D: Planificación, programación y control del mantenimiento			
Subcriterios jerarquizados		Pesos	Pesos relativos
D1	Plan de mantenimiento	31,3%	5,5%
D2	Programación y priorización de actividades de mantenimiento	27,6%	4,9%
D4	Control de la gestión de mantenimiento	23,5%	4,2%
D3	Documentos de mantenimiento	17,6%	3,1%
Ponderación del criterio padre :			17,7%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 9-3: Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “E”

Criterio E: Tercerización del mantenimiento			
Subcriterios jerarquizados		Pesos	Pesos relativos
E1	Política de contratación	39,4%	2,7%
E2	Especificaciones técnicas	35,5%	2,5%
E3	Penalizaciones	25,0%	1,7%
Ponderación del criterio padre :			7,0%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 10-3: Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “F”

Criterio F: Diseño del edificio			
Subcriterios jerarquizados		Pesos	Pesos relativos
F1	Diseño enfocado en el mantenimiento	35,7%	6,1%
F2	Diseño que asegura la función del mantenimiento	35,2%	6,0%
F3	Análisis del costo del ciclo de vida	29,2%	5,0%
Ponderación del criterio padre :			17,0%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 11-3: Ponderaciones de los sub-criterios del criterio “G”

Criterio G: Seguridad en el mantenimiento			
Subcriterios jerarquizados		Pesos	Pesos relativos
G1	Plan de seguridad	51,7%	6,9%
G2	Uso de equipos de protección personal	48,3%	6,5%
Ponderación del criterio padre :			13,4%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

3.9 Discusión de resultados obtenidos

Como se ha mencionado, la encuesta fue dirigida a dos grupos, el grupo No. 1 conformado por estudiantes de la carrera de Ingeniería de mantenimiento, quienes han recibido instrucción en el mantenimiento de edificios y el grupo dos, conformado por especialistas en mantenimiento, con título de maestría en gestión de mantenimiento industrial.

Una vez que se obtuvieron las respuestas de las encuestas, fueron analizados los resultados de los dos grupos encuestados, obteniéndose que los dos grupos difieren en su afirmación de cual criterio es más importante. Para el grupo de especialistas el criterio más importante es la “Organización general del mantenimiento”, mientras que para los estudiantes son los “Riegos laborales”. En la **tabla 12-3**, se expresa en porcentaje los criterios jerarquizados según cada grupo encuestado, evidenciándose este desacuerdo.

Tabla 12-3: Jerarquización de criterios, según los grupos encuestados

Criterios de mantenimiento jerarquizados		Pesos	
		Especialistas	Estudiantes
A	Organización general del mantenimiento	20,3%	16,2%
D	Planificación, programación y control del mantenimiento	17,7%	15,3%
F	Diseño del edificio	17,0%	11,0%
B	Recursos humanos	16,2%	16,7%
G	Riesgos laborales en el mantenimiento	13,4%	16,9%
C	Control económico del mantenimiento	8,3%	13,3%
E	Tercerización del mantenimiento	7,0%	10,5%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Los resultados se han graficado (ver figura 18-3) y comparan las respuestas de los especialistas, los dos grupos expresan que la tercerización del mantenimiento, es el criterio menos importante.

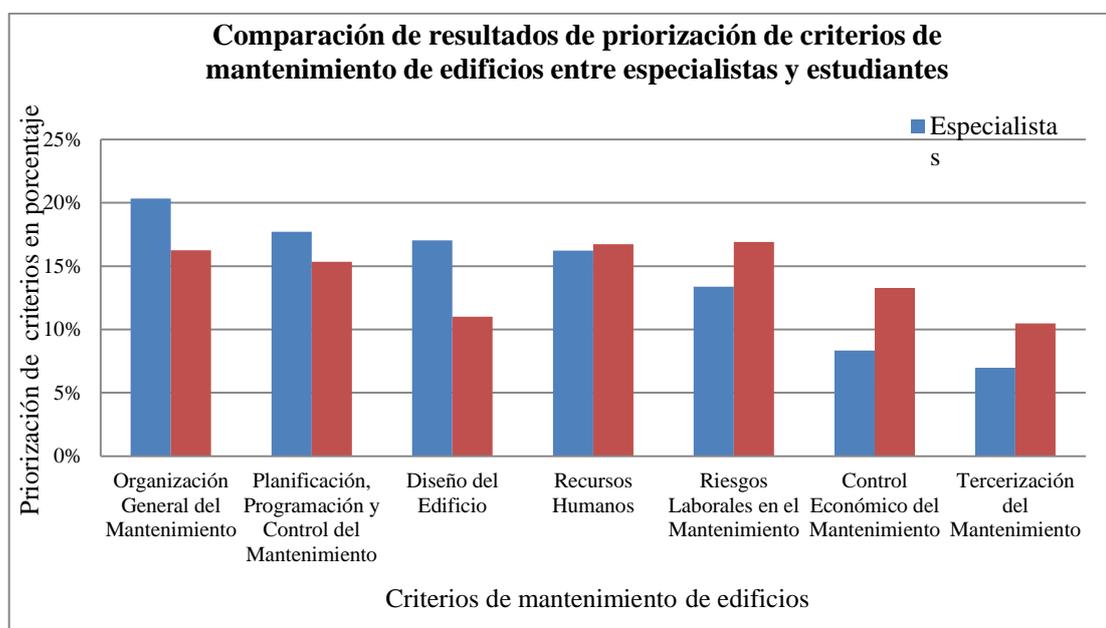


Figura 18-3 Resultados de encuestados sobre priorización de criterios

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

En cuanto a la autoevaluación de los encuestados, sobre su conocimiento del mantenimiento, el 83% de los especialistas afirman tener “Bastante” conocimiento sobre la gestión de mantenimiento de edificios, mientras que el 60% de los estudiantes, que corresponde a la mayoría de ellos, dicen conocer “Algo”, a pesar de haber recibido instrucción en el tema (ver figura 19-3).

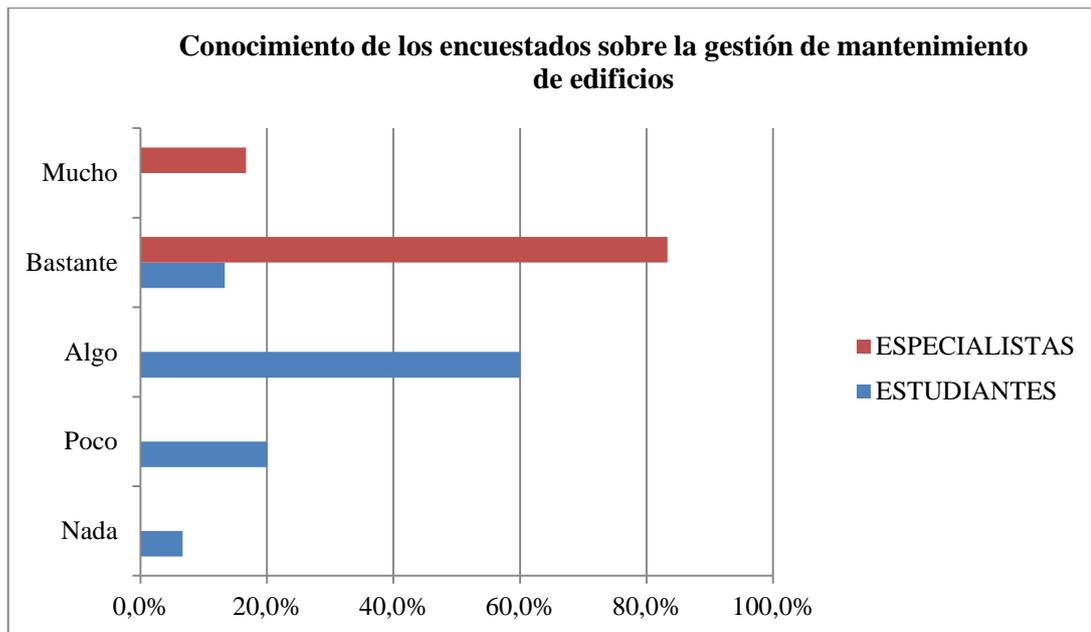


Figura 19-3 Conocimiento de los encuestados sobre la gestión de mantenimiento
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

La mayoría de los estudiantes respondieron que los criterios y subcriterios valorados, tienen el mismo grado de importancia, a pesar de ello los dos grupos coinciden de manera general que entre los cuatro criterios más importantes están la “Organización general del mantenimiento”, “Planificación, programación y control del mantenimiento” y los “Recursos humanos”; aunque no en el mismo grado de importancia.

En forma específica los grupos encuestados no concuerdan en la jerarquización de criterios. El grupo No.1, conformado por estudiantes de los últimos niveles de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento, en la mayoría de las respuestas a la encuesta decidieron asignar para todos los criterios el mismo valor de importancia, esto se ve reflejado en las diferencias insignificantes que existen entre los diferentes pesos, como se observa en la **tabla 12-3**, este aspecto tendría gran influencia en los resultados finales, por lo que no serán considerados para la valoración definitiva de los criterios y subcriterios. El método Proceso Analítico Jerárquico, requiere que para la determinación de las ponderaciones, exista un grado de consistencia en las respuestas, en algunos de los casos de los encuestos no cumplieron con el grado de consistencia requerido.

En la **tabla 13-3**, se presentan las ponderaciones definitivas obtenidas, para cada criterio y sub-criterio, aunque para el presente trabajo se emplearán únicamente las ponderaciones que corresponden al criterio “D: Planificación, Programación y Control del

Mantenimiento” para la evaluación del caso de estudio, éstos pueden ser empleados como valores de referencia para evaluar otras áreas de la gestión de mantenimiento de los edificios de este y de otros tipos de edificaciones.

Tabla 13-3: Criterios de mantenimiento de edificios jerarquizados

Priorización de criterios y subcriterios de mantenimiento de edificios		
A	Organización general del mantenimiento	0,203
A1	Políticas de mantenimiento	0,092
A2	Informes de mantenimiento	0,031
A3	Software para la gestión de mantenimiento	0,026
A4	Estado mínimo aceptable del edificio	0,054
B	Recursos humanos	0,162
B1	Formación profesional	0,067
B2	Capacitación y entrenamiento	0,027
B3	Cantidad de personas de mantenimiento	0,037
B4	Asimilación de nuevas metodologías	0,031
C	Control económico del mantenimiento	0,083
C1	Presupuesto	0,051
C2	Indicadores económicos	0,033
D	Planificación, programación y control del mantenimiento	0,177
D1	Plan de mantenimiento	0,055
D2	Programación y priorización de actividades de mantenimiento	0,049
D3	Documentos de mantenimiento	0,031
D4	Control de la gestión de mantenimiento	0,042
E	Tercerización del mantenimiento	0,070
E1	Política de contratación	0,027
E2	Especificaciones técnicas	0,025
E3	Penalizaciones	0,017
F	Diseño del edificio	0,170
F1	Diseño enfocado en el mantenimiento	0,061
F2	Diseño que asegura la función del mantenimiento	0,060
F3	Análisis del costo del ciclo de vida	0,050
G	Riesgos laborales en el mantenimiento	0,134
G1	Plan de mantenimiento	0,069
G2	Programación y priorización de actividades de mantenimiento	0,065

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

3.10 Evaluación de la planificación de mantenimiento del caso de estudio

Como se ha mencionado, una evaluación es un aspecto clave ya que permite determinar la situación en la que se encuentra, en este caso la gestión de mantenimiento del edificio

tomado como caso de estudio, denominado “Edificio de la gerencia general”, además evidenciará los aspectos que pueden ser mejorados.

El método aplicado para la evaluación es cualitativo, a través de un cuestionario (ver cuestionario en Anexo E), empleando la técnica de cumple no cumple. La puntuación que alcance en la evaluación de cada criterio de mantenimiento, será la suma de la puntuación que alcance cada sub-criterio de mantenimiento.

El detalle que debe cumplir cada sub-criterio, con su respectiva puntuación se puede observar en la tabla 14-3.

3.11 Resultados de la evaluación

La evaluación se realizó empleando la plantilla aquí descrita, en la que se indican las características que debe cumplir cada sub-criterio. Se le asignó el puntaje correspondiente cuando el evaluado presenta la documentación como evidencia que cumple con las especificaciones descritas.

Tabla 14-3: Planilla para la evaluación de la planificación de mantenimiento

D	Planificación, programación y control del mantenimiento	Pesos	Evaluación
		17,70%	2,70%
D1	Planificación del mantenimiento	5,54%	0,92%
	<u>Contenido del documento:</u>		
	* Estructura jerárquica del desglose del edificio.	0,92%	0,00%
	* Análisis de criticidad del edificio.	0,92%	0,00%
	* Tareas de mantenimiento.	0,92%	0,46%
	* Frecuencias de ejecución.	0,92%	0,46%
	* Recursos disponibles para el mantenimiento.	0,92%	0,00%
	* Control y mejora del mantenimiento.	0,92%	0,00%
D2	Programación y priorización de actividades de mantenimiento	4,88%	1,63%
	<u>Contenido del documento:</u>		
	* Fecha de realización de cada intervención	0,54%	0,54%
	* Ubicación de la intervención	0,54%	0,54%
	* Recursos técnicos	0,54%	0,00%
	* Recursos financieros	0,54%	0,00%
	* Itinerario recomendado para los equipos individuales	0,54%	0,00%
	* Disponibilidad de material en existencia (cantidad y ubicación)	0,54%	0,00%
	* Requisitos del plan de seguridad	0,54%	0,00%
	* Licencias de trabajo y autorizaciones administrativas	0,54%	0,00%
	* Persona de contacto responsable	0,54%	0,54%

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Continuará....

...Continúa

D3	Documentos de mantenimiento	3,12%	0,15%
	Registros de mantenimiento		
	<u>Contenido del documento:</u>		
	* Información de actividades de mantenimiento ejecutados.	0,15%	0,15%
	* Registro de fallos y averías.	0,15%	0,00%
	* Costos de mantenimiento del equipo.	0,15%	0,00%
	* Registro de tiempo de disponibilidad del elemento.	0,15%	0,00%
	Manual de mantenimiento		
	<u>Contenido del documento:</u>		
	* Introducción	0,15%	0,00%
	* Actuaciones para la ocupación del edificio	0,15%	0,00%
	* Instrucciones de uso para:	0,15%	0,00%
	* Instrucciones de mantenimiento	0,15%	0,00%
	* Medidas de protección y seguridad.	0,15%	0,00%
	* Obras de reforma, conservación y reparación.	0,15%	0,00%
	* El libro del edificio y la documentación la vivienda.	0,15%	0,00%
	* Anexos (Vocabulario, etc.)	0,15%	0,00%
	* Bibliografía.	0,15%	0,00%
	Procedimientos de mantenimiento		
	<u>Contenido del documento:</u>		
	* Objetivo	0,15%	0,00%
	* Alcance	0,15%	0,00%
	* Documentos de referencia	0,15%	0,00%
	* Responsabilidades	0,15%	0,00%
	* Requisitos de seguridad	0,15%	0,00%
	* Desarrollo	0,15%	0,00%
	* Averías, defectos o anomalías encontradas al realizar las gamas de mantenimiento.	0,15%	0,00%
	* Registros.	0,15%	0,00%
D4	Control de la gestión de mantenimiento	4,16%	0,00%
	Plan de calidad del mantenimiento		
	<u>Contenido del documento:</u>		
	Objetivo	0,22%	0,00%
	Alcance	0,22%	0,00%
	Definiciones y documentos de referencia	0,22%	0,00%
	Organización, funciones y responsabilidades	0,22%	0,00%
	Planificación	0,22%	0,00%
	Documentación	0,22%	0,00%
	Compras y subcontratos	0,22%	0,00%
	Control, inspección y ensayo	0,22%	0,00%
	Control de los equipos de control, medición y ensayo.	0,22%	0,00%
	Plan de auditorías	0,22%	0,00%
	Formación	0,22%	0,00%
	Anexos	0,22%	0,00%
	Indicadores claves técnicos		
	<u>Algunos indicadores de mantenimiento:</u>		
	T7: Tiempo de indisponibilidad por mantenimiento planificado y programado	0,22%	0,00%
	T11: Número total de fallos	0,22%	0,00%
	T16: Número de órdenes de trabajo de mantenimiento	0,22%	0,00%
	O5: Horas-hombre de mantenimiento planificación y programado	0,22%	0,00%
	O7: Horas-hombre totales trabajadas por el personal de mantenimiento	0,22%	0,00%
	O22: Número de órdenes de trabajo realizadas según programación.	0,22%	0,00%
	O25: Horas-hombre totales trabajadas por personal directo en actividades planificadas y programadas	0,22%	0,00%

Fuente: VISCAINO, Mayra, 2016.

Los resultados de la evaluación, se grafican a través de diagrama de radar que se observa en la **figura 20-3**, en el que se puede apreciar los valores límites y el valor de la

evaluación que alcanzó el departamento responsable del mantenimiento de los equipos mecánicos y eléctricos del edificio “Centro”.

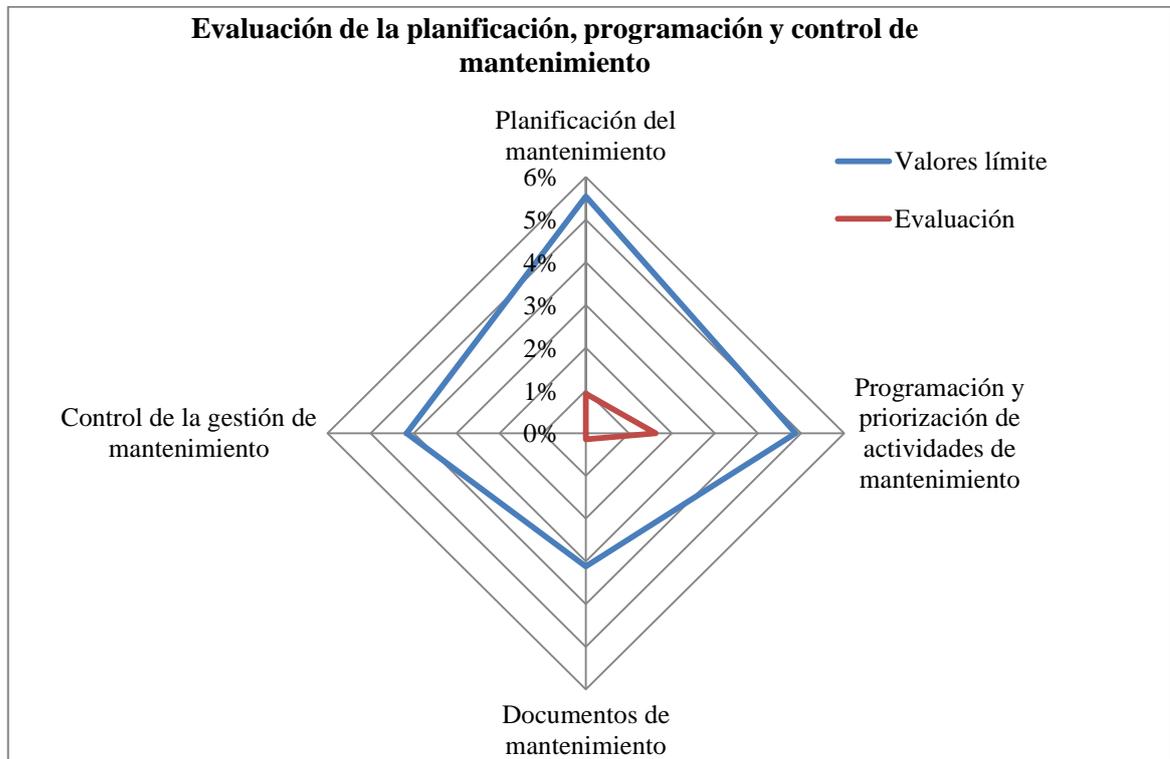


Figura 20-3 Evaluación de la planificación de mantenimiento

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

La evaluación alcanzó una calificación del 0,027 sobre la máxima calificación que puede ser alcanzada que es de 0,177; esto significa que alcanzó una calificación de 15,24%, de este criterio, de esta manera se evidencia las deficiencias en la planificación de mantenimiento, programación y control del mantenimiento del edificio estudiado.

La propuesta del modelo para la planificación, pretende que a través de su aplicación, contribuya a mejorar la evaluación, de manera continua.

CAPÍTULO V

4 PROPUESTA DE MODELO PARA LA PLANIFICACIÓN Y APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO

4.4 Propuesta del modelo para la planificación

De la revisión de normativa y literatura en general, se plantea el modelo para la planificación del mantenimiento de edificios de oficinas que puede observarse en la

-4, el mismo que consta de tres aspectos:

- **Inventario de activos a mantener:** En este punto se debe establecer una estructura concatenada de toda la instalación en diferentes niveles, de manera que se pueda identificar un equipo a qué sistema, área y localización pertenece. La codificación puede ser alfanumérica, pero debe definirse el significado de cada código.
- **Análisis de criticidad:** Para este tipo de análisis puede emplearse cualquier tipo de método que sea aplicable a este tipo de activos, en este caso a la tipología de la edificación. Es posible que el administrador defina los criterios que deben ser considerados en el análisis de criticidad, según los intereses del edificio que administra; y mediante la aplicación del método de análisis multicriterio descrito en este trabajo, defina los pesos para cada criterio. Debido a que en la literatura la mayoría de los análisis orientan su aplicabilidad a la parte industrial, este trabajo plantea algunos criterios que pueden ser considerados en el análisis de criticidad.
- **Plan de mantenimiento:** Los componentes del plan de mantenimiento son las tareas de mantenimiento asignado a cada equipo, con la frecuencia de ejecución y el especialista encargado de realizar la actividad.
- **Control:** El control le permitirá al administrador evaluar su planificación. Existe la posibilidad que en el inventario no se haya considerado algún equipo que requiera mantenimiento y deba ser incluido; así como la verificación de las actividades de mantenimiento y de equipos nuevos que puedan ser considerados como críticos.

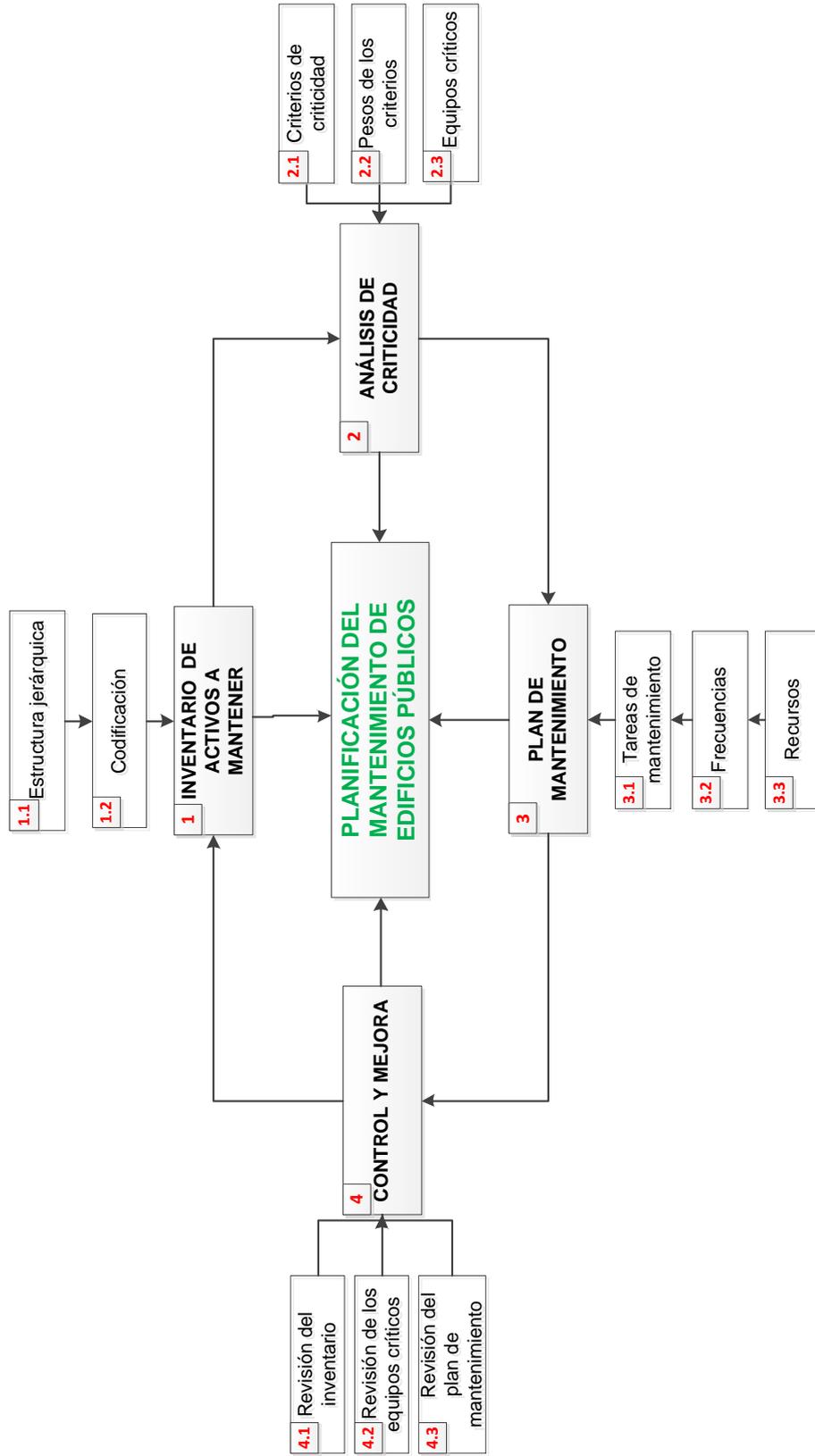


Figura 1-4 Modelo propuesto para la planificación de mantenimiento
 Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

4.5 Inventario de equipos a mantener

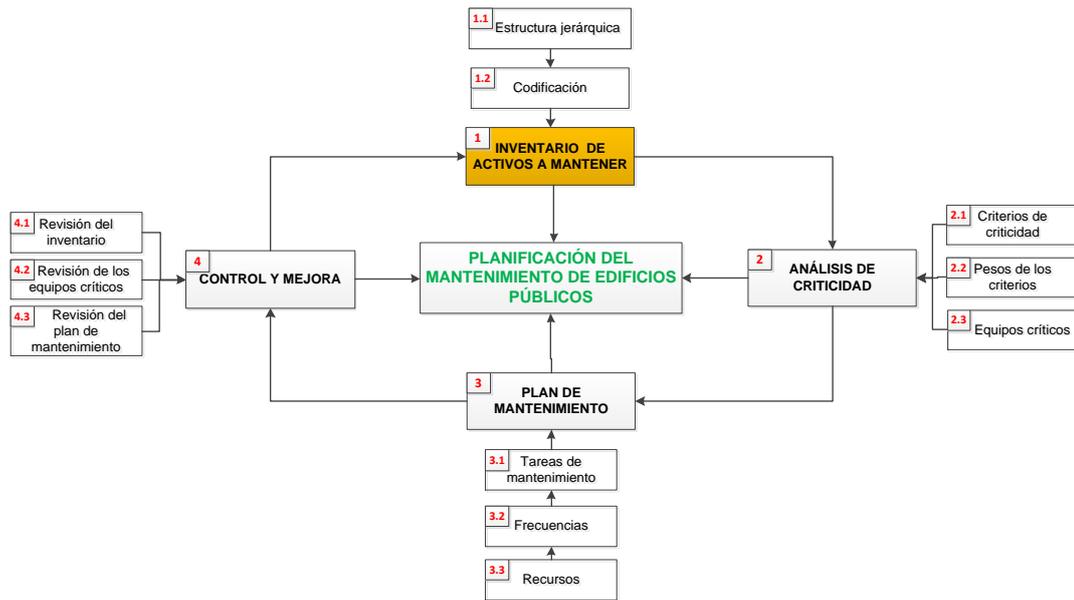


Figura 2-4 Criterio No.1 del modelo para la planificación del mantenimiento
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

4.5.1 Estructura jerárquica

Según el esquema del modelo mostrado en la **figura 2-4**, el criterio No. 1, es realizar un inventario jerárquico de activos del tipo mecánico y eléctrico que se encontraron instalados en el edificio, el primer sub-criterio es establecer una jerarquía dentro de la edificación, por lo cual se decidió estructurar conforme el esquema de la **figura 3-4**, siguiendo la estructura definida en el marco teórico (ver **figura 4-2**).

