



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL EN EL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO DE EDIFICIOS Y SUS INSTALACIONES, Caso Edificio de  
Rectoría, Campus Central, USAC**

**Antonio José Juárez Monroy  
Asesorado por Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno**

**Guatemala, octubre de 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL EN EL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO DE EDIFICIOS Y SUS INSTALACIONES, Caso Edificio de  
Rectoría, Campus Central, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ANTONIO JOSE JUAREZ MONROY**

ASESORADO POR ING. ALFREDO ENRIQUE BEBER ACEITUNO  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yasminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Adán Pocasangre
EXAMINADOR:	Ing. Clery Uriel Gamarro Ogarrio
EXAMINADOR:	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
SECRETARIA:	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL EN EL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO DE EDIFICIOS Y SUS INSTALACIONES,  
Caso Edificio de Rectoría, Campus Central USAC,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 24 de enero de 2002

Antonio José Juárez Monroy

Guatemala, 12 de octubre de 2005

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Jefe Departamento de Planeamiento  
Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Samuels Milson:

Tengo el gusto de informarle que he revisado el trabajo de tesis titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EDIFICIOS Y SUS INSTALACIONES, Caso Edificio de Rectoría, Campus Central USAC”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil ANTONIO JOSE JUÁREZ MONROY, para el que fui nombrado asesor.

Considero que su contenido llena los requisitos correspondientes al tema asignado, razón por la cual apruebo.

Sin otro particular me suscribo de usted, atentamente,

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Asesor

Guatemala, 13 de octubre de 2005

Ingeniero  
Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
Director  
Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por medio de este me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EDIFICIOS Y SUS INSTALACIONES, Caso Edificio de Rectoría, Campus Central USAC”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil ANTONIO JOSE JUÁREZ MONROY, quien contó con la asesoría del Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno.

Considero que el trabajo en mención fue realizado con los requisitos exigidos, por lo que me permito recomendar la aprobación correspondiente.

Atentamente,

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
JEFE DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO  
Escuela de Ingeniería Civil

## **DEDICATORIA**

### **DIOS**

Por su guía, que es mi guía

### **MIS PADRES**

Edgar Rolando Juárez Montepeque  
Delmy Monroy Zúñiga de Juárez

### **MIS HERMANOS**

Edgar Rolando Juárez Monroy  
Oscar Rafael Juárez Monroy

### **MIS ABUELITOS**

Antonio Juárez Contreras (QEPD)  
Rosa Montepeque Estrada de Otts  
Melvin Otts  
Arturo Monroy Acevedo  
Cristina Zúñiga de Monroy (QEPD)

### **MI NOVIA**

Sara Morales Alday

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**MI ASESOR** Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno

**MI REVISOR** Ing. Sydney Samuels Milson

**MIS AMIGOS** Herbert Escobar, Jorge González, Patricia Pereira, Carlos Pinto, Carlos Aldana, Jerie Leiva, Bruno Gutiérrez, Susy Gutiérrez, José Aldana, Jorge Samayoa, Alejandro Godoy, Kristian Arroyo, Raí Tuchán, Rocío Morataya, Adolfo Ayala, Luis Alfredo Palma, Walton Morales, Carlos Arzú, Rolando Medina

**MI FAMILIA** Tíos, primos

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>RESUMEN</b>	VII
<b>OBJETIVOS</b>	IX
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XI
<b>1. ASPECTOS BÁSICOS</b>	1
1.1.    Mantenimiento	1
1.2.    Consideraciones generales	3
1.2.1. Factibilidad	3
1.2.2. Economía	4
1.2.3. Optimización	5
1.2.4. Integración	5
1.3.    Tipos de mantenimiento	6
1.4.    Matriz de evaluación	13
<b>2. CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	19
2.1.    Uso y aplicación de métodos modernos	19
2.1.1. Uso de Microsoft Project en un Programa de Mantenimiento Preventivo	19
2.2.    Funciones Básicas	23
2.2.1. Características de la organización	24
2.2.2. Aprendizaje de las bases del servicio del mantenimiento preventivo.	25
2.2.3. Establecimiento del Programa de Control de Mantenimiento Preventivo.	28

<b>3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN</b>	<b>39</b>
3.1. Determinación del Programa de Control de Mantenimiento Preventivo.	39
3.2. Evaluación de los controles	39
3.3. Trabajo con Recursos	46
3.3.1. Asignación de recursos	47
3.3.2. Responsable de operaciones	48
3.3.3. Funciones del responsable	48
<b>4. MATRIZ DE EVALUACIÓN</b>	<b>51</b>
4.1. Renglones de trabajo	51
4.1.1. Inventario actualizado	52
4.1.1.1. Infraestructura	56
4.1.1.2. Instalaciones	57
4.1.2. Análisis y evaluación del estado físico	58
4.1.3. Análisis de la construcción	59
4.1.3.1. Historial	59
4.1.3.2. Uso del inmueble	60
4.1.3.3. Evaluación del ambiente	61
4.1.4. Costos del Programa de Mantenimiento Preventivo	61
4.1.4.1. Frecuencia de mantenimiento	62
4.1.4.1.1. Según su uso	62
4.1.4.1.2. Insumos para realizar actividades preventivas	62
4.1.4.1.3. Días/Horario adecuados para realizar trabajos de mantenimiento preventivo	63

<b>5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>	65
5.1. Instalaciones / Infraestructura	65
<b>6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIONES PARA EDIFICIOS.</b>	93
6.1. Programa de actividades	93
6.2. Seguimiento del programa	110
6.3. Aplicación (Caso)	111
<b>CONCLUSIONES</b>	117
<b>RECOMENDACIONES</b>	119
<b>REFERENCIAS</b>	121
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	123
<b>APÉNDICES</b>	125



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### CUADROS

1.	Modelo organizacional de mantenimiento correctivo	7
2.	Modelo organizacional de mantenimiento preventivo	11
3.	Modelo encuesta # 1	14
4.	Modelo de matriz de evaluación	15
5.	Modelo de programa de control de mantenimiento preventivo	31
6.	Encuesta # 1	95
7.	Programa de mantenimiento correctivo	97
8.	Programa de mantenimiento preventivo	101
9.	Matriz de evaluación final para mantenimiento preventivo	113



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación consiste en un plan para implementar un sistema de control para organizar una oficina o un departamento de mantenimiento y encaminarlo hacia un conocimiento de los más importantes aspectos del mantenimiento preventivo. Se aplica el caso al edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Como proyecto, se da a conocer los antecedentes, el planteamiento del problema, la justificación, el contenido y la metodología de investigación. Los aspectos básicos del mantenimiento se dan a conocer en el primer capítulo, así como los tipos de mantenimiento que existen, considerando con especial atención el mantenimiento preventivo que es el tema de estudio de este trabajo.

Se plantea un modelo de matriz para la evaluación de edificios tomando en cuenta todos los aspectos que puede encerrar un inmueble con diferentes tipos de usos, diseños y tamaños, así mismo, se propone un machote de encuesta para obtener información importante de la edificación, compuesta en información general, aspectos básicos, aspectos técnicos y aspectos económicos. Además se incluye un programa de mantenimiento inicial, para, luego de analizar los recursos que se tienen, el inventario actualizado de equipo, mobiliario, instalaciones e infraestructura se puede llegar a definir un diseño del mismo y ponerlo en marcha después de evaluar la frecuencia con que se debe dar el mantenimiento y haber aprobado un presupuesto que optimice el trabajo y cumpla con los requerimiento mínimos al iniciar, y pueda

proyectarse a un plazo de un año para reevaluar su funcionamiento y mejorar cada aspecto en el siguiente año de aplicación.

Por otro lado, se puede aplicar el sistema a otros edificios que no tengan un plan de mantenimiento definido, o bien, que estén interesados en implementar un plan práctico, útil y de resultados muy importantes en cuestión de confiabilidad, seguridad y economía. La conservación en buen estado de las edificaciones es de gran valor para sus usuarios y sus propietarios, pues el costo de las mismas no es despreciable o insignificante, por lo que el mantenimiento preventivo del mismo posee un importante valor. También se aportan dibujos en formato digital para que la Universidad de San Carlos de Guatemala posea una actualización del levantamiento en planos del edificio de Rectoría.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Propiciar la aplicación del mantenimiento preventivo a fin de conservar un edificio, para que cumpla las funciones para el cual fue diseñado de forma eficiente, segura y económica.

### **Específicos**

1. Reducir los costos de mantenimiento, adoptando una política de prevención y no de corrección.
2. Reducir costos de mantenimiento correctivo.
3. Contribuir a la seguridad de las personas dentro de la edificación, de forma que la infraestructura del mismo sea adecuada para que desarrollen sus labores en él.
4. Corregir los problemas que actualmente aquejan al edificio y prevenir las fallas en el futuro.
5. Distinguir los beneficios y ventajas que pueden alcanzarse directamente por la aplicación de un Programa de Mantenimiento Preventivo.



## INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de mantenimiento en nuestro medio, se entiende por sustituir el equipo, el repuesto o, bien, la infraestructura –parcial o totalmente-, de ese punto, parte el interés de desarrollar un estudio que dé a conocer que lo que, realmente, se debiera pretender con un Programa de Mantenimiento Preventivo actualizado:

Es garantizar mayor vida de los materiales, equipos e instalaciones, basados en el concepto que una estructura debe cumplir con su función original para la cual fué diseñada y desarrollar su trabajo durante toda su vida útil.

Invertir una cantidad de capital en un Programa de Mantenimiento Preventivo, sin necesidad de invertir en un error que se refleja en mala producción, pérdidas considerables para una empresa por corregir o suprimir el trabajo mientras se repara el daño.

Todo este programa, refleja resultados en la industria, comercio, instituciones públicas y privadas, en el mantenimiento de sus instalaciones, como una inversión hacia su infraestructura y no como un gasto cuando el problema ya ocurrió, basado en el uso eficiente de cada instalación.

# **1. ASPECTOS BÁSICOS**

## **1.1 Mantenimiento**

### **1.1.1 Teoría de Mantenimiento**

Los párrafos siguientes tienen como base los documentos encontrados en el libro “La administración del mantenimiento” de Enrique Duce Villanueva, también del trabajo “La administración del mantenimiento en empresas industriales” de Alfonso Prera Arévalo (Octubre, 1990)

El concepto de mantenimiento involucra una estrecha relación entre servicio y calidad del servicio. El servicio es algo subjetivo, pues puede calificarse como la utilidad que presta una cosa o las acciones de una persona (física o moral) para lograr la satisfacción de una necesidad de otra persona, obteniendo por ello una retribución; al prestar un servicio se logra dar cierto grado de satisfacción a quien lo solicita o necesita lo que se entiende como calidad del servicio, esta relación interpersonal, por su propia esencia, implica la presencia de dos entidades o personas, el que recibe el servicio y el que lo proporciona. La calidad del servicio siempre podrá ser medida o evaluada y estará en relación directa con las expectativas del receptor de acuerdo con lo que desee pagar por el servicio que se le preste.

Se puede plantear una definición general del término Mantenimiento de la forma más sencilla posible: “Mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan los edificios y sus instalaciones en condiciones seguras, eficientes y económicas”.

Mantenimiento es el conjunto de las actividades desarrolladas con el fin de conservar las propiedades (ambiente, elementos estructurales, elementos no estructurales, instalaciones, equipo y mobiliario) en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico.

El análisis de los múltiples problemas que se han presentado al personal de mantenimiento en las instalaciones, ha determinado la aplicación de los sistemas de mantenimiento clasificados en tres grupos: correctivo, preventivo y predictivo. Las actividades de mantenimiento tienen dos aspectos: el técnico, que pretende conservar una propiedad en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y confiable para no demorar ni interrumpir sus servicios; y el económico, que persigue contribuir por los medios disponibles a sostener lo mas bajo posible el costo de operación.

Una edificación es construida de tal forma que proporciona un servicio con la calidad suficiente para la satisfacción de una necesidad, mientras esta condición no varíe, las labores del personal de mantenimiento deben orientarse a la conservación de las propiedades físicas de la infraestructura e instalaciones para mantener la calidad del servicio que presta.

Existe una interrelación fácilmente comprensible entre la necesidad, servicio y mantenimiento, la cual orientada convenientemente convertirá a este último en un camino menos costoso para lograr sus objetivos en vez de verlo siempre como una pérdida económica.

Esta interrelación demuestra que existe un costo total del servicio, que parte desde la inversión (diseño y supervisión), la cual inicialmente tendrá una depreciación muy elevada, pero será compensada porque durante el periodo inicial de trabajo sus costos de mantenimiento serán muy bajos y las pérdidas por fallas o suspensión del servicio, prácticamente no existirán.

Los costos por mantenimiento con el tiempo se irán incrementando, así, como el costo por mano de obra, el edificio irá sufriendo un deterioro progresivo que obligará a que con mas frecuencia se necesiten reparaciones que algunas veces no se realizan con prontitud, causando constantes fallas del servicio y por lo tanto la pérdida del ingreso que origina la prestación del mismo, de tal manera que estos costos llegaran a ser prohibitivos al final de la vida útil del edificio.

Al comprender entonces el concepto del mantenimiento orientado a mantener la calidad del servicio que la infraestructura e instalaciones prestan, y la razón por la que un sistema integrado de mantenimiento solo proporcionará economías positivas, entraremos al desarrollo de las distintas formas de mantenimiento que existen.

## **1.2 Consideraciones Generales:**

### **1.2.1 Factibilidad**

El concepto de mantenimiento se debe tener muy en cuenta cuando se programan las actividades, y en ello se debe usar todos los recursos disponibles para que la inversión originalmente planteada se apoye sobre los mismos recursos. El diseñador deben tener muy claro el mantenimiento de la infraestructura física de la edificación.

Mantenerse actualizados en este tipo de conocimientos es un desafío ante su crecimiento, el estado cambiante de la tecnología y la competencia de mercado.

La factibilidad no es sólo una cuestión de potencialidades tecnológicas, sino que está relacionada con la utilidad práctica de una estructura. Sólo porque algo se pueda utilizar no es razón para que se deba utilizar, es decir, que el acomodar una instalación para un uso distinto del que fue diseñado, no es preciso concluir que funcionará bien y cumplirá nuevas funciones (no consideradas originalmente) de forma eficiente. Se tiene que considerar la complejidad del diseño, el costo del mantenimiento, el tiempo de construcción, la aprobación de los departamentos reguladores de construcción, etc.

### **1.2.2 Economía**

Los edificios cuestan mucho y los inversionistas siempre cuidan su capital, mucho más el costo de la estructura. Si se exceptúa la condición de una estructura muy llamativa, que constituye una característica principal del diseño, generalmente se aprecia tan poco como las tuberías enterradas, el cableado eléctrico y otros elementos de servicio que no están a la vista, y como lo que frecuentemente se desea es una solución simple, puede ser muy apreciada una estructura de bajo costo pero de muy buen funcionamiento en todos sus servicios. El prever y tener a la vista los períodos de vida útil y períodos de diseño de los sistemas e infraestructura puede ayudar de manera muy significativa en la economía de prestar ese servicio tan fundamental para una edificación, de tal manera que estos costos de mantenimiento no llegaran a ser mas altos que sustituir los sistemas o infraestructura al final de estos períodos.

### **1.2.3 Optimización**

El balance que se debe encontrar entre la rutina diaria de trabajo y el mantenimiento efectivo de sus servicios para que esa rutina no se vea interrumpida abruptamente. Es parte importante del mantenimiento preventivo que durante el desarrollo de este trabajo analizaremos.

Conflictos obvios son aquellos entre los deseos de seguridad, calidad de acabados, amplitud de los espacios y lujo en general, por una parte, y factibilidad práctica y economía por otra. Todos esos atributos pueden ser importantes, pero a menudo los cambios que tienden a mejorar un factor hacen que se degraden otros. Generalmente, se necesita ordenar por categorías los diversos atributos, donde normalmente el costo encabeza la lista. Así, la mejor solución puede tener que calificarse en términos de las prioridades específicas utilizadas en el diseño de un plan de mantenimiento.

### **1.2.4 Integración**

Un buen diseño de mantenimiento requiere la integración de la estructura en la totalidad del sistema físico del edificio. Es necesario reconocer las influencias de las decisiones de la estructura en sí sobre la arquitectura general de la edificación y sobre el proyecto de los elementos no estructurales. El uso que se le dará a la edificación es importante considerarlo para integrar todos los aspectos, así como el uso proyectado planteado originalmente por crecimiento de la organización.

### **1.3 Tipos de Mantenimiento:**

#### **1.3.1 Mantenimiento Correctivo:**

El mantenimiento correctivo, consiste en corregir las fallas cuando se presentan, ya sea por síntomas claros y avanzados o por la falla total.

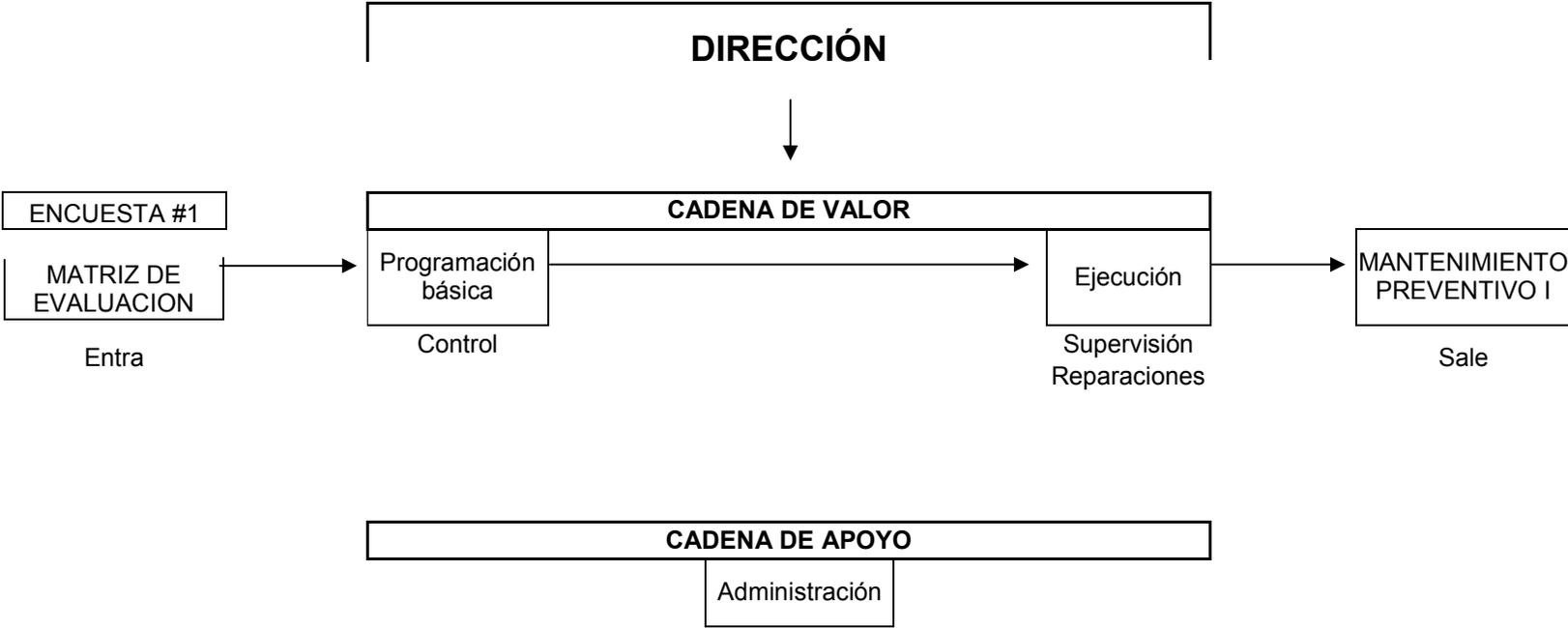
El empleo único del mantenimiento correctivo origina cargos de trabajo incontrolables, que causan actividad intensa de mantenimiento correctivo con carácter urgente, pues por lo general incurren en lapsos sin trabajo de las personas que utilizan la edificación o las instalaciones; cuando las necesidades son imperiosas, obligan al pago de horas extras, se interrumpe el servicio; hay necesidad de comprar todos los materiales en un momento dado, etc. En resumen son las consecuencias lógicas que se presentan cuando se sufre un accidente inesperado.