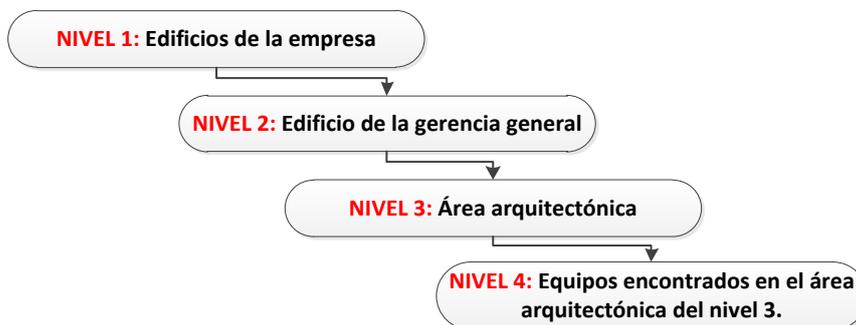


Figura 3-4 Esquema de los niveles jerárquicos establecidos en el caso de estudio
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Según el esquema de la **figura 3-4**, el nivel No.1 corresponde a “Edificios de la empresa”, lo que significa que en él se encontrará el listado de edificios que la empresa ETAPA

EP posee, este nivel se ha definido así, debido a la variedad de localizaciones que la empresa posee. En el nivel No.2, se escribirá el nombre específico del edificio que se desea analizar, en este caso el nombre del edificio es “Edificio de la gerencia general”.

En la **tabla 2-4**, se enlistan todas las edificaciones en las que se controla el mantenimiento de sus equipos eléctricos y mecánicos. El nivel No. 3 que corresponde al nivel de sistemas, se refiere a las áreas arquitectónicas que componen la edificación, éstas pueden ser: halls de ingreso, oficinas, pasillos, baños, bodegas, auditorios, sala de reuniones, etc.; en los cuales se ubican físicamente los diferentes equipos mecánicos y/o eléctricos. El último nivel jerárquico, es el nivel No. 4 en el que se enlistan los equipos que para este estudio y de acuerdo al alcance de esta investigación se consideraron únicamente los equipos mecánicos y eléctricos que se indican en la **tabla 6-4**, que se puede observar más adelante en el desarrollo de cada sub-criterio del modelo.

4.5.2 *La codificación*

Se realizó un levantamiento de las áreas, sistemas y equipos existentes en el edificio de la gerencia general; en el que se determinó el inventario de los activos que pertenezcan a la familia de equipos mecánicos y eléctricos. Se estableció la siguiente nomenclatura, para identificar los niveles del edificio y establecer un vínculo en entre las diferentes áreas, sistemas y equipos.

La codificación corresponde al punto 1.2 del modelo propuesto para la planificación, lo que primero se codificó fue la localización denominada “Edificios de la empresa”, el código que asigna para edificios de oficinas la norma EN 15331 es 122, este código numérico, para los que no conocen la norma citada, no tiene ningún significado; por lo que debido a la variedad de localizaciones de las que la empresa ETAPA EP controla el mantenimiento, como son: plantas de agua, vehículos, telefonía, etc.; es necesario un código que hable por sí mismo a los administradores de mantenimiento de los edificios.

Por tanto se empleará el código “ED” de edificios, para el nivel No 1. Para el nivel de áreas, que es el segundo nivel inferior, se considerará un área a un edificio específico, en el caso particular de la empresa en estudio, posee aproximadamente de cincuenta

siete edificios, los mismos que se enlistan en la **tabla 2-4**. La cantidad de edificios que se maneja es significativa, por lo que es necesario identificarlos a través de un código, para ello se empleará un código alfanumérico de tres dígitos alfabéticos y un dígito numérico para etiquetarlos. Por ejemplo para el edificio en estudio denominado edificio de la gerencia general se ha asignado el código “CEN1”, por su ubicación geográfica que es en el centro de la ciudad y el dígito uno, identifica el número de edificio con la ubicación geográfica centro, ya que existen aproximadamente cinco edificios en el centro. Para codificar los sistemas (áreas arquitectónicas) del edificio se emplearon tres códigos numéricos, los mismos que se han dividido según el nivel del edificio al que corresponda, esto se especifica en la **tabla 1-4**.

Tabla 1-4: Codificación de áreas

Código	Áreas
S01-S99	Subsuelo 1
000-099	Planta baja
100-199	Primera planta alta
200-299	Segunda planta alta
300-399	Tercera planta alta
400-499	Cuarta planta alta
500-599	Quinta planta alta

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

La codificación de cada sistema corresponde a cada hall, oficina, baño, bodega, sala de reuniones, etc. que se encuentre en cada nivel de la edificación. Se ha decidido que para la codificación de los sistemas se emplearán los números pares, para dejar un código disponible, en el caso de realizar subdivisiones a las oficinas éstos se puedan codificar, empleando el código libre. En el caso del edificio de la gerencia general, este hecho ha ocurrido con frecuencia en periodos cortos de tiempo. En la **tabla 3-4** y **tabla 4-4** se presenta el listado de sistemas encontrados en el edificio en estudio.

Los equipos que conformarán el inventario de los activos a mantener, serán codificados de acuerdo a una lista de tipos de equipos, clasificados según la familia a la que pertenecen, de esa manera, se estableció M: Familia de equipos mecánicos; E: Familia de equipos eléctricos, en éstas familias existen varios tipos de equipos que se encontraron en la inspección a la edificación, para los cuales se le ha asignado de un código (ver **tabla 6-4**).

Tabla 2-4: Inventario de edificios

Inventario edificios de la empresa ETAPA EP.			
Cód.	Descripción	Cód.	Descripción
CEN1	Edificio central benigno malo y sucre	CEB4	Edificio del cebollar n° 4: Casa de la cuadrilla
TEL1	Edificio de gerencia de telecomunicaciones	CEB5	Edificio del cebollar n° 5: Central telefónica el cebollar
TEL2	Edificio de la central telefónica "centro"	CEB6	Edificio del cebollar n° 6: Taller de medidores
AGUS	Edificio San Agustín	CEB7	Edificio del cebollar n° 7: casa del guardián
GALE	Edificio el Galeón	TIX_	**** Edificios de Tixán ****
TARQ	Edificio de Tarqui y Gran Colombia	TIXP	Edificio principal de la planta Tixán
MORE	Edificio Morejón	TIXG	Casa del guardián
TIEM	Edificio el Tiempo	TIXJ	Casa del jefe de planta
ALO1	Edificio Aló ETAPA Centro	TIXT	Taller, bodega y cámara del transformador
ALO2	Aló etapa terminal terrestre	TIXC	Garita, cerramiento, áreas verdes, parqueadero, canchas, gruta
ALO3	Aló etapa el arenal	UCU_	**** Edificios de Ucubamba ****
ALO5	Centro Multiservicios de la Primero de Mayo	UCU1	Bloque n° 1 de Ucubamba: subgerencia de gestión ambiental
ALO6	Centro Multiservicios del Mall del Río	UCU2	Bloque n° 2 de Ucubamba: laboratorio físico-químico
TOTO	Edificio de la central telefónica "Totoracocho"	UCU3	Bloque n° 3 de Ucubamba: laboratorio de microbiología y parasitología
EJID	Edificio central telefónica El Ejido	UCU4	Bloque n° 4 de Ucubamba: manejo integrado de cuencas y red hidrometeorológica
UEJP	Unidad ejecutora de proyectos	UCU5	Bloque n° 5 de Ucubamba: P.T.A.R. (planta de tratamiento de aguas residuales)
UCAN	Unidad de control de agua no cuantificada (UCANC)	UCU6	Bloque n° 6 de Ucubamba: departamento de gestión ambiental
ARCH	Archivo general de ETAPA EP	UCU7	Bloque n° 7 de Ucubamba: auditorio
CONC	Concentradores cuenca	UCU8	Bloque n° 8 de Ucubamba: departamento de sistema de información ambiental
CARS	Edificio antena Carshao	UCU9	Bloque n° 9 de Ucubamba: casona de Ucubamba
BUER	Edificio antena Buerán	UC10	Bloque n° 10 de Ucubamba: casa de baños y comedor
GAP_	**** Edificios de Gapal ****	UC11	Bloque n° 11 de Ucubamba: bodega
GAP1	Edificio Multiservicios de Gapal	UC12	Bloque n° 12 de Ucubamba: aceites usados
GAP2	Edificios de inspectores de agua potable y alcantarillado	YAN_	**** Edificios de Yanuncay ****
GAP3	Bodega de Gapal área : 990 m2 perímetro : 141 m cubierta zinc piso de cemento	YAN1	Edificio de administración y control de la planta de Yanuncay
GAP4	Bodega #1 de agua potable de Gapal	YAN2	Casa de personal técnico de la planta de Yanuncay
GAP5	Bodega #2 de agua potable de Gapal	YAN3	Casa de los operadores de la planta de Yanuncay
CEB_	**** Edificios del Cebollar ****	YAN4	Casa de guardianía de la planta de Yanuncay
CEB1	Edificio del Cebollar n° 1: Edificio de centro de control	YAN5	Taller de mantenimiento de la planta de Yanuncay
CEB2	Edificio del Cebollar n° 2: Edificio de filtros	YAN6	Garita de la planta de Yanuncay
CEB3	Edificio del Cebollar n° 3: Vivienda del jefe de planta	CUMB	Centro de atención al cliente "Cumbe"

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 3-4: Listado de sistemas del edificio de la gerencia general – parte 1

Sistemas del edificio centro: ED-CEN1 edificio central Benigno Malo y Sucre			
Código	Descripción del sistema	Código	Descripción del sistema
ED-CEN1-2	Hall de ingreso al edificio	ED-CEN1-370	Contratación pública
ED-CEN1-4	Oficina de recepción de documentos	ED-CEN1-402	Hall del cuarto piso
ED-CEN1-6	Información	ED-CEN1-404	Cuarto de copias
ED-CEN1-8	Archivo	ED-CEN1-406	Secretaría de la subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1-10	Bodega de archivo	ED-CEN1-408	Archivo (subgerencia de agua potable y saneamiento)
ED-CEN1-12	Baño junto a bodega de archivo	ED-CEN1-410	Cafetería y baño de la secretaría de subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1-14	Pasillos de planta baja	ED-CEN1-412	Subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1-102	Hall del primer piso	ED-CEN1-420	Oficina de operación y mantenimiento de alcantarillado rural
ED-CEN1-104	Pagaduría y garantías	ED-CEN1-422	Oficina # 1 de fiscalización
ED-CEN1-202	Hall del segundo piso	ED-CEN1-424	Oficina # 2 de fiscalización
ED-CEN1-204	Dirección de recursos humanos	ED-CEN1-426	Control de gestión
ED-CEN1-206	Secretaría de recursos humanos	ED-CEN1-428	Oficina # 3 de fiscalización
ED-CEN1-208	Dpto. de capacitación y evaluación	ED-CEN1-430	Oficina # 4 de fiscalización
ED-CEN1-210	Departamento de trabajo social	ED-CEN1-432	Oficina de catastros
ED-CEN1-212	Oficina de asistente de recursos humanos	ED-CEN1-434	Pasillos del cuarto piso
ED-CEN1-214	Dpto. de RR. HH	ED-CEN1-502	Hall del quinto piso
ED-CEN1-216	Departamento de nómina	ED-CEN1-504	Departamento de coactivas
ED-CEN1-218	Oficina de selección	ED-CEN1-506	Baño general del quinto piso
ED-CEN1-220	Archivo de recursos humanos	ED-CEN1-508	Oficina # 1 fiscalización
ED-CEN1-222	Pasillos del segundo piso	ED-CEN1-510	Adquisiciones e importaciones
ED-CEN1-302	Hall del tercer piso e isla de información	ED-CEN1-512	Oficina # 2 fiscalización
ED-CEN1-304	Baño general (oficina de relaciones públicas)	ED-CEN1-514	Oficina # 3 fiscalización
ED-CEN1-306	Relaciones públicas	ED-CEN1-516	Baño de hombres frente a oficina #3 de fiscalización
ED-CEN1-308	Gerencia general de ETAPA	ED-CEN1-518	Área de costos
ED-CEN1-310	Dirección administrativa	ED-CEN1-520	Oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento (S.A.P.S.)
ED-CEN1-312	Secretaría general de etapa	ED-CEN1-522	Bodega #1 de S.A.P.S.
ED-CEN1-314	Baño general (secretaría general)	ED-CEN1-524	Baño #1 de S.A.P.S.
ED-CEN1-316	Secretaría de gerencia de agua potable	ED-CEN1-526	Bodega #2 de S.A.P.S.
ED-CEN1-318	Gerencia de agua potable	ED-CEN1-528	Baño #2 de S.A.P.S.
ED-CEN1-320	Sala de reuniones	ED-CEN1-530	Cafetería de S.A.P.S.
ED-CEN1-322	Bodega (junto a sala de sesiones)	ED-CEN1-540	Secretaría del departamento de informática
ED-CEN1-324	Baño # 1 de sala de sesiones	ED-CEN1-542	Subgerencia informática
ED-CEN1-326	Baño # 2 de sala de sesiones	ED-CEN1-544	Departamento de informática (redes)
ED-CEN1-330	Pasillos del tercer piso	ED-CEN1-546	Departamento de soporte técnico
ED-CEN1-350	Secretaría y conserje	ED-CEN1-548	Baño junto al cuarto de impresoras
ED-CEN1-352	Secretaría de subgerencia	ED-CEN1-550	Cuarto de impresoras
ED-CEN1-354	Subgerencia jurídica	ED-CEN1-552	Cuarto de servidores
ED-CEN1-356	Baño de oficinas del Dpto. jurídico	ED-CEN1-560	Pasillos del quinto piso
ED-CEN1-358	Sala de sesiones	ED-CEN1-590	Sistema de ventilación del edificio

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 4-4: Listado de sistemas del edificio de la gerencia general – parte 2

Sistemas del edificio centro: ED-CEN1: Edificio Central Benigno Malo y Sucre			
Código	Descripción del sistema	Código	Descripción del sistema
ED-CEN1-360	Archivos general	ED-CEN1-940	Ascensor del edificio central
ED-CEN1-364	Tramitación procesal 01	ED-CEN1-950	Gradas del edificio
ED-CEN1-366_	Tramitación procesal 02	ED-CEN1-960_	Cisterna de agua potable

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Los equipos que conformarán el inventario de los activos a mantener, serán codificados de acuerdo a una lista de tipos de equipos, clasificados según la familia a la que pertenecen, de esa manera, se estableció M: Familia de equipos mecánicos; E: Familia de equipos eléctricos, en éstas familias existen varios tipos de equipos que se encontraron en la inspección a la edificación, para los cuales se le ha asignado de un código (ver **tabla 6-4**).

Sin embargo, como se ha descrito en el marco teórico; no todos los equipos merecen la pena ser considerados dentro del mantenimiento preventivo. Para determinar este tipo de equipos y discriminarlos antes de realizar el análisis de criticidad, se ha aplicado el criterio de mantenibilidad, mediante el cual se determinó que el tipo de equipos con alta mantenibilidad son: las instalaciones eléctricas, la iluminación, los interruptores y tomacorrientes. En la **tabla 6-4** se presenta la lista de equipos que serán considerados en el análisis de criticidad. En el Anexo F, se presenta el inventario completo de todos los niveles, en el que se puede observar la relación que existe entre cada nivel del inventario jerárquico.

Tabla 5-4: Código de tipos de equipos mecánicos y eléctricos

Equipos mecánicos y eléctricos		
Familia	Tipo de equipo	
Código	Código	Descripción
E	IE	Instalaciones eléctricas
E	IL	Iluminación
E	IE	Interruptores y tomacorrientes
E	CB	Caja de Breaker
E	ME	Motor Eléctrico
E	LE	Luz de emergencia
E	GE	Generador
E	TA	Tablero eléctrico
M	VV	Ventilador
M	AA	Aire Acondicionado
M	RD	Reductor del ascensor
M	ST	Transmisión por cable
M	AS	Ascensor
M	MC	Motor de combustión
M	DP	Depósito de combustible

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 6-4: Listado de equipos eléctricos y mecánicos para el análisis de criticidad.

Inventario para el análisis de criticidad	
Código	Descripción de sistemas y equipos
ED-CEN1-__406_	SECRETARIA DE LA SUBGERENCIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
ED-CEN1-__406_-MVV01	Extractor de aire en la oficina de secretaría de subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1-__406_-EME01	Motor Eléctrico del extractor de aire de la subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1-__508_	OFICINA # 1 FISCALIZACIÓN
ED-CEN1-__508_-MVV01	Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__508_-MVV02	Ventilador para extracción de aire de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__508_-EME01	Motor Eléctrico #1 de Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__508_-EME02	Motor Eléctrico #2 de Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__510_	OFICINA DE ADQUISICIONES E IMPORTACIONES
ED-CEN1-__510_-MAA01	Aire Acondicionado de la oficina de adquisiciones e importaciones A.F: 21492
ED-CEN1-__520_	OFICINAS DE SUBGERENCIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
ED-CEN1-__520_-ECB01	Caja de breakers #1 de oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento.
ED-CEN1-__520_-ECB02	Caja de breakers #2 de oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento.
ED-CEN1-__520_-MAA01	Aire Acondicionado A.F: 21491 #1 de oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1-__520_-MAA02	Aire Acondicionado A.F: 21490 #2 de oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1-__544_	DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA (REDES)
ED-CEN1-__544_-ISM01	Sensor de movimiento #1 de las oficinas del departamento de informática (Redes)
ED-CEN1-__544_-ISH01	Sensor de humo #1 de las oficinas del departamento de informática (Redes)
ED-CEN1-__544_-ELE01	Luz de Emergencia #1 de las oficinas del departamento de informática (Redes)
ED-CEN1-__544_-ECB01	Caja de breakers #1 de las oficinas del departamento de informática (Redes)
ED-CEN1-__552_	CUARTO DE SERVIDORES
ED-CEN1-__552_-MAA01	Aire Acondicionado #1 del cuarto de servidores A.F: 012060170
ED-CEN1-__552_-MAA02	Aire Acondicionado #2 del cuarto de servidores A.F: 18954
ED-CEN1-__552_-ELE01	Luz de Emergencia #1 del cuarto de servidores
ED-CEN1-__552_-ISH01	Sensor de humo #1 del cuarto de servidores
ED-CEN1-__552_-ISH02	Sensor de humo #2 del cuarto de servidores
ED-CEN1-__552_-ISM03	Sensor de movimiento #1 del cuarto de servidores
ED-CEN1-__552_-ECB01	Caja de breakers #1 (Tablero eléctrico principal) del cuarto de servidores
ED-CEN1-__552_-ECB02	Caja de breakers #2 (Tablero UPS B) del cuarto de servidores
ED-CEN1-__552_-ECB03	Caja de breakers #3 del cuarto de servidores
ED-CEN1-__552_-ECB04	Caja de breakers #4 del cuarto de servidores
ED-CEN1-__940_	ASCENSOR DEL EDIFICIO CENTRAL
ED-CEN1-__940_-EME01	Motor Eléctrico del ascensor del edificio central de la Benigno Malo
ED-CEN1-__940_-MRD01	Reductor del ascensor del edificio central de la Benigno Malo
ED-CEN1-__940_-MST01	Transmisión por cable del ascensor del edificio central de la Benigno Malo
ED-CEN1-__940_-MAS01	Ascensor del edificio central de la Benigno Malo
ED-CEN1-__960_	SISTEMA DE BOMBAS DE AGUA
ED-CEN1-__960_-MBB01	Bomba #1 de agua para el tanque elevado para agua potable
ED-CEN1-__960_-EME01	Motor eléctrico de la bomba #1 de agua
ED-CEN1-__960_-ETA01	Tablero eléctrico para las bombas de agua
ED-CEN1-__960_-MBB02	Bomba #2 de agua para el tanque elevado para agua potable
ED-CEN1-__960_-EME02	Motor eléctrico de la bomba #2 de agua
ED-CEN1-__970_	CÁMARA DEL GRUPO ELECTRÓGENO
ED-CEN1-__970_EGE01	Generador para el Edificio Central
ED-CEN1-__970_MMC01	Motor de combustión del generador (Edificio Central)
ED-CEN1-__970_MDP01	Depósito de combustible para el generador
ED-CEN1-__970_ETA01	Tablero eléctrico

Fuente: VISCAINO, Mayra, 2016.

4.6 Análisis de criticidad

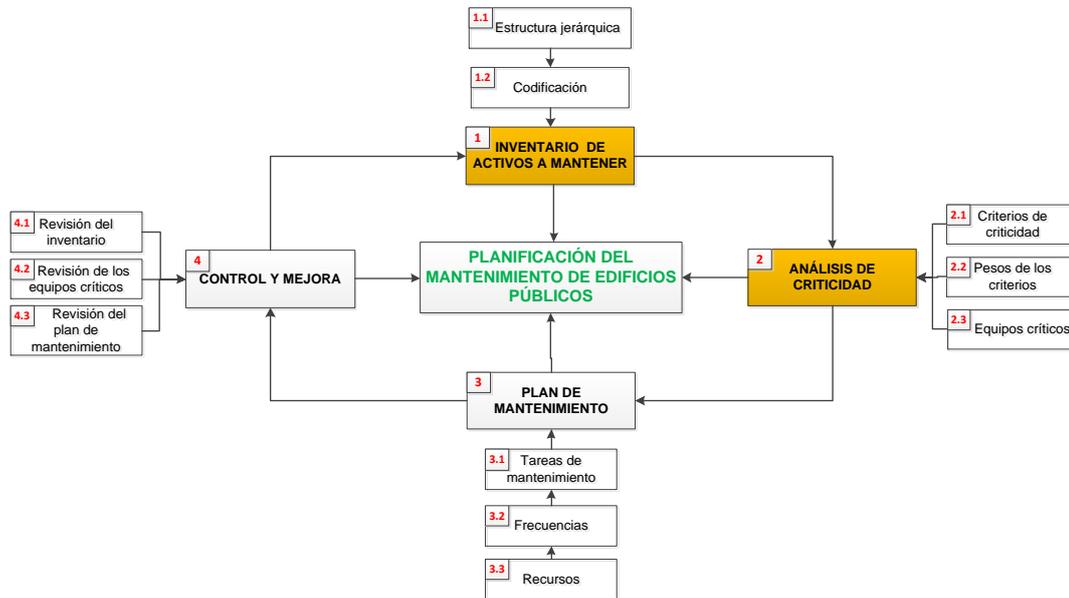


Figura 4-4 Análisis de criticidad, según el modelo para la planificación

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

El análisis de criticidad (A.C.) es el segundo criterio del modelo propuesto para la planificación de mantenimiento de edificios públicos. El A.C. que se plantea en este estudio, está basado en el método cualitativo denominado “Análisis de criticidad de puntos”. Los criterios que emplean la matriz de criticidad indicada en el marco teórico, no pueden ser aplicados directamente al mantenimiento de edificios, debido a que algunos de los criterios evalúan la criticidad del área productiva de una industria.

Sin embargo, el enfoque a los que estos criterios apuntan, se considera correcto; ya que se busca determinar la criticidad según el impacto que genera la falla de un equipo en el área operativa. En el caso de los edificios, se buscan determinar los efectos que generan las fallas de los equipos en las funciones que debe cumplir el edificio. Para la determinación de estos criterios se realizaron dos entrevistas a arquitectos especialistas en diseño de edificios, para determinar a qué aspectos de las funciones de un edificio afecta la falla de equipos mecánicos y eléctricos. La función que según estos especialistas, se verá afectada es el confort del edificio, el mismo que puede ser afectado en: mala calidad del aire, deficiencias en la iluminación e inadecuada temperatura

ambiental, estos aspectos han sido considerado en los criterios de criticidad, como se presenta en la tabla 7-4.

Tabla 7-4: Criterios para la evaluación de la criticidad de equipos.

Descripción de los criterios	Cuantificación
Frecuencia de fallas:	
* mayor a 4 fallas/año	4
* 2-4 fallas/año	3
* 1-2 fallas/año	2
* mínimo 1 falla/año	1
Impacto sobre las funciones del edificio:	
* afecta a la imagen de la empresa que usa el edificio y sus servicios	10
* confort: mala calidad del aire interior	8
* confort: deficiencias en la iluminación	6
* confort: inadecuada temperatura ambiental	3
* restringe la movilidad interna.	1
Flexibilidad operacional:	
* no existe otra opción de brindar el servicio suspendido.	5
* existe la opción de dar el servicio, pero con molestias a los usuarios	4
* existe facilidad para adquisición de repuestos en el mercado local	3
* existe los repuestos disponibles en la bodega.	1
Costo de mantenimiento:	
* mayor o igual a \$ 3.000,00	2
* menor a \$ 3.000,00	1
Impacto en la seguridad humana y ambiente:	
* afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
* afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
* afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Una vez que se han definido los criterios y sus ponderaciones, la determinación de la criticidad se realiza aplicando la siguiente expresión:

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencias} \quad \text{Ecuación 1-4}$$

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} \times [(\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo de mantenimiento} + \text{Impacto en la seguridad humana y ambiente}] \quad \text{Ecuación 2-4}$$

La obtención del valor del impacto en las diferentes áreas, tanto en operacional, como en mantenimiento, seguridad humana y ambiente; y conocida la frecuencia de falla, permite el empleo de la matriz de riesgo de la figura 5-4.

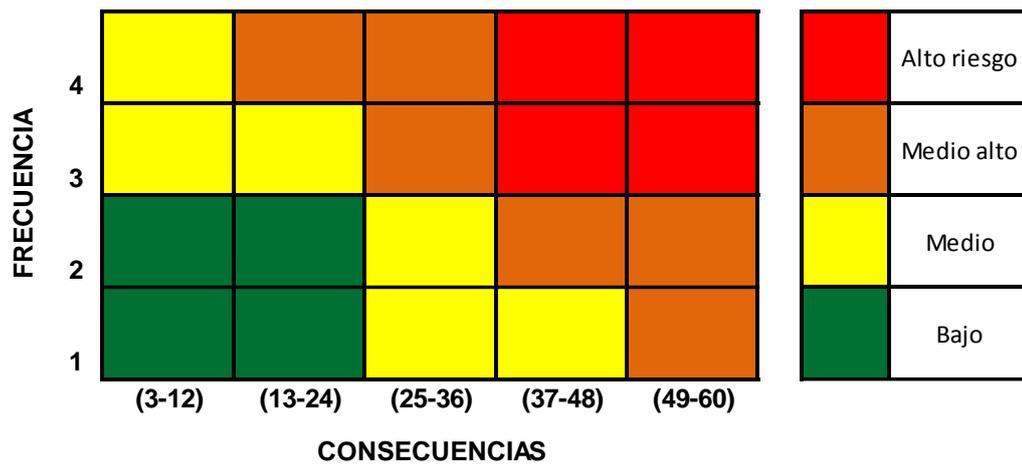


Figura 5-4 Matriz de riesgo para determinar la criticidad

Fuente: AGUERO Y CALIXTO, 2007.

El análisis de criticidad se realizó empleando los instrumentos aquí descritos y mediante una entrevista al responsable de mantenimiento del edificio, quien conoce las instalaciones, sus funciones y su frecuencia de fallas; esto a falta de registros. Para el análisis de criticidad, se clasificaron los equipos que pertenecen a la familia de equipos eléctricos y mecánicos, que son objeto del presente estudio, se enlistaron con su código y según su ubicación.

En la **tabla 8-4** y **tabla 9-4** se presentan los valores asignados para cada equipo y en cada criterio de criticidad. A través de la escala numérica de la **figura 5-4**, que también se expresa en una escala de colores, para una rápida identificación de los equipos críticos.

Tabla 8-4: Análisis de criticidad – Parte 1

ANÁLISIS DE CRITICIDAD		Frecuencias de fallas				Impacto sobre las funciones del edificio				Flexibilidad operacional				Costo de mantenimiento		Impacto en la seguridad humana y ambiente				FRECUCIA	CONSECUENCIAS	CRITICIDAD
		4	3	2	1	10	8	6	3	1	5	4	3	1	2	1	8	6	4			
INVENTARIO PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD																						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS																					
ED-CEN1- 406	SECRETARÍA DE LA SUBGERENCIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO																					
ED-CEN1- 406 -MVV01	Extractor de aire en la oficina de secretaria de subgerencia de agua potable y saneamiento			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 406 -EME01	Motor Eléctrico del extractor de aire de la subgerencia de agua potable y saneamiento			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 508	OFICINA # 1 FISCALIZACIÓN																					
ED-CEN1- 508 -MVV01	Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 508 -MVV02	Ventilador para extracción de aire de la oficina #1 de fiscalización			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 508 -EME01	Motor Eléctrico #1 de Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 508 -EME02	Motor Eléctrico #2 de Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 510	OFICINA DE ADQUISICIONES E IMPORTACIONES																					
ED-CEN1- 510 -MAA01	Aire Acondicionado de la oficina de adquisiciones e importaciones A.F: 21492			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 520	OFICINAS DE SUBGERENCIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO																					
ED-CEN1- 520 -ECB01	Caja de breakers #1 de oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento.			1		6						3			1				4	1	23	
ED-CEN1- 520 -ECB02	Caja de breakers #2 de oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento.			1		6						3			1				4	1	23	
ED-CEN1- 520 -MAA01	Aire Acondicionado A.F: 21491 #1 de oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 520 -MAA02	Aire Acondicionado A.F: 21490 #2 de oficinas de subgerencia de agua potable y saneamiento			1		8						3			1				4	1	29	
ED-CEN1- 544	DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA (REDES)																					
ED-CEN1- 544 -ISM01	Sensor de movimiento #1 de las oficinas del departamento de informática (Redes)			1	10							3							4	1	34	
ED-CEN1- 544 -ISH01	Sensor de humo #1 de las oficinas del departamento de informática (Redes)			1	10							3				8			1	38	38	
ED-CEN1- 544 -ELE01	Luz de Emergencia #1 de las oficinas del departamento de informática (Redes)			1		6						3				8			1	26	26	
ED-CEN1- 544 -ECB01	Caja de breakers #1 de las oficinas del departamento de informática (Redes)			1		6						3							4	1	22	

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 9-4: Análisis de criticidad – Parte 2

ANÁLISIS DE CRITICIDAD		Frecuencias de fallas				Impacto sobre las funciones del edificio:				Flexibilidad operacional				Costo de mantenimiento		Impacto en la seguridad humana y ambiente:				FRECUENCIA	CONSECUENCIAS	CRITICIDAD
		Mayor a 4 fallas/año	2-4 fallas/año	1-2 fallas/año	No presenta fallas en el periodo de un año	Afecta a la imagen de la empresa	Mala calidad del aire interior	Deficiencias en la iluminación	Restringe la movilidad interna.	Inadecuada temperatura ambiental	No existe otra opción de brindar el servicio sus pendiente.	Existe la opción de dar el servicio, pero con molestias a los usuarios.	Existe facilidad para adquisición de repuestos en el mercado local	Existe los Repuestos disponibles en la bodega.	Mayor o igual a \$ 3.000,00	Menor a \$ 3.000,00	Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	Afecta a las instalaciones o personas causando algún tipo de daño			
		4	3	2	1	10	8	6	3	1	5	4	3	1	2	1	8	6	4			
INVENTARIO PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD																						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS																					
ED-CEN1- 552	CUARTO DE SERVIDORES																					
ED-CEN1- 552 -MAA01	Aire Acondicionado #1 del cuarto de servidores A.F: 012060170				1				1			3			1			4	1	8	8	Bajo
ED-CEN1- 552 -MAA02	Aire Acondicionado #2 del cuarto de servidores A.F: 18954				1				1			3			1			4	1	8	8	Bajo
ED-CEN1- 552 -ELE01	Luz de Emergencia #1 del cuarto de servidores				1			3			3			1	8			4	1	18	18	Bajo
ED-CEN1- 552 -ISH01	Sensor de humo #1 del cuarto de servidores				1	8					3			1				4	1	29	29	Medio
ED-CEN1- 552 -ISH02	Sensor de humo #2 del cuarto de servidores				1	8					3			1				4	1	29	29	Medio
ED-CEN1- 552 -ISM03	Sensor de movimiento #1 del cuarto de servidores				1	10					3			1				4	1	35	35	Medio
ED-CEN1- 552 -ECB01	Caja de breakers #1 (Tablero eléctrico principal) del cuarto de servidores				1		6				3			1				4	1	23	23	Bajo
ED-CEN1- 552 -ECB02	Caja de breakers #2 (Tablero UPS B) del cuarto de servidores				1		6				3			1				4	1	23	23	Bajo
ED-CEN1- 552 -ECB03	Caja de breakers #3 del cuarto de servidores				1		6				3			1				4	1	23	23	Bajo
ED-CEN1- 552 -ECB04	Caja de breakers #4 del cuarto de servidores				1		6				3			1				4	1	23	23	Bajo
ED-CEN1- 940	ASCENSOR DEL EDIFICIO CENTRAL																					
ED-CEN1- 940 -EME01	Motor Eléctrico del ascensor del edificio central de la Benigno Malo		3						3					2		8			3	20	60	Alto riesgo
ED-CEN1- 940 -MRD01	Reductor del ascensor del edificio central de la Benigno Malo		3						3					2		8			3	20	60	Alto riesgo
ED-CEN1- 940 -MST01	Transmisión por cable del ascensor del edificio central de la Benigno Malo		3						3					2		8			3	20	60	Alto riesgo
ED-CEN1- 940 -MAS01	Ascensor del edificio central de la Benigno Malo		3						3					2		8			3	20	60	Alto riesgo
ED-CEN1- 960	SISTEMA DE BOMBAS DE AGUA																					
ED-CEN1- 960 -MBB01	Bomba #1 de agua para el tanque elevado para agua potable				1	10						4			1			4	1	45	45	Medio Alto
ED-CEN1- 960 -EME01	Motor eléctrico de la bomba #1 de agua				1	10					4			1				4	1	45	45	Medio Alto
ED-CEN1- 960 -ETA01	Tablero eléctrico para las bombas de agua				1	10					4			1				4	1	45	45	Medio Alto
ED-CEN1- 960 -MBB02	Bomba #2 de agua para el tanque elevado para agua potable				1	10					4			1				4	1	45	45	Medio Alto
ED-CEN1- 960 -EME02	Motor eléctrico de la bomba #2 de agua				1	10					4			1				4	1	45	45	Medio Alto
ED-CEN1- 970	CÁMARA DEL GRUPO ELECTRÓGENO																					
ED-CEN1- 970 -EGE01	Generador para el Edificio Central				1		6			5				1				4	1	35	35	Medio Alto
ED-CEN1- 970 -MMC01	Motor de combustión del generador (Edificio Central)				1		6			5				1				4	1	35	35	Medio Alto
ED-CEN1- 970 -MDP01	Depósito de combustible para el generador				1		6			5				1				4	1	35	35	Medio Alto
ED-CEN1- 970 -ETA01	Tablero eléctrico				1		6			5				1				4	1	35	35	Medio Alto

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Del análisis de criticidad se ha determinado que el sistema más crítico es el ascensor, cuyas fallas representan un alto riesgo para las funciones del edificio en estudio; los sistemas catalogados como de riesgo medio alto son el sistema de bombas de agua y el grupo electrógeno.

El 42,1 % de los equipos que fueron considerados en este análisis representan un riesgo medio, como se puede observar en la **figura 6-4**, entre ellos están: extractores de aire, ventiladores y sus respectivos motores eléctricos, aires acondicionados, sensores de humo, sensores de movimiento. Los equipos catalogados como de riesgo bajo son: las cajas de breakers.

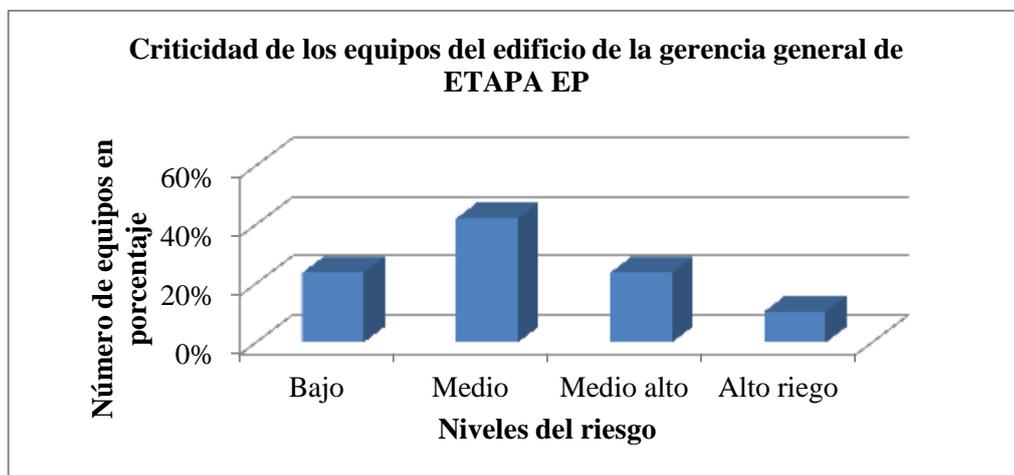


Figura 6-4 Porcentaje de equipos en los diferentes niveles de riesgo.

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

4.7 Plan modelo de mantenimiento de instalaciones mecánicas y eléctricas.

El tercer componente del modelo para la planificación que la autora propone, es el plan de mantenimiento (ver la **figura 7-4**). Para la elaboración del plan de mantenimiento, la literatura expone varios métodos para hacerlo; el método que se empleará para el desarrollo del plan modelo para la planificación, es el método de banco de tareas; el mismo que busca determinar tareas de mantenimiento sin que este dependa de la marca sino del tipo de equipo.

Como ya se expuso en el marco teórico, para aplicar este método se puede recurrir a bases de datos con tareas aplicables a tipos de equipos, en la **tabla 11-4**, se expusieron los tipos de equipos encontrados en el edificio en estudio, para los que se definirán las tareas de mantenimiento.

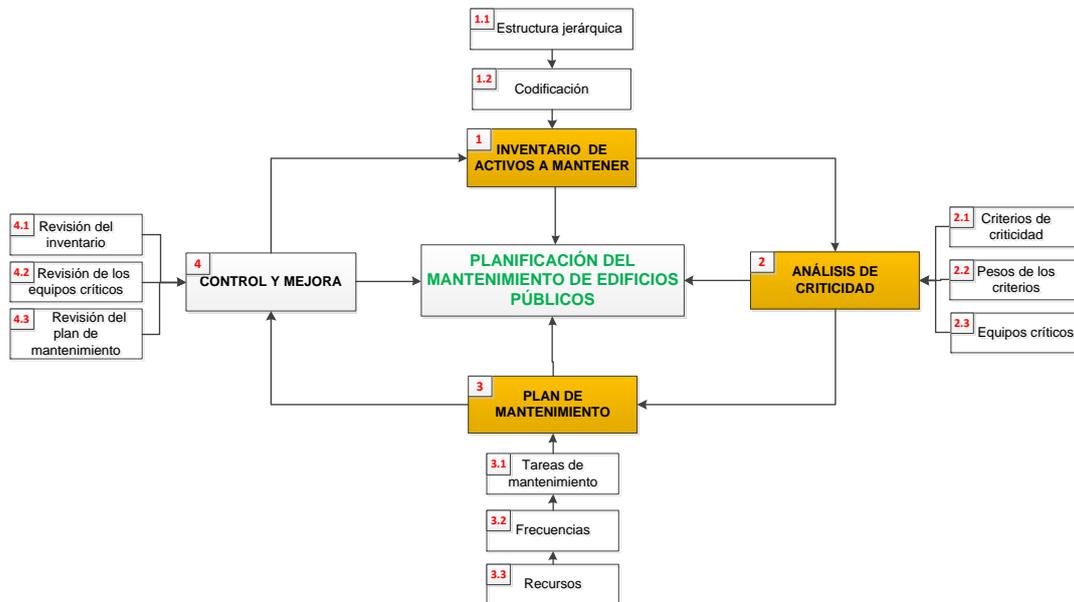


Figura 7-4 Plan de mantenimiento, según el modelo para la planificación
Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Las tareas de mantenimiento han sido tomadas del banco de tareas de mantenimiento de un software para gestión de mantenimiento denominado SisMAC (ver atributos de SisMAC en el Anexo G), que por más de doce años ha realizado implementaciones de este CMMS, para la gestión de mantenimiento de diferentes tipos de activos, incluido edificios. Desde el año 2010 hasta el año 2015 ha implementado en más de cincuenta y siete edificios, por lo que tienen una amplia experiencia en este ámbito.

La diversidad de implementaciones de SisMAC, en varios tipos de activos ha permitido que este pueda almacenar una amplia base de datos de tareas de mantenimiento, para diferentes activos. Para la definición de tareas de mantenimiento SisMAC ha establecido un código para cada tipo de tareas de mantenimiento, como se indica en la **tabla 10-4**.

El listado de tareas genéricas para cada tipo de equipo, pueden ser revisadas en el Anexo H, estas tareas podrán ser tomadas por los administradores de otros edificios y podrán ser aplicados según su contexto operacional.

En la tabla 11-4, tabla 12-4, tabla 13-4, tabla 14-4, tabla 15-4; se presenta el plan de mantenimiento que se propone para los equipos mecánicos y eléctricos encontrados en el edificio, tomado como caso de estudio. En el plan, se indica el código y el nombre del equipo, así como la descripción de la tarea de mantenimiento con su respectivo código de tarea, lo que permitirá identificar el tipo de mantenimiento que se aplica, seguido de la frecuencia con la que se realizará la tarea. Como último componente se identifica al especialista que se hará cargo de realizar la tarea.

Tabla 10-4: Tipos de tareas de mantenimiento

Tipos de tareas	
A	Lubricación /Filtros
B	Inspecciones preventivas
C	Inspecciones predictivas
D	Trabajos preventivos
E	Reemplazos
F	Reparaciones

Fuente: SISMAC, 2014.

Realizado por: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 11-4: Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 1

Cód.	Descripción del equipo	Cód. Tarea	Descripción de la tarea	Frecuencia	Especialista	
ASCENSOR	M-CB	Cabina y foso	T:A1	Engrasar guías y comprobación de fijaciones	13 semanas	Electromecánico
			T:B1	Comprobación del estado de cabina y sus componentes (iluminación, espejo, falso techo, pasamanos, limpieza pisadera cabina, etc.)	13 semanas	Electromecánico
			T:B2	Comprobación de pulsadores de mando y señalización	13 semanas	Electromecánico
			T:B3	Comprobar indicador de posición	13 semanas	Electromecánico
			T:B4	Observar holguras entre las guías y el paramento	13 semanas	Electromecánico
			T:B5	Revisión y ajuste del freno	13 semanas	Electromecánico
			T:B6	Comprobar el estado del techo de cabina y sus componentes (estación de mando, rozaderas o rodaderas, operador, fijación de la cabina al estribo, etc.)	13 semanas	Electromecánico
			T:B7	Observar el estado y conexión de finales de recorrido superiores	13 semanas	Electromecánico
			T:B8	Comprobar la apertura con llave de emergencia de puertas	26 semanas	Electromecánico
			T:B9	Comprobar la iluminación del hueco del ascensor	26 semanas	Electromecánico
			T:D1	Arranque, parada y nivelación del ascensor	13 semanas	Electromecánico
			T:D2	Apertura, reapertura y cierre de puertas (células fotoeléctricas, borde de seguridad, cortina luminosa, etc.)	13 semanas	Electromecánico
			T:D3	Limpieza del techo de cabina	13 semanas	Electromecánico
			T:D4	Limpieza y ajuste de mecanismos de puertas (carriles-guiaderas)	26 semanas	Electromecánico
	M-RD	Reductor	T:A1	Cambio de aceite del reductor	26 semanas	Electromecánico
			T:A5	Reengrase del reductor	26 semanas	Mecánico
			T:B1	Comprobar niveles de aceite del reductor	13 semanas	Electromecánico
			T:B2	Escuchar ruidos anormales	13 semanas	Electromecánico
			T:B1	Inspección de existencia de fugas de aceite y ruidos anormales	13 semanas	Mecánico
			T:E1	Cambio de sellos	52 semanas	Mecánico
T:E2			Cambio de rodamientos	52 semanas	Mecánico	

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 12-4: Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 2

Cód.	Descripción del equipo	Cód. Tarea	Descripción de la tarea	Frecuencia	Especialista		
ASCENSOR	E-ME	Motor eléctrico	T:B2	Detección de ruidos anormales	13 semanas	Electromecánico	
			T:C11	Medición del aislamiento del generador	104 semanas	Electromecánico	
			T:D3	Comprobar y ajustar conexiones en borneras	13 semanas	Electromecánico	
			T:D4	Limpieza exterior (carcaza)	13 semanas	Electromecánico	
			T:D5	Limpieza general interior (devanados)	según el megado	Electromecánico	
			T:D6	Re barnizar el motor	según el megado	Electromecánico	
	M-ST	Transmisión por cable	T:B1	Revisión del funcionamiento del limitador de torque, su engrase, conexión del contacto, cable y precinto	13 semanas	Electromecánico	
			T:B2	Revisión de la tensión de los cables de tracción y sus amarres	13 semanas	Electromecánico	
			T:B3	Revisar si existe alargamiento de los cables de tracción	13 semanas	Electromecánico	
			T:B4	Revisión de funcionamiento de polea tensora del limitador de torque y engrase	13 semanas	Electromecánico	
			T:B5	Revisión del estado y sujeción de la cadena, o cable de compensación	13 semanas	Electromecánico	
			T:B6	Revisión del estado de los paramentos rasantes e iluminación de hueco	13 semanas	Electromecánico	
			T:B7	Revisión del contrapeso y rozaderas	13 semanas	Electromecánico	
			T:B8	Comprobar el deslizamiento de los cables de tracción	26 semanas	Electromecánico	
			T:B9	Comprobar el estado de los cables de tracción	13 semanas	Electromecánico	
			T:B10	Comprobar el estado de la polea	13 semanas	Electromecánico	
	G. ELECTRÓGENO	E-GE	Generador	T:B1	Registro y control de parámetros eléctricos (voltaje y corriente)	4 semanas	Electromecánico
				T:B2	Detección de ruidos anormales	2 semanas	Electromecánico
				T:C11	Medición del aislamiento del generador	104 semanas	Electromecánico
T:D3				Comprobar y ajustar conexiones en borneras.	8 semanas	Electromecánico	
T:D4				Limpieza exterior (carcaza).	8 semanas	Electromecánico	
T:D5				Limpieza general interior (devanados).	según el megado	Electromecánico	

Fuente: VISCAINO, Mayra, 2016.

Tabla 13-4: Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 3

Cód.	Descripción del equipo	Cód. Tarea	Descripción de la tarea	Frecuencia	Especialista	
GRUPO ELECTRÓGENO	M-MC	Motor de combustión	T:A1	Cambio de aceite del motor y filtro	500 Horas	Electromecánico
			T:A2	Cambio de filtro primario de combustible	1000 Horas	Electromecánico
			T:A3	Cambio de filtro secundario de combustible	1000 Horas	Electromecánico
			T:A4	Cambio de filtro de líquido refrigerante	1000 Horas	Electromecánico
			T:B1	Verificar el nivel de aceite del motor	2 semanas	Electromecánico
			T:B2	Verificar el nivel de refrigerante	2 semanas	Electromecánico
			T:B3	Control de nivel de electrolitos de baterías	500 Horas	Electromecánico
			T:B4	Control de fugas de tubo de aire de sobrealimentación	1000 Horas	Electromecánico
			T:B5	Control de turbocompresor	2000 Horas	Electromecánico
			T: D1	Encendido de generador durante 1 hora	2 semanas	Electromecánico
			T: D2	Limpiar el elemento filtrante de aire	8 semanas	Electromecánico
			T: D3	Vaciado del depósito de combustible (recolector de lodos)	500 Horas	Electromecánico
			T: D4	Control/ajuste de correas de transmisión	500 Horas	Electromecánico
			T: D5	Drenar el sistema de enfriamiento	500 Horas	Electromecánico
			T: D6	Purga de aire del sistema de combustión	1000 Horas	Electromecánico
	T: D7	Control/ajuste del reglaje de válvulas	2000 Horas	Electromecánico		
	E-TA	Tablero eléctrico	T:B32	Revisar conexiones y reajustar las mismas	26 semanas	Electromecánico
			T:D81	Limpieza y revisión general de los componentes del tablero	26 semanas	Electromecánico
			T:E1	Cambio de fusible	Según inspección	Electromecánico
			T:E2	Cambio de breaker	Según inspección	Electromecánico

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

Tabla 14-4: Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 4

Cód.	Descripción del equipo	Cód. Tarea	Descripción de la tarea	Frecuencia	Especialista	
GRUPO ELECTRÓGENO	M-DP	Depósito	T:B9	Inspección visual del tanque	26 semanas	Electromecánico
			T:B10	Inspección del estado de válvulas e instrumentación	26 semanas	Electromecánico
			T: D2	Drenar el agua y los sedimentos del depósito de combustible	4 semanas	Electromecánico
			T:D4	Pintura del tanque	104 semanas	Electromecánico
			T:D21	Purga de tanque	26 semanas	Electromecánico
M-AA	Aire acondicionado	T:A1	Lubricar rodamientos del motor ventilador del condensador	13 semanas	Electromecánico	
		T:A2	Completar nivel del aceite	52 semanas	Electromecánico	
		T:B1	Detección de ruidos anormales en elementos	13 semanas	Electromecánico	
		T:B2	Inspección de fugas en tuberías de alta y baja presión	13 semanas	Electromecánico	
		T:B3	Pruebas de funcionamiento A/C on /off y Ventilador auto /manual	26 semanas	Electromecánico	
		T:D1	Limpiar el condensador con aire a presión y químico antioxidante	13 semanas	Electromecánico	
		T:D2	Limpieza de terminales eléctricos con aire a presión	13 semanas	Electromecánico	
		T:D3	Limpiar los contactor, relés, capacitores, tarjetas electrónicas con aire a presión	13 semanas	Electromecánico	
		T:D4	Limpiar tuberías de desagüe con agua a presión	13 semanas	Electromecánico	
		T:D5	Limpiar la bomba de condensado	13 semanas	Electromecánico	
		T:D6	Limpiar rejillas con agua o desengrasantes	13 semanas	Electromecánico	
		T:D7	Limpiar filtros con agua y presión de aire	13 semanas	Electromecánico	
		T:E1	Recarga de gas refrigerante	52 semanas	Electromecánico	
		T:E2	Ajustar pernos de las bases del compresor	13 semanas	Electromecánico	
		T:E3	Ajustar las hélices del blower	13 semanas	Electromecánico	
T:E4	Alinear las bandas	13 semanas	Electromecánico			

Fuente: VISCAINO, Mayra, 2016.