Esta forma de aplicar mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona para proceder a la reparación, por desgaste natural, etc.

Son muchos los aspectos negativos que trae consigo este sistema y solo debe aplicarse como emergencia (ver diagrama organizacional en pág. 7).

Nombre de la edificación: Edificio de Rectoría  
Institución: Universidad de San Carlos de Guatemala  
Fecha: Octubre 2005

**DIAGRAMA DE MODELO ORGANIZACIONAL  
MANTENIMIENTO CORRECTIVO**



### **1.3.2 Mantenimiento Preventivo:**

En 1930 se mostraron los primeros indicios de este sistema de mantenimiento, su característica principal la de detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno.

Para aplicar el mantenimiento preventivo se requieren conocimientos y una organización eficiente. Una buena organización de conservación, que aplique el mantenimiento preventivo, logra experiencia en determinar la causa de fallas repetitivas, o bien se llega a conocer puntos débiles del conjunto de elementos que conforman la infraestructura.

Estas posibilidades son las que han contribuido en grado mayor, al desarrollo del mantenimiento preventivo.

Sin embargo, una justificación económica para la implantación del mantenimiento preventivo es difícilmente aceptada y el impacto inicial refleja una elevación de los costos, por eso es de vital importancia la decisión de cómo y dónde empezar, pero más esencial es convencernos del valor del nuevo sistema.

Es necesario distinguir, desde el principio los beneficios o ventajas que pueden alcanzarse directamente por este sistema contra lo que arroja en comparación con otras técnicas o procedimientos(ver diagrama organizacional en pág. 11).

El no hacer esta distinción a conducido a reclamaciones injustas en contra del procedimiento y ha causado una confusión considerable en el uso del término "preventivo".

Los resultados directos que se pueden prever son los siguientes:

- a) Los trabajos que están señalados en la fecha debida.
- b) Da tiempo para programar y preparar las reparaciones.
- c) Da como resultado un funcionamiento más eficiente.
- d) Aumenta la productividad.
- e) Estimula la moral en los trabajadores que laboran en la edificación.

A continuación analizaremos otras ventajas del mantenimiento preventivo:

#### **1.3.2.1 Confiabilidad:**

Las propiedades sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce su estado físico y sus condiciones de funcionamiento; esto es muy importante en una institución de servicio al público, como en este caso el edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### **1.3.2.2 Disminución del tiempo muerto:**

El tiempo que los equipos e instalaciones permanecen fuera de servicio llega a ser menor cuando se aplica mantenimiento preventivo, en comparación con el correspondiente a mantenimiento correctivo, por la programación que de antemano se conoce al ejecutar el plan de mantenimiento preventivo.

### **1.3.2.3 Mayor vida útil:**

Las instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo tendrán una vida útil sensiblemente mayor que la que tendrían sujetos a mantenimiento correctivo, pues al conocer su estado físico y sus condiciones de funcionamiento se repararan los problemas antes que sea necesaria una compostura compleja por falta de atención o planificación.

### **1.3.2.4 Costo de Reparación:**

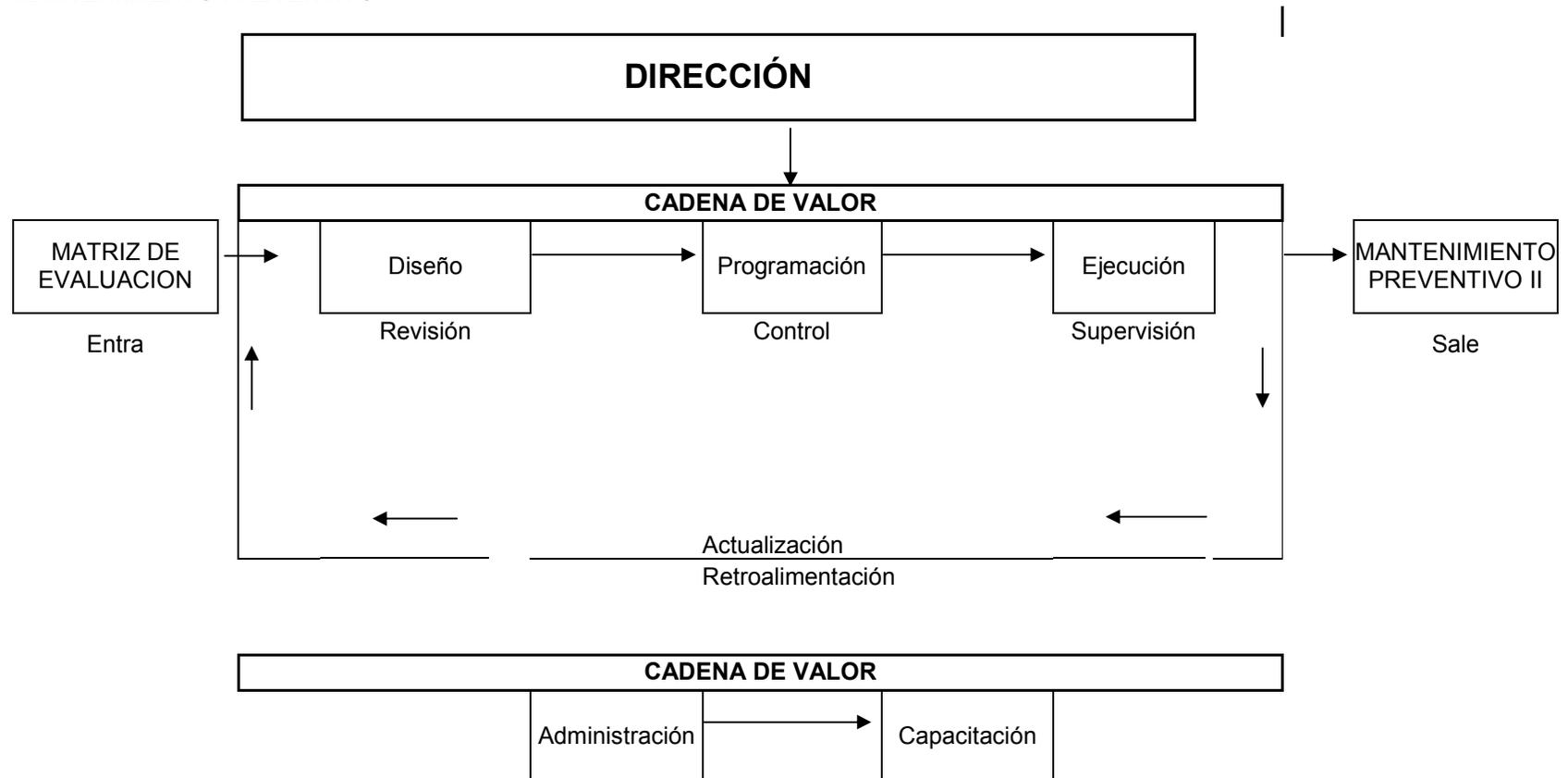
Se puede reducir el costo de reparación de las instalaciones cambiando el sistema de mantenimiento correctivo a otro de mantenimiento preventivo, analizando de forma anticipada los problemas potenciales que la edificación y sus instalaciones pueden tener, por diversas causas, por ejemplo, uso indebido o simple desgaste natural, ignorancia de uso o maltrato intencional, etc.

### **1.3.2.5 Uniformidad en la carga de trabajo:**

Al programar las actividades de la carga de trabajo para el personal de conservación en un sistema de mantenimiento preventivo, es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo y en consecuencia, con la misma cantidad de personal (horas/hombre) se pueden presentar mayor número de servicios.

Nombre de la edificación: Edificio de Rectoría  
Institución: Universidad de San Carlos de Guatemala  
Fecha: Octubre 2005

**DIAGRAMA DE MODELO ORGANIZACIONAL  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO**



### **1.3.3 Mantenimiento Predictivo:**

El mantenimiento predictivo es mas una filosofía que un método de trabajo; se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicio al servicio; se usan para ello instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas.

Otro de los aspectos del mantenimiento predictivo, es la obtención de la información mas completa que se pueda usar para tomar decisiones, además, permite el afinamiento de las técnicas usadas en el mantenimiento preventivo.

El mantenimiento predictivo define con exactitud el estado del material y llega aún más lejos, ya que indica si están propensos a una falla.

Esto significa que han acabado los siguientes problemas:

Sustituir en forma rutinaria partes costosas solo para estar del lado seguro. Es necesario asegurarse de que la institución está en condiciones de aprovechar al máximo sus ventajas, tomando en cuenta, sobre todo, el costo que representaría un paro inesperado en el servicio.

A diferencia del mantenimiento preventivo, que debe aplicarse en conjunto, el mantenimiento predictivo puede aplicarse paso a paso. De hecho, en muchas instituciones, se utilizan instrumentos de diagnóstico sin tener instaurado un sistema de mantenimiento predictivo.

#### **1.4 Matriz de Evaluación**

La estructura de la matriz de evaluación (ver pág. 15, 16 y 17) estará ordenada en seis aspectos primordiales:

- Ambiente,
- Estructura principal y secundaria,
- Elementos no estructurales,
- Instalaciones,
- Equipos y
- Mobiliario.

Iniciando con la recopilación de toda la información necesaria para el posterior análisis del caso en estudio (ver encuesta #1 en pág. 14), y la cual se analizará con más detalle en el Capítulo 4 de este trabajo.

# Encuesta #1

Código  
Fecha

## DATOS GENERALES

- Dependencia que solicita
- Nombre de la edificación
- Dirección de la dependencia
- Dirección de la edificación
- Teléfono(s)
- Fax
- E-mail
- Vías de acceso a la edificación
- Tipo de Institución
- Nombre del propietario
- Nombre del solicitante
- Puesto administrativo de solicitante
- Póliza de seguro número
- Compañía aseguradora

## Aspectos básicos

- 1 Cuál es el uso primordial del edificio (oficinas, apartamentos, etc)?
- 2 Situación comercial, residencial, institucional?
- 3 Cuál fue la vocación original de diseño del edificio (oficinas, apartamentos, etc)?
- 4 Existen riesgos dentro o fuera del edificio?

SI  NO

1  
2  
3

- 5 Existen factores adversos dentro o fuera del edificio (Ruido, contaminación, barrios cercanos, vigilancia, exceso de locales, falta de ambientes de trabajo, seguridad y vigilancia, etc)?

SI  NO

1  
2  
3

- 6 Aspecto físico general (bueno, regular, malo)?

- 7 Tipo de construcción del vecindario?
- 8 Existen materiales inflamables en el vecindario?
- 9 Existen calles?

SI  NO

SI  NO

SI  NO

SI  NO

- 10 Aluminado público?
- 11 Bordillos?
- 12 Banquetas?
- 13 Topografía del terreno (plano, semiplano, semiquebrado, quebrado)?
- 14 Agua (deficiente, regular, bien o abundante)?
- 15 Existen drenajes de aguas negras?
- 16 Existen drenajes de aguas pluviales?
- 17 Que edad tiene la edificación?
- 18 Cuál es la vida útil de la edificación?
- 19 Cuántos niveles de sótanos tiene el edificio?
- 20 Cuántos niveles arriba de los sótanos tiene el edificio?
- 21 Cuántos metros cuadrados de construcción tiene la edificación?

SI  NO

SI  NO

años

años

sótanos

niveles

m2

- 22 Tiene dibujos finales del edificio?
- 23 Muestran estos dibujos finales detalles estructurales, arquitectónicos e instalaciones?
- 24 Tiene los dibujos finales en formato digital?
- 25 Cuantas personas trabajan en el edificio?

SI  NO

SI  NO

SI  NO

personas

## Aspectos Técnicos

- 25 Se tiene un departamento de mantenimiento dentro de la organización?
- 26 Se tiene una empresa que da el servicio de mantenimiento a la organización?
- 27 Se tiene un programa de mantenimiento preventivo?
- 28 Se le da seguimiento al programa de mantenimiento preventivo?
- 29 Se revisa y actualiza el programa de mantenimiento preventivo al menos una vez al año?
- 30 Se tiene suficiente personal capacitado?
- 31 Cuantas personas laboran en el departamento de mantenimiento?
- 32 Cuales son las 5 actividades que considera mas importantes en el mantenimiento de su edificación?

SI  NO

SI  NO

SI  NO

SI  NO

SI  NO

SI  NO

personas

1  
2  
3  
4  
5

## Aspectos Económicos

- 33 En una escala de 1 a 10, siendo 1 nada importante y 10 muy importante, como califican los directivos de la institución el mantenimiento preventivo del edificio
- 34 Se asigna un presupuesto anual destinado al mantenimiento del edificio?
- 35 En una escala de 1 a 10, siendo 1 insuficiente y 10 holgado, como calificaría el presupuesto asignado a las actividades de mantenimiento

SI  NO

Nombre de la edificación: Edificio de Rectoría  
 Institución: Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Fecha: Octubre 2005

MATRIZ DE EVALUACIÓN						
Ambiente	Contaminación	Interna				
		Externa				
	Limpieza	Interna				
		Externa				
Estructura	Principal	Cimientos primarios				
		Columnas principales	Acabados	Repello		
				Cernido		
				Alisado		
				Forro madera		
				Pintura		
		Vigas principales	Acabados	Repello		
				Cernido		
	Alisado					
	Forro madera					
	Pintura					
	Muros de carga	Acabados	Repello			
			Cernido			
			Alisado			
			Forro madera			
			Pintura			
Losas de entresijos	Acabados	Repello				
		Cernido				
		Alisado				
		Forro madera				
		Pintura				
	Piso		Piso cemento líquido			
			Piso granito			
Estructura	Secundaria	Cimientos secundarios				
		Columnas secundarias	Acabados	Repello		
				Cernido		
				Alisado		
				Forro madera		
				Pintura		
	Vigas secundarias	Acabados	Repello			
			Cernido			
			Alisado			
			Forro madera			
			Pintura			
	Muros de relleno	Acabados	Repello			
Cernido						
Alisado						
Forro madera						
Pintura						
		Escaleras				



Instalaciones	Hidráulicas	Lavamanos		
		Inodoros		
		Mingitorios		
		Lavaplatos		
		Chorros		
		Red agua potable		
		Red de drenajes		
		Red de drenajes pluviales		
		Sistema Bombeo		
		Sistema contra incendio		
		Acometida hidráulica		
		Revisión de consumos		
		Eléctricas	Lámparas fluorescentes	
			Plafoneras	
			Interruptores	
Tomacorrientes 110 V				
Tomacorrientes 220 V				
Tablero flipones				
Ductos y cableado				
Sistema de emergencia				
Acometida eléctrica				
Revisión de consumos				
Especiales	Teléfono			
	Cómputo	Red		
		Internet / Intranet		
	Gas			
	Aire acondicionado			
Aire comprimido				
Equipos	Hidráulicos			
	Eléctricos			
	Mecánicos			
	Electrónicos			
	Especiales	Elevadores		
Mobiliario	Escritorios			
	Sillas			
	Archivos			
	Rótulos			



## **2. CONSIDERACIONES ESPECIALES**

### **2.1 Uso y aplicación de métodos modernos**

Hay una gran variedad de sistemas de información computarizada para apoyar las operaciones de mantenimiento. Los sistemas son conocidos dentro del lenguaje de las computadoras proporcionando programas ya diseñados, y adaptándolos a los requerimientos de actividades para lograr un mantenimiento efectivo.

#### **2.1.1 Uso de Microsoft Project en un Programa de Mantenimiento Preventivo**

Los sistemas automatizados de información deben ser más que una adición de equipo interesante. Deben ser parte del programa para la ejecución de control, al proveer información actualizada y significado de lo que está sucediendo con mayor rapidez.

La información de actividades no debe limitarse a las operaciones diarias; pueden aplicarse también a lo que la planificación prevea para el futuro.

Los sistemas automatizados de información pueden facilitar el control de la planificación y obtención del personal, así como proveer la información de todas las operaciones del día acumulando datos para el informe del mes.

Un sistema automatizado puede facilitar las operaciones de mantenimiento. Programándolas eficientemente con relación al costo y rendimiento, generan economías, mayormente en mano de obra al agrupar automáticamente por zonas, las órdenes de trabajo para reducir el tiempo de viaje y ajuste sensato de los intervalos de tiempo aplicados a las distintas operaciones periódicas de mantenimiento.

Un computador digital electrónico aplicado apropiadamente es un elemento útil en tres fines primordiales, para el manejo de las operaciones de mantenimiento:

- Manipulación de datos y su reordenamiento,
- Transmisión y recuperación rápidas de información,
- Normalización de datos reportados.