Tabla 15-4: Plan de mantenimiento para equipos mecánicos y eléctricos – parte 5

Cód.	Descripción del equipo	Cód. Tarea	Descripción de la tarea	Frecuencia	Especialista	
M-AA	Aire acondicionado	T:E5	Tensionar las bandas	13 semanas	Electromecánico	
		T:E6	Reajustar los tornillos y pernos de la estructura del equipo	13 semanas	Electromecánico	
		T:E7	Reajustar las tuercas ajustadas en tubería de alta presión	13 semanas	Electromecánico	
		T:E8	Reajustar las tuercas en tubería de baja presión	13 semanas	Electromecánico	
		T:E9	Cambiar aislamientos dañados por el deterioro de tubería de baja	13 semanas	Electromecánico	
		T:E10	Encender y apagar el termostato por temperatura	13 semanas	Electromecánico	
		T:E11	Cambio de baterías	52 semanas	Electromecánico	
MOTOBOMBA	M-BB	Bomba	T:A5	Aplicación periódica de grasa en rodamientos	12 semanas	Electromecánico
			T:B16	Inspección interna: impeler, rodamientos y sellos	52 semanas	Electromecánico
			T:B19	Inspección de la existencia de fugas, ruidos anormales y anclaje	26 semanas	Electromecánico
			T:E3	Cambio de bomba	Según inspección	Electromecánico
	E-ME	Motor eléctrico	T:A2	Reengrase de rodamientos (lado de carga lado libre)	26 semanas	Electromecánico
			T:B6	Escuchar ruidos anormales en motor	26 semanas	Electromecánico
			T:C10	Medición de corrientes y voltajes con carga	26 semanas	Electromecánico
M-VV	Ventilador	T:B3	Inspección de ruidos anormales y correcto funcionamiento del ventilador	26 semanas	Electromecánico	
		T:D1	Limpieza general del ventilador	26 semanas	Electromecánico	
		T:E5	Cambio de ventilador	Según inspección	Electromecánico	
E-CB	Caja de breaker	T:B1	Revisión del estado de la caja de breaker	26 semanas	Electromecánico	
I-SH	Sensor de humo	T:B1	Inspección de correcto funcionamiento	26 semanas	Eléctrico	
		T:E1	cambio de pila	52 semanas	Eléctrico	
I-SM	Sensor de movimiento	T:B1	Inspección de correcto funcionamiento	26 semanas	Eléctrico	
		T:D1	Limpieza del sensor de movimiento	26 semanas	Eléctrico	

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

4.8 Control y mejora de la planificación de mantenimiento

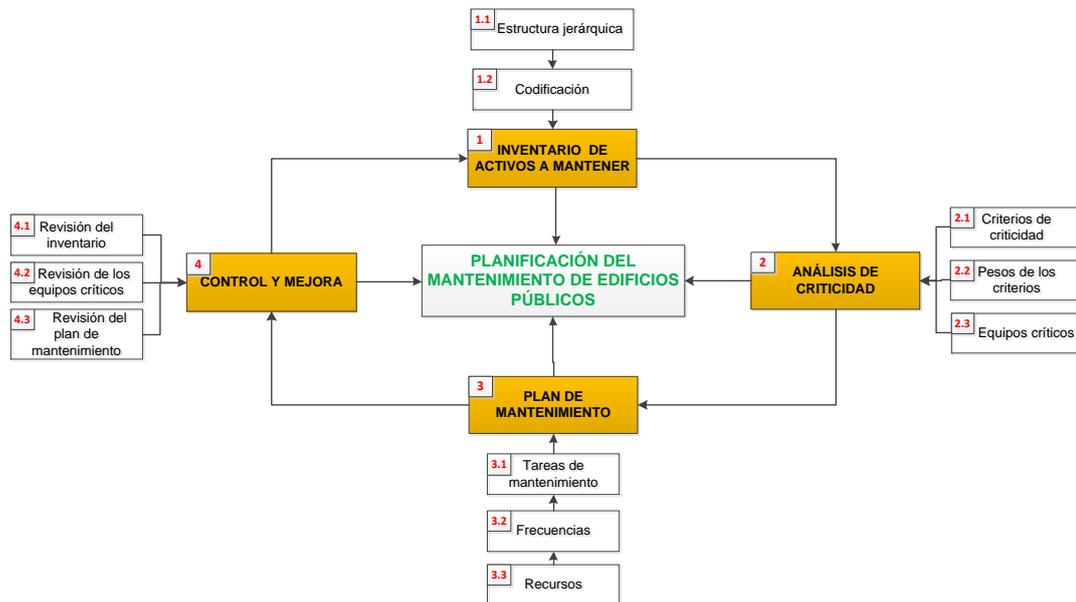


Figura 8-4 Control y mejora, según el modelo para la planificación

Fuente: VISCAÍNO, Mayra, 2016.

El cuarto y último componente del modelo de la planificación del mantenimiento para edificios públicos (ver figura 8-4) se refiere al control y mejora de los tres criterios anteriores, esta evaluación podrá realizarse semestralmente si se dispone de los recursos o anualmente. El punto se enfoca en evaluar la planificación, a través de la metodología propuesta, empleando los criterios y pesos expuestos en la tabla 12-4. La evaluación permitirá identificar los puntos que presenten deficiencias y por tanto oportunidades de mejora.

- **Revisión del inventario:** Para la revisión del inventario se empleará un como instrumento una lista de chequeo, en la que consten todos los niveles del inventario (Localización, área, sistema y equipos) con los respectivos códigos. La revisión debe realizarse físicamente constatando la existencia de los equipos catastrados y considerando los nuevos que se hayan colocado en cada sistema (en caso de existir, se incluirá en el nuevo inventario). Luego de finalizar el trabajo en campo, se deberá actualizar el inventario.

- **Revisión de los equipos críticos:** Luego de la actualización del inventario, en el que se incluyen los nuevos equipos (en caso de existir); se procederá a verificar los criterios de criticidad, en caso de existir un criterio nuevo, debe agregarse a la matriz de criticidad y valorarlos nuevamente.
- **Revisión del plan de mantenimiento:** Esta revisión consistirá en analizar las tareas de mantenimiento para cada equipo y agregar o eliminar tareas en caso de requerirlo. Se verificarán las frecuencias y ajustarán si fuere necesario hacerlo. En caso de haber incluido nuevos equipos en el inventario, se deberá desarrollar el plan de mantenimiento para estos asignando tareas, frecuencias y especialistas. Los recursos como cantidades de materiales empleados y los procedimientos deberán registrarse en la marcha de la aplicación del plan de mantenimiento.

CONCLUSIONES

Luego de realizar la presente investigación, se presentan las siguientes conclusiones en concordancia con los objetivos que se plantearon:

La evaluación de la planificación de mantenimiento del edificio tomado como caso de estudio, determinó un cumplimiento de criterios de planificación del 17 % y las posibilidades de mejorar de un 83%. El valor de la evaluación fue de 0,92% sobre 5,5%, que es la calificación máxima que puede alcanzar.

Se logró establecer un modelo para la planificación, que consta de cuatro criterios principales: inventario jerárquico, análisis de criticidad, plan de mantenimiento y control y mejora de la planificación del mantenimiento. Cada uno de estos criterios consta de sub-criterios que ayudan a especificar el criterio padre al que pertenecen. Para la validación del modelo propuesto, se aplicó cada criterio al edificio de oficinas denominado “edificio de la gerencia general”, verificándose que cada criterio y sub-criterio es aplicable a los equipos eléctricos y mecánicos encontrados en el edificio.

Se desarrolló el plan modelo básico de mantenimiento, para los equipos eléctricos y mecánicos encontrados en el edificio en estudio. El desarrollo del plan se logró a través de la aplicación del modelo para la planificación del mantenimiento de edificios públicos, que la autora propone en este trabajo, el empleo del banco de tareas del software SisMAC y la consulta a especialistas en el área de mantenimiento.

En la segunda evaluación, el sub-criterio de planificación tuvo un desempeño de 4,6% sobre 5,54%; cumpliendo el 83% de las exigencias, y mejorando respecto a la evaluación anterior en 66%.

RECOMENDACIONES

El establecimiento de los siete criterios de mantenimiento y de sus respectivos subcriterios puede ser un guía de los aspectos que se pueden implementar en la gestión de mantenimiento de este tipo de activos. Y puede servir como una guía para que los administradores de edificios públicos puedan evaluar su gestión.

Aplicar el plan de mantenimiento que se ha establecido y llevar los registros de actividades realizadas; así como de los tiempos empleados en la ejecución y los materiales con las cantidades necesarias para ejecutar la actividad.

Realizar una evaluación anual, que permita determinar valoración de la planificación del mantenimiento de los equipos mecánicos y eléctricos instalados en el edificio y al mismo tiempo se determinen los aspectos que pueden ser mejorados.

La metodología de Proceso de Análisis Jerárquico, puede ser utilizada por los administradores para priorizar otros criterios o sub-criterios que sean de interés y que se deseen evaluar dentro de la gestión.

La metodología para la planificación del mantenimiento de edificios públicos, puede ser aplicada a otros tipos de equipos, como: electrónicos, civiles, etc.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

PAJ: Proceso de Análisis Jerárquico.

AHP: Analytic Hierarchy Process

ETAPA EP: Empresa Pública de Telefonía, Agua Potable y Alcantarillado

MPV: Predicted Mean Vote

SisMAC: Sistema de mantenimiento asistido por computador.

RC: Ratio de Consistencia

CMMS: Computer Maintenance Management System

R(t): Riesgo

P(t): Probabilidad de ocurrencia de un evento

C(t): Consecuencias que produce la ocurrencia del evento.

RC: Ratio de consistencia

IC: Índice de consistencia

IA: Índice de consistencia aleatorio

λ_{Max} : Promedio de los valores del vector propio de cada matriz

n: tamaño de la matriz

A.C.: Análisis de criticidad

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUERO, M. y CALIXTO, I. (2007). Análisis De Criticidad Integral De Activos. *R2M. S.A Reliability and Risk Management*, Maracaibo-Venezuela, no. 58, pp. 1-14. [Consulta: 15 enero 2015]
Disponible en: <http://www.academia.edu/>
2. AMARILLA, B.C. (1989). Los costos de mantenimiento de edificios en países en vías de desarrollo. *Informes de la Construcción*, La Plata - Argentina, vol. 41, no. 404.
[Consulta: 18 septiembre 2014].
Disponible:<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewArticle/1491>
3. ARAMIS, A. (2006). Indicador general para la determinación del Nivel de Gestión del Mantenimiento. [en línea], Santa Clara-Cuba, pp. 4-15,
[Consulta: 12 octubre 2015].
Disponible en: www.mantenimientoplanificado.com.
4. ARDITI, D. y NAWAKORAWIT, M. (1999). Designing Buildings for Maintenance: Designers' Perspective. *Journal of Architectural Engineering*, vol. 5, no. 4, pp. 107-116. ISSN 1076-0431. Illinois-United State of America,
[Consulta: 24 septiembre 2015].
Disponible en: <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%291076-0431%281999%295%3A4%28117%29>
5. BARRIOS, C. y JUÁREZ, M. (1989). Áreas funcionales para la evaluación del mantenimiento en empresas de manufactureras y de servicios. *Órgano Divulgativo del Instituto Universitario de Tecnología del Estado Trujillo*, Trujillo - Venezuela. vol. 53, pp. 160.
[Consulta: 03 diciembre 2015].

Diponible en: <http://docplayer.es/9185786-Areas-funcionales-para-la-evaluacion-del-mantenimiento-en-empresas-manufactureras-y-de-servicios.html>

6. BENÍTEZ, R., DÍAZ, A. y CABRERA, J. (2010). Metodología para el cálculo de la mantenibilidad. La Habana-Cuba , pp. 1-26.
[Consulta: 21 enero 2016].
Diponible: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodologia-calculo-mantenibilidad.pdf>
7. BUYS, F. y NKADO, R. (2006). A survey of maintenance management systems in South African tertiary educational institutions, *Construction Management and Economics*. Port Elizabeth - South Africa. vol. 24, no. 10, pp. 997-1005.
[Consulta:11 julio 2015].
Disponibleen:<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190600851009?journalCode=rcme20>
8. CASTEL GUTIERREZ, J.R. (2011). Selección y Contratación de Empresas de Mantenimiento para Inspección, Conservación y Control de Galerías de Servicio con la Administración Pública Tesis de maestría. *Universidad Politécnica de Valencia*. Valencia-España, pp. 1-220.
9. CASTILLA, M., ÁLVAREZ, J.D., BERENGUEL, M., PÉREZ, M., RODRÍGUEZ, F. y GUZMÁN, J.L. (2010). Técnicas de Control del Confort en Edificios. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI* [en línea], La Cañada - España. vol. 7, no. 3, pp. 5-24.
[Consulta: 21 enero 2016].
Disponiblen:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697791210700388>
10. CHAN, K.T., LEE, R.H.K. y BURNETT, J. (2003). Maintenance Practices and Energy Performance of Hotel Buildings. *Strategic Planning for Energy and the Environment*, Hong Kong - China. vol. 23, no. January 2015, pp. 6-28.
[Consulta: 20 julio 2015].

Disponible:<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10485230309509628?journalCode=ustp20>

11. CHANTER, B. y SWALLOW, P., (2007). *Building Maintenance Management*. 2007. Segunda edición. Singapore - Singapore: Blackwell. pp. 1-120
12. DANN, N., HILLS, S. y WORTHING, D. (2006). Assessing how organizations approach the maintenance management of listed buildings. *Construction Management and Economics*, Bristol - England. vol. 24, no. 1, pp. 97-104.
[Consulta: 12 octubre 2015].
Disponible: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190500249510>.
13. EN 15331, Norma Española. (2011). Criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento de edificios.
14. ECUADOR, ETAPA EP. (2015). Empresa pública municipal de telecomunicaciones, agua potable, alcatarillado y saneamiento - Quienes somos /www.etapa.net.ec. [en línea].
[Consulta: 20 enero 2015].
Disponible en: www.etapa.net.ec.
15. GARCÍA, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid-España: Díaz de Santos S.A.
16. HASSANAIN, M., AL-HAMMAD, A.-M. y FATAYER, F. (2013). Assessment of architectural defects attributed to lack of maintenance feedback to the design team. *Architectural Science Review* [en línea]. Dhahran - Saudi Arabia.
[Consulta: 3 febrero 2015].
Disponible: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00038628.2013.783459>.
17. HILTON, W. y RIVERA, G., (2005). *Presupuestos, planificación y control*. Sexta edición. Ciudad de México - México: PEARSON. pp. 1-390

18. HORNER, R.M.W., EL-HARAM, M. a. y MUNNS, a. K. (1997). Building maintenance strategy: a new management approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Dundee - Scotland. vol. 3, no. 4, pp. 273-280. [Consulta: 16 julio 2015].
Disponible:<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/13552519710176881>
19. KAMARUZZAMAN, S.N., EGBU, C.O., ZAWAWI, E.M.A., ALI, A.S. y CHE-ANI, A.I. (2011). The effect of indoor environmental quality on occupants' perception of performance: A case study of refurbished historic buildings in Malaysia. *Energy and Buildings*, Salford - England. vol. 43, pp. 407-413. [Consulta: 6 febrero 2015]
Disponible:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778810003543>
20. LAVY, S. y SHOHET, I.M. (2007). On the effect of service life conditions on the maintenance costs of healthcare facilities. *Construction Management and Economics*, Texas - United States of America. vol. 25, pp. 1087-1098. [Consulta: 30 enero 2015]
Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190701393034>
21. LI, C.Q. (1997). Deterioration of concrete building structures. *Building Research & Information* [en línea], Victoria - Australia. vol. 25, no. 4, pp. 196-201. [Consulta: 16 enero 2015].
Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/096132197370318>.
22. LOCKHART PASTOR, S. (2013). *Propuesta de Modelo de Mantenimiento Preventivo en los Centros Escolares Públicos en República Dominicana*. Tesis de maestría. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona - España. pp. 1-99
23. MOUBRAY, J., (1997). *RCM 2*. Segunda Edición. New York - Estados Unidos: Industrial Press Inc. pp. 1-300.

24. OLANREWAJU, A.L. y ABDUL-AZIZ, A.-R. (2015). *ebook_Building Maintenance Processes and Practices* [en línea]. Singapore - Singapore. [Consulta: 12 diciembre 2015].
Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-981-287-263-0>.
25. OTHMAN, A.A.E. (2007). Generating Sustainable Values and Achieving Client Satisfaction in Construction Projects through Maintenance Management: The Case of Housing Projects in Abu Dhabi, United Arab Emirates. *Architectural Engineering and Design Management* [en línea], Durban - South Africa. vol. 3, no. 3, pp. 145-159.
[Consulta: 20 julio 2015].
Disponible:<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17452007.2007.9684638>
26. PALMER, H. y FLEITAS, M. (2011). Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias , un análisis objetivo. *Ingeniería Mecánica*, La Habana - Cuba. vol. 14, no. 2, pp. 107-118.
[Consulta: 10 junio 2015]
Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/im/v14n2/im03211.pdf>
27. PAN, W., GIBB, A.G.F. y SELLARS, A.B. (2008). Maintenance cost implications of utilizing bathroom modules manufactured offsite. *Construction Management and Economics*, Loughborough - England. vol. 26, pp. 1067-1077.
[Consulta: 02 enero 2015]
Disponible:<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190802422161?journalCode=rcme20>
28. PORTERO, A., ESTHER, A.D.A. y RICOL, P. (2002). Conservación y mantenimiento de las edificaciones de vivienda. *Arquitectura y Urbanismo*, La Habana - Cuba. vol. XXIII, no. 1.
[Consulta: 19 septiembre 2014]
Disponible en: <http://biblat.unam.mx/es/revista/au-arquitectura-yurbanismo/articulo/conservacion-y-mantenimiento-de-las-edificaciones-de-vivienda>.

29. RAMÍREZ, V. y SERPELLA. (2012). Certificación de la calidad de viviendas en Chile: Análisis comparativo con sistemas internacionales. *Revista de la Construcción*, Johor - Malaysia. vol. 11, pp. 134-144.
[Consulta: 03 febrero 2015]
Disponible en: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CER/article/view/4629>
30. RASHID, R.A. y AHMAD, A.G. (2011). Procedia Engineering Overview of Maintenance Approaches of Historical Buildings in Kuala Lumpur – A Current Practice. *Procedia Engineering* [en línea], Penang - Malaysia. vol. 20, pp. 425-434.
[Consulta: 12 diciembre 2015]
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.185>.
31. REZA, B., SADIQ, R. y HEWAGE, K. (2014). Emergy-based life cycle assessment (Em-LCA) of multi-unit and single-family residential buildings in Canada. *International Journal of Sustainable Built Environment* [en línea], Kelowna - Canada. vol. 3, no. 2, pp. 207-224.
[Consulta: 27 mayo 2015]
Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212609014000429>.
32. SAATY, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, Pittsburgh - United States of America. vol. 1, no. 1, pp. 83.
[Consulta: 29 mayo 2015]
Disponible: http://www.colorado.edu/geography/leyk/geog_5113/readings/saaty_2008.pdf
33. SHOHET, I.M., LAVY-LEIBOVICH, S. y BAR-ON, D. (2003). Integrated maintenance monitoring of hospital buildings. *Construction Management and Economics*, Haifa - Israel. vol. 21, pp. 219-228.
[Consulta: 02 enero 2015]
Disponible: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0144619032000079734>

34. SHOHET, I.M., PUTERMAN, M. y GILBOA, E. (2002). Deterioration patterns of building cladding components for maintenance management. *Construction Management and Economics* [en línea], Haifa - Israel. vol. 20, no. 4, pp. 305-314. [Consulta: 16 enero 2015].
Disponible : <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190210125563>.
35. SODANGI, M., KHAMDI, M.F., IDRUS, A., HAMMAD, D.B. y AHMEDUMAR, A. (2014). Best Practice Criteria for Sustainable Maintenance Management of Heritage Buildings in Malaysia. *Procedia Engineering* [en línea], Perak - Malaysia. vol. 77, pp. 11-19. ISSN 18777058. [Consulta: 20 enero 2015]
Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705814009941>.
36. SOLS, A., (2000). *Fiabilidad, Mantenibilidad, Efectividad - Un enfoque sistémico*. Madrid-España: Comillas, pp. 1- 371
37. UNE-EN 13306, (2002). Norma Española. Terminología de mantenimiento.
38. VIVEROS, P., STEGMAIER, R., KRISTJANPOLLER, F., BARBERA, L. y CRESPO, A. 2013. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista chilena de ingeniería* [en línea], Valparaíso-Chile. vol. 21, no. 1, pp. 125-138. [Consulta: 3 febrero 2015]
Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011
39. WALL, D.M. 2006. Building maintenance in the context of developing countries Building maintenance in the context of developing countries. *Construction Management and Economics*, London - England, pp. 37-41. [Consulta: 5 mayo 2015]
Disponible en: <http://www.tandfonline.com/loi/rcme20>

ANEXOS

Anexo A: Encuesta aplicada para jerarquizar los criterios de mantenimiento.

ENCUESTA PARA PRIORIZAR CRITERIOS DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS

A través del siguiente formulario, se pretende determinar el grado de importancia de los criterios de mantenimiento de edificios. Se pide que se responda a las preguntas de manera sincera. No hay respuestas correctas o incorrectas.

*Obligatorio

DATOS DEL ENCUESTADO

1. Nombres y Apellidos: *

2. Profesión: *

Título de grado

3. Nivel Académico: *

Marca solo un óvalo.

- Tercer nivel
 Maestría
 Doctorado
 Otro: _____

4. Indique los años de experiencia en su ejercicio profesional *

5. De manera general: ¿Cuánto conoce sobre gestión de mantenimiento? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nada	Poco	Algo	Bastante	Mucho
Conocimiento sobre mantenimiento	<input type="radio"/>				

GRADO DE IMPORTANCIA SOBRE CRITERIOS DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS

Con las siguientes preguntas se pretende realizar un contraste entre los diferentes criterios de mantenimiento de edificios, para determinar el grado de importancia; luego se realizará

comparaciones con los subcriterios.



Seleccione el criterio que considere más importante, entre las comparaciones que se realizan.

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

B) RECURSOS HUMANOS DE MANTENIMIENTO

6. 1. Considera que, ¿A y B son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Pasa a la pregunta 9.
- No

2. Sólo en el caso que su respuesta fue NO:

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

B) RECURSOS HUMANOS DE MANTENIMIENTO

7. 2.1. Señale cuál considera más importante: *

Marca solo un óvalo.

- A
- B

8. 2.2. Asigne un grado de importancia a la opción elegida: *

Marca solo un óvalo.

- [2]
- [3] Importancia moderada
- [4]
- [5] Importancia fuerte
- [6]
- [7] Importancia muy fuerte
- [8]
- [9] Extrema importancia

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

C) CONTROL ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO

9. 1. Considera que, ¿A y C son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Pasa a la pregunta 12.
- No

2. Sólo en el caso que su respuesta fue NO:

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

C) CONTROL ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO

10. 2.1. Señale cuál considera más importante: *

Marca solo un óvalo.

- A
- C

11. 2.2. Asigne un grado de importancia a la opción elegida: *

Marca solo un óvalo.

- [2]
- [3] Importancia moderada
- [4]
- [5] Importancia fuerte
- [6]
- [7] Importancia muy fuerte
- [8]
- [9] Extrema importancia

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

D) PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE MANTENIMIENTO

12. 1. Considera que, ¿A y D son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Pasa a la pregunta 15.
 No

2. Sólo en el caso que su respuesta fue NO:

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

D) PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE MANTENIMIENTO

13. 2.1. Señale cuál considera más importante: *

Marca solo un óvalo.

- A
 D

14. 2.2. Asigne un grado de importancia a la opción elegida: *

Marca solo un óvalo.

- [2]
 [3] Importancia moderada
 [4]
 [5] Importancia fuerte
 [6]
 [7] Importancia muy fuerte
 [8]
 [9] Extrema importancia

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

E) INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

15. 1. Considera que, ¿A y E son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Pasa a la pregunta 18.
 No

2. Sólo en el caso que su respuesta fue NO:

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

E) INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

16. 2.1. Señale cuál considera más importante: *

Marca solo un óvalo.

- A
 E

17. 2.2. Asigne un grado de importancia a la opción elegida: *

Marca solo un óvalo.

- [2]
- [3] Importancia moderada
- [4]
- [5] Importancia fuerte
- [6]
- [7] Importancia muy fuerte
- [8]
- [9] Extrema importancia

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

F) TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

18. 1. Considera que, ¿A y F son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Pasa a la pregunta 21.
- No

2. Sólo en el caso que su respuesta fue NO:

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

F) TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

19. 2.1. Señale cuál considera más importante: *

Marca solo un óvalo.

- A
- F

20. 2.2. Asigne un grado de importancia a la opción elegida: *

Marca solo un óvalo.

- [2]
- [3] Importancia moderada
- [4]
- [5] Importancia fuerte
- [6]
- [7] Importancia muy fuerte
- [8]
- [9] Extrema importancia

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

G) DISEÑO DEL EDIFICIO

21. 1. Considera que, ¿A y G son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Pasa a la pregunta 24.
 No

2. Sólo en el caso que su respuesta fue NO:

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

G) DISEÑO DEL EDIFICIO

22. 2.1. Señale cuál considera más importante: *

Marca solo un óvalo.

- A
 G

23. 2.2. Asigne un grado de importancia a la opción elegida: *

Marca solo un óvalo.

- [2]
 [3] Importancia moderada
 [4]
 [5] Importancia fuerte
 [6]
 [7] Importancia muy fuerte
 [8]
 [9] Extrema importancia

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

H) RIESGOS LABORALES EN MANTENIMIENTO

24. 1. Considera que, ¿A y H son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Pasa a la pregunta 27.
 No

2. Sólo en el caso que su respuesta fue NO:

A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO

H) RIESGOS LABORALES EN MANTENIMIENTO

25. 2.1. Señale cuál considera más importante: *

Marca solo un óvalo.

- A
 H

26. 2.2. Asigne un grado de importancia a la opción elegida: *

Marca solo un óvalo.

- [2]
- [3] Importancia moderada
- [4]
- [5] Importancia fuerte
- [6]
- [7] Importancia muy fuerte
- [8]
- [9] Extrema importancia

B) RECURSOS HUMANOS DE MANTENIMIENTO

C) CONTROL ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO

27. 1. Considera que, ¿B y C son igual de importantes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí *Pasa a la pregunta 30.*
- No

Anexo B: Determinación de los Ratios de Consistencia (RC) de los decisores

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 1	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1	1	1	3	3
B	1	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1	1
D	1	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1	1
F	0,33	1	1	1	1	1	1
G	0,33	1	1	1	1	1	1
SUMA:	5,67	7	7	7	7	9	9

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,33	0,33
B	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11
C	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11
D	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11
E	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11
F	0,06	0,14	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11
G	0,06	0,14	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11

MATRIZ PROMEDIO
0,202
0,139
0,139
0,139
0,139
0,122
0,122

VECTOR FLA TOTAL
1,49
1,00
1,00
1,00
1,00
0,87
0,87

COCIENTE
7,36
7,22
7,22
7,22
7,22
7,11
7,11

IC: 0,034
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,20$

RC: 0,025

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 2	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1	1	3	1	1
B	1	1	1	1	3	1	1
C	1	1	1	1	3	1	1
D	1	0,33	1	1	2	1	1
E	0,33	3,00	0,33	0,5	1	1	1
F	1	1	1	1	1	1	1
G	1	1	1	1	1	1	1
SUMA:	6,33	8,33	6,33	6,5	14	7	7

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,16	0,12	0,16	0,15	0,21	0,14	0,14
B	0,16	0,12	0,16	0,15	0,21	0,14	0,14
C	0,16	0,12	0,16	0,15	0,21	0,14	0,14
D	0,16	0,04	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14
E	0,05	0,36	0,05	0,08	0,07	0,14	0,14
F	0,16	0,12	0,16	0,15	0,07	0,14	0,14
G	0,16	0,12	0,16	0,15	0,07	0,14	0,14

MATRIZ PROMEDIO
0,156
0,156
0,156
0,134
0,128
0,135
0,135

VECTOR FLA TOTAL
1,26
1,26
1,26
1,02
1,04
1,00
1,00

COCIENTE
8,07
8,07
8,07
7,65
8,07
7,39
7,39

IC: 0,136
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,82$

RC: 0,102

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 3	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	5	1	5	1	1
B	1	1	4	1	4	1	1
C	0,2	0,25	1	0,20	1	1	0,14
D	1	1	5	1	5	1	1
E	0	0,25	1	0,2	1	0,20	1
F	1	1	1	0,20	5	1	1
G	1	1	1	1	1	1	1
SUMA:	5,40	5,5	24	4,6	22	10,2	6,14

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,19	0,18	0,21	0,22	0,23	0,1	0,16
B	0,19	0,18	0,17	0,22	0,18	0,1	0,16
C	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,1	0,02
D	0,19	0,18	0,21	0,22	0,23	0,49	0,16
E	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,02	0,16
F	0,19	0,18	0,04	0,04	0,23	0,1	0,16
G	0,19	0,18	0,29	0,22	0,05	0,1	0,16

MATRIZ PROMEDIO
0,183
0,171
0,048
0,239
0,056
0,134
0,169

VECTOR FLA TOTAL
1,42
1,31
0,39
1,95
0,43
1,03
1,29

COCIENTE
7,74
7,70
8,16
8,18
7,56
7,70
7,62

IC: 0,135
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,81$

RC: 0,1

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 4	A	B	C	D	E	F	G
A	1	0,2	1	5	4	4	4
B	5	1	5	7	6	5	4
C	1	0,2	1	6	5	5	5
D	0,20	0,14	0,17	1	1	1	0,25
E	0,25	0,17	0,2	1	1	1	0,25
F	0,25	0,2	0,20	1	1	1	0,25
G	0,25	0,25	0,20	4	4	4	1
SUMA:	7,95	2,16	7,77	25	22	21	14,8

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,13	0,09	0,13	0,2	0,18	0,19	0,27
B	0,63	0,46	0,64	0,28	0,27	0,24	0,27
C	0,13	0,09	0,13	0,24	0,23	0,24	0,34
D	0,03	0,07	0,02	0,04	0,05	0,05	0,02
E	0,03	0,08	0,03	0,04	0,05	0,05	0,02
F	0,03	0,09	0,03	0,04	0,05	0,05	0,02
G	0,03	0,12	0,03	0,16	0,18	0,19	0,07

MATRIZ PROMEDIO
0,170
0,400
0,199
0,038
0,041
0,043
0,110

VECTOR FLA TOTAL
1,41
3,41
1,64
0,27
0,30
0,31
0,78

COCIENTE
8,30
8,52
8,27
7,27
7,32
7,26
7,03

IC: 0,118
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,71$

RC: 0,088

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 5	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1	1	1	1	0,11
B	1	1	6	1	1	1	0,33
C	1	0,17	1	1	1	1	0,33
D	1	1	1	1	1	1	0,33
E	1	1	1	1	1	0,20	0,25
F	1	1	1	1	5	1	0,33
G	9	3	3	3	4	3	1
SUMA:	15,0	8,17	14	9	14	8,2	2,69

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,07	0,12	0,07	0,11	0,07	0,12	0,04
B	0,07	0,12	0,43	0,11	0,07	0,12	0,12
C	0,07	0,02	0,07	0,11	0,07	0,12	0,12
D	0,07	0,12	0,07	0,11	0,07	0,12	0,12
E	0,07	0,12	0,07	0,11	0,07	0,02	0,09
F	0,07	0,12	0,07	0,11	0,36	0,12	0,12
G	0,6	0,37	0,21	0,33	0,29	0,37	0,37

MATRIZ PROMEDIO
0,087
0,149
0,084
0,098
0,080
0,139
0,363

VECTOR FLA TOTAL
0,68
1,18
0,63
0,76
0,62
1,08
2,87

COCIENTE
7,83
7,88
7,56
7,71
7,71
7,75
7,93

IC: 0,128
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,77$

RC: 0,095

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 6	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1	5	1	1	0,50
B	1	1	1	1	1	1	0,50
C	1	1	1	1	1	1	0,50
D	0,20	1	1	1	1	1	0,50
E	1	1	1	1	1	1	0,14
F	1	1	1	1	1	1	0,14
G	2	2	2	2	7	7	1
SUMA:	7,20	8	8	12	13	13	3,29

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,14	0,13	0,13	0,42	0,08	0,08	0,15
B	0,14	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,15
C	0,14	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,15
D	0,03	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,15
E	0,14	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,04
F	0,14	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,04
G	0,28	0,25	0,25	0,17	0,54	0,54	0,3

MATRIZ PROMEDIO
0,159
0,111
0,111
0,095
0,096
0,096
0,332

VECTOR FILA TOTAL
1,22
0,83
0,83
0,71
0,72
0,72
2,62

COCIENTE
7,65
7,50
7,50
7,42
7,48
7,48
7,90

IC: 0,093
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,56$

RC: 0,07

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 7	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1	1	1	5	1
B	1	1	1	1	2	3	1
C	1	1	1	1	1	1	0,17
D	1	1	1	1	1	1	1
E	1	0,50	1	1	1	1	0,17
F	0,20	0,33	1	1	1	1	0,17
G	1	1	6	1	6	6	1
SUMA:	6,20	5,83	12	7	13	18	4,5

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,16	0,17	0,08	0,14	0,08	0,28	0,22
B	0,16	0,17	0,08	0,14	0,15	0,17	0,22
C	0,16	0,17	0,08	0,14	0,08	0,06	0,04
D	0,16	0,17	0,08	0,14	0,08	0,06	0,22
E	0,16	0,09	0,08	0,14	0,08	0,06	0,04
F	0,03	0,06	0,08	0,14	0,08	0,06	0,04
G	0,16	0,17	0,5	0,14	0,46	0,33	0,22

MATRIZ PROMEDIO
0,162
0,157
0,104
0,131
0,092
0,069
0,285

VECTOR FILA TOTAL
1,28
1,23
0,76
1,00
0,68
0,53
2,33

COCIENTE
7,87
7,82
7,33
7,66
7,45
7,62
8,17

IC: 0,117
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,70$

RC: 0,087

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 8	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1	0,33	4	1	1
B	1	1	1	0,20	2	2	0,50
C	1	1	1	0,20	2	1	0,50
D	3	5	5	1	5	1	0,5
E	0,25	1	0,5	0,2	1	1,00	0,50
F	1	0,5	1	1,00	1	1	0,5
G	1	2	2	2,00	2	2,00	1
SUMA:	8,25	11	11,5	4,93	17	9	4,5

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,12	0,09	0,09	0,07	0,24	0,11	0,22
B	0,12	0,09	0,09	0,04	0,12	0,22	0,11
C	0,12	0,09	0,09	0,04	0,12	0,11	0,11
D	0,36	0,45	0,43	0,2	0,29	0,11	0,11
E	0,03	0,05	0,04	0,04	0,06	0,11	0,11
F	0,12	0,05	0,09	0,2	0,06	0,11	0,11
G	0,12	0,18	0,17	0,41	0,12	0,22	0,22

MATRIZ PROMEDIO
0,134
0,113
0,097
0,282
0,063
0,105
0,206

VECTOR FILA TOTAL
1,00
0,84
0,73
2,26
0,47
0,84
1,66

COCIENTE
7,49
7,44
7,57
8,01
7,40
7,98
8,04

IC: 0,117
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,70$

RC: 0,088

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 9	A	B	C	D	E	F	G
A	1	4	1	1	1	4	4
B	0,25	1	0,25	0,25	1	4	4
C	1	4	1	0,25	1	4	4
D	1	4	4	1	1	5	5
E	1	1	1	1	1	4	4
F	0,25	0,25	0,25	0,2	0,25	1	3
G	0,25	0,25	0,25	0,2	0,25	0	1
SUMA:	4,75	14,5	7,75	3,9	5,5	22,3	25

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,21	0,28	0,13	0,26	0,18	0,18	0,16
B	0,05	0,07	0,03	0,06	0,18	0,18	0,16
C	0,21	0,28	0,13	0,06	0,18	0,18	0,16
D	0,21	0,28	0,52	0,26	0,18	0,22	0,2
E	0,21	0,07	0,13	0,26	0,18	0,18	0,16
F	0,05	0,02	0,03	0,05	0,05	0,04	0,12
G	0,05	0,02	0,03	0,05	0,05	0,01	0,04

MATRIZ PROMEDIO
0,199
0,106
0,171
0,266
0,169
0,052
0,036

VECTOR FILA TOTAL
1,58
0,79
1,38
2,18
1,26
0,38
0,27

COCIENTE
7,95
7,46
8,06
8,20
7,46
7,23
7,40

IC: 0,113
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,68$

RC: 0,084

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
EST. 10	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1	0,33	1	1	1
B	1	1	1	1	3	1	1
C	1	1	1	1	3	1	1
D	3	1	1	1	3	1	1
E	1	0,33	0,33	0,33	1	4	1
F	1	1	1	1	0,25	1	1
G	1	1	1	1	1	1	1
SUMA:	9,00	6,33	6,33	5,67	12,3	10	7

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,11	0,16	0,16	0,06	0,08	0,1	0,14
B	0,11	0,16	0,16	0,18	0,24	0,1	0,14
C	0,11	0,16	0,16	0,18	0,24	0,1	0,14
D	0,33	0,16	0,16	0,18	0,24	0,1	0,14
E	0,11	0,05	0,05	0,06	0,08	0,4	0,14
F	0,11	0,16	0,16	0,18	0,02	0,1	0,14
G	0,11	0,16	0,16	0,18	0,08	0,1	0,14

MATRIZ PROMEDIO
0,116
0,156
0,156
0,188
0,129
0,124
0,133

VECTOR FILA TOTAL
0,87
1,26
1,26
1,49
1,04
0,90
1,00

COCIENTE
7,56
8,06
8,06
7,93
8,08
7,30
7,54

IC: 0,132
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,79$

RC: 0,098

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.1	A	B	C	D	E	F	G
A	1	5	6	4,00	5	0,5	0,33
B	0,20	1	2	0,33	0,25	0,2	0,25
C	0,17	0,5	1	0,33	0,25	0,14	0,33
D	0,25	3	3	1	2,00	0,2	0,25
E	0,20	4,00	4	0,5	1	0,33	0,33
F	2,00	5	7,00	5,00	3	1	0,5
G	3	4	3,00	4,00	3	2,00	1
SUMA:	6,82	22,5	26	15,2	14,5	4,38	3

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,15	0,22	0,23	0,26	0,34	0,11	0,11
B	0,03	0,04	0,08	0,02	0,02	0,05	0,08
C	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,11
D	0,04	0,13	0,12	0,07	0,14	0,05	0,08
E	0,03	0,18	0,15	0,03	0,07	0,08	0,11
F	0,29	0,22	0,27	0,33	0,21	0,23	0,17
G	0,44	0,18	0,12	0,26	0,21	0,46	0,33

MATRIZ PROMEDIO
0,205
0,046
0,038
0,088
0,093
0,245
0,285
1

VECTOR FLA TOTAL
1,70
0,34
0,28
0,70
0,69
2,01
2,32

COCIENTE
8,29
7,38
7,26
7,89
7,43
8,21
8,14

IC: 0,133
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,80$ RC: 0,099

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.2	A	B	C	D	E	F	G
A	1	3	5	2	5	1	5
B	0,33	1	0,33	0,14	1	0,14	0
C	0,20	3	1	0,14	3,00	0,14	2
D	0,50	7	7	1	8,00	0,2	6
E	0,20	1	0,33	0,13	1	0,14	0,50
F	1	7	7	5,00	7	1	8
G	0,20	3	0,50	0,17	2	0,13	1
SUMA:	3,43	25	21,2	8,58	27	2,75	23

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,29	0,12	0,24	0,23	0,19	0,36	0,22
B	0,10	0,04	0,02	0,02	0,04	0,05	0,01
C	0,06	0,12	0,05	0,02	0,11	0,05	0,09
D	0,15	0,28	0,33	0,12	0,30	0,07	0,26
E	0,06	0,04	0,02	0,01	0,04	0,05	0,02
F	0,29	0,28	0,33	0,58	0,26	0,36	0,35
G	0,06	0,12	0,02	0,02	0,07	0,05	0,04

MATRIZ PROMEDIO
0,235
0,039
0,070
0,215
0,034
0,351
0,055
1

VECTOR FLA TOTAL
1,93
0,27
0,53
1,77
0,25
3,11
0,40

COCIENTE
8,20
7,03
7,50
8,24
7,26
8,85
7,32

IC: 0,129
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,77$ RC: 0,096

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.3	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	5	1	5	1	1
B	1	1	7	1	7	1	1
C	0,20	0,14	1	0,20	1,00	1	0,14
D	1	1	5	1	7,00	7	1
E	0,20	0,14	1	0,14	1	0,20	0,14
F	1	1	1	0,14	5	1	1
G	1	1	7	1,00	7	1,00	1
SUMA:	5,4	5,29	27	4,49	33	12,2	5,29

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,19	0,19	0,19	0,22	0,15	0,08	0,19
B	0,19	0,19	0,26	0,22	0,21	0,08	0,19
C	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,08	0,03
D	0,19	0,19	0,19	0,22	0,21	0,57	0,19
E	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03
F	0,19	0,19	0,04	0,03	0,15	0,08	0,19
G	0,19	0,19	0,26	0,22	0,21	0,08	0,19

MATRIZ PROMEDIO
0,172
0,191
0,041
0,251
0,030
0,124
0,191
1

VECTOR FLA TOTAL
1,28
1,42
0,33
2,08
0,22
0,90
1,42

COCIENTE
7,44
7,43
8,19
8,29
7,45
7,30
7,43

IC: 0,108
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,65$ RC: 0,08

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.4	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	7	1	5	1	5
B	1,00	1	6	2	5	0,2	3
C	0,14	0,17	1	0,14	4	0,2	0,33
D	1	0,5	7	1	7	1	5
E	0,20	0	0,25	0,14	1	0,17	0
F	1	5	5	1	6	1	7
G	0,20	0,33	3	0,2	4	0	1
SUMA:	4,54	8,2	29,3	5,49	32	3,71	21,6

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,22	0,12	0,24	0,18	0,16	0,27	0,23
B	0,22	0,12	0,21	0,36	0,16	0,05	0,14
C	0,03	0,02	0,03	0,03	0,13	0,05	0,02
D	0,22	0,06	0,24	0,18	0,22	0,27	0,23
E	0,04	0,02	0,01	0,03	0,03	0,04	0,01
F	0,22	0,61	0,17	0,18	0,19	0,27	0,32
G	0,04	0,04	0,10	0,04	0,13	0,04	0,05

MATRIZ PROMEDIO
0,203
0,180
0,044
0,203
0,027
0,281
0,062
1

VECTOR FLA TOTAL
1,62
1,43
0,32
1,58
0,21
2,40
0,48

COCIENTE
7,98
7,94
7,26
7,79
7,56
8,56
7,81

IC: 0,141
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,84$ RC: 0,105

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.5	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	7	1	5	1	6
B	1,00	1	7	1	4	1	7
C	0,14	0,14	1	0,17	2,00	0,17	1
D	1,00	1	6	1	7,00	1	5
E	0,20	0,25	0,5	0,14	1	0,17	0,33
F	1	1	6	1,00	6	1	9
G	0,17	0,14	1	0,20	3	0,11	1
SUMA:	4,51	4,54	28,5	4,51	28	4,44	29,3

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,22	0,22	0,25	0,22	0,18	0,23	0,20
B	0,22	0,22	0,25	0,22	0,14	0,23	0,24
C	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07	0,04	0,03
D	0,22	0,22	0,21	0,22	0,25	0,23	0,17
E	0,04	0,06	0,02	0,03	0,04	0,04	0,01
F	0,22	0,22	0,21	0,22	0,21	0,23	0,31
G	0,04	0,03	0,04	0,04	0,11	0,03	0,03

MATRIZ PROMEDIO
0,217
0,217
0,040
0,217
0,033
0,232
0,045
1

VECTOR FLA TOTAL
1,60
1,61
0,29
1,58
0,24
1,72
0,32

COCIENTE
7,36
7,42
7,24
7,27
7,06
7,45
7,15

IC: 0,047
IA (7): 1,341

$\lambda_{\max} = 7,28$ RC: 0,035

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.6	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	6	1	8	1	5
B	1	1	6	1	6	0,5	5
C	0,17	0,17	1	0,2	6	0,11	0,25
D	1,00	1	5	1	8	0,5	9
E	0,13	0,17	0,17	0,13	1	0,14	0,20
F	1,00	2	9,00	2	7	1	6
G	0,20	0,2	4	0,11	5	0,17	1
SUMA:	4,49	5,53	31,2	5,44	41	3,42	26,5

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,22	0,18	0,19	0,18	0,20	0,29	0,19
B	0,22	0,18	0,19	0,18	0,15	0,15	0,19
C	0,04	0,03	0,03	0,04	0,15	0,03	0,01
D	0,22	0,18	0,16	0,18	0,20	0,15	0,34
E	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04	0,01
F	0,22	0,36	0,29	0,37	0,17	0,29	0,23
G	0,04	0,04	0,13	0,02	0,12	0,05	0,04

MATRIZ PROMEDIO
0,208
0,180
0,046
0,204
0,023
0,276
0,063
1

VECTOR FILA TOTAL
1,64
1,46
0,34
1,71
0,16
2,21
0,51

COCIENTE
7,89
8,09
7,24
8,36
7,18
7,99
8,13

IC: 0,14
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,84$ RC: 0,105

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.7	A	B	C	D	E	F	G
A	1	2	7	2	8	2	5
B	0,5	1	4	1	5	1	3
C	0,1	0,25	1	0,2	1	0,2	0,33
D	0,5	1	5	1	5	2	4
E	0,1	0,20	1	0,2	1	0,17	0,25
F	0,5	1	5,00	0,5	6	1	7
G	0,2	0,33	3	0,25	4	0,14	1
SUMA:	2,97	5,78	26	5,15	30	6,51	20,6

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,34	0,35	0,27	0,39	0,27	0,31	0,24
B	0,17	0,17	0,15	0,19	0,17	0,15	0,15
C	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02
D	0,17	0,17	0,19	0,19	0,17	0,31	0,19
E	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,01
F	0,17	0,17	0,19	0,10	0,20	0,15	0,34
G	0,07	0,06	0,12	0,05	0,13	0,02	0,05

MATRIZ PROMEDIO
0,308
0,165
0,036
0,199
0,032
0,189
0,070
1

VECTOR FILA TOTAL
2,27
1,22
0,25
1,52
0,23
1,47
0,50

COCIENTE
7,38
7,40
7,15
7,61
7,10
7,78
7,09

IC: 0,06
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,36$ RC: 0,044

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.8	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	6	1	7	3	5
B	1,0	1	5	1	6	2	5
C	0,2	0,2	1	0,2	3	0,2	0,33
D	1,0	1	5	1	5	3	5
E	0,1	0,17	0,33	0,2	1	0,17	0,33
F	0,3	0,5	5,00	0,33	6	1	5
G	0,2	0,2	3	0,20	3	0,20	1
SUMA:	3,84	4,07	25,3	3,93	31	9,57	21,7

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,26	0,25	0,24	0,25	0,23	0,31	0,23
B	0,26	0,25	0,20	0,25	0,19	0,21	0,23
C	0,04	0,05	0,04	0,05	0,10	0,02	0,02
D	0,26	0,25	0,20	0,25	0,16	0,31	0,23
E	0,04	0,04	0,01	0,05	0,03	0,02	0,02
F	0,09	0,12	0,20	0,08	0,19	0,10	0,23
G	0,05	0,05	0,12	0,05	0,10	0,02	0,05

MATRIZ PROMEDIO
0,252
0,227
0,045
0,238
0,030
0,146
0,062
1

VECTOR FILA TOTAL
1,94
1,72
0,32
1,84
0,21
1,14
0,46

COCIENTE
7,70
7,58
7,06
7,74
7,13
7,79
7,40

IC: 0,081
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,49$ RC: 0,06

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.9	A	B	C	D	E	F	G
A	1	2	8	1	8	2	4
B	0,5	1	4	3	6	2	3
C	0,1	0,25	1	0,1	3	0,2	0,5
D	1,0	0,33	7	1	7	2	5
E	0,1	0,17	0,33	0,14	1	0,20	0,33
F	0,5	0,5	5,00	0,5	5	1	5
G	0,3	0,33	2	0,20	3	0,20	1
SUMA:	3,5	4,58	27,3	5,99	33	7,6	18,8

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,29	0,44	0,29	0,17	0,24	0,26	0,21
B	0,14	0,22	0,15	0,50	0,18	0,26	0,16
C	0,04	0,05	0,04	0,02	0,09	0,03	0,03
D	0,29	0,07	0,26	0,17	0,21	0,26	0,27
E	0,04	0,04	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02
F	0,14	0,11	0,18	0,08	0,15	0,13	0,27
G	0,07	0,07	0,07	0,03	0,09	0,03	0,05

MATRIZ PROMEDIO
0,271
0,230
0,042
0,217
0,026
0,152
0,060
1

VECTOR FILA TOTAL
2,04
1,83
0,30
1,65
0,19
1,15
0,44

COCIENTE
7,52
7,94
7,21
7,58
7,44
7,57
7,33

IC: 0,085
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,51$ RC: 0,064

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ESP.10	A	B	C	D	E	F	G
A	1	2	5	1	6	3	5
B	0,5	1	3	0,5	5	2	5
C	0,2	0,33	1	0,1	0,25	0,2	0,5
D	1,0	2	7	1	5	2	4
E	0,2	0,20	4	0,2	1	0,20	0,33
F	0,3	0,5	5,00	0,5	5	1	7
G	0,2	0,2	2	0,25	3	0,14	1
SUMA:	3,4	6,23	27	3,59	25,3	8,54	22,8