Hay gran variedad de sistemas de información computarizada para apoyar las operaciones de mantenimiento. Para dar una idea general de las aplicaciones posibles, se presenta la lista a continuación de cinco tipos:

- Sistemas de órdenes de trabajo, es un sistema general que genera las órdenes de trabajo diarias, semanales y mensuales de todas las actividades,
- Sistemas de órdenes de trabajo de mantenimiento, este sistema es más específico en el trabajo de mantenimiento, generando órdenes de trabajo diarias, semanales y mensuales de las actividades propias del mantenimiento,

- Sistemas de contabilidad de costos, para la integración de un costo inicial y tener historial y estadísticas en el futuro se hace necesario un sistema que despliegue los costos de las actividades dentro de la compañía,
- Sistemas normales de inventario de existencia, en principio se necesita alimentar una lista de equipo, maquinaria e infraestructura afecta al mantenimiento, se hace primordial su actualización periódica para obtener la información precisa,
- Sistemas automatizados de control de edificios, un programa desarrollado específicamente para el control de edificios es una herramienta de mucha utilidad, pues nos dará los elementos de análisis y reflejará los resultados de mantenimiento de forma clara y precisa.

Todos estos sistemas son conocidos dentro del lenguaje de las computadoras proporcionando programas ya diseñados y que solo necesitan adaptarse al tipo de computadoras con que cuente la empresa o institución. Teniendo estos programas adaptados a cada una de las actividades solicitadas, el aprendizaje de su uso y el conocimiento de identificar la información, requiere un mínimo de instrucción formal para operarla.

Un tipo de información en la que se invierte mucho tiempo y dedicación, son los registros históricos de cada una de las máquinas de una empresa, sus análisis y conclusiones absorben una gran parte del trabajo del jefe de mantenimiento. Con un sistema automatizado esto se reducirá a pequeños intervalos de tiempo dedicados a la compilación de datos y análisis de la información.

Microsoft Project es un programa computarizado que facilita la organización de actividades; para un programa de mantenimiento preventivo se necesita establecer un procedimiento inicialmente para lograr la identificación de los daños existentes (ver diagrama organizacional para mantenimiento correctivo en pág. 7).

Como se menciona en el capítulo anterior, el Mantenimiento Correctivo impide el diagnóstico exacto de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona para proceder a la reparación, por desgaste natural, etc.

En el Mantenimiento Preventivo, su característica principal es la de detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno.

Las ventajas que se pueden mencionar son:

- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de los factores de la matriz de evaluación y un tratamiento de los datos históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de la continuidad o seguimiento.

- Reducción del mantenimiento de tipo correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los cambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

## **2.2 Funciones básicas**

**Teniendo los objetivos claros de lo que se quiere lograr dando Mantenimiento Preventivo, la aplicación tiene sus propias metas:**

- Investigar, evaluar, diseñar, planificar, programar y representar gráficamente información sobre mantenimiento de un edificio,
- Organizar el mantenimiento en tareas para crear un desarrollo temporal realista,
- Controlar el progreso de las tareas clave y predecir retrasos si las tareas no se terminan,
- Asignar y programar recursos, ver horas y costos totales del programa de mantenimiento,
- Trabajar simultáneamente con varios programas y revisar las cargas de trabajo y programaciones de las tareas en marcha,
- Estimar y ajustar costos del programa de mantenimiento y compararlos con la tabla de costos,
- Cumplir con fechas límite modificando la programación y ajustando los recursos asignados a tareas críticas del programa según los requerimientos.

### **2.2.1 Características de la organización**

Cada empresa o institución es distinta en su organización y de allí se debe partir para investigar en que nivel de mantenimiento está la organización para iniciar partiendo de lo que ya tienen y no de cero necesariamente.

Organizar es una función de la administración que se encarga de escoger que tareas deben realizarse, quienes las tienen que hacer, como deben de agruparse, quien reporta a quien y donde deben tomarse las decisiones, esta es una definición que se adaptan al departamento de mantenimiento en forma realista.

No existe una empresa o institución que no tenga necesidad de contar con personal de mantenimiento, este puede ser propio o ajeno, a fin de garantizar que la calidad de sus servicio no se vea afectado por fallas imprevistas de infraestructura, instalaciones, máquinas, equipo, etc.

Se considera que los trabajos de mantenimiento, esencialmente, son desarrollados en las siguientes áreas:

- Ambiente (Contaminación y limpieza),
- Estructuras (principal y secundaria),
- Elementos no estructurales (tabiques, cielo falso, piso, ventanas y puertas),
- Instalaciones (hidráulicas, eléctricas, especiales),
- Equipos (hidráulicos, eléctricos, mecánicos, electrónicos, especiales),
- Mobiliario (escritorios, sillas, archivos, rótulos).

Se puede especificar que algunas funciones, ya sea porque exigen una mano de obra muy especializada o su frecuencia es mínima, el mantenimiento no se realice con los recursos del departamento y se emplea mano de obra subcontratada coordinando su acción con las operaciones del departamento y con la recomendación que acaten la autoridad del jefe de la división a la que fue asignado su trabajo.

Las autoridades deben tomar en cuenta las tareas básicas que son necesarias para lograr una mayor eficiencia en costo y rendimiento:

- Determinación de los trabajos que deben ejecutarse
- Decidir que trabajos deben agruparse
- Definición de cuando se ejecutará mejor el trabajo.

El logro de estas tres tareas no debe ser trabajo de una sola vez, pues las condiciones no permanecen constantes, la autoridad responsable debe estar preparada para evaluarlas periódicamente.

### **2.2.2 Aprendizaje de las bases del servicio de mantenimiento preventivo**

Los programas de entrenamiento dentro del departamento de mantenimiento, varían desde: programas de aprendizaje completos autorizados por el estado, a través de instituciones como el INTECAP, hasta una mera exposición de aspectos de interés para distintos grupos en la empresa, asesoramiento de supervisión y la asociación con artesanos experimentados en cualquier tipo de trabajo.

Entre estos dos extremos existe una amplia gama de posibilidades de instrucción para los empleados, incluyendo el entrenamiento formal de aprendices, clases en el edificio con equipos sofisticados, o instrucción con entrenamiento formalizado en el propio lugar de trabajo.

El grado de formalidad de un programa de entrenamiento está influido por los mismo factores que se usan para determinar muchos aspectos de las operaciones de mantenimiento, estos son:

- Disponibilidad de especialidades,
- Tamaño de la operación,
- Actitud del grupo de trabajadores,
- Valor de los resultados.

La falta de disponibilidad de mano de obra calificada en el mercado local, aumenta la necesidad y justificación de programas de entrenamiento, principalmente en un país como el nuestro de tradición agrícola, en donde el desarrollo de la poca industria no ha propiciado la capacitación de personal para sus propios usos, dejando en manos de las instituciones del estado y de algunas fundaciones extranjeras de desarrollo, la preparación de mano de obra calificada para el mantenimiento.

Muchas instituciones estas carecen de programas modernos de aprendizaje, utilizando métodos y equipos de enseñanza obsoletos tecnológicamente que solo causan frustración en los alumnos que salen de estas instituciones técnicas, pues cuando se enfrentan a puestos técnicos dentro de una organización, desconocen los modernos equipos y tienen que ser nuevamente adiestrados, esta vez, a costa de la misma organización que los contrató.

Por otro lado, la gran mayoría de los estudiantes de carreras técnicas, principalmente desmotivados por los bajos salarios que les ofrecen las empresas, producto de su poca y deficiente preparación, las utilizan poco y cambian sus actividades por otras con mayor rentabilidad en el corto plazo, perdiéndose en este caso, la función primordial para la que fueron creadas estas instituciones, la tecnificación de la mano de obra.

Así, cuando suceden cambios de métodos o técnicas nuevas dentro del proceso productivo, la única alternativa para el departamento de mantenimiento es proporcionarle al personal una capacitación adicional dentro de la empresa y el único medio de proveer esta especialización es propiciando un programa de entrenamiento para los trabajadores residentes.

El tamaño de la operación influye en el grado de formalidad del programa de entrenamiento. Solamente los departamentos de mantenimiento bastante grandes pueden permitirse el mantener facilidades para iniciar programas elaborados de entrenamiento, las organizaciones de menor tamaño tienen que valerse con mucho menos.

La actitud del grupo de trabajadores es importante para la iniciación de un programa de entrenamiento. Si el personal residente esta en un sindicato, la falta de cooperación por parte del gremio pudiera ser contraproducente al desarrollo del programa. Si no existiera tal gremio, es casi obligatorio el apoyo al programa de adiestramiento por parte de los trabajadores y supervisores.

La prueba decisiva concerniente a cualquier programa de entrenamiento está en el valor de los resultados inmediatos que produzca en el desempeño de las labores de los trabajadores, el cual se demostrará por un notorio mejoramiento en las operaciones de mantenimiento, ya sea en la obtención del personal o en su rendimiento.

Algunos departamentos de mantenimiento han instituido programas permanentes y formalizados de entrenamiento para trabajadores calificados que ya forman parte del personal de la empresa, logrando resultados importantes.

### **2.2.3 Establecimiento del Programa de Control de Mantenimiento Preventivo**

Lo más razonable es que los problemas de conservación se planteen con una gran reorganización, sustituyendo prácticas rutinarias por un programa con carácter preventivo, apoyándose al inicio por un programa correctivo.

En este caso de un modo aproximado y teniendo en cuenta las infinitas variedades que puede ofrecer la oficina de ingeniería de mantenimiento en particular, pueden seguirse las sucesivas fases del plan que se expresa a continuación.

Para poner en práctica esta reorganización es preciso:

- a) Recopilar toda la información en la matriz de evaluación propuesta, sobre el ambiente, las estructuras, los elementos no estructurales, las instalaciones, los equipos y el mobiliario que vamos a proteger, formando un eficaz fichero de características, y en donde además aparezca la referencias de cantidad, ubicación, estado físico, valor de restitución, repuestos, etc.
- b) Establecer el diseño que se adapta a las características de la organización, considerando la información que nos da la encuesta #1, la matriz de evaluación y los criterios profesionales del diseñador que también será el revisor en el futuro para optimizar todas las áreas de trabajo del programa (ver diagrama organizacional para mantenimiento preventiva en pág. 11 y programa de control de mantenimiento preventivo en las págs. 31-34).
- c) Establecer el programa de actividades diarias, semanales, quincenales, mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales en ciclos de visitas y habilitar los registros de inspecciones de trabajos realizados en conceptos de conservación, reparación y cambio; el programador será el que controle y actualice los datos reportados por la supervisión.
- d) Establecer el programa final de conservación basándose en costos mínimos para lo cual las visitas de los supervisores deben tener la frecuencia estrictamente necesaria y la máxima eficiencia.

- e) Un examen periódico a estas fichas que nos indicará las partes del equipo que deben incluirse en el plan. Lógicamente no tiene sentido seguir defendiendo una instalación cuando los costos de inspección y de revisión sean superiores a los de reparación e incluso sustitución de la pieza averiada.
  
- f) La ejecución del programa de mantenimiento estará a cargo de supervisores según el área de trabajo o actividad de especialización que se requiera, el cual reportará a control para alimentar el programa con todas las actividades realizadas, requiere de operarios adiestrados en su área y mano de obra calificada y no calificada.
  
- g) Estos datos serán de gran utilidad para que una vez al año el diseñador pueda actualizar el programa en base a la retroalimentación de la historia ocurrida y así seguir los lineamientos dados en el Capítulo I en las consideraciones generales.
  
- h) Establecer un programa de capacitación (reentrenamiento) del personal de mantenimiento, apoyado en las necesidades reales de atención a equipos e instalaciones y emanados de las rutinas de mantenimiento preventivo, justificadas por las recomendaciones de los fabricantes de los equipos y las características propias de operación de la unidad que se esta conservando.

Nombre de la edificación: Edificio de Rectoría  
 Institución: Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Fecha: Septiembre 2005

PROGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO															
No.	REGLÓN	ACTIVIDAD	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	AMBIENTE	Contaminación interna	Análisis de contaminación auditiva												
			Análisis de contaminación visual												
			Análisis de contaminación olfativa												
		Contaminación externa	Análisis de contaminación auditiva												
			Análisis de contaminación visual												
			Análisis de contaminación olfativa												
		Limpieza interna	Evaluación general												
		Limpieza externa	Evaluación general												
2	ESTRUCTURA	Principal	Análisis por fallo en cimentación principal												
			Análisis por fallo en columnas principales												
			Análisis por fallo en vigas principales												
			Análisis por fallo en muros de carga												
			Análisis por fallo en losas de entrepisos												
		Secundaria	Análisis por fallo en cimentación secundaria												
			Análisis por fallo en columnas secundarias												
			Análisis por fallo en vigas secundarias												
			Análisis por fallo en muros de relleno												
			Análisis por fallo en losas finales												



3	ELEMENTOS VARIOS	Fachadas, muros y losas	Reparación (tallados, repellos, cernidos)																		
			Impermeabilización																		
			Pintura																		
		Cielo Falso	Reparación																		
			Pintura																		
		Tabiques	Reparación																		
			Pintura																		
		Pisos	Limpieza (diario)																		
			Lustrado (mensual)																		
			Pulido																		
			Reparación																		
		Ventanería	Ajuste de mecanismo																		
Cambio de vidrios y reparaciones																					
Pintura																					
Puertas	Aceitado y ajuste de bisagras																				
	Aceitado y ajuste de chapas																				
	Reparación y pintura																				

4	INSTALACIONES	Hidráulicas	Revisión y reparación de fugas de artefactos																		
			Limpieza y cambio de piezas deterioradas																		
			Revisión y reparación de tuberías de agua																		
			Limpieza de cajas y tuberías de drenaje																		
			Revisión de consumos																		
		Eléctricas	Revisión y cambio de bombillos o tubos																		

		Limpieza y cambio de tapaderas															
		Revisión y cambio de lámparas y accesorios															
		Revisión y cambio de tomacorrientes															
		Limpieza y cambio en tablero de flipones															
		Revisión y reparación de la red general															
		Revisión de consumos															
	Especiales	Revisión y reparación sistema de gas															
		Revisión y reparación sistema de aire comprimido															
		Revisión y reparación sistema de aire acondicionado															

5	EQUIPOS	Hidráulicos	Limpieza																		
			Revisión y reparación de equipo																		
			Cambio de aceite																		
			Calibración																		
		Eléctricos	Limpieza																		
			Revisión y reparación de equipo																		
			Cambio de aceite																		
			Calibración																		
		Mecánicos	Limpieza																		
			Revisión y reparación de equipo																		
			Cambio de aceite																		
			Calibración																		
		Electrónicos	Limpieza																		
			Revisión y reparación de equipo																		
			Cambio de aceite																		
			Calibración																		
		Especiales	Limpieza																		
			Revisión y reparación de equipo																		
			Cambio de aceite																		
			Calibración																		



6	MOBILIARIO	Escritorios	Limpieza (diario)																		
			Aceite y ajuste de piezas (mensual)																		
			Revisión y reparación																		
			Pintura																		
		Sillas	Limpieza (diario)																		
			Aceite y ajuste de piezas (mensual)																		
			Revisión y reparación																		
			Pintura																		
		Archivos	Limpieza (diario)																		
			Aceite y ajuste de piezas (mensual)																		
			Revisión y reparación																		
			Pintura																		
		Rótulos	Limpieza (diario)																		
			Aceite y ajuste de piezas (mensual)																		
			Revisión y reparación																		
			Pintura																		

Notas

- 1. Previo al análisis del programa se llenará la encuesta #1 (ver pág. 14) para obtener información
- 2. De la matriz de evaluación inicial (ver pág. 15, 16 y 17)



### **3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACION**

#### **3.1 Determinación del Programa de Control de Mantenimiento Preventivo**

Del establecimiento del Programa de Control de Mantenimiento Preventivo que se expuso en el capítulo anterior, se puede ahora determinar el Programa que mejor se identifica para el edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala, considerando que dentro de las labores que realiza el departamento de mantenimiento, la evaluación de los trabajadores es muy importante para la motivación y promoción de los mismos.

#### **3.2 Evaluación de los controles**

Debemos tener presente el daño que puede causarle a un equipo imprescindible un mecánico insatisfecho o resentido por el hecho de no pagarle lo justo o no promoverlo a una posición mejor dentro de la estructura de la organización.

El entrenamiento de los supervisores debe tener dos objetivos definidos a saber:

- Mejoramiento del rendimiento en el trabajo actual,
- Desarrollo para un puesto futuro.

El entrenamiento en contraposición a dirigir, requiere cierta especie de instrucción formal en clases, el cual puede efectuarse dentro de la organización o afuera.

Cuando se trata de contenidos de naturaleza técnica, también se refiere en general a áreas específicas (infraestructura, hidráulica, neumática, instrumentación, electricidad), pero raras veces podrá adaptarse al entrenamiento específico que requiere el departamento de mantenimiento.

En resumen puede decirse que el entrenamiento de supervisión afuera de la organización tiene la desventaja de ser de naturaleza general, más bien que concebido y dirigido a la medida de las necesidades específicas del departamento de mantenimiento de que se trate. Esta desventaja es uno de los mejores argumentos a favor de la disposición de un programa de entrenamiento en planta.

El entrenamiento de los supervisores en planta, puede ser altamente efectivo para los fines siguientes:

- Aprender como se implantarán los cambios en las normas y procedimiento del personal,
- Aprender el sistema fiscal de planificación y contabilidad de la organización (los supervisores deben saber como se emplea el dinero en el sistema de planificación y contabilidad de la empresa, para poder ajustar su eficiencia en planear, justificar y controlar sus gastos),
- Entrenamiento en la planificación del trabajo,
- Orientación hacia los planes actuales de operaciones de la organización.

Como se menciona en el Capítulo 2, “lo más razonable es que los problemas de conservación se planteen con una gran reorganización, sustituyendo prácticas rutinarias por un programa con carácter preventivo, correctivo y predictivo”.

Poner en práctica esta reorganización precisa cumplir con todos los incisos del capítulo anterior.

El planificar implica controlar, la cuantificación de los planes fija objetivos y metas, pero para lograr la ejecución eficiente de un control administrativo para una tarea, se requiere un sistema que contenga ciertos elementos esenciales:

- a) Planes y procedimientos,
- b) Mediciones,
- c) Informar,
- d) Revisar,
- e) Tomar decisiones.

a) Planes y procedimientos. Como se manifestó anteriormente no puede haber control si no se cuenta con planes y procedimientos para lo que se pretende lograr. Aunque el tipo de plan o procedimiento variará de acuerdo con la tarea sobre la cual se establezca el control, tiene que haber un concepto de lo que va a hacerse y los procedimientos que vayan a realizarse para lograr el control. Los planes definen el diseño del programa que se va a implementar y los procedimientos asignan responsabilidades a los involucrados dentro del plan.

b) Mediciones. Para determinar cual es el desempeño real, es útil que obtengamos información en cuanto a éste, pero previamente debemos considerar, como medimos y que medimos.

Como medimos: un sistema de control debe contar con cuatro fuentes comunes de información para medir el desempeño real:

Observación personal, los informes estadísticos, los informes orales y los informes escritos.