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,29	0,32	0,19	0,28	0,24	0,35	0,22
B	0,15	0,16	0,11	0,14	0,20	0,23	0,22
C	0,06	0,05	0,04	0,04	0,01	0,02	0,02
D	0,29	0,32	0,26	0,28	0,20	0,23	0,18
E	0,05	0,03	0,15	0,06	0,04	0,02	0,01
F	0,10	0,08	0,19	0,14	0,20	0,12	0,31
G	0,06	0,03	0,07	0,07	0,12	0,02	0,04

MATRIZ PROMEDIO
0,269
0,173
0,035
0,251
0,052
0,161
0,059
1

VECTOR FILA TOTAL
2,13
1,41
0,26
1,93
0,37
1,31
0,46

COCIENTE
7,90
8,19
7,36
7,67
7,20
8,16
7,75

IC: 0,124
IA (7): 1,341

$\lambda_{\text{máx}} = 7,75$ RC: 0,093

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA								PRIMER PRODUCTO								VECTOR SUMA	VECTOR PROPIO	SEGUNDO PRODUCTO								VECTOR SUMA	VECTOR PROPIO	TERCER PRODUCTO								VECTOR SUMA	VECTOR PROPIO	CUARTO PRODUCTO								VECTOR SUMA	VECTOR PROPIO					
CG	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G			A	B	C	D	E	F	G			A	B	C	D	E	F	G			A	B	C	D	E	F	G			A	B	C	D	E	F	G		
A	1	1	1	1	5	1	1	7	7.7	11	11	20	11	11	78.7	0.1689	A	483.9	456.6	610.6	610.6	1295.3	723.5	610.6	4791.06	0.1704	A	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	5E+06	3E+06	2E+06	17683255.2	0.1703	A	2E+13	2.3E+13	3.1E+13	3.1E+13	6.5E+13	3.6E+13	3.1E+13	2.4108E+14	0.1703						
B	1	1	1	1	2	5	1	B	10.4	7	12	12	37	14.4	12	104,8000	0.2249	B	609.8	590.5	778.58	778.58	1567	908.9	778.6	6011.9	0.2139	B	2E+06	3E+06	3E+06	6E+06	3E+06	3E+06	3E+06	22310992.7	0.2148	B	2E+13	3.9E+13	3.9E+13	8.2E+13	4.6E+13	3.9E+13	3.9E+13	0.2148	0.2148					
C	1	1	1	1	1	1	1	C	6.2	5.7	7	7	16	10.2	7	59,1000	0.1268	C	361.7	345.6	466.04	466.04	970.58	533.5	466	3609.5	0.1284	C	1E+06	2E+06	2E+06	4E+06	2E+06	2E+06	2E+06	13322915.3	0.1283	C	1E+13	2.3E+13	2.3E+13	4.9E+13	2.7E+13	2.3E+13	2.3E+13	0.1283	0.1283					
D	1	1	1	1	1	1	1	D	6.2	5.7	7	7	16	10.2	7	59,1000	0.1268	D	361.7	345.6	466.04	466.04	970.58	533.5	466	3609.5	0.1284	D	1E+06	2E+06	2E+06	4E+06	2E+06	2E+06	2E+06	13322915.3	0.1283	D	1E+13	2.3E+13	2.3E+13	4.9E+13	2.7E+13	2.3E+13	2.3E+13	0.1283	0.1283					
E	0.2	0.5	1	1	1	0.2	1	E	4.1	4.24	4.9	4.9	7	6.1	4.9	36,1400	0.0775	E	230.5	216.8	295.4	295.4	635.32	341.5	295.4	2310.3	0.0822	E	812733	1E+06	1E+06	2E+06	1E+06	1E+06	1E+06	8497462.6	0.0818	E	1E+13	1.5E+13	1.5E+13	3.1E+13	1.7E+13	1.5E+13	1.5E+13	0.0818	0.0818					
F	1	0.2	1	1	1	5	1	F	6.2	6.9	10.2	10.2	18.4	7	10.2	69,1000	0.1483	F	423.7	396.8	526.8	526.8	1126.5	640.9	526.8	4168.2	0.1483	F	2E+06	3E+06	3E+06	6E+06	3E+06	2E+06	2E+06	15393415.9	0.1482	F	2.1E+13	3.1E+13	3.1E+13	6.5E+13	3.1E+13	2.7E+13	2.7E+13	0.1482	0.1482					
G	1	1	1	1	1	1	1	G	6.2	5.7	7.0	7.0	16.0	10.2	7	59,1000	0.1268	G	361.7	345.6	466.0	466.0	970.6	533.5	466	3609.5	0.1284	G	1E+06	2E+06	2E+06	4E+06	2E+06	2E+06	2E+06	13322915.3	0.1283	G	1.8E+13	2.7E+13	2.7E+13	5.7E+13	2.7E+13	2.3E+13	2.3E+13	0.1283	0.1283					
Σ	6,2	5,7	7	7	16	10,2	7								466,0400	1,0000													28109,8	1,00													1,00	1,00								

Anexo D: Determinación de los pesos de criterios de mantenimiento de edificios.

CRITERIO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS		VALORES DE VECTOR PROPIO - GRUPO No. 1										AGREACIÓN	NORMALIZACIÓN
		EST. 1	EST. 2	EST. 3	EST. 4	EST. 5	EST. 6	EST. 7	EST. 8	EST. 9	EST. 10		
A	Organización General del Mantenimiento	0,2053	0,1609	0,1668	0,1815	0,0895	0,1741	0,1559	0,1222	0,1692	0,1163	0,1502	0,1625
B	Recursos Humanos	0,1388	0,1609	0,1749	0,3870	0,1514	0,1193	0,1692	0,1117	0,1003	0,1514	0,1547	0,1673
C	Control Económico del Mantenimiento	0,1388	0,1609	0,0616	0,2107	0,0828	0,1193	0,1056	0,0959	0,1761	0,1514	0,1227	0,1327
D	Planificación, Programación y Control del Mantenimiento	0,1388	0,1304	0,2145	0,0458	0,0988	0,1003	0,1339	0,2812	0,2729	0,1822	0,1418	0,1534
E	Tercerización del Mantenimiento	0,1388	0,1325	0,0676	0,0432	0,0784	0,1135	0,0999	0,0652	0,1634	0,1434	0,0969	0,1048
F	Diseño del Edificio	0,1198	0,1272	0,1494	0,0432	0,1668	0,1193	0,0822	0,1224	0,0563	0,1085	0,1019	0,1102
G	Riesgos Laborales en el Mantenimiento	0,1198	0,1272	0,1652	0,0886	0,3323	0,2541	0,2533	0,2014	0,0619	0,1468	0,1563	0,1691
SUMATORIA:		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9245	1

CRITERIO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS		VECTORES PROPIOS - GRUPO No. 2										AGREACIÓN	NORMALIZACIÓN
		ESP. 1	ESP. 2	ESP. 3	ESP. 4	ESP. 5	ESP. 6	ESP. 7	ESP. 8	ESP. 9	ESP. 10		
A	Organización general del mantenimiento	0,2622	0,1653	0,1967	0,2532	0,2641	0,1703	0,0446	0,1313	0,2079	0,2726	0,1782	0,2035
B	Recursos Humanos	0,1751	0,1827	0,2382	0,2193	0,1686	0,2148	0,0556	0,1313	0,0421	0,1797	0,1420	0,1622
C	Control Económico del mantenimiento	0,0436	0,0391	0,1187	0,1028	0,1628	0,1283	0,0641	0,1313	0,0353	0,0332	0,0730	0,0834
D	Planificación, programación y control del mantenimiento	0,2478	0,2425	0,1297	0,1706	0,0855	0,1283	0,1992	0,1313	0,0851	0,2464	0,1550	0,1770
E	Tercerización del mantenimiento	0,0322	0,0280	0,0805	0,0317	0,0475	0,0818	0,1934	0,1033	0,0848	0,0469	0,0610	0,0697
F	Diseño del edificio	0,1751	0,0896	0,1297	0,1779	0,0294	0,1482	0,3495	0,2399	0,2507	0,1642	0,1491	0,1703
G	Riesgos Laborales en mantenimiento	0,0639	0,2527	0,1065	0,0445	0,2421	0,1283	0,0936	0,1313	0,2941	0,0570	0,1172	0,1339
SUMA		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8755	1

Anexo E: Cuestionario para la evaluación de la planificación del mantenimiento.

ENCUESTA PARA LOS ADMINISTRADORES DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS DE OFICINAS

EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE MANTENIMIENTO PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL

A través de la presente encuesta, se realizará la verificación del cumplimiento de subcriterios que corresponden al criterio "Planificación, programación y control" del edificio de oficinas de la gerencia general, perteneciente a la empresa ETAPA EP.

DATOS GENERALES

CIUDAD: _____ FECHA: _____

NOMBRE _____ DEL
EDIFICIO: _____

EDAD _____ DEL _____ EDIFICIO: _____ No.DE
NIVELES _____

NOMBRE _____ DEL
ADMINISTRADOR: _____

NIVEL _____ DE _____ INSTRUCCIÓN:
_____ PROFESIÓN: _____

TIEMPO _____ QUE _____ DESEMPEÑA _____ EL
CARGO: _____

A. ¿Cuánto considera usted que conoce de gestión de mantenimiento?

Nada___ Poco___ Algo___ Bastante___ Mucho___

En las siguientes preguntas, se verificará el cumplimiento de los criterios de mantenimiento.

1. CRITERIO N° 7: PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL.

1.1 ¿Tiene un plan de mantenimiento que le permita tener un control financiero a través de la adopción de un mantenimiento programado y la asignación de presupuestos de mantenimiento?

Sí___ No___ N/A___

Si la respuesta es sí: verificar la existencia del siguiente documento.

- Documento con el plan de mantenimiento.

Sí___ No___

Componentes de un plan de mantenimiento:

- Estructura jerárquica del desglose del edificio.
- Análisis de criticidad del edificio.
- Definición de las tareas de mantenimiento.
- Definición de frecuencias de ejecución.
- Recursos disponibles para el mantenimiento.

1.2 ¿Ha establecido una secuencia para ejecutar los trabajos de mantenimiento que depende de prioridades predeterminadas o que se consideren más importantes?

Sí___ No___ N/A___

Si la respuesta es sí: verificar la existencia del siguiente documento.

- Listado de equipos críticos y actividades de mantenimiento correspondientes.
Sí___ No___

1.3 ¿Se registran los trabajos de mantenimiento después de la finalización de los mismos?

Sí___ No___ N/A___

Si la respuesta es sí: verificar la existencia del siguiente documento.

- Registro de los trabajos de mantenimiento ejecutados.
Sí___ No___

Contenido de los registros de mantenimiento:

- Información de actividades de mantenimiento ejecutados.
- Registro de fallos y averías.
- Costos de mantenimiento del equipo.
- Registro de tiempo de disponibilidad del elemento.

1.4 ¿Dispone de herramientas para ejecutar las actividades de mantenimiento y los materiales que se empleen en el mantenimiento son de calidad?

Sí___ No___ N/A___

Si la respuesta es sí: verificar la existencia del siguiente documento.

- Factura de compra de los materiales.
Sí___ No___

¿Qué _____ equipos _____ para _____ el _____ mantenimiento dispone? _____

1.5 ¿Tiene un manual de mantenimiento, en el que se establezcan referencias a la especificación de los materiales, piezas, etc. que se emplean en el mantenimiento?

Sí___ No___ N/A___

Si la respuesta es sí: verificar la existencia del siguiente documento.

- Manual de mantenimiento
Sí___ No___

Contenido de un manual de mantenimiento:

- Introducción
- Actuaciones para la ocupación del edificio
- Instrucciones de uso para:
- Instrucciones de mantenimiento
- Medidas de protección y seguridad.
- Obras de reforma, conservación y reparación.
- El libro del edificio y la documentación la vivienda.
- Anexo1. Vocabulario
- Bibliografía.

1.6 ¿Dispone de procedimientos necesarios para la aplicación de mantenimiento?

Sí___ No___ N/A___

Si la respuesta es sí: verificar la existencia del siguiente documento.

- Procedimientos de mantenimiento.

Sí___ No___

Contenido de los procedimientos

- Objetivo
- Alcance
- Documentos de referencia
- Responsabilidades
- Requisitos de seguridad
- Desarrollo
- Averías, defectos o anomalías encontradas al realizar las gamas de mantenimiento.
- Registros.
- Anexos

1.7 ¿Dispone de un plan de calidad del mantenimiento?

Sí___ No___ N/A___

Si la respuesta es sí: verificar la existencia del siguiente documento.

- Plan de calidad, documentado.

Sí___ No___

Contenido del plan de calidad:

- Objetivo
- Alcance
- Definiciones y documentos de referencia
- Organización, funciones y responsabilidades
- Planificación
- Documentación
- Compras y subcontratos
- Control, inspección y ensayo
- Control de los equipos de control, medición y ensayo.
- Plan de auditorías
- Formación
- Anexos

1.8 ¿Dispone de un plan de calibración?

Sí___ No___ N/A___

Si la respuesta es sí: verificar la existencia del siguiente documento.

- Plan de calibración documentado.

Sí___ No___

Contenido del plan de calibración

- Ficha de recopilación de datos.
- Listado de equipos e instrumentos sujetos de calibración.
- Rangos de medida
- Fecha de calibración
- Validez
- Patrón de calibración
- Responsable de calibrar.
- Nombre de la herramienta empleada para calibrar.

Anexo F: Inventario completo del edificio caso de estudio.

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ED-CEN1- 100	EDIFICIO CENTRAL B. MALO Y SUCRE
ED-CEN1- 100 -EIE01	Instalaciones Eléctricas del Edificio Central B. Malo y Sucre
ED-CEN1- 100 -CIA01	Instalaciones Agua Potable del Edificio Central B. Malo y Sucre
ED-CEN1- 100 -CIS01	Instalaciones Sanitarias del Edificio Central B. Malo y Sucre
ED-CEN1- 2	HALL DE INGRESO AL EDIFICIO (PLANTA BAJA)
ED-CEN1- 2 -EIL01	Iluminación de hall de ingreso al edificio (2 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u de 32W)
ED-CEN1- 2 -EIE01	Interruptores y tomacorrientes del hall de ingreso
ED-CEN1- 2 -DRB01	Reloj Biométrico del hall de ingreso al edificio
ED-CEN1- 4	OFICINA DE RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS
ED-CEN1- 4 -EIL01	Iluminación de oficina de recepción de documentos (4 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u de 32W)
ED-CEN1- 4 -EIL02	Iluminación de la oficina de recepción de documentos (1 lámpara ojo de buey con dicroy)
ED-CEN1- 4 -EIE01	Interruptores y tomacorrientes de la oficina de recepción de documentos
ED-CEN1- 4 -ISM01	Sensor de movimiento #1 de la oficina de recepción de documentos
ED-CEN1- 6	OFICINA DE INFORMACIÓN
ED-CEN1- 6 -EIL01	Iluminación de la oficina de información (1 lámpara de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 6 -EIE01	Interruptor y tomacorriente de la oficina de información
ED-CEN1- 8	ARCHIVO
ED-CEN1- 8 -EIL01	Iluminación de la oficina de archivo (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u de 32W)
ED-CEN1- 8 -EIL02	Iluminación de la oficina de archivo (1 lámpara ojo de buey con dicroy)
ED-CEN1- 8 -EIE01	Interruptores y tomacorrientes del archivo
ED-CEN1- 8 -ISM01	Sensor de movimiento de la oficina de archivo
ED-CEN1- 8 -IPA01	Panel de alarma (antirrobo) de archivo
ED-CEN1- 8 -OTL01	Teléfono del portero electrónico #1 del archivo
ED-CEN1- 8 -EIL03	Iluminación del baño de la oficina de archivo (1 Boquilla con foco ahorrador)
ED-CEN1- 8 -EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de archivo
ED-CEN1- 10	BODEGA DE ARCHIVO
ED-CEN1- 10 -EIL01	Iluminación de bodega de archivo (3 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u de 40W)
ED-CEN1- 10 -EIE01	Interruptor y tomacorriente de la bodega de archivo
ED-CEN1- 12	BAÑO JUNTO A BODEGA DE ARCHIVO
ED-CEN1- 12 -EIL01	Iluminación del baño junto a bodega de archivo (1 Boquilla con foco ahorrador)
ED-CEN1- 12 -EIE01	Interruptor del baño junto a la bodega de archivo
ED-CEN1- 14	PASILLOS DE PLANTA BAJA
ED-CEN1- 14 -EIL01	Iluminación del pasillo junto a oficina de archivo (1 lámpara de 3 tubos fluorescentes de 32W)
ED-CEN1- 14 -EIL02	Iluminación del pasillo junto a la oficina de archivo (1 Boquilla con foco ahorrador)
ED-CEN1- 14 -EIE01	Interruptor del pasillo junto a la oficina de archivo
ED-CEN1- 102	HALL DEL PRIMER PISO
ED-CEN1- 102 -EIL01	Iluminación del hall del primer piso (2 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 102 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes del hall del primer piso
ED-CEN1- 104	PAGADURÍA Y GARANTÍAS
ED-CEN1- 104 -ISM01	Sensor de movimiento #1 de oficina de pagaduría y garantías
ED-CEN1- 104 -ISM02	Sensor de movimiento #2 de oficina de pagaduría y garantías
ED-CEN1- 104 -EIL01	Iluminación de oficina de pagaduría y garantías (3 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 104 -EIE01	Tomacorrientes de la oficina de pagaduría y garantías
ED-CEN1- 104 -EIL02	Iluminación del baño de la oficina de pagaduría y garantías (1 foco convencional)
ED-CEN1- 104 -EIE02	Interruptor del baño de la oficina de pagaduría y garantías

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ED-CEN1- 202	HALL DEL SEGUNDO PISO
ED-CEN1- 202 -EIL01	Iluminación del hall de segundo piso (1 lámpara de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 202 -EIE01	Interruptores y tomacorrientes del hall del segundo piso
ED-CEN1- 204	DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS
ED-CEN1- 204 -EIL01	Iluminación de la oficina del director de recursos humanos (3 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 206	SECRETARÍA DE RECURSOS HUMANOS
ED-CEN1- 206 -EIL01	Iluminación de la secretaría de recursos humanos (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 206 -EIL02	Iluminación de la secretaría de recursos humanos (2 lámparas ojo de buey)
ED-CEN1- 206 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la secretaría de recursos humanos
ED-CEN1- 208	DEPARTAMENTO DE CAPACITACIÓN Y EVALUACIÓN
ED-CEN1- 208 -EIL01	Iluminación de la oficina de capacitación y evaluación (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 208 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de capacitación y evaluación
ED-CEN1- 208 -EIL02	Iluminación del baño de la oficina de capacitación y evaluación (1 foco convencional)
ED-CEN1- 208 -EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de la oficina de capacitación y evaluación
ED-CEN1- 210	DEPARTAMENTO DE TRABAJO SOCIAL
ED-CEN1- 210 -EIL01	Iluminación de oficina del departamento de trabajo social (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 212	OFICINA DE ASISTENTE DE RECURSOS HUMANOS
ED-CEN1- 212 -EIL01	Iluminación de oficina de asistente de recursos humanos (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 212 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de asistente de recursos humanos
ED-CEN1- 214	DEPARTAMENTO DE REMUNERACIÓN Y RECURSOS HUMANOS
ED-CEN1- 214 -EIL01	Iluminación de oficina de remuneración y recursos humanos (3 lámparas de 3 tubos fluorescentes)
ED-CEN1- 214 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de remuneración y recursos humanos
ED-CEN1- 214 -EIL02	Iluminación del baño de la oficina de remuneración y recursos humanos (1 foco convencional)
ED-CEN1- 214 -EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de la oficina de remuneración y recursos humanos
ED-CEN1- 216	DEPARTAMENTO DE NÓMINA
ED-CEN1- 216 -EIL01	Iluminación de oficina de nómina (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 216 -EIL02	Iluminación de oficina de nómina (1 lámpara ojo de buey)
ED-CEN1- 216 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de nómina
ED-CEN1- 218	OFICINA DE SELECCIÓN
ED-CEN1- 218 -EIL01	Iluminación de oficina de selección (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 218 -EIL02	Iluminación de oficina de selección (1 lámpara ojo de buey)
ED-CEN1- 218 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de selección
ED-CEN1- 220	ARCHIVO DE RECURSOS HUMANOS
ED-CEN1- 220 -EIL01	Iluminación de archivo de recursos humanos (3 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 220 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes del archivo de recursos humanos
ED-CEN1- 220 -EIL02	Iluminación del baño de archivo de recursos humanos (1 foco convencional)
ED-CEN1- 220 -EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de archivo de recursos humanos
ED-CEN1- 222	PASILLOS DEL SEGUNDO PISO
ED-CEN1- 222 -EIL01	Iluminación de pasillos del segundo piso (3 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 222 -EIE01	Interruptor del pasillo del segundo piso
ED-CEN1- 302	HALL DEL TERCER PISO E ISLA DE INFORMACIÓN
ED-CEN1- 302 -EIL01	Iluminación del hall del tercer piso (4 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 302 -EIE01	Interruptores del hall del tercer piso

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ED-CEN1- 304	BAÑO GENERAL (JUNTO A OFICINA DE RELACIONES PÚBLICAS)
ED-CEN1- 304 -CBÑ01	Baño general (junto a oficina de relaciones exteriores)
ED-CEN1- 304 -EIL01	Iluminación del baño general (2 lámparas ojo de buey)
ED-CEN1- 304 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes del baño general
ED-CEN1- 306	RELACIONES PÚBLICAS
ED-CEN1- 306 -ECB01	Caja de breakers #1 de la oficina de relaciones públicas
ED-CEN1- 306 -ECB02	Caja de breakers #2 de la oficina de relaciones públicas
ED-CEN1- 306 -EIL01	Iluminación de oficina de relaciones públicas (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 308	GERENCIA GENERAL DE ETAPA
ED-CEN1- 308 -ISM01	Sensor de movimiento #1 de sala de reuniones de gerencia general
ED-CEN1- 308 -EIL01	Iluminación de la sala de reuniones de gerencia general (10 lámparas ojo de buey)
ED-CEN1- 308 -EIL02	Iluminación de secretaría de gerencia general (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 310	DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA
ED-CEN1- 310 -EIL01	Iluminación de oficina de dirección administrativa (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 312	SECRETARÍA GENERAL DE ETAPA
ED-CEN1- 312 -EIL01	Iluminación de oficina de secretaría general de ETAPA (2 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 314	BAÑO GENERAL (JUNTO A SECRETARÍA GENERAL DE ETAPA)
ED-CEN1- 314 -EIL01	Iluminación del baño general (2 lámparas ojo de buey)
ED-CEN1- 314 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes del baño general
ED-CEN1- 316	SECRETARÍA DE GERENCIA DE AGUA POTABLE
ED-CEN1- 316 -EIL01	Iluminación de la secretaría de gerencia de agua potable (2 lámparas ojo de buey)
ED-CEN1- 316 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la secretaría de gerencia de agua potable
ED-CEN1- 318	GERENCIA DE AGUA POTABLE
ED-CEN1- 318 -ISM01	Sensor de movimiento #1 de oficina de gerencia de agua potable
ED-CEN1- 318 -EIL01	Iluminación de la oficina de gerencia de agua potable (2 lámparas ojo de buey)
ED-CEN1- 318 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de gerencia de agua potable
ED-CEN1- 320	SALA DE REUNIONES
ED-CEN1- 320 -EIL01	Iluminación de la sala de reuniones (20 lámparas ojo de buey)
ED-CEN1- 320 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la sala de reuniones
ED-CEN1- 322	BODEGA (JUNTO A SALA DE SESIONES)
ED-CEN1- 322 -EIL01	Iluminación de la bodega (2 lámparas fluorescente)
ED-CEN1- 322 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la bodega
ED-CEN1- 324	BAÑO # 1 DE SALA DE SESIONES
ED-CEN1- 324 -EIL01	Iluminación del baño # 1 de la sala de sesiones (1 lámpara fluorescente)
ED-CEN1- 324 -EIE01	Interruptor y tomacorriente del baño # 1 de la sala de sesiones
ED-CEN1- 326	BAÑO # 2 DE SALA DE SESIONES
ED-CEN1- 326 -EIL01	Iluminación del baño # 2 de la sala de sesiones (1 lámpara fluorescente)
ED-CEN1- 326 -EIE01	Interruptor y tomacorriente del baño # 2 de la sala de sesiones
ED-CEN1- 330	PASILLOS DEL TERCER PISO
ED-CEN1- 330 -ISM01	Sensor de movimiento #1 del pasillo junto a isla de información
ED-CEN1- 330 -EIL01	Iluminación del pasillo junto a isla de información (8 lámparas de 3 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 330 -ISM02	Sensor de movimiento #1 del pasillo del departamento de dirección financiera
ED-CEN1- 330 -EIL02	Iluminación del pasillo del depart. de dirección financiera (4 lámparas de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1- 330 -EIE01	Tomacorriente del pasillo del departamento de la dirección financiera