Lo que medimos es quizás más delicado para un sistema de control, que el como medimos, la selección de criterios equivocados puede provocar una serie de consecuencias disfuncionales, además, los que medimos, determinan en gran medida aquello en que la gente de la organización tratará de sobresalir, lo que como consecuencia mejorará el resultado del programa general.

Medir el desempeño determinando si las tareas se cumplen dentro del período de tiempo y las cantidades de dinero establecidas en el plan (presupuesto), así como el conteo del personal, horas hombre y personal equivalente, son planes de control cuantificables que deben estar incluidos en el programa.

c) Informar. El siguiente paso en la implantación de un sistema de control de mantenimiento es disponer de un medio de información que revela lo que se ha logrado. Dependiendo de la actividad que se debe controlar, el método puede ser: verbal, manual (escrito) o automatizado.

Debe reconocerse que los informes no necesariamente tienen que prepararse en el departamento de mantenimiento. Por ejemplo, el método más usado para informar sobre la ejecución del presupuesto, es el sistema de contabilidad de costos. El sistema de registro de tiempo puede emplearse para preparar informes escritos sobre horas de trabajo en la planta, en tiempo de jornales regulares y con horas extras. Un sistema de programación de los proyectos por medio de técnicas como barras de Gantt o tablas de cargas, que incluyan información relativa a las fechas verdaderas de terminación de secciones importantes del trabajo dentro del programa, sirven como medio de planificación y control.

d) Revisar. Los planes, métodos de medición y de información tienen poco valor a menos que se revisen los datos del desempeño para identificar las desviaciones de los planes.

Si los presupuestos no se cumplen, ya sea por exceso o por defecto o si no se adhieren a los programas muy poco puede hacerse para rectificar las situaciones a menos que se identifiquen las desviaciones específicas para que el responsable tome medidas. La técnica de información de las excepciones depende de reportar solamente sobre aquellos trabajos o labores donde ocurren desviaciones, de esta manera aquellas actividades que están funcionando dentro de los planes presupuestados se eliminan y el esfuerzo se concentra en las actividades problemáticas.

e) Toma de decisiones. Luego que los datos han sido revisados exhaustivamente y han sido identificadas las desviaciones, la función de control requiere que los supervisores tomen las medidas del caso, es decir, llamarles la atención acerca de las desviaciones a ese nivel de supervisión para que pueda implementarse las alternativas de solución.

Técnicas de control. En la actualidad existen variedad de métodos y unidades de medición que pueden ser útiles para facilitar el control en un departamento de mantenimiento. Las técnicas generalmente se derivan para controlar las mediciones de tiempo, dinero o ambas. Algunas de las técnicas más conocidas son:

- Programas de control,
- Presupuestos,
- Horas de trabajo,
- Normas de trabajo,
- Distribución de contabilidad,
- Integración de operaciones.

Evaluar significa en otras palabras: Medir, y dentro de la organización la evaluación cumple varios propósitos, por ejemplo: puede utilizarse como un criterio contra el cual puede validarse la eficacia de los instrumentos de selección o determinarse si los empleados necesitan entrenamiento. Sin embargo, también es instrumento de control, proporciona por retroalimentación información sobre la conducta del empleado, la cual puede utilizarse luego, como base para la asignación de recompensas así como, para corrección en acciones disciplinarias.

De este modo la evaluación no solo mide el comportamiento de un empleado, sino representa, el primer paso para iniciar acciones correctivas.

Desde luego que este método es más completo que la motivación, en la dirección de supervisores, porque provee de elementos más objetivos para otorgar recompensas, a la vez, que impulsa a los trabajadores a desarrollarse y mejorar su desempeño al sentirse medidos en su trabajo, motivados por alcanzar un peldaño más alto en la jerarquía organizativa y sentirse realizados al cumplir con las metas propuestas.

Para evaluar las técnicas de control es necesario que:

1) Los programas sean un aspecto importante del control para el correcto empleo del tiempo. Regularmente no es conveniente depender solo de los programas como instrumentos de control, también se requieren técnicas adicionales que abarquen el aspecto monetario del control. El apearse al cumplimiento de un programa a costa de la utilización de un gran número de horas-hombre y tiempo extra resultará en una gran diferencia al comparar los costos con los cálculos planeados.

2) Los presupuestos son una técnica de control que presupone lo que costará algo relacionado con el tiempo que llevará hacerlo. Es importante el uso en las labores de mantenimiento por la necesidad de conocer el tipo y la cantidad de materiales que se utilizarán en el trabajo, así como, el costo que representa las piezas que habrán de cambiarse y el estimado del tiempo para ejecutarlo.

### 3.3 Trabajo con Recursos

Recursos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento preventivo.

- Planos. Juegos completos actualizados y en buen estado de los planos del edificio (estructurales, arquitectónicos y de acabados) y las instalaciones (eléctricas, agua, drenajes, acabados, etc.), inventario físico (ver matriz de evaluación en págs. 15-17 y planos en anexos).
- Catálogos. Juego completo de catálogos, manual de partes y libro de repuestos suministrados junto con cada equipo durante su instalación en el edificio. En su defecto dirigirse a los proveedores o fabricantes respectivos.
- Contratos. Contratos de servicios (ambientales, estructurales, de equipos especiales como ascensores, equipos eléctricos y electrónicos, central telefónica, etc.).
- Listas de los equipos. La lista de los equipos se preparará asignando a cada equipo una hoja o tarjeta, recopilando en ella la información necesaria. Esto debe hacerse con todos y cada uno de los equipos del edificio y constituyen un record del equipo permanente que debe ponerse al día con cada adición o retiro del equipo.
- Aparatos y herramientas. Los aparatos y herramientas para llevar a cabo la labor de mantenimiento podemos clasificarlos en dos grupos: los de uso múltiple, que se utilizan indistintamente para varias clases de trabajo y las de uso específico que se utilizan únicamente para determinada máquina o equipo.

- Partes y repuestos en existencia. Existen ciertas partes de fácil desgaste y frecuente reemplazo, en los equipos cuyo funcionamiento es importante para el edificio y que son de existencia imprescindible en depósito para evitar costosas pérdidas de tiempo, o irregularidad en el servicio. Esta necesidad es aún más grande en las zonas apartadas, carentes de rápidas comunicaciones con las casas proveedoras; o cuando por causas especiales existe gran dificultad para conseguir el repuesto a corto plazo para un determinado tipo de máquina. Tanto en edificios nuevos como los ya existentes, el mejor método para preparar una lista de partes para su existencia en depósito es a través de una revisión, por el responsable de mantenimiento, de la lista de equipos, consultado simultáneamente con el catálogo de partes correspondientes. En los edificios nuevos, que comienzan a funcionar; una vez preparada esta lista puede proponerse su adquisición, apoyada por una justificación de la prioridad de los servicios prestados al edificio por los equipos en cuestión y al ahorro en tiempo y dinero que su existencia en depósito representan.

### **3.3.1 Asignación de recursos**

Al personal operativo y supervisión debe asignársele todo el equipo necesario para desarrollar su trabajo, el personal técnico (interno o externo) debe reportar cada visita o anomalía al supervisor, el que a su vez proveerá de planos, catálogos, herramienta o repuestos al técnico correspondiente. Se debe tener un inventario de este equipo de trabajo para controlar su uso y asegurarse así que permanezca en el departamento de mantenimiento.

### **3.3.2 Responsable de operaciones**

La responsabilidad de operaciones de mantenimiento está a cargo del Director (ver diagrama de modelo organizacional para mantenimiento preventivo, capítulo 1 pág. 11), y para realizar las evaluaciones iniciales y el seguimiento de un plan de mantenimiento preventivo, es necesario contar con el personal calificado, cuyo criterio ganado por estudios y experiencia le ayude a dar un dictamen acertado.

El supervisor puede ser aquella persona que esté relacionada con el campo del mantenimiento y/o de la construcción, incluyendo Ingenieros Civiles, Ingenieros Estructurales, Arquitectos, constructores o cualquier persona relacionada con estos campos. El criterio del supervisor es muy importante al implementar el programa de mantenimiento preventivo, así como el seguimiento del mismo, ya que las tareas multidisciplinarias de un mantenimiento así lo requieren.

### **3.3.3 Funciones del responsable**

Como se mencionó anteriormente, el director tiene la función que los objetivos y metas se cumplan, pero para lograr la ejecución eficiente de un control administrativo para un plan completo, se necesita un equipo de trabajo capacitado que apoye todas las actividades para cumplir con el Programa de Mantenimiento Preventivo.

Para esto, el director tendrá el apoyo del diseñador del programa de mantenimiento preventivo, el programador y sus controladores o digitadores de reportes y actualización de datos, el ejecutor con sus respectivos supervisores (con todo el personal operativo, técnicos, mano de obra calificada y mano de obra no calificada), la administración del proyecto de mantenimiento preventivo de la empresa o institución, pues sin ello sería sumamente difícil obtener los resultados propuestos en los objetivos del mantenimiento preventivo y, en algunos casos, el apoyo de los proveedores de la empresa como capacitadores para la correcta aplicación o instalación de sus productos.



## **4. MATRIZ DE EVALUACION**

### **4.1 Renglones de trabajo**

En principio debemos tener información de la situación actual del mantenimiento en la edificación y la organización que lo administra, abarcando los datos generales, aspectos básicos, técnicos y económicos:

a) Datos generales: De la encuesta #1 (ver pág.14) debemos recopilar la información general de la dependencia que solicita la implementación del sistema de control para mantenimiento de su edificación, en nombre del edificio, dirección, números de teléfono, vías de acceso, tipo de institución, nombre del propietario, nombre del solicitante, puesto administrativo del solicitante, así como cualquier otro dato que se considera importante guardar como inicio de la investigación.

b) Aspectos básicos: Información de uso primordial de la edificación, situación comercial o residencial, los riesgos que tiene el inmueble, aspecto físico general, tipo de construcción del vecindario, existencia de materiales inflamables, calles, alumbrado público, bordillos, banquetas, topografía del terreno, agua, sistema de drenajes de aguas negras y pluviales, edad del edificio, vida útil, área total de trabajo, dibujos finales, personal fijo que labora en el edificio, etc.

c) Aspectos técnicos: Generalidades del mantenimiento actual, personal o colaboradores capacitados y actividades principales de programación para mantenimiento, etc.

d) Aspectos económicos: Información de la importancia que los directores de la organización le dan al mantenimiento en general, para poder hacer la propuesta inicial, así como el presupuesto con que cuentan para desarrollar estas labores.

La información de la edificación dada por el colaborador interno más indicado antecede la de hacer una visita detallada del edificio, con el objetivo de obtener información específica para la evaluación y programación a realizar (ver matriz de evaluación págs. 15-17 y programa de control de mantenimiento págs. 31-37)

#### **4.1.1 Inventario actualizado de:**

Conociendo los factores a evaluar dentro del programa de Mantenimiento Preventivo para edificios y sus instalaciones, ahora es necesario recomendar el procedimiento o pasos para poder evaluarlos y obtener el inventario actualizado de la infraestructura, instalaciones, equipos y mobiliario de la edificación.

Paso 1. Recorrer el edificio desde el exterior.

- Empezar el recorrido caminando alrededor del edificio,
- Visualizar el sistema estructural,
- Examinar la estructura para encontrar discontinuidades verticales. Estos son los puntos en la estructura donde hay un cambio de rigidez o reducciones de la planta de la edificación.

- Examinar la estructura para identificar configuraciones irregulares en su planta. Con la presencia de discontinuidades verticales, los daños generalmente tienden a concentrarse en las irregularidades en la planta. Buscar también el daño de torsión en las esquinas del edificio o en los elementos estructurales de la periferia.
- Buscar rajaduras en las paredes exteriores, en las fachadas de vidrio o en fachadas de otro material. En algunos casos, estas rajaduras pueden significar que algún nivel ha sido dañado.
- Buscar indicios de fracturas en la cimentación.
- Examinar los acabados exteriores, repellos, cernidos, alisados, etc.

#### Paso 2. Examinar el sitio por daño geotécnico.

- Examinar el sitio para encontrar fisuras, movimientos verticales y abultamientos severos en la tierra,
- En áreas de laderas o barrancos es necesario examinar el área por deslizamientos de tierra o derrumbes,
- Cuando se sospecha la presencia de daño o amenaza geotécnica, la evaluación debe hacerse con un equipo, incluyendo un ingeniero geotécnico o geólogo,
- Dado que el daño o la amenaza geotécnica se puede extender a un área que incluya varios edificios, los edificios que se encuentren sin daño en un área inestable, debe ser notificada al personal interesado.

#### Paso 3. Inspección del sistema estructural desde el interior del edificio.

- Antes de entrar al edificio, se debe buscar daños graves o amenazas de derrumbes y considerar el peligro del colapso. No debe entrar si las condiciones de seguridad son obvias,

- Entrar al edificio,
- Generalmente, el sistema estructural está oculto por paredes, cielos falsos y otros elementos arquitectónicos. El evaluador debe remover los paneles de cielo falso para tener una mejor vista del sistema estructural; pero si eso significa la destrucción de algún acabado no se debe hacer sin la previa autorización,
- Localizar y observar escaleras, sótanos, cuartos de máquinas y cualquier otro ambiente que no esconda el sistema estructural,
- Examinar el sistema para carga vertical. Buscar las situaciones donde una columna muestre signos de falla, donde la estructura del piso o el techo se ha empezado a mover de sus soportes verticales, o donde la losa o viga han fallado o empezado a fallar,
- Examinar el sistema de carga lateral. Cualquier derrumbe o aplastamiento de un nivel o varios niveles, significa que un daño estructural ha sido experimentado (debe asesorarse con un experto),
- Examinar los acabados interiores, repellos, cernidos, alisados, etc

#### Paso 4. Inspección de daños no estructurales.

- Una vez adentro del edificio, buscar el posible daño en los siguientes elementos:
  - o Tabiques de mampostería,
  - o Tabiques desmontables,
  - o Cielo falso y sistemas de iluminación,
  - o Tanques de agua en azoteas y pisos altos,
  - o Otros elementos arquitectónicos dañados o desplegados,
- Inspeccione los elevadores y consulte con un técnico especializado por posibles daños al sistema eléctrico, neumático o paredes de sus ductos,

- Localizar fugas de gases tóxicos o vapores desconocidos en áreas donde hay materiales que puedan ser peligrosos,
- Si se observa un daño en el equipo de protección y detección de fuego, es necesario reparar lo antes posible para el buen uso del edificio,
- Inspeccionar las escaleras y determinar su seguridad estructural y las puertas de las salidas de emergencia.

Paso 5. Recorrer el edificio desde el exterior.

- Empezar el recorrido caminando alrededor del edificio,
- Visualizar el estado general del edificio,
- Muros de cerramiento (repellos, pintura)
- Antes de entrar al edificio hay que examinar los elementos no estructurales, tales como voladizos, rótulos de publicidad u otro tipo de daños o efecto representativo de amenaza.

Paso 6. Inspección del estado desde el interior del edificio.

- Entrar al edificio,
- Visualizar puertas de madera (estado, pintura, chapas, bisagras), paredes (repellos, pintura), cielos falsos, ventanería (perfiles, operadores, vidrios, empaques), pisos (base, ladrillos, uniones, remates), baños (inodoros, lavamanos, urinales, duchas, red general de agua potable, red general de drenajes de agua servidas, red general de drenaje de agua pluvial), electricidad (lámparas exteriores, lámparas interiores, interruptores, tomacorrientes, flipones, red eléctrica), madera (estado, barniz, uniones) herrería, sistema de gas (tubería, accesorios, uniones) u otros elementos.

Cada uno de estos elementos evaluado en 4 categorías:

1. En buen estado,
2. Reparación menor,
3. Reparación mayor,
4. Sustitución.

#### **4.1.1.1 Infraestructura**

La estructura de un edificio es de vital importancia dentro de la evaluación que se estudiará para implementar el sistema de control de mantenimiento preventivo, se ha dividido en tres grandes áreas:

- Estructura principal: Son aquellos elementos estructurales que soportan y mantienen el edificio como tal, entre estos tenemos los cimientos primarios, las columnas principales, las vigas principales, los muros de carga, las losas de entrepisos,
- Estructura secundaria: Son los elementos estructurales en segundo orden de importancia para el soporte de otros elementos de la edificación, entre ellos los cimientos secundarios, las columnas secundarias, las vigas secundarias, los muros de relleno, los módulos de escaleras, las losas finales,
- Elementos no estructurales: Pueden ser fachadas prefabricadas, fachadas de mampostería, cielos falsos, tabiques interiores, tabiques exteriores, elementos interiores o exteriores de metal, madera o concreto, las ventanas, las puertas, los pisos, azulejos o elementos que dan el aspecto arquitectónico a la edificación.

#### **4.1.1.2 Instalaciones**

Las instalaciones de un edificio son muy apreciadas por el tipo de servicio que prestan, es por ello que su mantenimiento debe de ser parte importante dentro de la evaluación para implementar el sistema de control de mantenimiento preventivo, se ha dividido en tres grandes áreas:

- Hidráulicas: Se refieren a la losa sanitaria (lavamanos, inodoros, mingitorios, etc.), los lavaplatos, chorros, la red o sistema de agua potable, drenaje de aguas y drenajes pluviales, sistemas de bombeo, sistema contra incendios, la acometida hidráulica, etc.
- Eléctricas: Son las lámparas, plafoneras, interruptores, tomacorrientes 100 Voltios, tomacorrientes 220 Voltios, tableros de flipones, ductos y cableados, sistema de emergencia, acometida eléctrica, etc.
- Especiales: Sistema de abastecimiento de gas, aire comprimido, aire acondicionado, etc.

#### **4.1.1.3 Equipos**

Los equipos dan un servicio importante, necesitan el trabajo de algunas instalaciones, su mantenimiento debe de ser considerado siempre que se diseñe un plan de mantenimiento, se ha dividido en cinco grandes áreas:

- Hidráulicos: Bombas de agua para abastecimiento, bombas de agua para red contra incendios, etc.
- Eléctricos: Planta de emergencia, etc.
- Mecánicos,
- Electrónicos,

- Especiales: Compresor de aire, condensadores de aire acondicionado, manejadoras de aire acondicionado, elevadores u otro equipo especial que sirva dentro de la edificación.

#### **4.1.2 Análisis y evaluación del estado físico**

El evaluador de la situación actual de la edificación es la persona más indicada para diseñar el programa de mantenimiento preventivo del edificio, debe de tener amplios conocimientos en el tema de mantenimiento, experiencia en el ámbito y un buen criterio para el análisis de los datos que llevará a estudio en gabinete.

Cada una de las áreas planteadas en la matriz de evaluación será cuidadosamente analizada y evaluada para la mejor comprensión de los involucrados en el modelo organizacional de mantenimiento preventivo, y para ello se necesitará los renglones de trabajo definidos y el inventario actualizado (por nivel si el edificio lo requiere) y basado en estos datos se diseñará el programa.

### **4.1.3 Análisis de la construcción**

Se deben definir los tipos de estructura e identificarlos desde el exterior del edificio. Puede ser poco difícil identificar el tipo de estructura desde la calle porque las fachadas tienden a esconder el esqueleto de la estructura. Por ejemplo, un marco de acero y un marco de concreto tienden a verse de forma similar desde la calle. Sin embargo, los rasgos típicos de los diferentes tipos de estructuras pueden dar claves para poder identificarlos. En algunos casos existe más de un tipo de marco en la estructura. Si este fuera el caso, el tipo de marco predominante es el que se debe indicar.

#### **4.1.3.1 Historial**

La edad aproximada del edificio puede indicar el posible tipo de construcción. Es difícil identificar visualmente la edad, pero la edad aproximada, o bien la década a la que pertenece, se puede estimar de acuerdo a la arquitectura, estilo y detalles de las fachadas de la edificación siempre y cuando éstas no hayan sufrido alguna remodelación. Si un edificio ha tenido remodelaciones, la edad aparente del edificio no se puede calcular de forma confiable. Si es posible, el evaluador debe estimar la edad del edificio de acuerdo a los archivos, planos o información más confiable. Todo esto nos ayudará para iniciar el proceso de Mantenimiento, corregir las fallas existentes, y prever el Mantenimiento en el futuro.

El uso original del edificio puede dar, algunas veces, claves para identificar el sistema estructural. El uso original puede deducirse del carácter del edificio, si este no ha sufrido remodelaciones.

Debe notarse que el uso actual puede ser diferente al uso original, por lo que se debe considerar esta situación con un cuidado especial pues el concepto original de diseño del inmueble puede no funcionar de forma correcta con el uso que se le da actualmente, esto puede perjudicar la edificación en todas las áreas importantes del mantenimiento preventivo, como lo son, la estructura (principal, secundaria y arquitectónica), las instalaciones (hidráulicas, eléctricas, etc.), los equipos y hasta el mobiliario; esta situación puede reducir la vida útil del edificio por un uso indebido y es de mucha importancia hacerlo notar (de darse el caso) en el diseño del programa de mantenimiento preventivo.

#### 4.1.3.2 Uso del inmueble

La ocupación se refiere al uso de la edificación. La carga de ocupación se refiere al número de personas que habitan o trabajan en la edificación. Aunque la ocupación y la carga de ocupación incrementan o disminuyen el daño con el paso del tiempo, es importante tener esta información para determinar las prioridades de las tareas dentro del programa de Mantenimiento Preventivo.

Ocupación: Puede ser residencial, comercial, oficinas, industrial, reuniones públicas, escuelas o institutos, edificio gubernamental, servicios de emergencia, edificación histórica. La ocupación que mejor describa su uso debe describirse. Si la edificación tiene varios tipos de ocupación, debe de identificarse también, aunque lo más importante es el uso actual del edificio.

Carga de ocupación: La carga de ocupación se utiliza para sentar prioridades en programas de mantenimiento preventivo y planes de emergencia.

El diseño original del inmueble debe de analizarse y evaluarse con respecto a la situación actual, para que el diseño del programa de mantenimiento sea el adecuado.

#### 4.1.3.3 Evaluación del ambiente

El ambiente es un factor de deterioro de una edificación de acuerdo a su ubicación en su sector. De esta forma es importante considerar la frecuencia de mantenimiento según su localización e impacto que tiene dentro de su entorno. La contaminación visual (interna o externa por ejemplo rótulos publicitarios), auditiva (ruido interno o externo con fábricas vecinas), olfativa (humo, malos olores internos o externos), son aspectos que se deben considerar y por ello figuran en la encuesta #1 como información que se debe anotar para la iniciar el proceso de implementación del programa.

#### 4.1.4 Costos del Programa de Mantenimiento Preventivo

Conforme las especificaciones técnicas de construcción, se utilizan las descripciones de trabajos y procedimientos de la integración de costos según la cantidad y calidad de materiales y su uso, frecuencia por reparaciones preventivas y correctivas.

#### **4.1.4.1 Frecuencia de mantenimiento**

##### **4.1.4.1.1 Según su uso**

El uso del edificio puede ser residencial, comercial, oficinas, industrial, reuniones públicas, escuelas o institutos, edificio gubernamental, servicios de emergencia, edificación histórica; y la frecuencia de mantenimiento será un criterio del diseñador del programa de mantenimiento preventivo, tomando en cuenta los equipos por su constancia de uso, instalaciones por su índice de ocupación e infraestructura según su tipo de estructura.

##### **4.1.4.1.2 Insumos para realizar actividades preventivas**

Para realizar las actividades de un programa de Mantenimiento Preventivo se requiere, como mínimo, el siguiente equipo:

- Casco,
- Tabla de apoyo y formularios de evaluación,
- Cinta métrica,
- Plomada o nivel,
- Martillo o cincel,
- Linterna,
- Cámara fotográfica,
- Binoculares.

#### **4.1.4.1.3 Días/Horario adecuados para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo.**

Se debe estudiar con detalle que días son los más convenientes para realizar todos los trabajos correspondientes al Programa del Mantenimiento Preventivo, para no ocasionar molestias al personal administrativo y/o operativo que labora dentro de la edificación.



## **5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

### **5.1 Instalaciones / Infraestructura**

Los párrafos siguientes están basados en el libro Manual del ingeniero civil, tomo I, pp 3-1 a 3-35.

Desde los tiempos antiguos las especificaciones han sido esenciales en la construcción. Antes de que el hombre supiera escribir, las especificaciones se transmitían en forma oral. Cuando por primera vez se introdujeron los dibujos, las especificaciones se detallaron en ellos. Conforme el hombre comenzó a usar herramientas y materiales cada vez más complejos y la sociedad se hizo cada vez más complicada, fue necesario proporcionar con gran detalle especificaciones escritas que cubrieron múltiples facetas del trabajo de construcción.

Una de las primeras especificaciones escritas registradas en la historia se encuentra en la Biblia. En el libro del Génesis, capítulo 6, versículos 14-16, se leen las especificaciones que el Señor dio a Noé para la construcción del arca: “Hazte un arca de maderas resinosas, divídela en compartimientos y las calafateas con brea por dentro y por fuera. Hazla así: trescientos codos de largo, cincuenta de ancho y treinta de alto; harás en ella un tragaluz y a un codo sobre éste acabarás el arca por arriba; la puerta la haces a un costado: harás en ella un primero, un segundo y un tercer piso”.

Con el paso del tiempo, el hombre ha hecho muchos planos y especificaciones, pero ninguno, salvo aquellos que se hicieron para el arca, sirvieron mejor a su propósito; el arca sobrevivió a la terrible destrucción del mundo por el Diluvio, tal como se registra en las Sagradas Escrituras.

De ser necesario y cuando no existe un departamento interno de mantenimiento en la organización se deben preparar las especificaciones técnicas para este caso, iniciando por el mantenimiento correctivo de la infraestructura, instalaciones o equipos que requieren inmediata atención (con mantenimiento correctivo) para luego implementar el plan y ordenar la frecuencia con que se va a atender en un programa de mantenimiento preventivo.

*Composición de las especificaciones para el mantenimiento.* Estas comprenden dos grandes rubros: 1) las bases según las cuales un contratista prepara y presenta su oferta o proposición para ejecutar el mantenimiento, así como las condiciones del contrato bajo las cuales se debe realizar el trabajo y 2) las especificaciones detalladas necesarias para que se efectúe el trabajo de mantenimiento. Esta combinación de bases y especificaciones, junto con los planos aprobados y los documentos del trabajo, componen la documentación del contrato de mantenimiento. Cuando se hace frente a la tarea de preparar las especificaciones para un programa de mantenimiento, el diseñador del programa de mantenimiento considerará muchos factores. Entre los más importantes están:

- Objeto o fin de diseño de la infraestructura,
- Uso actual de la infraestructura,
- Magnitud del proyecto,

- Tiempo estimado para la implementación del programa de mantenimiento,
- Contratación de asesores profesionales en disciplinas específicas para revisión de especificaciones, etc.

Después que se han establecido las condiciones básicas, se deben preparar los documentos contractuales para el mantenimiento.

Un contrato es un convenio que crea obligaciones. Sus secciones esenciales tratan de los interesados competentes, objeto del contrato, consideraciones legales, acuerdos y obligaciones mutuas. Un contrato de mantenimiento es un compromiso que se suscribe para investigar, diseñar, planificar, programar, ejecutar, controlar y revisar las actividades definidas de acuerdo a planos y especificaciones, y por un monto previamente definido, cumplir y darle seguimiento para el uso y ocupación de una edificación dentro de cierto tiempo.

Como una guía general, están disponibles formularios de todos estos documentos, en diversas organizaciones como el American Consulting Engineers Council, el American Institute of Architects, la American Society of Civil Engineers, la Associated General Contractors of America y la General Services Administration.

*Clases de contrato.* Los contratos de mantenimiento de edificaciones públicas deben de adjudicarse sobre la base del análisis de la competitividad de los interesados en un concurso. En general, tales contratos son de dos tipo:

- 1) A precio unitario o por medida,
- 2) De suma global o precio alzado.

Lo cual depende de la forma de pago del contratante. Los contratos de mantenimiento que hacen los propietario privados se obtienen en concurso o se negocian; pero, en cualquier caso, en general, pertenecen a las mismas dos clases mencionadas.

1) *Contrato a precio unitario.* Cuando no es posible establecer en el programa de mantenimiento los límites exactos de las diversas actividades incluidas en el contrato, para fines de pago se dividen los renglones de trabajo en sus principales elementos según su clase de trabajo y los oficios que comprende. El número de renglones es estimado por el diseñador y este número se alista en el presupuesto.

Se obtiene el presupuesto total sumando los importes de todos los renglones del presupuesto, importes a los que se llega multiplicando la cantidad de elementos en los renglones por el precio unitario correspondiente. El presupuesto total es la base de comparación de todas las proposiciones y sirve para establecer la oferta con costo más bajo. Los pagos al contratista se pueden hacer sobre la base de la cantidad real de cada renglón ejecutado en el programa de mantenimiento al precio unitario establecido en el contrato.

2) *Contrato a suma global o precio alzado.* Se emplea un contrato a suma global cuando es posible establecer con exactitud, sobre los planos, los volúmenes del programa de mantenimiento y el tipo de trabajo a realizar. En esta clase de contrato es imperativo que los planos y las especificaciones sean claros y muestren con detalle todas las características y requisitos de mantenimiento de la edificación. Se paga al contratista sobre la base de un presupuesto de suma global, o a precio alzado, que cubra todas las labores y servicios detallados en los planos y las especificaciones.

Algunas veces las situaciones especiales hacen que la contratación se desvíe del procedimiento ordinario. En tales casos, el propietario solicita las propuestas de un grupo selecto de contratistas especialmente calificados y reconocidos en general como especialistas en el mantenimiento de tales servicios, estos se llaman contratos por especialidad.

Disposiciones generales de las especificaciones. Establecen los derechos y las responsabilidades de las partes en los contratos de construcción (el propietario y el contratista); también incluyen las fianzas (de sostenimiento de oferta, de anticipo, de cumplimiento de contrato, de conservación de obra y de saldos deudores), los requisitos que rigen sus relaciones comerciales legales, y la autoridad del ingeniero.

*Formas de especificaciones técnicas para contratos de mantenimiento.* Estas especificaciones pueden tomar varias formas. Pueden seleccionarse una o más de éstas, de manera que sean las que mejor sirvan al propósito para el cual se preparan las especificaciones. Las clases de especificaciones técnicas de uso común son:

- Especificaciones de renglones de trabajo (materiales y mano de obra comúnmente llamadas especificaciones descriptivas).
- Especificaciones de compra de repuestos, materiales o insumos.
- Especificaciones de operación.

*Especificaciones de renglones de trabajo (materiales y mano de obra).* Este tipo de especificaciones es muy importante en los contratos de mantenimiento de una edificación. Se incluyen en su cobertura factores principales que se consideran dentro del diseño, programación y ejecución del programa de mantenimiento cubierto por el contrato.

Estos factores incluyen las condiciones generales y especiales que afectan el desempeño del trabajo, los requisitos de materiales, los detalles de construcción, y la medida de las cantidades de trabajo bajo las partidas programadas y los métodos de pago de dichas partidas.

*Especificaciones de compra de repuestos, materiales o insumos.* Estas especificaciones se usan en edificaciones de considerable magnitud que requieren muchos contratos especiales de mantenimiento, contratos que de ordinario operan simultáneamente. Por ejemplo, las especificaciones de compra o adquisición de los repuestos o materiales son deseables en el caso de una edificación de mas de 10 niveles donde es conveniente separar los contratos de mantenimiento general con los de las empresa que da el servicio a los elevadores, a la planta eléctrica de emergencia, el sistema contra incendios, etc. Este procedimiento asegura la uniformidad y la disponibilidad de los repuestos, materiales o insumos que se requerirán. Facilita la ejecución y el control, al permitir programar los servicios de manera que coincidan con las necesidades del diseño general del programa de mantenimiento en un punto específico del proyecto. Asimismo, puede emplearse un procedimiento semejante para abastecerse de los repuestos y materiales en suficiente cantidad.

Las especificaciones en los contratos de esta naturaleza contienen, además de los procesos de programación, todos los elementos de las especificaciones de materiales u mano de obra, excepto los detalles de ejecución en campo.

*Especificaciones de operación.* Estas especificaciones se aplican mucho en los contratos de mantenimiento de maquinaria y de equipo de operación de la edificación, y se consideran como contratos diferentes de los de compra de materiales. Los contratos mantenimiento de maquinaria y equipo pueden celebrarse independientemente por el propietario antes que se haga el contrato de mantenimiento general bajo cuyas cláusulas se hará la supervisión. El objetivo de esto es asegurar la entrega de dicho servicio a la maquinaria, en el lugar de trabajo, de manera que llegue a tiempo para que pueda repararse dentro de la secuencia programada de mantenimiento. De ordinario es necesaria la colocación adelantada de los contratos de compra, debido a la gran cantidad de tiempo que se lleva la fabricación o importación de tales repuestos. En general, las especificaciones de operación además de establecer los materiales que entran dentro del equipo de mantenimiento, con todas las propiedades física y químicas pertinentes, determinan las características de las capacidades que debe tener el equipo bajo condiciones reales de operación. Entonces las especificaciones deben ser completas en lo que respecta a la definición de la calidad, función y otros requisitos que deben satisfacerse. Puesto que las especificaciones de operación requieren muestras, pruebas, certificaciones y otras pruebas de acatamiento, tienden a incrementar los costos del contratista al tener éste que proporcionar la información y los costos al diseñador para que verifique los datos que se le enviaron. Esto también se añade a la responsabilidad que tiene el diseñador por un servicio no satisfactorio o inadecuado.

Cuando la maquinaria y el equipo no son críticos desde el punto de vista de los programas de fabricación y de entrega, pueden incluirse en las especificaciones de mantenimiento general.

Las especificaciones técnicas que regirán el contrato de mantenimiento preventivo del edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala serán:

#### 1. UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos deberán realizarse en el edificio de Rectoría, Ciudad Universitaria de la Universidad de San Carlos en la zona 12.

#### 2. CANTIDADES DE TRABAJO

Las cantidades de trabajo a realizarse se detallan y cuantifican en el cuadro PROGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (ver págs. 31-37)

#### 3. GENERALIDADES

- 3.1 El objeto de los planos y especificaciones es el de regir los trabajo de mantenimiento preventivo que el contratista se compromete ejecutar, de acuerdo con ellos y con la oferta, el contrato y demás documentos de contratación.
- 3.2 Los planos y especificaciones se complementan y lo que se designe en cualquiera de ellos es como si hiciera en ambos. El supervisor con autorización del Jefe de la División de Servicios Generales puede modificar las especificaciones indicadas.

- 3.3 Queda entendido que el Contratista conviene en ejecutar trabajos completos, de manera que no hará reclamos por pagos de materiales, mano de obra, equipo y/o herramientas (afectados por los correspondientes porcentajes de costos indirectos), obviamente pero no especificados especialmente.
- 3.4 Si hubieren errores u omisiones en los planos o especificaciones, el contratista deberá notificarlos por escrito al supervisor antes de iniciar el trabajo correspondiente. En caso contrario, el contratista será responsable de los resultados de cualquier error u omisión y de los costos de su rectificación.
- 3.5 El contratista es el único responsable del trabajo y no dejará de serlo porque el supervisor verifique o no algunas etapas del trabajo.
- 3.6 El contratista recibirá, libre de costos, dos juegos de planos y dos copias de bases y especificaciones. El contratista mantendrá una copia disponible para consulta del supervisor en el lugar de trabajo. El contratista suministrará por su cuenta copias a su personal, a los sub-contratistas y a las autoridades competentes.
- 3.7 Errores, discrepancias y omisiones:
- 3.7.1 Si durante el curso de los trabajos de construcción el contratista encuentre cualquier error, discrepancia u omisión en los planos o en las especificaciones, lo notificará inmediatamente por escrito al Supervisor.

La corrección de cualquier error u omisión y la interpretación de cualquier discrepancia hecha por el Supervisor será aceptada, como final, siempre y cuando exista una orden firmada por éste y con visto bueno del Jefe de la División de Servicios Generales.

3.7.2 En caso que existiesen discrepancias entre los planos estructurales y los planos de detalle o entre los planos y las especificaciones, se aplicarán las siguientes reglas.

- Los dibujos a tamaño natural sobre los dibujos a escala.
- Los dibujos a escala mayor regirán sobre los dibujos a escala menor.
- Las dimensiones indicadas regirán sobre las medidas a escala.
- Las especificaciones regirán sobre los planos.
- Las especificaciones técnicas especiales regirán sobre las especificaciones técnicas generales.

3.8 Errores, faltas u omisiones en las informaciones. Cualquier falta, descuido, error u omisión del oferente en la obtención de informaciones, no revelará de la responsabilidad de apreciar adecuadamente las dificultades y los costos para la ejecución satisfactoria de todo trabajo y el cumplimiento de las obligaciones que se derivan de presentación de ofertas.