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ED-CEN1-__350__	SECRETARÍA Y CONSERJE
ED-CEN1-__350__-ISM01	Sensor de movimiento #1 de la oficina de secretaría de la dirección financiera
ED-CEN1-__350__-EIL01	Iluminación de la oficina de secretaría de dirección financiera (1 lámpara de 3 tubos fluorescentes)
ED-CEN1-__350__-EIL02	Iluminación de la oficina de secretaría de dirección financiera (2 lámparas de 2 tubos fluorescente)
ED-CEN1-__350__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la secretaría de dirección financiera
ED-CEN1-__352__	SECRETARÍA DE SUBGERENCIA
ED-CEN1-__352__-EIL01	Iluminación de la oficina #1 de dirección financiera (3 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__352__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina #1 de la dirección financiera
ED-CEN1-__354__	SUBGERENCIA JURÍDICA
ED-CEN1-__354__-ECB01	Caja de breakers #1 de la oficina del director financiero
ED-CEN1-__354__-EIL01	Iluminación de la oficina del director financiero (3 lámparas de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1-__354__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina del director financiero
ED-CEN1-__354__-EIL02	Iluminación del baño de la oficina del director financiero (1 foco convencional)
ED-CEN1-__354__-EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de la oficina del director financiero
ED-CEN1-__356__	BAÑO DE OFICINAS DEL DEPARTAMENTO JURIDICO
ED-CEN1-__356__-EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de las oficinas de la dirección financiera
ED-CEN1-__356__-EIL01	Iluminación del baño de las oficinas de dirección financiera (1 foco convencional)
ED-CEN1-__358__	SALA DE SESIONES
ED-CEN1-__358__-EIL01	Iluminación de la oficina de análisis y control de presupuesto (2 lámparas de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1-__358__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de análisis y control de presupuesto
ED-CEN1-__360__	ARCHIVOS GENERAL
ED-CEN1-__360__-EIL01	Iluminación de la oficina contabilidad #1 (2 lámparas de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1-__360__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de contabilidad #1
ED-CEN1-__364__	TRAMITACIÓN PROCESAL 01
ED-CEN1-__364__-EIL01	Iluminación de la oficina de tesorería #1 (1 lámparas de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1-__364__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de tesorería #1
ED-CEN1-__366__	TRAMITACIÓN PROCESAL 02
ED-CEN1-__366__-EIL01	Iluminación de la oficina de presupuestos (4 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__366__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de presupuestos
ED-CEN1-__370__	CONTRATACION PUBLICA
ED-CEN1-__370__-SEX01	Extintor #1 de la oficina de contabilidad A.F:0820700001
ED-CEN1-__370__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de contabilidad
ED-CEN1-__370__-EIL01	Iluminación de la oficina de contabilidad (7 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__370__-EIL02	Iluminación del baño del la oficina de contabilidad (1 lámpara ojo de buey)
ED-CEN1-__370__-EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de la oficina de contabilidad
ED-CEN1-__402__	HALL DEL CUARTO PISO
ED-CEN1-__402__-EIE01	Interruptores del hall del cuarto piso
ED-CEN1-__402__-EIL01	Iluminación del hall del cuarto piso (2 lámparas de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1-__404__	CUARTO DE COPIAS
ED-CEN1-__404__-ECB01	Caja de breakers #1 de cuarto de copias
ED-CEN1-__404__-ECB02	Caja de breakers #2 de cuarto de copias
ED-CEN1-__404__-EIL01	Iluminación del cuarto de copias (4 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__404__-EIE01	Interruptor y tomacorriente del cuarto de copias

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ED-CEN1- 406	SECRETARIA DE LA SUBGERENCIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
ED-CEN1- 406 -MVV01	Extractor de aire en la oficina de secretaria de subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1- 406 -EMEO1	Motor Eléctrico del extractor de aire de la subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1- 406 -EIL01	Iluminación de la secretaria de la subgerencia de agua potable y saneamiento (4 lámparas de 2 tubos)
ED-CEN1- 406 -EIL02	Iluminación de la secretaria de la subgerencia de agua potable y saneamiento (2 lámparas de 4 tubos)
ED-CEN1- 406 -EIL03	Iluminación de la secretaria personal de subgerencia de agua potable y saneamiento (2 ojo de buey)
ED-CEN1- 406 -EIE01	Interruptores y tomacorrientes de la secretaria de la subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1- 408	ARCHIVO (SUBGERENCIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO)
ED-CEN1- 408 -EIL01	Iluminación del archivo de la subgerencia de agua potable y saneamiento (2 lámparas fluorescentes)
ED-CEN1- 408 -EIL02	Iluminación del archivo de la subgerencia de agua potable y saneamiento (1 lámpara ojo de buey)
ED-CEN1- 408 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de archivo de la subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1- 410	CAFETERÍA Y BAÑO DE LA SECRETARÍA DE SUBGERENCIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
ED-CEN1- 410 -EIL01	Iluminación de la cafetería de la secretaria de subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1- 410 -EIE01	Interruptor y tomacorriente de la cafetería de la secretaria de subgerencia de agua potable y sanea
ED-CEN1- 410 -EIL02	Iluminación del baño de la secretaria de subgerencia de agua potable y saneamiento
ED-CEN1- 410 -EIE02	Interruptor del baño de la secretaria de subgerencia de agua potable y sanea
ED-CEN1- 412	SUBGERENCIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
ED-CEN1- 412 -EIL01	Iluminación de la oficina de la subgerencia de agua potable (4 lámparas de 2 tubos c/u)
ED-CEN1- 412 -EIE01	Interruptor y tomacorriente de la oficina de la subgerencia de agua potable y sanea
ED-CEN1- 412 -EIL03	Iluminación de la sala de reuniones la oficina de subgerencia de agua potable(4 lámparas de 2 tubos)
ED-CEN1- 412 -EIE03	Interruptor y tomacorriente de sala de reuniones d oficina de la subgerencia de agua potable y sanea
ED-CEN1- 412 -EIL02	Iluminación de la cafetería de subgerencia de agua potable y saneamiento (1 lámpara ojo de buey)
ED-CEN1- 412 -EIE02	Interruptor y tomacorriente de la cafetería de la subgerencia de agua potable y sanea
ED-CEN1- 412 -EIL04	Iluminación del baño de la ofic de subgerencia de agua potable y saneamiento (1 lámpara ojo de buey)
ED-CEN1- 412 -EIE04	Interruptor y tomacorriente del baño de la of. de subgerencia de agua potable y sanea
ED-CEN1- 420	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ALCANTARILLADO RURAL
ED-CEN1- 420 -EIL01	Iluminación de la oficina de operación y mantenimiento de alcantarillado rural (2 lámparas de 3 tub)
ED-CEN1- 420 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de operación y mantenimiento de alcantarillado rural
ED-CEN1- 420 -EIL02	Iluminación del baño de la oficina de operación y mantenimiento de alcantarillado rural
ED-CEN1- 420 -EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de la oficina de operación y mantenimiento de alcantarillado
ED-CEN1- 422	OFICINA # 1 DE FISCALIZACIÓN
ED-CEN1- 422 -EIL01	Iluminación de la oficina #1 de fiscalización (2 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 422 -EIE01	Tomacorrientes de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1- 424	OFICINA # 2 DE FISCALIZACIÓN
ED-CEN1- 424 -EIL01	Iluminación de la oficina #2 de fiscalización (2 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 424 -EIE01	Tomacorrientes de la oficina #2 de fiscalización
ED-CEN1- 426	CONTROL DE GESTIÓN
ED-CEN1- 426 -EIL01	Iluminación de la oficina de control de gestión (1 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 426 -EIE01	Tomacorrientes de la oficina de control de gestión
ED-CEN1- 428	OFICINA # 3 DE FISCALIZACIÓN
ED-CEN1- 428 -EIL01	Iluminación de la oficina #3 de fiscalización (2 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 428 -EIE01	Tomacorrientes de la oficina #3 de fiscalización
ED-CEN1- 430	OFICINA # 4 DE FISCALIZACIÓN
ED-CEN1- 430 -EIL01	Iluminación de la oficina #4 de fiscalización (2 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 430 -EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina #4 de fiscalización

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ED-CEN1-__432__	OFICINA DE CATASTROS
ED-CEN1-__432__-EIL01	Iluminación de la oficina de catastros (4 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__432__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de catastros
ED-CEN1-__432__-EIL02	Iluminación del baño de la oficina de catastros (1 foco convencional)
ED-CEN1-__432__-EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de la oficina de catastros
ED-CEN1-__434__	PASILLOS DEL CUARTO PISO
ED-CEN1-__434__-EIL01	Iluminación del pasillo del cuarto piso (3 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__434__-EIE01	Interruptores del pasillo frente a las oficinas de fiscalización
ED-CEN1-__502__	HALL DEL QUINTO PISO
ED-CEN1-__502__-EIL01	Iluminación del hall del quinto piso (2 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__502__-EIE01	Interruptores del hall del quinto piso
ED-CEN1-__504__	DEPARTAMENTO DE COACTIVAS
ED-CEN1-__504__-EIL01	Iluminación de la oficina del departamento de coactivas (2 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__504__-EIE01	Tomacorrientes de la oficina #3 de fiscalización
ED-CEN1-__506__	BAÑO GENERAL DEL QUINTO PISO (JUNTO A ADQUISICIONES E IMPORTACIONES)
ED-CEN1-__506__-EIL01	Iluminación del baño general del quinto piso (1 foco convencional)
ED-CEN1-__506__-EIE01	Interruptor y tomacorriente del baño general del quinto piso
ED-CEN1-__508__	OFICINA # 1 FISCALIZACIÓN
ED-CEN1-__508__-MNV01	Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__508__-MNV02	Ventilador para extracción de aire de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__508__-EME01	Motor Eléctrico #1 de Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__508__-EME02	Motor Eléctrico #2 de Ventilador de ingreso de aire de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__508__-EIL01	Iluminación de oficina #1 de fiscalización (1 lámpara de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__508__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina #1 de fiscalización
ED-CEN1-__510__	ADQUISICIONES E IMPORTACIONES
ED-CEN1-__510__-EIL01	Iluminación de oficina de adquisiciones e importaciones (4 lámpara de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__510__-EIE01	Interruptor y tomacorrientes de la oficina de adquisiciones e importaciones
ED-CEN1-__510__-MAA01	Aire Acondicionado de la oficina de adquisiciones e importaciones A.F: 21492
ED-CEN1-__510__-EIL02	Iluminación del baño de la oficina de adquisiciones e importaciones (1 foco convencional)
ED-CEN1-__510__-EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de la oficina de adquisiciones e importaciones
ED-CEN1-__512__	OFICINA # 2 FISCALIZACIÓN
ED-CEN1-__512__-EIL01	Iluminación de oficina #2 de fiscalización (1 lámpara de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__512__-EIE01	Interruptor y tomacorriente de la oficina #2 de fiscalización
ED-CEN1-__512__-EIL02	Iluminación del baño de la oficina #2 de fiscalización (1 foco convencional)
ED-CEN1-__512__-EIE02	Interruptor y tomacorriente del baño de la oficina #2 de fiscalización
ED-CEN1-__514__	OFICINA # 3 FISCALIZACIÓN
ED-CEN1-__514__-EIL01	Iluminación de oficina #3 de fiscalización (1 lámpara de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__514__-EIE01	Interruptor y tomacorriente de la oficina #3 de fiscalización
ED-CEN1-__516__	BAÑO DE HOMBRES FRENTE A OFICINA #3 DE FISCALIZACIÓN
ED-CEN1-__516__-EIL01	Iluminación del baño de hombres (frente a oficina #3 de fiscalización)(1 foco convencional)
ED-CEN1-__516__-EIE01	Interruptor y tomacorriente del baño de hombres (frente a oficina #3 de fiscalización)
ED-CEN1-__518__	AREA DE COSTOS
ED-CEN1-__518__-ECB01	Caja de breakers #1 (UPS) de la oficina de área de costos
ED-CEN1-__518__-ECB02	Caja de breakers #2 (Tablero Normal) de la oficina de área de costos
ED-CEN1-__518__-EIL01	Iluminación de la oficina de área de costos (3 lámparas de 2 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1-__518__-EIE01	Interruptores y tomacorrientes del área de costos

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ED-CEN1- 550_	CUARTO DE IMPRESORAS
ED-CEN1- 550_-ISH01	Sensor de humo #1 del cuarto de impresoras
ED-CEN1- 550_-EIE01	Interruptor y tomacorriente del cuarto de impresoras
ED-CEN1- 550_-EIL01	Iluminación del cuarto de impresoras (1 lámpara de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 552_	CUARTO DE SERVIDORES
ED-CEN1- 552_-MAA01	Aire Acondicionado #1 del cuarto de servidores A.F: 012060170
ED-CEN1- 552_-MAA02	Aire Acondicionado #2 del cuarto de servidores A.F: 18954
ED-CEN1- 552_-ELE01	Luz de Emergencia #1 del cuarto de servidores
ED-CEN1- 552_-ISH01	Sensor de humo #1 del cuarto de servidores
ED-CEN1- 552_-ISH02	Sensor de humo #2 del cuarto de servidores
ED-CEN1- 552_-ISM03	Sensor de movimiento #1 del cuarto de servidores
ED-CEN1- 552_-ECB01	Caja de breakers #1 (Tablero eléctrico principal) del cuarto de servidores
ED-CEN1- 552_-ECB02	Caja de breakers #2 (Tablero UPS B) del cuarto de servidores
ED-CEN1- 552_-ECB03	Caja de breakers #3 del cuarto de servidores
ED-CEN1- 552_-ECB04	Caja de breakers #4 del cuarto de servidores
ED-CEN1- 552_-EIL01	Iluminación del cuarto de servidores (5 lámparas de 4 tubos fluorescentes c/u)
ED-CEN1- 552_-EIE01	Interruptores y tomacorrientes del cuarto de servidores
ED-CEN1- 560_	PASILLOS DEL QUINTO PISO
ED-CEN1- 560_-EIL01	Iluminación del pasillo #1 del quinto piso (frente a la oficina de fiscalización #3) (2 lámparas)
ED-CEN1- 560_-EIE01	Interruptores y tomacorrientes del pasillo #1 del quinto piso (frente a oficina #2 de fiscalización)
ED-CEN1- 560_-EIL02	Iluminación del pasillo #2 del quinto piso (junto al cuarto de impresoras) (1 lámpara ojo de buey)
ED-CEN1- 560_-EIE02	Tomacorriente del pasillo #2 del quinto piso (frente al cuarto de impresoras)
ED-CEN1- 590_	SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL EDIFICIO CENTRAL
ED-CEN1- 590_-MVV01	Ventilador #1 del edificio
ED-CEN1- 590_-EME01	Motor Eléctrico #1 del ventilador
ED-CEN1- 940_	ASCENSOR DEL EDIFICIO CENTRAL
ED-CEN1- 940_-EME01	Motor Eléctrico del ascensor del edificio central de la Benigno Malo
ED-CEN1- 940_-MRD01	Reductor del ascensor del edificio central de la Benigno Malo
ED-CEN1- 940_-MST01	Transmisión por cable del ascensor del edificio central de la Benigno Malo
ED-CEN1- 940_-MAS01	Ascensor del edificio central de la Benigno Malo
ED-CEN1- 950_	GRADAS DEL EDIFICIO CENTRAL B. MALO Y SUCRE
ED-CEN1- 950_-ISM01	Sensor de movimiento #1 en las gradas de acceso entre primer y segundo piso
ED-CEN1- 950_-EIL01	Iluminación de las gradas entre el primero y segundo piso (1 lámpara de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1- 950_-EIL02	Iluminación de las gradas entre el segundo y tercer piso (1 lámpara de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1- 950_-EIL03	Iluminación de las gradas entre el tercer y cuarto piso (1 lámpara de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1- 950_-EIL04	Iluminación de las gradas entre el cuarto y quinto piso (2 lámparas de 2 tubos fluorescentes)
ED-CEN1- 960_	SISTEMA DE BOMBAS DE AGUA
ED-CEN1- 960_-MBB01	Bomba #1 de agua para el tanque elevado para agua potable
ED-CEN1- 960_-EME01	Motor eléctrico de la bomba #1 de agua
ED-CEN1- 960_-ETA01	Tablero eléctrico para las bombas de agua
ED-CEN1- 960_-MBB02	Bomba #2 de agua para el tanque elevado para agua potable
ED-CEN1- 960_-EME02	Motor eléctrico de la bomba #2 de agua
ED-CEN1- 970_	CÁMARA DEL GENERADOR
ED-CEN1- 970_-EGE01	Generador para el Edificio Central
ED-CEN1- 970_-MMC01	Motor de combustión del generador (Edificio Central)
ED-CEN1- 970_-MDP01	Depósito de combustible para el generador
ED-CEN1- 970_-ETA01	Tablero eléctrico

MODULOS y Entorno SisMAC
<p>MÓDULOS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Inventario técnico de instalaciones.- Inventario técnico y jerárquico de los bienes a mantener.- Documentación técnica.- Vinculación de manuales, planos, referencias gráficas y video al inventario de instalaciones.- Fichas técnicas de datos.- (Datos de placa, operación) predefinidas, y nuevas configurables por el usuario.- Lista base de recambios.- Información de materiales y repuestos vinculados al inventario de instalaciones.- Interfaz gráfica.- Almacenamiento de imágenes y video, relacionada con la información de todos los módulos.- Personal técnico.- Programación de actividades relacionadas con órdenes de trabajo, calendario de vacaciones, datos técnicos (Especialidad, participación en la gestión, etc), parametrización de tipos de especialistas, costo / hora especialista, evaluación de carga de trabajo y desempeño.- Banco predefinido y configurable de Tareas de Mantenimiento.- Programación paramétrica de tareas y rutinas de mantenimiento.- De acuerdo a naturaleza y modos de operación definidos por el usuario (Horas operadas, Número de arranques, Km recorridos, etc.).- Solicitudes de trabajo.- Lanzamiento, seguimiento, evaluación y cierre.- Ordenes de trabajo:<ul style="list-style-type: none">o Programación y lanzamiento de acuerdo a la naturaleza del trabajo.(Preventivas, correctivas, etc.)o Planificación y costeo de recursos (mano de obra, materiales / repuestos, herramientas, contratación externa)o Factibilidad de ejecución.o Registro de fallas, motivos de retraso de la OT, motivos de parada.o Cronogramas de rutinas y órdenes de trabajo.o Seguimiento de órdenes de trabajo según su estado.- Programación y Control de contadores.- Ingreso personalizado, cálculo automático de carga de trabajo y próxima lectura / fecha de ejecución de tareas y rutinas.- Registro de Consumibles.- Configuración e ingreso de consumibles (Combustibles, Neumáticos, y otros), cálculos y reportes de rendimientos.- Reportes técnicos.- De distinta naturaleza en los diferentes módulos, de acuerdo a selección de parámetros de consulta.- Indices de mantenimiento.- Disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, etc.- Reportes gerenciales.- Estadísticas y costos relacionados con la gestión del mantenimiento.- Seguridad.- Perfiles de usuario parametrizables por el Administrador del sistema, para acceso a cada módulo y sus diferentes submódulos.- Acceso.- Personalización de ingreso directo a módulos / submódulos / opciones del sistema.- Active Directory. Se integra con el active directory para el manejo y actualización automática de claves de cada usuario- Google Maps. Interactúa con Google Maps para la ubicación de instalaciones dispersas.- Variables externas.- Vinculación con variables externas (sistemas Scada, aparatos predictivos) para alimentación de datos en Fichas de parámetros y

contadores.

- **Herramientas de administración:**

- **SisMAC Administrador.**- Configuración de Servidor, ruta de acceso, opciones multiusuario, etc.
- **SisMAC Interfaz.**- Interfaz de datos con otras aplicaciones que posee el cliente (Inventarios de bodega, Compras, Activos fijos, Contabilidad, personal y nómina, aplicaciones técnicas, etc.)
- **SisMAC Server.**- Tareas automatizadas (registro histórico, actualización de recursos de Ots, etc.).

Active Directory.- Vinculación con variables externas (sistemas Scada, aparatos predictivos) para alimentación de datos en Fichas de parámetros y contadores.

ENTORNO:

- **Base de datos.**- ORACLE, SQL SERVER, INFORMIX, MySQL, Progress ó MS ACCESS.

- **Sistema operativo.**- Windows NT/200x/XP/Vista/7/8

Anexo H: Banco de tareas generales de mantenimiento para equipos eléctricos y mecánicos instalados en un edificio de oficinas

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UN VENTILADOR - COD: MVV	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
T:A1	Engrase de ventilador
T:B1	Revisión de ajuste de pernos de anclaje
T:B2	Inspección del estado de pernos de anclaje (groutin)
T:B3	Inspección de ruidos anormales y correcto funcionamiento del ventilador
T:B4	Inspección sensorial de vibraciones
T:B5	Inspección de existencia de fugas de aire
T:B6	Inspección visual de contaminación de aletas
T:B7	Inspección del estado de aletas
T:B8	Revisión de ajuste de rotor con eje
T:B9	Revisión de holguras de la rotor con carcaza
T:B10	Inspección sensorial de temperatura de cojinetes
T:B11	Inspección visual de contaminación
T:B12	Inspección del desgaste del rodete del ventilador
T:B13	Inspeccionar obstrucciones en el flujo de aire
T:B14	Inspección de corrosión y óxido
T:C1	Inspección de vibraciones
T:C2	Inspección de temperatura
T:C3	Análisis de balanceo de rotores
T:C4	Inspección de ruidos
T:C5	Inspección de presiones
T:C6	Análisis de espesores de aletas
T:C7	Análisis para detectar fisuras en aletas
T:C8	Análisis ultrasónico en rodamientos
T:D1	Limpieza general del ventilador
T:D2	Balancear rotor del ventilador
T:D3	Ajuste de prisioneros de rotor con eje
T:D4	Corregir holgura del rotor con carcaza
T:D5	Ajuste de pernos de anclaje
T:D6	Revisión y mantenimiento de ventilador
T:D7	Revisión de eje del ventilador
T:E1	Cambio de aletas
T:E2	Cambio de carcaza
T:E4	Cambio de ejes
T:E5	Cambio de ventilador
T:E6	Cambio de pernos de anclaje
T:F1	Reparación de rotor, aletas
T:F2	Reparación general del ventilador

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UN MOTOR ELÉCTRICO - COD: EME	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
T:A1	Cambio de filtro(s) de aceite.
T:A2	Cambio de aceite
T:A3	Reengrase
T:A4	Aplicación periódica de grasa a las cadenas de accionamiento
T:A5	Lubricación
T:A6	Lubricación de cadena y catalina reductor
T:A7	Relleno nivel de aceite
T:A8	Lubricación de la banda
T:A9	Lubricación de cadena y catalinas
T:B1	Inspección visual de la contaminación
T:B2	Inspección del estado de guarda
T:B3	Inspección sensorial de ruidos
T:B4	Inspección de existencia de fugas
T:B5	Inspección de acople de carga
T:B6	Revisión de estado de candados de cadena
T:B7	Revisión de estado y ajuste de ruedas dentadas
T:B8	Inspección de nivel de aceite
T:C1	Inspección de temperatura
T:C2	Análisis de balanceo
T:C3	Inspección sensorial de ruidos
T:C4	Análisis para detectar fisuras en elementos de transmisión
T:C5	Inspección de vibraciones
T:D1	Ajuste de prisioneros en los ejes correspondientes
T:D2	Corregir alineamiento radial
T:D3	Corregir alineamiento axial
T:D4	Desmontaje de Cardan (es)
T:D5	Verificar movimiento axial de eje de carga
T:D6	Revisión engranajes caja reductora del ventilador principal
T:E1	Cambio de pernos
T:E2	Cambio de rodamientos
T:E3	Montaje de Transmisión
T:E4	Desmontaje de Transmisión
T:E5	Cambio de cadena
T:E6	Cambio de banda
T:E7	Cambio de cuña
T:E8	Cambio de pasador
T:F1	Recuperar guarda de transmisión
T:F2	Reparación general del convertidor

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UN MOTOR DE COMBUSTIÓN - COD: MMC	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T:A1	Cambio de aceite y filtro del motor.
T:A2	Relleno nivel de aceite
T:A3	Verificación del nivel de aceite
T:A4	Cambio de filtro(s) de aire.
T:A5	Cambio de filtro(s) de combustible.
T:A6	Limpieza de filtro(s) y/o depurador de aire.
T:A7	Toma de muestra de aceite para análisis en laboratorio
T:A8	Inspección visual de grado de saturación del filtro de aire
T:A9	Cambio de filtro separador o racor.
T:A10	Cambio de válvula de descarga del filtro de aire
T:A11	Chequear de filtros
T:A12	Cambio de elementos de filtro
T:A13	Análisis químico del refrigerante
T:A14	Cambio de refrigerante
T:B1	Inspección de existencia de fugas de agua, aceite y aire en el motor
T:B3	Inspección de existencia de fugas de aire por el motor
T:B4	Inspección de correcto funcionamiento del motor
T:B5	Revisión de ajuste de bases del motor
T:B6	Inspección de fugas de agua/aceite/aire del motor
T:B7	Inspección de tuberías y mangueras del motor
T:B8	Revisión del sistema de carga de la batería
T:B9	Chequear la válvula del depurador de aire.
T:B10	Chequear bomba de agua
T:B11	Chequear el sistema de enfriamiento
T:B12	Checar tensión en bandas
T:B13	Verifique el amortiguador de vibraciones del cigüeñal
T:B14	Prueba de presión del sistema de enfriamiento
T:B15	Chequera batería y rellenar si fuere necesario
T:B16	Controlar el estado de las bandas y sustituir si fuera necesario
T:B17	Chequear termostatos y cambiar si se requiere
T:C1	Medir presiones de cilindros y revisar con especificaciones
T:C2	Inspección de temperatura (en el tablero)
T:C3	Inspección de presión de aceite (en el tablero)
T:D1	Calibración de válvulas
T:D2	Revisión de estado del cabezote
T:D3	Ajuste de pernos-otros
T:D4	Asentar válvulas del cabezote