3.9 El supervisor podrá ordenar que cualquiera de todos los materiales sean sujetos a prueba del laboratorio. Las pruebas de calidad necesarias serán por cuenta del contratista. El contratista suministrará las muestras sin costo alguno, éstas serán efectuadas en el centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- 3.10 El supervisor podrá tomar muestra para realizar sus propias pruebas, cuando lo crea necesario. La responsabilidad en la calidad de los materiales es completamente del contratista.
- 3.11 Los materiales se almacenarán de forma que garanticen la preservación de su calidad para el trabajo y se colocarán de forma que puedan ser inspeccionados fácilmente. Los materiales incorrectamente almacenados se rechazarán sin probarlos.
- 3.12 Los materiales que no llenen los mínimos de las especificaciones o que no estén bien almacenados se considerarán defectuosos y se rechazarán y deberán removerse inmediatamente. De no ser así, el supervisor procederán a la remoción y el costo será deducido de cualquier pago que deba hacerse al Contratista.
- 3.13 El contratista proveerá y pagará todos los materiales, maquinaria, herramienta, equipo, transporte, mano de obra, prestaciones laborales y otras facilidades necesarias para la correcta ejecución y terminación de los trabajos.
- 3.14 El agua necesaria para la contracción será provista por la Universidad de San Carlos de Guatemala; el contratista deberá hacer por su cuenta las instalaciones provisionales necesarias para la conducción de la misma. La energía eléctrica, para los trabajos será proporcionada por la Universidad de san Carlos de Guatemala, serán efectuadas por el contratista las instalaciones provisionales de la misma.

- 3.15 El contratista debe proporcionar al Supervisor todas las facilidades posibles para que pueda establecer si el trabajo efectuado y los materiales empleados son nuevos y de la calidad pedida en las bases y especificaciones. Dicha inspección abarcará la totalidad de la obra, así como la fabricación y preparación de los materiales a usarse. Si el supervisor lo solicita, el contratista deberá descubrir o remover parte del trabajo terminado que ese le indique, después de lo cual deberá restaurar o reparar las partes descubiertas o removidas de acuerdo a las normas estipuladas en las especificaciones. Si el trabajo mostrado o examinado se encuentra de conformidad, los trabajos de remoción o de descubrimiento y de restauración se pagarán como trabajo extra. De no ser así, el trabajo corre por cuenta del contratista.
- 3.16 No se usará material que no haya sido supervisado o inspeccionado por el supervisor. Esta inspección previa, no excluirá o invalidará un rechazo posterior al ser localizado un material o trabajo defectuoso.
- 3.17 La remoción del trabajo defectuoso o no autorizado, será hecha por el contratista por su cuenta, lo mismo que la sustitución de dicho material. Todo trabajo ejecutado sin previa autorización escrita podrá ordenarse sea retirado por cuenta del contratista. Si el contratista no cumple cualquier orden del Supervisor que haya sido emitida de acuerdo con las disposiciones de este inciso, el supervisor está autorizado para ordenar la reparación, remoción o sustitución del trabajo efectuado. El costo de las reparaciones se deducirá de cualquier pago que deba hacerse al contratista.

- 3.18 El contratista debe mantener su trabajo en perfectas condiciones hasta la recepción final. El supervisor dispondrá la inspección de todo trabajo concluido cuando reciba aviso del contratista y compruebe en sus registros que se encuentra realmente terminado.
- 3.19 Si durante la inspección final se comprueba que el trabajo no se encuentra en condiciones aceptables, se dará aviso al contratista, indicándole los defectos que deben ser corregidos previo a la aceptación final.
- 3.20 El contratista se familiarizará, cumplirá y actuará de conformidad con todas y cada una de las leyes, reglamentos, decretos y disposiciones legales del Congreso de la Republica, Ley de Compras y contrataciones y su reglamento. Se regirá por las disposiciones legales y reglamentos antes mencionados y será responsable directo de todos los daños o perjuicios causados por él o por sus empleados, quedando la Universidad de San Carlos de Guatemala exonerada de todas responsabilidades y reclamos derivados de cualquier infracción a las leyes.
- 3.21 Los salarios que el contratista pague, no serán menores al mínimo establecido por la ley y deberá cumplir con las disposiciones del Código de Trabajo o cualquier otra ley o Reglamento que regulen las relaciones laborales.
- 3.22 El contratista asumirá la calidad de patrono y por lo tanto será responsable de las presentaciones laborales y patronales ante el instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

- 3.23 El oferente deberá cumplir con todo lo estipulado en las Bases de Contratación y en consecuencia, el hecho de participar como oferente implica la aceptación de todo contenido en las mismas, sin necesidad de declaración expresa. Toda adjudicación se entenderá sujeta a dichas condiciones generales y especificaciones.
- 3.24 En virtud de lo establecido anteriormente se entenderá rechazada y por consiguiente no se tomará en cuenta la oferta que contenga cualquier manifestación contraria a las condiciones generales, a las especificaciones que sujete cualquier condición no contemplada en las mismas.
- 3.25 Solo se aceptará una oferta por cada oferente.
- 3.26 Los derechos y obligaciones que de origen la contratación son intransferibles.
- 3.27 Los honorarios profesionales por la autorización de la escritura en la cual se asiste el contrato respectivo y los gastos que el mismo cause, serán cubiertos por el contratista y en ningún caso podrán cargarse a los contratados.
- 3.28 La Universidad se reserva los siguientes derechos:
- a) Rechazar totalmente todas o cualquiera de las ofertas por medio de la Comisión de cotización cuando no se ajusten a los requisitos fundamentales en las Bases, o cuando los precios, calidad otras condiciones ofrecidas sean inconvenientes para los intereses de la Universidad.

- b) Desistir de la presentación de ofertas, dejarlas sin efecto u ordenar la práctica de una nueva, según lo estime conveniente.
  - c) Hacer las adjudicaciones, de acuerdo a los intereses de la USAC.
- 3.29 El contratista protegerá toda propiedad (excepto aquellas cuyo retiro o demolición sean requeridos en los planos). Contra cualquier daño. En caso de existir propiedades cuyo daño ocasione gastos de cualquier naturaleza, el trabajo no se iniciará hasta que se haya tomado las medidas necesarias para su protección. El contratista será el responsable único y directo de los daños, perjuicios, litigios, pérdidas o reclamos que pudieran ser causados durante la ejecución de los trabajos, quedando la Universidad de San Carlos de Guatemala exonerada de cualquier contingencia.
- 3.30 Hasta la aceptación de la obra por la Universidad de San Carlos de Guatemala, ésta estará a cargo del contratista y bajo su propio cuidado, debiendo tomar las precauciones necesarias para protegerla contra daños y perjuicios motivados por cualquier causa, antes de la aceptación final el contratista deberá reparar los desperfectos sufridos debiendo costear los gastos correspondientes.
- 3.31 El contratista proveerá por su cuenta barricadas, avisos de precaución y desvíos necesarios para la protección del trabajo y conveniencia del público cuando esto sea necesario a juicio del supervisor.
- 3.32 La Universidad de San Carlos de Guatemala podrá hacer alteraciones en las cantidades de trabajos o en los planos inherentes al contrato. Estas no se deben considerar como una invalidación de cualquier disposición de las mismas.

- 3.33 El Contratista deberá ejecutar cualquier trabajo extra suplementario siempre que sea conveniente y necesario para la terminación de la obra. No se empezará ningún trabajo extra sin haberse celebrado previamente un acuerdo por escrito que estipule, precios unitarios, cantidades de trabajo a realizarse y monto total de los mismo. Los precios unitarios no podrán ser mayores que los contratados originalmente.
- 3.34 Ninguna medida, estimación o certificación que se haya efectuado antes o después de la terminación aceptación y pago del trabajo, obstaculizará que la Universidad de San Carlos de Guatemala demuestre que cualquier medida, estimación o certificación es falsa o incorrectamente hecha, o que el trabajo o materiales no están hechos conforme al contrato. Esta medida, estimación o certificación no impide a la Universidad de san Carlos de Guatemala para cobrar al contratista en el cumplimiento de los términos del contrato.
- 3.35 Al finalizar el trabajo y antes de efectuarse la aceptación final, el contratista deberá mover y limpiar los alrededores de los equipos sobrantes, materiales abandonados, desperdicios y estructuras provisionales, restaurado la propiedad que haya sido dañada durante la ejecución del trabajo. La colocación de materiales, de equipo o desechos en propiedades colindares, sin el permiso escrito de los propietarios, no constituirá cumplimiento satisfactorio de la obligación.
- 3.36 Es necesario y la Universidad de San Carlos lo exigirá, que el área donde se ejecuten los trabajos permanezca la mayor parte del tiempo durante el cual se llevan a cabo lo mismo, limpia de desechos y en forma presentable siendo esto responsabilidad del contratista.

- 3.37 El contratista no podrá negociar en ninguna forma el contrato o su derecho, título o intereses por él en favor de un individuo, empresa o sociedad, pero si podrá subcontratar algunas partes del contrato que por su índole ameritan personal especializado. Antes de subcontratar, debe tener el consentimiento expreso y por escrito del supervisor. Estos subcontratos no revelan al contratista o a su fiador de las responsabilidades en que incurra en el contrato o fianza. El contratista será reconocido por la Universidad de San Carlos de Guatemala únicamente como empleado agente del contratista.
- 3.38 Tiempo de ejecución: El contratista deberá entregar las obras completamente terminadas en el tiempo al que se comprometa.
- 3.39 El contratista empezará la obra dentro del límite del tiempo establecido en el contrato.
- 3.40 El trabajo será diurno o en las horas hábiles del día, el trabajo nocturno o en horas extras sólo podrá hacerse con autorización del Supervisor.
- 3.41 Responsabilidades del Contratista: El contratista será directamente responsable de todos los daños y perjuicios causados a terceros durante la ejecución del contrato, sean causados por él o por sus empleados agentes, debido indemnizar a todas las partes afectadas y dejar a salvo a la USAC sus funcionarios, agentes o empleados, de toda responsabilidad y/o reclamo derivado de cualquier infracción a las Leyes de Guatemala.

De igual manera es la responsabilidad del contratista la provisión de todos los materiales que requieran la obra, conforme las especificaciones indicadas, así como el equipo de trabajo necesario y la cancelación de la mano de obra y prestaciones de ley que generen los trabajos a realizar.

- 3.42 No se concederán prórrogas de tiempo por detenciones o suspensiones de trabajo, si las causas de dichas demoras se deben a culpa o negligencias del contratista. La prórroga de tiempo podrá ser otorgada por la Universidad del San Carlos de Guatemala, previa recomendación del supervisor y por causas de fuerza mayor. Si el contratista considera una prórroga de tiempo presentará una solicitud por escrito al Supervisor por lo menos dos semanas antes que la prórroga tenga lugar.
- 3.43 Especificaciones Técnicas: Las especificaciones técnicas generales se usarán y serán las Especificaciones Técnicas de Construcción de la Dirección General de Obras Públicas del Departamento de Estudios y Proyectos de Edificio Públicos 1976 y las que USAC elabore para el efecto.
- 3.44 Todos los impuestos, correrán por cuenta del contratista, así como los gastos y honorarios que cause la negociación.
- 3.45 Retrasos: El contratista reportará con prontitud a la USAC cualquier evento o condición que pueda retrasar o impedir la terminación del trabajo contratado, de acuerdo con el período fijado para la terminación del contrato.

3.46 Autoridad del Supervisor: El supervisor designado por la USAC actuará como agente de la USAC en la supervisión selectiva del trabajo realizado por el Contratista, efectuará las aprobaciones necesarias e instrucciones y emprenderá cualquier acción respecto a cuestiones tales como:

- a) Interpretación de planos y especificaciones.
- b) Aprobaciones de la cantidad y calidad del equipo de producción y materiales entregados en el lugar de la obra.
- c) Inspección y aceptación o rechazo del trabajo en el lugar de la obra y exigir la sustitución de los trabajos, equipo y materiales defectuosos.
- d) Aprobación de los procedimientos y resultados de pruebas.
- e) Inspección final de la obra.
- f) Aprobación de pagos parciales y/o finales al contratista.

#### 4. TRABAJOS A REALIZAR

4.1 Contaminación auditiva: Se deberá evaluar el nivel de contaminación auditiva por medio de un decibelímetro, para medir el ruido que existe en el área en horas pico, y compararlo con los rangos permitidos en un edificación de uso similar.

4.2 Contaminación visual: Se deberá evaluar el nivel de contaminación visual por medio de un conteo de rótulos de diferente función (comerciales, políticos, de seguridad, de identificación de áreas, etc), para medir el grado de contaminación visual existente y compararlo con los rangos permitidos en una edificación de uso similar.

- 4.3 Contaminación olfativa: Se deberá evaluar el nivel de contaminación olfativa por medio de un análisis de pureza del aire (identificando el humo producido por motores de combustión, humo producido por el proceso de una fábrica, basureros cercanos, etc.) considerando el tipo de contaminantes existentes y comparándolo con los rangos permisibles en una edificación de uso similar.
- 4.4 Limpieza interna y externa: Se dará un dictamen en base al criterio profesional del evaluador, considerando en este punto trabajos de jardinería, polvo en el mobiliario o equipos, orden general, etc.
- 4.5 Análisis de la estructura principal y secundaria de la edificación: Un especialista en el área de estructuras evaluará la cimentación, columnas, vigas, muros y losas, y emitirá un reporte de cada una de los elementos antes mencionados con el objetivo de detectar fallas existentes o posibles en el sistema estructural del edificio, así como recomendando las soluciones técnicas factibles para corregir o prevenir el continuo deterioro o colapso de las mismas.
- 4.6 Reparación de fachadas, muros y losas: Se evaluará la situación de las fachadas, muros, losas, columnas, vigas u otros elementos en busca de deterioro en tallados, repellos, cernidos, alisados; se corregirán los acabados dañados y se preverá la frecuencia con que estos deben de ser evaluados nuevamente para reparaciones programadas.

- 4.7 Impermeabilización de losas: Se evaluará la situación de las losas, vigas, muros u otros elementos que sean susceptibles de filtraciones de agua pluvial y se propondrán las soluciones técnicas factibles para corregir estas fallas de permeabilidad de los materiales usados, asimismo se preverá la frecuencia de evaluación para reparaciones o trabajos nuevos programados.
- 4.8 Pintura: Se evaluará la situación de la pintura en todos los elementos estructurales o no estructurales. El trabajo de pintura a realizar consiste en la aplicación de pintura en todas las áreas interiores y exteriores del edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Del tipo de superficie a trabajar: Las superficies a pintar son todas las paredes, tabiques, puertas y cielos, cuya cuantificación se detalla en la hoja de presentación de ofertas.

Del procedimiento y materiales a utilizar: Previo a realizar el trabajo de pintura deberá retirarse de las superficies todo el polvo, grasa y suciedad en general, que pudieran dañar la adherencia del material a aplicar.

Las superficies metálicas deberán ser limpiadas y pulidas con lija para metal 180, para remover imperfecciones y lograr perfil de anclaje para luego aplicar el recubrimiento.

Las superficies de madera deberán ser lijadas y pulidas con lija para metal número 200, para remover imperfecciones y lograr perfil de anclaje para luego aplicar el recubrimiento.

Para el caso de las superficies de mampostería y cielos se deberá usar pintura PVA con 15% de sólidos por volumen, diluida con 1/8 de agua por galón y aplicación de 8 puntos de tinte dramaton por galón en el color especificado en la muestra.

La aplicación de la pintura a las superficies de mampostería y tabiques será de 2 manos, a rodillo, con 6 horas de espaciamento entre aplicación.

Para el caso de las superficies metálicas se deberá usar pintura de esmalte industrial alkydico con 35% de sólidos por volumen, de alto brillo, con dilución de un 25% de solvente mineral por galón y 6 onzas de tinte dramaton por galón, en el color especificado en la muestra.

La aplicación de la pintura en las superficies metálicas será de 2 manos, con compresor de aire (o con brocha de cerda natural), con espaciamentos de 24 horas entre cada aplicación.

Para el caso de las superficies de madera se deberá usar una primera mano de pintura PVA de 15% de sólidos por volumen y una segunda mano de pintura de esmalte industrial alkydico con 35% de sólidos por volumen de alto brillo, con dilución de un 25% de solvente mineral por galón y 6 onzas de tinte dramaton por galón, en el color especificado en la muestra.

La aplicación de pintura en las superficies de madera será de 2 manos como se especifica en el párrafo anterior, aplicadas con brochas de cerda natural con espaciamento de 24 horas entre cada aplicación.

- 4.9 Limpieza y sustitución de vidrios: Se deberá realizar la limpieza de todos los vidrios de las ventanas del edificio de Rectoría. La limpieza deberá realizarse por ambos lados de todos los vidrios del edificio previamente identificado.

El procedimiento a seguir consiste en realizar inicialmente un lavado general de los vidrios con abundante agua y la aplicación de un jabón químico y solvente mineral.

El trabajo de lavado se deberá repetir tantas veces como sea necesario para asegurar la remoción de todo el polvo, grasas, restos de materiales adhesivos, papeles y cualquier otro elemento adherido al vidrio.

Para aprovechar el sistema de andamiaje que requiere la realización de este trabajo inmediatamente después del lavado deberá procederse a secar el vidrio con paños finos, nuevos, sin grasa, hasta lograr su total transparencia.

Este procedimiento deberá realizarse en ambas caras de cada uno de los vidrios a limpiar.

El contratista deberá también aplicar grasa a todos los elementos de ventanería que se revisen así como sustituir al mastic o empaques colocado en los vidrios, que estén en mal estado y reponer cualquier vidrio que, como producto del trabajo a realizar en la ventanería, resultare dañado.

Trabajos en ventanería. Los trabajos a realizar en la ventanearía de los edificios, consisten en la remoción y sustitución de vidrios rotos o rajados y la revisión del funcionamiento de las áreas de ventilación de cada ventana, incluyendo el complemento de los operadores de la ventilación en todos los casos, para lo cual se colocaran elementos de la misma calidad similar a los existentes, siempre que los mismos sean aprobados por la supervisión. Para el efecto se debe efectuar una detenida revisión de cada ventana, ajustar, aceitar y completar su sistema de ventilación y sustituir las piezas que se requiera para asegurar su adecuado funcionamiento. Todas las piezas que sea necesario sustituir deben ser idénticas a las existentes, nueva y de la misma marca y calidad. En el caso en que no existiera en el mercado repuestos de la misma marca podrá recurrir a una marca similar, después de que se haya demostrado la imposibilidad de obtener repuestos legítimos y se cuente con la aprobación escrita del supervisor.

- 4.10 Reparación de pisos: En las áreas de pasillos de los edificios es necesario efectuar reparaciones de algunos sectores que han tenido hundimientos y rompimientos. Para el efecto es necesario hacer una inspección física del área a fin de cotizar ese renglón de trabajo. En todo caso el piso a colocar debe ser fabricado con el mismo diseño que el existente y colocado luego de remover el piso dañado, remover la base defectuosa y haber rellenado el área con material selecto compactado con vibrocompactador. El nuevo piso colocado debe ser pulido y lustrado a máquina (de ser necesario) para que tenga la misma presentación que el existente.

4.11 Trabajos de electricidad: Los trabajos de electricidad que se desglosan en las hojas de cotizaciones adjuntas, deben efectuarse de conformidad con las siguientes especificaciones.

Cambio de lámparas: Todas las lámpara que se detallan en la hoja de cotización constituyen sustitución de las lámparas existentes. Para el efecto debe procederse a retirar las lámpara existentes, revisar y corregir, en caso sea necesario, el alambrado y proceder a la instalación de la nueva lámpara, según lo especificado. Para la fijación de la lámpara a la pared o al cielo, según sea el caso, deberán utilizarse accesorios de fijación tipo HILTI.

Los tipos de lámparas especificaciones:

4X40 w Lámpara tipo industrial, fluorescente, de 4 tubos de 40watts tipo day lighth y caja metálica esmaltada en blanco con difusor.

2x40w Lámpara tipo industrial, fluorescente, con 2 tubos de 40 watts tipo day lighth y caja mélica esmaltada en blanco con difusor.

Listón Lámpara tipo industrial, fluorescente, con un tubo de 40 wtts tipo day lighth y caja metálica esmaltada en blanco.

2\*100 Lámparas tipo incandescentes, de dos bombillas de luz directa 40 watts, caja y difusor de acrílico opaco.

200w Lámparas decorativas de luz incandescentes, de una bombilla de 200 watts, con posibilidades de orientar el haz de luz hacia el área de trabajo o a donde se requiera.

Reflector. Lámpara tipo reflector, de base metálica giratoria y una bombilla.

Luz de lámparas tipo reflector, de halógeno de 500w con base giratoria y halógeno bombillas de halógeno.

Cambio de interruptores: Los interruptores que operan todas las lámparas deben ser sustituidos por nuevos. Para el efecto se utilizarán armaduras, dados y placas de interruptor, Marca Bticino o similar, metálicas.

Cambio de tomacorrientes: Todos los tomacorrientes de los ambientes especificados en la hoja de cotización deben ser sustituidos por armaduras, dados y placas metálicas para tomacorrientes dobles marca Bticino o similar, con excepción de los tomacorrientes de piso que deben ser con placa de bronce, con tapadera.

Polarización de tomacorrientes: De conformidad con la especificación contenida en los planos de localización de unidades eléctricas, algunos de los tomacorrientes existentes deben polarizarse para que puedan ser utilizados con seguridad para conectar en ellos equipo eléctrico que requiere de la protección de la polarización. Para el efecto se utilizará cable número 12 para la línea de la tierra física y dado marca Bticino o similar, para tomacorrientes, con 3 entradas con placas metálicas.

Cambios de flipones: Todos los flipones existentes deberán ser sustituidos por flipones nuevos.

Los flipones se elegirán de acuerdo con el número de conducción existente, tomando en cuenta la carga instalada en cada circuito y utilizando flipones sw un polo con su respectiva corriente. Los flipones a utilizar deberán ser marca FEDERAL o similar, siempre con la debida autorización escrita del supervisor.

- 4.12 Trabajos de Plomería: Los trabajos de plomería a realizar consisten en la revisión y reparación de las unidades sanitarias especificadas en la hoja de cotización correspondiente. Se entiende por una unidad sanitaria, cada artefacto (inodoro, lavamanos, urinal o ducha), en servicio en las áreas especificadas.

El trabajo a realizar corresponde a la conexión del artefacto al sistema de agua y drenajes del edificio. En este aspecto deberá cuidarse que las conexiones no presenten fugas o tapones que, tanto el suministro de agua, como la salida de drenajes funcionen con fluidez y limpieza. Funcionamiento de llaves y accesorios de cada artefacto. En este sentido deberán efectuarse una revisión detenida de las llaves y accesorios de cada unidad sanitaria para asegurar su adecuado funcionamiento sin fugas o tapones. En caso de requerirse, los accesorios de cada unidad sanitaria deberán ser sustituidos total o parcialmente para asegurar su adecuado funcionamiento. La sustitución parcial o total se realizará con repuestos o accesorios completos de la misma calidad que los existentes. En principio se deben procurar utilizar repuestos o accesorios de la misma marca de los existentes y únicamente se podrá variar a otra marca similar en caso de que no haya suministro de la misma marca en el mercado, situación que debe demostrarse por escrito y requerirá la aprobación también escrita del supervisor.

En el caso de los uriniales deberá sustituirse (de ser necesario) completamente el mecanismo de fluxómetro por una llave de globo, marca RED WHITE o similar, de 1 pulgada, remachada a la tubería.

Limpieza de material cerámico de cada artefacto: Una vez revisados y/o reparadas las unidades sanitarias debe procederse a realizar una limpieza completa y a fondo de dicha unidad, para remover las manchas que presenten y retirar los restos de material de cemento, pegamento o sellador que la reparación haya requerido.

Sustitución de artefactos: Los artefactos a colocar deben ser marca INCESA STANDARD o similar, de porcelana blanca, tipo institucional, de fluxómetro, sin tapadera.

- 4.13 Equipos: Se deberá evaluar el estado actual de todos los equipos que prestan un servicio dentro o fuera del edificio, consultar (y de no existir conseguir) la cartilla de mantenimiento del proveedor para iniciar los procesos de servicios o sustituir el equipo si ya cumplió su vida útil o se encuentra en mal estado y no se puede reparar.
- 4.14 Mobiliario: Se evaluará el estado actual de los escritorios, sillas y archivos y se procederá a dictaminar que mobiliario debe ser reparado en su estructura o superficie, según cada caso requiera, utilizando piezas del mismo material y calidad de las existentes. En caso que el costo de la reparación sea más alto que la sustitución se procederá a reportar la situación a las autoridades para iniciar el proceso de compra de mobiliario nuevo.

## **6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIONES PARA EL EDIFICIO DE RECTORÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

### **6.1 Programa de actividades**

La recopilación de información que propone la encuesta #1 (ver pág. 14) se debe completar para iniciar el proceso de mantenimiento (ver pág. 95).

Es necesario iniciar el mantenimiento del edificio de Rectoría con las evaluaciones y reparaciones más urgentes (ver programa de mantenimiento correctivo, pág. 97-99), para luego dar marcha al plan de mantenimiento preventivo.

El programa de actividades de mantenimiento preventivo para el edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala está basado en todos los aspectos, procedimientos y criterios expuestos en los capítulos anteriores.

El programa identifica el renglón de trabajo, la actividad a realizar, las unidades y cantidades de trabajo, el costo unitario de la actividad, la frecuencia por año de mantenimiento, el costo total y la programación de mantenimiento preventivo para un año de ejecución (ver pág. 101, 103, 105 y 107).

El valor de los materiales a utilizar se cotizarán de acuerdo a los precios actuales del mercado con empresas proveedoras especializadas; los costos de mano de obra incluyen prestaciones laborales y están basados en el costo de hora hombre según el grado de tecnificación o especialidad que demanda cada actividad, considerando los precios del mercado actuales; los honorarios e imprevistos en base a tablas estadísticas de la Cámara Guatemalteca de la Construcción para el año 2004, con cambios según las características especiales de los trabajos a realizar.

## Encuesta #1

Código 001-2005  
Fecha Sept. 2005

### DATOS GENERALES

Dependencia que solicita  
Nombre de la edificación  
Dirección de la dependencia  
Dirección de la edificación  
Teléfono(s)  
Fax  
E-mail  
Vías de acceso a la edificación  
Tipo de Institución  
Nombre del propietario  
Nombre del solicitante  
Puesto administrativo de solicitante  
Póliza de seguro número  
Compañía aseguradora

Dpto. de Mantenimiento  
Edificio de Rectoría, USAC  
Ciudad Universitaria Zona 12  
Ciudad Universitaria Zona 12  
2443-9000  
2443-9601  
[mantenimiento@usac.edu.gt](mailto:mantenimiento@usac.edu.gt)  
Anillo periférico; Ave. Petapa  
Pública  
USAC  
Arq. Manuel Juarez  
Jefe de dpto mantenimiento  
No existe seguro  
No existe seguro

### Aspectos básicos

- 1 Cuál es el uso primordial del edificio (oficinas, apartamentos, etc)?
- 2 Situación comercial, residencial, institucional?
- 3 Cuál fue la vocación original de diseño del edificio (oficinas, apartamentos, etc)?
- 4 Existen riesgos dentro o fuera del edificio?
  
- 5 Existen factores adversos dentro o fuera del edificio (Ruido, contaminación, barrios cercanos, vigilancia, exceso de locales, falta de ambientes de trabajo, seguridad y vigilancia, etc)?
  
- 6 Aspecto físico general (bueno, regular, malo)?
- 7 Tipo de construcción del vecindario?
- 8 Existen materiales inflamables en el vecindario?
- 9 Existen calles?
- 10 Alumbrado público?
- 11 Bordillos?
- 12 Banquetas?
- 13 Topografía del terreno (plano, semiplano, semiquebrado, quebrado)?
- 14 Agua (deficiente, regular, bien o abundante)?
- 15 Existen drenajes de aguas negras?
- 16 Existen drenajes de aguas pluviales?
- 17 Que edad tiene la edificación?
- 18 Cuál es la vida útil de la edificación?
- 19 Cuántos niveles de sótanos tiene el edificio?
- 20 Cuántos niveles arriba de los sótanos tiene el edificio?
- 21 Cuántos metros cuadrados de construcción tiene la edificación?
- 22 Tiene dibujos finales del edificio?
- 23 Muestran estos dibujos finales detalles estructurales, arquitectónicos e instalaciones?
- 24 Tiene los dibujos finales en formato digital?
- 25 Cuantas personas trabajan en el edificio?

Oficinas  
Institucional  
Oficinas de rectoría  
SI  NO   
1 Mant. deficiente  
2 Inflamabilidad  
3 Fin de vida útil  
SI  NO   
1 Cont. auditiva  
2 Parqueos  
3  
Regular  
Concreto  
Si, árboles y en laboratorios  
SI  NO   
SI  NO   
SI  NO   
SI  NO   
Plano  
Bien  
SI  NO   
SI  NO   
50 años  
50 años  
1 sótanos  
3 niveles  
4000 m<sup>2</sup>  
SI  NO   
SI  NO   
SI  NO   
125 personas

### Aspectos Técnicos

- 25 Se tiene un departamento de mantenimiento dentro de la organización?
- 26 Se tiene una empresa que da el servicio de mantenimiento a la organización?
- 27 Se tiene un programa de mantenimiento preventivo?
- 28 Se le da seguimiento al programa de mantenimiento preventivo?
- 29 Se revisa y actualiza el programa de mantenimiento preventivo al menos una vez al año?
- 30 Se tiene suficiente personal capacitado?
- 31 Cuantas personas laboran en el departamento de mantenimiento?
- 32 Cuales son las 5 actividades que considera mas importantes en el mantenimiento de su edificación?

SI  NO   
50 personas  
1 Inst. Hidráulicas  
2 Inst. Eléctricas  
3 Pintura  
4 Pisos  
5 Ventanas

### Aspectos Económicos

- 33 En una escala de 1 a 10, siendo 1 nada importante y 10 muy importante, como califican los directivos de la institución el mantenimiento preventivo del edificio?
- 34 Se asigna un presupuesto anual destinado al mantenimiento del edificio?
- 35 En una escala de 1 a 10, siendo 1 insuficiente y 10 holgado, como calificaría el presupuesto asignado a las actividades de mantenimiento?

6  
SI  NO   
3



Nombre de la edificación: Edificio de Rectoría  
 Institución: Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Fecha: Septiembre 2005

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO							
No.	REGLON	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	FRECUENCIA (f) / AÑO	COS
1	Fachadas, muros y losas	Reparación (tallados, repellos, cernidos)	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
		Impermeabilización	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
		Pintura	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
							1
	Cielo Falso	Reparación	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
		Pintura	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
	Tabiques	Reparación	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
		Pintura	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
	Pisos	Limpieza (diario)	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
		Lustrado (mensual)	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
		Pulido	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
		Reparación	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
	Ventanería	Ajuste de mecanismo	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00
		Cambio de vidrios y reparaciones	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
		Pintura	0.00	m <sup>2</sup>	Q0.00	1	Q0.00
	Puertas	Nuevas	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00

			Aceitado y ajuste de chapas	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00			
			Reparación y pintura	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00			
2	INSTALACIONES	Hidráulicas	Equipo de bombeo nuevo instalado	0.00	global	Q0.00	1	Q0.00			
				Cambio de tubería completa nueva instalada	1.00	global	Q75,000.00	1	Q75,000.00		
				Revisión y reparación de tuberías de agua	0.00	mL	Q0.00	1	Q0.00		
				Limpieza de cajas y tuberías de drenaje	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00		
				Revisión de consumos	0.00	global	Q0.00	1	Q0.00		
			Eléctricas	Equipo de emergencia nuevo	0.00	global	Q0.00	1	Q0.00		
					Cambio de cableado nuevo instalado con cajas	1.00	global	Q450,000.00	1	Q450,000.00	
					Revisión y cambio de lámparas y accesorios	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
					Revisión y cambio de tomacorrientes	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
					Limpieza y cambio en tablero de flipones	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
					Revisión y reparación de la red general	0.00	global	Q0.00	1	Q0.00	
					Revisión de consumos	0.00	global	Q0.00	1	Q0.00	
3	EQUIPOS	Hidráulicos	Equipo de bombeo nuevo instalado	1.00	unidad	Q60,000.00	1	Q60,000.00			
					Revisión y reparación de equipo	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
					Cambio de aceite	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
					Calibración	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
4	MOBILIARIO	Escritorios	Escritorios nuevos	100.00	unidad	Q500.00	1	Q50,000.00			
					Aceite y ajuste de piezas (mensual)	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
					Revisión y reparación	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
					Pintura	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
			Sillas	Sillas nuevas	100.00	unidad	Q350.00	1	Q35,000.00		
					Aceite y ajuste de piezas (mensual)	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	

		Revisión y reparación	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
		Pintura	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
	Archivos	Archivos nuevos	80.00	unidad	Q450.00	1	Q36,000.00	
		Aceite y ajuste de piezas (mensual)	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
		Revisión y reparación	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	
		Pintura	0.00	unidad	Q0.00	1	Q0.00	

Q706,000.00

Notas

1. Previo al análisis del programa se llenará la encuesta #1 (ver pág. 14) para obtener información
2. De la matriz de evaluación inicial (ver pág. 15)
3. Se procederá a corregir las fallas urgentes de los elementos analizados
4. Los costos son estimados a la fecha de septiembre de 2005



Nombre de la edificación: Edificio de Rectoría  
 Institución: Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Fecha: Septiembre 2005

PROGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																				
No.	REGLON	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	FRECUENCIA (f) / AÑO	COSTO TOTAL	MES	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	AMBIENTE	Contaminación interna	Análisis de contaminación auditiva	1.00	global	Q1,500.00	1	Q1,500.00												
			Análisis de contaminación visual	1.00	global	Q1,500.00	1	Q1,500.00												
			Análisis de contaminación olfativa	1.00	global	Q1,500.00	1	Q1,500.00												
		Contaminación externa	Análisis de contaminación auditiva	1.00	global	Q1,500.00	1	Q1,500.00												
			Análisis de contaminación visual	1.00	global	Q1,500.00	1	Q1,500.00												
			Análisis de contaminación olfativa	1.00	global	Q1,500.00	1	Q1,500.00												
	Limpieza interna	Evaluación general	1.00	global	Q500.00	1	Q500.00													
	Limpieza externa	Evaluación general	1.00	global	Q500.00	1	Q500.00													



<b>ESTRUCTURA</b>	Principal	Análisis por fallo en cimentación principal	1.00	global	Q2,500.00	1	Q2,500.00																
		Análisis por fallo en columnas principales	1.00	global	Q2,500.00	1	Q2,500.00																
		Análisis por fallo en vigas principales	1.00	global	Q2,500.00	1	Q2,500.00																
		Análisis por fallo en muros de carga	1.00	global	Q2,500.00	1	Q2,500.00																
		Análisis por fallo en losas de entrepisos	1.00	global	Q2,500.00	1	Q2,500.00																
	Secundaria	Análisis por fallo en cimentación secundaria	1.00	global	Q2,000.00	1	Q2,000.00																
		Análisis por fallo en columnas secundarias	1.00	global	Q2,000.00	1	Q2,000.00																
		Análisis por fallo en vigas secundarias	1.00	global	Q2,000.00	1	Q2,000.00																
		Análisis por fallo en muros de relleno	1.00	global	Q2,000.00	1	Q2,000.00																
Análisis por fallo en losas finales		1.00	global	Q2,000.00	1	Q2,000.00																	



ELEMENTOS VARIOS	Fachadas, muros y losas	Reparación (tallados, repellos, cernidos)	2,500.00m <sup>2</sup>	Q25.00	4	Q250,000.00														
		Impermeabilización	1,285.00m <sup>2</sup>	Q50.00	1	Q64,250.00														
		Pintura	2,500.00m <sup>2</sup>	Q10.00	4	Q100,000.00														
	Cielo Falso	Reparación	200.00m <sup>2</sup>	Q30.00	1	Q6,000.00														
		Pintura	500.00m <sup>2</sup>	Q10.00	1	Q5,000.00														
	Tabiques	Reparación	350.00m <sup>2</sup>	Q50.00	2	Q35,000.00														
		Pintura	1,000.00m <sup>2</sup>	Q10.00	2	Q20,000.00														
	Pisos	Limpieza (diario)	5,000.00m <sup>2</sup>	Q0.05	360	Q90,000.000														
		Lustrado (mensual)	5,000.00m <sup>2</sup>	Q2.50	12	Q150,000.00														
		Pulido	5,000.00m <sup>2</sup>	Q20.00	2	Q200,000.00														
		Reparación	500.00m <sup>2</sup>	Q25.00	2	Q25,000.00														
	Ventanería	Ajuste de mecanismo	400.00unidad	Q50.00	2	Q40,000.00														
		Cambio de vidrios y reparaciones	400.00m <sup>2</sup>	Q80.00	1	Q32,000.00														
		Pintura	150.00m <sup>2</sup>	Q10.00	1	Q1,500.00														
	Puertas	Aceitado y ajuste de bisagras	300.00unidad	Q10.00	2	Q6,000.00														
Aceitado y ajuste de chapas		100.00unidad	Q20.00	2	Q4,000.00															
Reparación y pintura		100.00unidad	Q75.00	1	Q7,500.00															