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UN MOTOR DE COMBUSTIÓN - COD: MMC	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T:D5	ABC de motor (calibración válvulas, tiempo, afinación)
T:D6	Montaje de motor de combustión
T:D7	Ajuste y revisión de mecanismo de control de velocidad
T:D8	Ajuste y limpieza de terminales de batería
T:D9	Completar combustible y nivel de agua
T:D10	Cambio de aditivos en el radiador
T:D11	Limpiar el cárter de ventilación
T:D12	Sangrar el sistema de combustible
T:D13	Completar nivel de agua destilada en las baterías
T:D14	Limpieza e inspección general
T:D15	Encendido de generador durante 30 minutos
T:D16	Verificación de nivel de aceite y refrigerante
T:D17	Limpieza, lavado y mantenimiento de carburador
T:E1	Cambio de motor de combustión
T:E2	Cambio de block motor
T:E3	Cambio de cigüeñal
T:E4	Cambio de chapas de biela y/o bancada
T:E5	Cambio de cabezote motor
T:E6	Cambio de cilindros del motor
T:E7	Cambio de pistones del motor
T:E8	Cambio de pines y bujes del pistón
T:E9	Cambio de elemento del pistón (Rines)
T:E10	Cambio de válvulas en el cabezote motor
T:E11	Cambio de componentes del cabezote (Guías, resortes, tapón)
T:E12	Cambio de árbol de levas del motor
T:E13	Cambio de bujes del árbol de levas
T:E14	Cambio de kit de empaques
T:E15	Cambio de empaques de la tapa de las válvulas
T:E16	Cambio de empaques del cabezote motor
T:E17	Cambio de empaque del cárter
T:E18	Cambio de cárter del motor
T:E19	Cambio de pernos
T:E20	Cambio de piñones y/o cadena de la distribución
T:E21	Cambio de Coronilla del volante Motor
T:E22	Cambio de Trompo
T:E23	Cambio de Propulsor o Taque hidráulico
T:E24	Cambio de bases de motor
T:E25	Cambio de Batería

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UN MOTOR DE COMBUSTIÓN - COD: MMC	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T:F1	Reparación general del motor de combustión
T:F2	Rectificación del cigüeñal
T:F3	Rectificación del block motor
T:F4	Reparación de cabezotes
T:F5	Reparación de volantes de inercia
T:F6	Reparación de múltiples de admisión y/o escape
T:F7	Reparación de cárter motor

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UN DEPÓSITO - COD: MDP	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T:B1	Inspección del estado de cordones de soldadura
T:B2	Inspección de existencia de fugas
T:B3	Inspección de presiones de entrada y salida
T:B4	Inspección de funcionamiento (sensores)
T:B5	Inspección visual de la contaminación
T:B6	Inspección de ajuste del tapón de presión
T:B7	Inspección del estado del cuello de llenado
T:B8	Inspección suciedad en el interior del tanque
T:B9	Inspección visual del tanque
T:B10	Inspección del estado de válvulas e instrumentación
T:B11	Inspección general de la cámara protectora del tanque (visual)
T:B12	Inspección visual de la boquilla y limpiarla si fuere necesario
T:B13	Inspección de buen Funcionamiento de niquelinas
T:B14	Calibración de equipo
T:B15	Inspección general
T:C1	Análisis de espesores
T:C2	Análisis ultrasónico para detectar fisuras
T:C3	Análisis ultrasónico para detectar fugas
T:C4	Toma de muestra de aceite para análisis en laboratorio
T:C5	Análisis físico químico de agua
T:D1	Retro lavado del filtro
T:D2	Limpieza de lodos y materiales extraños en el fondo del tanque
T:D3	Ajuste de tornillería y accesorios
T:D4	Pintura del tanque
T:D5	Limpieza de silenciadores de aire
T:D6	Limpieza de ductos de entrada de aire

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UN DEPÓSITO - COD: MDP	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T:D7	Limpieza general de válvulas de venteo
T:D8	Limpieza de MANHOLL
T:D9	Cambio de tanque
T:D10	Cambio de tuberías y válvulas
T:D11	Limpieza interior de la tolva
T:D12	Limpieza de la válvula flotadora
T:D13	Pintura del conjunto de contenedores
T:D14	Mitigación alcalina para olores y vectores
T:D15	Limpieza de la sala de dosificación (retro lavado con agua)
T:D16	Limpieza exterior de la Tolva
T:D17	Limpieza externa
T:D18	Limpieza interna y externa de la cámara protectora del tanque
T:D19	Limpieza del tanque
T:D20	Limpieza del depósito
T:D21	Purga de tanque
T:D22	Limpieza de válvulas
T:E1	Cambio de planchas de revestimiento interior
T:E2	Reemplazo de accesorios - tuberías - válvulas
T:E4	Recarga de cilindros
T:E5	Limpieza de válvulas
T:E6	Re pintura de los cilindros
T:E7	Recambio de válvulas
T:E8	Cambio de cilindro de tonelada
T:E9	Cambio de cañería de cloro
T:E10	Cambio de válvula flotadora
T:E11	Construcción de arandelas de plomo (por molde)
T:E12	Laminado del plomo
T:E13	Corte del material (plomo)
T:E14	Pruebas de funcionamiento
T:F1	Reparación general
T:F2	Reparar uniones soldadas
T:F3	Reparación de componente del Calentador
T:F4	Limpieza del depósito
T:F5	Reparación fuga de agua en la base

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UNA BOMBA - COD: MBB	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
T:A2	Verificación del nivel de aceite
T:A3	Relleno nivel de aceite en botellón de lubricación.
T:A4	Cambio de filtro
T:A5	Aplicación periódica de grasa en rodamientos
T:A6	Reengrase
T:A7	Engrase de articulaciones de bulón con manguito SM
T:A8	Cambio de aceite
T:B1	Inspección de existencia de fugas de lubricante
T:B2	Verificar capacidad de trabajo
T:B3	Verificar correcta circulación de aire de enfriamiento
T:B4	Inspección del estado de carcaba
T:B5	Revisión de ajuste de pernos de anclaje
T:B6	Inspección de correcto funcionamiento de la bomba
T:B7	Inspección de presiones de entrada y salida
T:B8	Inspección sensorial de ruidos
T:B9	Inspección sensorial de temperatura
T:B10	Inspección sensorial de vibraciones
T:B11	Inspección visual de contaminación
T:B12	Inspección de suciedad del elemento filtrante
T:B13	Inspección de existencia de fugas de aceite
T:B14	Revisión de bomba
T:B15	Prueba de aislamiento bobinado
T:B16	Inspección interna: impeler, rodamientos y sellos
T:B17	Inspección de manómetros e indicadores de presión
T:B18	Inspección del estado de tuberías de succión y descarga
T:B19	Inspección de la existencia de fugas, ruidos anormales y anclaje
T:B20	Chequeo de válvulas check al ingreso y salida de la bomba
T:C1	Medición de vibraciones
T:C2	Medición de temperatura
T:C3	Comprobar balanceo de rotores
T:C4	Inspección de ruidos
T:C5	Análisis ultrasónico en rodamientos
T:C6	Análisis de vibraciones
T:C7	Termografía
T:C8	Inspección de presión de descarga
T:C9	Medición de parámetros de operación (Presión)
T:D1	Ajustar pernos de anclaje
T:D2	Balancear elemento de trabajo

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UNA BOMBA - COD: MBB	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
T:D3	Arreglar fugas
T:D4	Limpieza de la bomba
T:D5	Ajuste/calibración
T:D6	Revisar juego del anillo de desgaste
T:D7	Revisar desgaste de cojinete de empuje
T:D8	Revisar desgaste de sello mecánico
T:D9	Limpieza de suciedad en conexiones u tubo de aceite del sello interior
T:D10	Alinear bomba
T:D11	Cambio de pernos
T:D12	Cambio de "O" Ring
T:D13	Instalación de acometida para la bomba
T:D14	Revisión de bombas
T:D15	Rehabilitación de bombas de inyección
T:D16	Limpieza de bomba de inyección
T:D17	Montaje y/o desmontaje de bomba
T:D18	Lavado de bomba de inyección
T:D19	Preparación de la bomba
T:D20	Preparación de accesorios
T:D21	Revisión de cremalleras
T:D22	Calibración de cremalleras
T:D23	Revisión, mantenimiento y limpieza de general de la bomba
T:D24	Pintura (pelado y lijado)
T:D25	Limpieza y pintura del conjunto mecánico en totalidad de superficies
T:D26	Mitigación alcalina para olores y vectores
T:D27	Operación preventiva
T:D28	Limpieza de succión y descarga de la bomba y filtro de ingreso
T:D29	Mantenimiento de bomba
T:E1	Cambio de rodamientos
T:E2	Cambio de retenes
T:E3	Cambio de bomba
T:E4	Cambio de empaques
T:E5	Cambio de sellos
T:E6	Cambio de bocines
T:E7	Cambio de casquillo
T:E8	Cambio de prensaestopa
T:E9	Cambio de Terminales
T:E10	Montaje de bomba
T:E11	Desmontaje de bomba
T:E12	Cambio de bastón de inyección

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA UNA BOMBA - COD: MBB	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
T:E13	Suministro e instalación de conjunto tornillo de Arquímedes
T:E14	Suministro e instalación de conjunto base - canal
T:E15	Cambio de bomba
T:E16	Cambio de manguitos
T:E17	Cambio de anillos de desgaste
T:E18	Cambio de diafragma
T:E19	Cambio de impulsor
T:E20	Cambio de conjunto asiento-bola-sello de PVC para cada válvula
T:F1	Recuperar carcaza
T:F2	Reparación general
T:F3	Secado de bobinado
T:F4	Soldadura de base
T:F5	Reparación de impulsor
T:F6	Recubrimiento cerámico
T:F7	Rellenado y maquinado de eje
T:F8	Maquinado de acople de bomba y motor
T:F9	Instalación de tubería
T:F10	Instalación de válvula check
T:F11	Pruebas de funcionamiento

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL REDUCTOR - COD: MRD	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T:A1	Cambio de aceite de la caja de cambios
T:A2	Relleno nivel de aceite
T:A3	Toma de muestra de aceite para análisis en laboratorio
T:A4	Verificación del nivel de aceite
T:A5	Reengrase de reductores
T:A6	Revisión del intercambiador.
T:A7	Cambio de filtro
T:A8	Arreglo de fugas de aceite del reductor.
T:A9	Cambio del visor de nivel de aceite
T:A10	Revisión de nivel de aceite de reductor
T:B1	Inspección de existencia de fugas de aceite y ruidos anormales
T:B2	Revisión de ajuste de pernos de anclaje
T:B3	Inspección del estado de la carcaza
T:B4	Inspección del estado de mirilla o bayeta
T:B5	Inspección de funcionamiento del back-stop
T:B6	Medir desgaste de dientes de engranajes

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL REDUCTOR - COD: MRD	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T:B7	Inspección interna de chaveta y chaveteros
T:B8	Revisión de accionamiento de engranajes
T:B10	Inspección sensorial de vibraciones anormales
T:B11	Inspección sensorial de ruidos anormales
T:B12	Inspección sensorial de temperatura
T:B13	Inspección visual de la contaminación
T:B14	Inspección de cojinetes
T:B15	Revisión de Fugas de Aceites por Retenes
T:B16	Revisión de Estado y Ajuste de Acoplamiento Motor - Reductor
T:C1	Medición de vibraciones
T:C2	Medición de temperatura
T:C3	Inspección de ruidos
T:C4	Análisis para detectar fisuras en engranajes
T:C5	Análisis ultrasónico en rodamientos
T:C6	Análisis de vibraciones
T:C7	Pruebas de partículas magnéticas en piñones superior e inferior
T:C8	Análisis ultrasónico en piñones superior e inferior
T:C9	Prueba de dureza en piñones superior e inferior
T:C10	Medición de holguras en cojinetes
T:C11	Análisis ultrasónico en cojinetes
T:D1	Limpieza exterior
T:D2	Alinear, reajuste y calibración.
T:D3	Ajuste de pernos
T:D4	Revisión de caja de engranajes
T:D5	Desmontaje de tapa superior
T:D6	Desacople eje de carga piñón superior
T:D7	Desmontaje piñón superior
T:D8	Revisión de cojinete de empuje
T:D9	Pintura (pelado y lijado)
T:D10	Limpieza interna
T:D11	Apriete de tuercas, pernos de anclaje del conjunto moto reductor
T:E1	Cambio de sellos
T:E2	Cambio de rodamientos
T:E3	Cambio de engranajes/cicloides
T:E4	Cambio de reductor
T:E5	Cambio de ejes
T:E6	Cambio de retenes
T:E7	Cambio de back stop
T:F1	Reparación general del reductor o caja de velocidades

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL SENSOR DE HUMO- COD: ISH	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
T:B1	Inspección de correcto funcionamiento
T:E1	Cambio de pila

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL SENSOR DE MOVIMIENTO- COD: ISM	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
T:B1	Inspección de correcto funcionamiento
T:D1	Limpieza del sensor de movimiento

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO - COD: ETA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:B1	Verificar la capacidad del fusible
T:B2	Revisar sujeción del fusible
T:B3	Revisión de accionamiento del breaker
T:B4	Comprobar puesta a tierra de cables
T:B5	Observar funcionamiento y revisión de lámparas fundidas
T:B6	Revisión de la vibración y zumbido en contactores
T:B7	Observar chispas excesivas en los contactores
T:B8	Comprobar presión en contactos del contactor
T:B9	Observar estado contactos principales, auxiliar de contactor
T:B10	Revisión de las bobinas de los contactores
T:B11	Comprobar contactos principales, auxiliares en relé térmico
T:B12	Comprobar calibración de disparo de los relés térmicos
T:B13	Comprobar correcto funcionamiento del interruptor presión
T:B14	Revisar calibración de presión del interruptor presión
T:B15	Comprobar correcto funcionamiento de contadores
T:B16	Revisión del empaque de la caja interruptores límite
T:B17	Revisión correcto funcionamiento caja interruptores límite
T:B18	Comprobar estado del interruptor tripolar
T:B19	Revisión de contactos de relés
T:B20	Revisión de la bobina de relés
T:B21	Comprobar correcto funcionamiento de temporizador
T:B22	Revisar terminales de salida del temporizador
T:B23	Revisión de tableros de control
T:B24	Revisión de potencia activa y reactiva
T:B25	Revisión de voltaje
T:B26	Revisión de temperaturas
T:B27	Revisión de amperajes y R.P.M.
T:B28	Revisión de tableros auxiliares
T:B29	Revisión presiones y temperatura
T:B30	Inspección de acometida principal (que llega al tablero)

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO - COD: ETA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:B32	Revisar conexiones y reajustar las mismas
T:B33	Revisar estado de contactos y pulsantes
T:B34	Revisión de protectores de sobretensión señal
T:B35	Revisión de protectores de sobretensión fuerza
T:B36	Revisión de ruidos anormales en equipos eléctricos interiores
T:B37	Revisión de estado de visualizadores y señalizadores
T:B38	Revisión de estado y cambio de señalizadores
T:B39	Revisión del estado de equipos de refasamiento
T:B40	Revisión de puesta a tierra de equipos
T:B41	Revisión de estado y ajuste de protecciones de sobretensión fuerza y control
T:B42	Revisión de estado y ajuste de protecciones de sobre corriente
T:B43	Revisión de estado y ajuste en terminales de cables de fuerza
T:B44	Revisión de estado y ajuste en terminales de cables de control
T:B45	Revisión de estado ajuste de elementos y equipos de control
T:B46	Revisión de estado de elementos y equipos de fuerza
T:B47	Inspección de conexiones eléctricas
T:B48	Revisión de estado de tableros eléctricos
T:B49	Inspección y limpieza de todos los componentes y elementos internos del tablero
T:C3	Medición de aislamiento de los cables de fuerza desde mcc
T:C11	Medición de temperatura en cables, conexiones y elementos del tablero
T:C12	Termografía
T:C13	Medición de tensión de red
T:C14	Medición de sistema de puesta a tierra
T:D1	Ajuste de conexiones de cables en el fusible
T:D2	Limpieza de breaker
T:D3	Reajustar bornes terminales de los cables
T:D4	Reajustar conexiones, comprobar maniobra del pulsador
T:D5	Limpieza exterior del pulsador
T:D6	Limpieza exterior de lámparas
T:D7	Ajuste de conexiones en lámparas
T:D8	Limpieza y ajuste de contactos auxiliares de contactores
T:D9	Limpieza y cepillado de contactos principales de contactores
T:D10	Limpieza de núcleos de los contactores
T:D11	Apretar conexiones, tornillos de fijación de contactores
T:D12	Reajustar conexiones, cañerías del interruptor presión
T:D13	Limpieza exterior de contadores
T:D14	Reajustar tornillos, contactos, conexiones del contador
T:D15	Revisar ajuste, calibración levas en caja interruptores límite
T:D16	Limpieza interior, exterior en caja interruptores límite
T:D17	Reajustar conexiones en caja de interruptores límite
T:D18	Limpieza contactos microswitchs en caja interruptores límite
T:D19	Limpieza exterior, reajuste conexiones de horómetro

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO - COD: ETA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:D20	Reajustar conexiones de microswitch
T:D21	Limpieza de contactos del interruptor tripolar
T:D22	Reajustar conexiones del interruptor tripolar
T:D23	Limpieza interior, exterior de relés
T:D24	Reajustar conexión, pernos, tuercas, placas de sujeción de relé
T:D25	Limpieza exterior, reajuste conexiones en resistencias
T:D26	Limpieza exterior del selector
T:D27	Limpieza de contactos del selector
T:D28	Reajustar conexiones y pernos del selector
T:D29	Recalibración de escala de temporizador
T:D30	Limpieza interior, exterior del temporizador
T:D31	Reajustar conexiones, pernos, empaques de temporizador
T:D32	Limpieza exterior, reajuste conexiones del transcorriente
T:D33	Limpieza de transformador de voltaje
T:D34	Reajustar conexiones, pernos sujeción del transvoltaje
T:D35	Limpieza interior y de contactos del interruptor presión
T:D36	Ajustar tornillos de sujeción del microswitch
T:D37	Revisión de conexiones y limpieza
T:D38	Calibración de tarjetas
T:D40	Calibración de relés de protección
T:D44	Calibración instrumentos de medida
T:D45	Limpieza de selectores, ajuste de borneras
T:D61	Limpieza y ajuste de borneras
T:D62	Limpieza de tarjetas
T:D63	Revisión de interruptores
T:D77	Calibración relé potencia inversa 32 (6e13)
T:D78	Calibración relé pérdida de campo 40 (6e14)
T:D79	Calibración relé falla a tierra de las barras 64 B (6e18)
T:D80	Calibración relé sobre corriente compensador 50/51 (2e2)
T:D81	Limpieza y revisión general de los componentes del tablero
T:D82	Revisión y limpieza del panel GD3 Transformador f1 - f2 y m3
T:D83	Revisión y limpieza del panel GD2 resistencias de puesta a tierra
T:D84	Limpieza de barras TC's y TP's, pararrayos y bushings pasa muros
T:D85	Revisión de puntos calientes
T:D87	Revisión y mantenimiento de controles auxiliares
T:D88	Revisión y mantenimiento de transformadores de servicio "B"
T:D91	Pintura de carátulas
T:D92	Arreglo de tarjetas
T:D93	Chequeo de tarjetas
T:D94	Cambio de tarjetas
T:D97	Mantenimiento de contactores
T:D98	Limpieza y mantenimiento general del tablero

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO - COD: ETA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:D99	Revisión de Sistema de Puesta a tierra
T:D100	Limpieza de tablero
T:D101	Mantenimiento de los equipos interiores del tablero de TCs y TPs
T:D102	Limpieza y apriete de contactos eléctricos de fuerza
T:D103	Limpieza y apriete de conectores y borneras de control
T:D104	Revisión de conexiones y limpieza
T:D105	Limpieza interna del tablero
T:D106	Reinstalación de equipo eléctrico
T:D107	Programación PLC cambio de altura de rebose
T:D108	Reinstalar contactor-relé auxiliar
T:D109	Revisión de conexiones y limpieza
T:D110	Colocación del tablero (nueva sujeción a la pared)
T:D111	Resetear
T:E1	Cambio de fusible
T:E2	Cambio de breaker
T:E3	Reemplazo de cables defectuosos
T:E4	Cambio de pulsador
T:E5	Cambio de lámpara
T:E6	Cambio de la bobina del contactor
T:E7	Cambio de los contactos auxiliares del contactor
T:E8	Cambio de contactor
T:E9	Cambio de juego de contactos principales de contactores
T:E10	Cambio de relé térmico
T:E11	Cambio de elementos térmicos
T:E12	Cambio de interruptor de presión
T:E13	Cambio de contador
T:E14	Cambio de horómetro
T:E15	Cambio de microswitch
T:E16	Cambio de relés
T:E17	Cambio de resistencia
T:E18	Cambio de bloque de contactos del selector
T:E19	Cambio de selector
T:E20	Cambio de microswitch de sincronizador
T:E21	Cambio de temporizador
T:E22	Cambio de motor de sincronizador
T:E23	Cambio de transformador de corriente
T:E24	Cambio de transformador de voltaje
T:E25	Reemplazo hodómetros
T:E26	Cambio de luminarias (Focos)
T:E27	Revisión y cambio de empaque de tablero
T:E28	Cambio de deshumificadores
T:E29	Reemplazo de batería tampón de PLC's

TAREAS GENERALES DE MANTENIMIENTO PARA EL TABLERO ELÉCTRICO - COD: ETA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:E30	Cambio de foco piloto
T:E31	Cambio de tablero
T:E32	Cambio de fusible (señal de 4 a 20mA)
T:E33	Cambio e instalación de tubo 2 1/2" x 6m con aislador
T:F1	Reparación de cables
T:F2	Rebobinado del transformador de voltaje
T:F3	Conexión de un relé auxiliar
T:F4	Revisión del circuito eléctrico de control
T:F5	Sustitución de fusible
T:F6	Revisión del programa (PLC)
T:F7	Calibración de fin carrera
T:F8	Pruebas de funcionamiento
T:F9	Empalme de cables
T:F10	Identificación de cables dentro del circuito de control
T:F11	Desconexión de cables en el tablero principal R2
T:F12	Desconexión de cables en los switch de nivel (tanque R2)
T:F14	Conexión de cables en el tablero principal R2
T:F15	Conexión de cables en los switch de nivel (tanque R2)
T:F16	Inspección (lugar del siniestro)
T:F17	Revisión circuito de control

TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA EL GENERADOR - COD: EGE	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:A1	Lavado de rodamientos y engrase.
T:A2	Reengrase de rodamientos (L. Libre, L. Carga)
T:A3	Cambio de filtro de Batería

TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA EL GENERADOR - COD: EGE	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:A4	Verificación del nivel de aceite
T:B1	Comprobar alineamiento del generador.
T:B2	Comprobar estado de carcaza generador y sistema de ventilación
T:B3	Comprobar estado de rodamientos (bolas, pistas)
T:B4	Comprobar existencia de grasa, aceite, polvo en devanados.
T:B5	Escuchar ruidos anormales en generador.
T:B6	Observar desgaste de las escobillas y estado de trenzas.
T:B7	Prueba de encendido, revisión de circuitos de transferencia y baterías
T:C1	Escuchar ruidos en rodamientos (L. Carga, L. Libre)
T:C2	Medición de ruidos en rodamientos
T:C3	Medición de temperatura en generador y rodamientos.
T:C4	Análisis de vibraciones
T:C5	Análisis ultrasónico en rodamientos.
T:C6	Pruebas de aislamiento y medición de resistencia
T:C7	Prueba de impedancia y balance de polos del rotor
T:C8	Pruebas de factor de potencia
T:C9	Descargas parciales
T:C10	Pruebas de descargas a la ranura
T:D1	Ajustar las bases del generador.
T:D2	Alineamiento del generador.
T:D3	Comprobar y ajustar conexiones en borneras.
T:D4	Limpieza exterior (carcaza).
T:D5	Limpieza general interior (devanados).
T:D6	Desmontaje barras generador
T:D7	Desmontaje carcazas
T:D8	Desmontaje estator excitatriz
T:D9	Montaje carcazas
T:D10	Montaje barras del generador
T:D11	Limpieza cabeza de bobinas estator
T:D12	Montaje rotor excitatriz
T:D13	Limpieza de cabezas de bobina y tapas de generador
T:D14	Limpieza de ductos de enfriamiento del estator
T:D15	Megado del generador
T:D16	Revisión de conexiones baterías
T:D17	Comprobar nivel de electrolito baterías
T:D18	Limpieza sala de generación
T:D19	Revisión funcionamiento cargador de baterías
T:D20	Revisión sistema de precalentamiento
T:D21	Mantenimiento general del generador

TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA EL GENERADOR - COD: EGE	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:E1	Cambio de rodamientos (L. Libre, L. Carga).
T:E2	Cambio de escobillas
T:F1	Pintura del generador.
T:F2	Rebobinado del generador.
T:F3	Reparación fuga de agua
T:F4	Reparación borne de batería
T:F5	Reparación de radiador
T:F6	Reparación de borne para contacto con relé
T:F7	Pruebas de funcionamiento en manual y en automático
T:F8	Revisión del circuito interno de control
T:F9	Instalación de interruptores para simulación de arranque del generador en automático
T:T1	Revisar fugas en el sistema de lubricación
T:T2	Registrar temperatura del motor.
T:T3	Revisar y completar nivel de refrigerante y agua.
T:T4	Revisar nivel de combustible.
T:T5	Revisar nivel de aceite del motor.
T:T7	Comprobar nivel de tensión y de electrolito baterías
T:T8	Revisión de mangueras y cañerías.
T:T9	Revisión del estado de correas.
T:T10	Registro de datos de funcionamiento en vacío (Voltajes, RPM, Frecuencia).
T:T21	Limpieza de filtro(s) de aire.
T:T22	Revisión de tuberías de escape.
T:T23	Limpieza general exterior.
T:T31	Ajuste de pernería.
T:T32	Prueba de encendido con carga, revisión de circuitos de transferencia.
T:T41	Revisión de la bomba de agua y banda.
T:T42	Limpieza del bobinado y revisión de cables.
T:T43	Medición del aislamiento del generador
T:T44	Chaqueo de instrumentos y cables de interconexión.
T:T51	Cambio de aditivos en el radiador
T:T60	Cambio de aceite y filtro del motor
T:T61	Cambio de filtro(s) de combustible.
T:T62	Cambio de filtro(s) de aire.
T:T63	Limpieza de inyectores
T:T91	Cambio de mangueras y cañerías

TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA CAJA DE BREAKER - COD: ECB	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
T:B1	Revisión del estado de la caja de breaker