<b>INSTALACIONES</b>	Hidráulicas	Revisión y reparación de fugas de artefactos	40.00	unidad	Q20.00	12	Q9,600.00													
		Limpieza y cambio de piezas deterioradas	1.00	global	Q5,000.00	2	Q10,000.00													
		Revisión y reparación de tuberías de agua	600.00	mL	Q30.00	2	Q36,000.00													
		Limpieza de cajas y tuberías de drenaje	25.00	unidad	Q30.00	2	Q1,500.00													
		Revisión de consumos	1.00	global	Q500.00	2	Q1,000.00													
	Eléctricas	Revisión y cambio de bombillos o tubos	350.00	unidad	Q5.00	12	Q21,000.00													
		Limpieza y cambio de tapaderas	200.00	unidad	Q20.00	1	Q4,000.00													
		Revisión y cambio de lámparas y accesorios	200.00	unidad	Q300.00	1	Q60,000.00													
		Revisión y cambio de tomacorrientes	450.00	unidad	Q20.00	2	Q18,000.00													
		Limpieza y cambio en tablero de flipones	40.00	unidad	Q250.00	2	Q20,000.00													
		Revisión y reparación de la red general	1.00	global	Q2,500.00	1	Q2,500.00													
		Revisión de consumos	1.00	global	Q500.00	2	Q1,000.00													
	Especiales	Revisión y reparación sistema de gas	0.00	global	Q0.00	2	Q0.00													
		Revisión y reparación sistema de aire comprimido	0.00	global	Q0.00	2	Q0.00													
		Revisión y reparación sistema de aire acondicionado	1.00	global	Q17,500.00	2	Q35,000.00													

<b>EQUIPOS</b>	Hidráulicos (Bomba de agua)	Limpieza	1.00	unidad	Q500.00	3	Q1,500.00													
		Revisión y reparación de equipo	1.00	unidad	Q1,500.00	3	Q4,500.00													
		Cambio de aceite	1.00	unidad	Q450.00	3	Q1,350.00													
		Calibración	1.00	unidad	Q2,500.00	3	Q7,500.00													
	Eléctricos	Limpieza	0.00	unidad	Q0.00	3	Q0.00													
		Revisión y reparación de equipo	0.00	unidad	Q0.00	3	Q0.00													
		Cambio de aceite	0.00	unidad	Q0.00	3	Q0.00													
		Calibración	0.00	unidad	Q0.00	3	Q0.00													
	Mecánicos	Limpieza	0.00	unidad	Q0.00	3	Q0.00													



MOBILIARIO	Escritorios	Limpieza (diario)	200.00	unidad	Q0.50	360	Q36,000.00												
		Aceite y ajuste de piezas (mensual)	200.00	unidad	Q7.00	12	Q16,800.00												
		Revisión y reparación	200.00	unidad	Q25.00	1	Q5,000.00												
		Pintura	200.00	unidad	Q150.00	1	Q30,000.00												
	Sillas	Limpieza (diario)	400.00	unidad	Q0.25	360	Q36,000.00												
		Aceite y ajuste de piezas (mensual)	400.00	unidad	Q4.00	12	Q19,200.00												
		Revisión y reparación	400.00	unidad	Q10.00	1	Q4,000.00												
		Pintura	400.00	unidad	Q75.00	1	Q30,000.00												
	Archivos	Limpieza (diario)	300.00	unidad	Q0.10	360	Q10,800.00												
		Aceite y ajuste de piezas (mensual)	300.00	unidad	Q2.00	12	Q7,200.00												
		Revisión y reparación	300.00	unidad	Q10.00	1	Q3,000.00												
		Pintura	300.00	unidad	Q45.00	1	Q13,500.00												
	Rótulos	Limpieza (diario)	150.00	unidad	Q0.01	360	Q540.00												
		Aceite y ajuste de piezas (mensual)	150.00	unidad	Q0.50	12	Q900.00												
		Revisión y reparación	150.00	unidad	Q5.00	1	Q750.00												
		Pintura	150.00	unidad	Q10.00	1	Q1,500.00												

**Q1,702,140.00**

Notas

1. Previo al análisis del programa se llenará la encuesta #1 (ver pág. 14) para obtener información
2. De la matriz de evaluación inicial (ver pág. 15)
3. Los costos son estimados a la fecha de septiembre de 2005

## **6.2 Seguimiento del programa**

Como se ilustró en el capítulo 1 en el diagrama de modelo organizacional para el mantenimiento preventivo (ver pág. 11), a diferencia del mantenimiento correctivo (ver pág. 7), este presenta el complemento de actualización y retroalimentación que implica la historia de lo que ha sucedido en cuanto al mantenimiento en el edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los resultados que se obtienen con esta retroalimentación redundan en el mejoramiento continuo del diseño del plan de mantenimiento preventivo para el edificio de Rectoría, siempre que se cumplan los siguientes incisos:

- a) Debe ser revisado como mínimo una vez por año por el diseñador,
- b) Debe evaluar tanto el alcance del aspecto técnico como el económico,
- c) Analizar y mejorar los sistemas de programación y control de las actividades,
- d) Analizar y mejorar los métodos de ejecución y supervisión de los trabajos a realizar,
- e) Capacitar al personal para que incrementen sus conocimientos técnicos y se involucren con el plan de mantenimiento preventivo en su totalidad.

### **6.3 Aplicación (Caso edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala).**

De acuerdo con el objetivo principal de propiciar la aplicación del mantenimiento preventivo a fin de conservar un edificio, para que cumpla las funciones para el cual fue diseñado de forma eficiente, segura y económica, se presenta a continuación la matriz de evaluación específica para el edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala (ver págs. 113 y 115), de forma que el inventario de los renglones específicos están actualizados en los siguientes aspectos:

- a) Elementos estructurales, no estructurales, instalaciones, equipos y mobiliario,
- b) Referencia de cantidad y unidad,
- c) Ubicación,
- d) Estado físico,



Nombre de la edificación: Edificio de Rectoría  
 Institución: Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Fecha: Septiembre 2005

<b>MATRIZ DE EVALUACIÓN FINAL PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>							
No.	REGLON	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN (nivel)	ESTADO FISICO	
1	AMBIENTE	Contaminación interna	Análisis de contaminación auditiva	1.00	global	1	ACEPTABLE
			Análisis de contaminación visual	1.00	global	1	ACEPTABLE
			Análisis de contaminación olfativa	1.00	global	1	ACEPTABLE
		Contaminación externa	Análisis de contaminación auditiva	1.00	global	1	ACEPTABLE
			Análisis de contaminación visual	1.00	global	1	ACEPTABLE
			Análisis de contaminación olfativa	1.00	global	1	ACEPTABLE
	Limpieza interna	Evaluación general	1.00	global	1	ACEPTABLE	
	Limpieza externa	Evaluación general	1.00	global	1	ACEPTABLE	
2	ESTRUCTURA	Principal	Análisis por fallo en cimentación principal	1.00	global	0	INFORMACION DEFICIENTE
			Análisis por fallo en columnas principales	1.00	global	0,1,2,3	
			Análisis por fallo en vigas principales	1.00	global	0,1,2,3	
			Análisis por fallo en muros de carga	1.00	global	0,1,2,3	
			Análisis por fallo en losas de entrespisos	1.00	global	0,1,2,3	
		Secundaria	Análisis por fallo en cimentación secundaria	1.00	global	0	INFORMACION DEFICIENTE
			Análisis por fallo en columnas secundarias	1.00	global	0,1,2,3	
			Análisis por fallo en vigas secundarias	1.00	global	0,1,2,3	

		Análisis por fallo en muros de relleno	1.00	global	0,1,2,3
		Análisis por fallo en losas finales	1.00	global	4

3	ELEMENTOS VARIOS	Fachadas, muros y losas	Reparación (tallados, repellos, cernidos)	2,500.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3,4	ACEPTABLE
			Impermeabilización	1,285.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3,4	MALO
			Pintura	2,500.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3,4	MALO
		Cielo Falso	Reparación	200.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	ACEPTABLE
			Pintura	500.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	
		Tabiques	Reparación	350.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	ACEPTABLE
			Pintura	1,000.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	
		Pisos	Limpieza (diario)	5,000.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	ACEPTABLE
			Lustrado (mensual)	5,000.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	
			Pulido	5,000.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	
			Reparación	500.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	
		Ventanería	Ajuste de mecanismo	400.00	unidad	0,1,2,3	MALO
			Cambio de vidrios y reparaciones	400.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	
			Pintura	150.00	m <sup>2</sup>	0,1,2,3	
		Puertas	Aceitado y ajuste de bisagras	300.00	unidad	0,1,2,3,4	ACEPTABLE
			Aceitado y ajuste de chapas	100.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Reparación y pintura	100.00	unidad	0,1,2,3,4	

4	INSTALACIONES	Hidráulicas	Revisión y reparación de fugas de artefactos	40.00	unidad	0,1,2,3,4	ACEPTABLE
			Limpieza y cambio de piezas deterioradas	1.00	global	0,1,2,3,4	
			Revisión y reparación de tuberías de agua	600.00	mL	0,1,2,3,4	
			Limpieza de cajas y tuberías de drenaje	25.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Revisión de consumos	1.00	global	0	
		Eléctricas	Revisión y cambio de bombillos o tubos	350.00	unidad	0,1,2,3,4	MALO
			Limpieza y cambio de tapaderas	200.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Revisión y cambio de lámparas y accesorios	200.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Revisión y cambio de tomacorrientes	450.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Limpieza y cambio en tablero de flipones	40.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Revisión y reparación de la red general	1.00	global	0,1,2,3,4	
			Revisión de consumos	1.00	global	0	
		Especiales	Revisión y reparación sistema de aire acondicionado	1.00	global	0,1,2,3,4	MALO

5	EQUIPOS	Hidráulicos (Bomba de agua)	Limpieza	1.00	unidad	0	MALO
			Revisión y reparación de equipo	1.00	unidad	0	
			Cambio de aceite	1.00	unidad	0	
			Calibración	1.00	unidad	0	
		Electrónicos (Computadoras de Escritorio)	Limpieza	150.00	unidad	0,1,2,3,4	ACEPTABLE
			Revisión y reparación de equipo	150.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Cambio de aceite	0.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Calibración	150.00	unidad	0,1,2,3,4	
		Especiales (Planta eléctrica de emergencia)	Limpieza	1.00	unidad	0	MALO
			Revisión y reparación de equipo	1.00	unidad	0	
			Cambio de aceite	1.00	unidad	0	

		Calibración	1.00	unidad	0
--	--	-------------	------	--------	---

6	MOBILIARIO	Escritorios	Limpieza (diario)	200.00	unidad	0,1,2,3,4	MALO
			Aceite y ajuste de piezas (mensual)	200.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Revisión y reparación	200.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Pintura	200.00	unidad	0,1,2,3,4	
		Sillas	Limpieza (diario)	400.00	unidad	0,1,2,3,4	MALO
			Aceite y ajuste de piezas (mensual)	400.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Revisión y reparación	400.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Pintura	400.00	unidad	0,1,2,3,4	
		Archivos	Limpieza (diario)	300.00	unidad	0,1,2,3,4	MALO
			Aceite y ajuste de piezas (mensual)	300.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Revisión y reparación	300.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Pintura	300.00	unidad	0,1,2,3,4	
		Rótulos	Limpieza (diario)	150.00	unidad	0,1,2,3,4	ACEPTABLE
			Aceite y ajuste de piezas (mensual)	150.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Revisión y reparación	150.00	unidad	0,1,2,3,4	
			Pintura	150.00	unidad	0,1,2,3,4	

## CONCLUSIONES

Del resultado y evaluación del edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala con fines de definir el tipo de mantenimiento se concluyó en lo siguiente.

1. Al propiciar la aplicación del mantenimiento preventivo se conserva una edificación por mayor tiempo a un menor costo de operación, de una forma más segura y constante, evitando evacuaciones innecesarias o inconvenientes a las personas que laboran o habitan en él.
2. Al aplicar un método de mantenimiento preventivo, se reducen los costos de mantenimiento correctivo por la previsión y programación que se elabora de acuerdo a las necesidades de cada edificación.
3. De la misma forma, se reducen los costos de correctivos de infraestructura e instalaciones al mantenerlas en óptimas condiciones. Sin embargo, el riesgo de una falla de un equipo o instalación siempre está latente, pero con una menor incidencia.
4. La seguridad dentro de la edificación se ve incrementada al tener información a tiempo de las condiciones de la infraestructura del edificio y tomar acciones en el momento preciso.
5. Los beneficios y las ventajas del mantenimiento preventivo son muy concreto y directos hacia la planificación, integración, dirección y control de todos los gastos y movimientos del personal, al igual que el movimiento del tiempo cuando la obsolescencia de la edificación es inevitable.

6. En base a la encuesta #1 y evaluaciones pertinentes, la infraestructura del edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala ha sufrido un gran deterioro, requiere una atención inmediata en área de puertas, pisos, ventanería, red eléctrica y redes de agua.
7. Los recursos económicos y de personal son muy deficientes para el edificio de Rectoría.
8. El personal se debe actualizar en nuevos materiales y su correcta aplicación, para poder hacer uso de este importante recurso humano se solicitará esta capacitación con proveedores de productos especializados, interesados en promover sus productos, o instituciones como el Intecap, sin costo para la Universidad de San Carlos de Guatemala y con un incentivo al personal de tecnificar la mano de obra.
9. Optimizando el recurso humano y de acuerdo a la investigación, el recurso económico asignado al mantenimiento será mejor apreciado con tendencia a disminuir por el aprovechamiento integral de los elementos.
10. Una relación estimada entre el costo actual del edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el costo de mantenimiento preventivo resultado de este trabajo, nos indica que entre 4% y 5% del costo del edificio es el costo óptimo de mantenimiento preventivo anual.

## **RECOMENDACIONES**

1. El mantenimiento preventivo es una herramienta muy importante dentro de las tareas asignadas al departamento o área, en el caso que no exista se debe considerar contratar una empresa especializada para que administre y controle los procesos que se deben desarrollar.
2. El éxito del mantenimiento preventivo está en el seguimiento que se le dé al mismo, de lo contrario no se pueden garantizar los beneficios que éste proporciona.
3. Estimular a las personas para dar un buen uso a la edificación, principalmente al personal que labora o habita allí, para mantener la infraestructura se debe contar, también, con el apoyo de personal especializado encargado de su mantenimiento.
4. Definir claramente las tareas que debe desarrollar el encargado de mantenimiento, supervisores y operarios para capacitarse y reasignar labores según resultado de evaluación de este trabajo para mantener o ampliar la vida útil de las instalaciones e infraestructura, minimizando la vulnerabilidad que estos presentan en la actualidad.
5. Efectuar las reparaciones pertinentes para iniciar el proceso de mantenimiento preventivo, asignando recursos económicos y personal capacitado para dichos trabajos.

6. Ejecutar un programa de mantenimiento preventivo como el que ejemplifica este trabajo. Adecuarse al presupuesto de acuerdo al costo estimado inicial, optimizándolo con una buena programación, y dar marcha al plan de acción.
  
7. Considerar en el presupuesto anual de mantenimiento preventivo como mínimo el 4% del costo actualizado del edificio de Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## REFERENCIAS

1.  
INTECAP (1980): **Mantenimiento Industrial**. Guatemala
  
2.  
INTECAP (1983): **Programas de mantenimiento en plantas**. Guatemala
  
3.  
Microsoft (2000): **Enciclopedia Encarta**.
  
4.  
Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (2002): **Manual operativo, Área de Emergencias**. Guatemala
  
5.  
MOLINA NUILA, Gonzalo Armando (1973): **Manual de mantenimiento de instalaciones para edificios**. Tesis: Universidad de San Carlos de Guatemala.
  
6.  
ALVARADO ROSALES, Francisco José (1994): **Remodelación y reparación de la infraestructura física de la facultad de ingeniería**. Tesis: Universidad de San Carlos de Guatemala.

7.

CHIN HERRERA, Luis Arnulfo (1982): **Mantenimiento recurrente, preventivo y correctivo, para los edificios escolares nacionales, rurales del nivel primario.** Tesis: Universidad de San Carlos de Guatemala

8.

CASTRO QUIÑÓNEZ, Luis Fernando (1993): **Mantenimiento preventivo como estrategia competitiva en la industria.** Tesis: Universidad Francisco Marroquín.

9.

JEREZ GONZALES, Margarita Lucía (1999): **Evaluación post-sísmica de la seguridad de construcciones de concreto reforzado y mampostería reforzada.** Tesis: Universidad del Valle de Guatemala.

## BIBLIOGRAFÍA

Dirección General de Obra Públicas de la República de Guatemala, C.A..  
**Especificaciones técnicas de construcción.** Departamento de estudios y proyectos de edificios públicos. Guatemala: 1976.

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. **Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala, Normas recomendadas.** Guatemala: 1996.

Secco Larravide, Luis. **Necesidades de mantenimiento, rehabilitación y sustitución de los edificios actualmente construidos.** 1ra ed. México: Editorial Conescal, 1979. 225 pp.

Barrientos, Alonzo. **Guía para la elaboración de planes de mantenimiento.** Mexico: Editorial Conescal, 1979. 150 pp.

Galván Duque, Hector. **Normas técnicas de mantenimiento, aspectos básicos.** 1ra ed. Mexico: Editorial Conescal, 1973. 123 pp.

Merritt Frederick S.. **Manual del Ingeniero Civil.** 3a ed. México: Editorial Mc. Graw Hill, 1975. 775 pp.

Dounce Villanueva, Enrique. **La administración en el mantenimiento.** Edición 1982. Mexico: Editorial Continental, S.A., 286 pp.

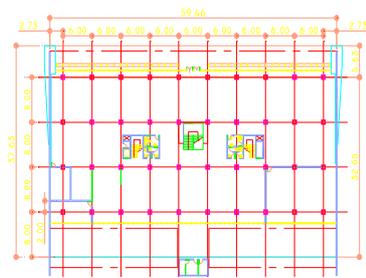
González Gramajo, Sandra. **La importancia del mantenimiento preventivo.** Tesis: Universidad Mariano Galvez (1989).

[www.mantenimientocivil.chiapas.gob](http://www.mantenimientocivil.chiapas.gob). **Lineamientos.**

[www.AdolfoAudiosio.com.ar](http://www.AdolfoAudiosio.com.ar). **Mantenimiento Preventivo.**

[www.dekenkolb.com/fema273](http://www.dekenkolb.com/fema273). **Sismoresistencia.**

## **APÉNDICES**

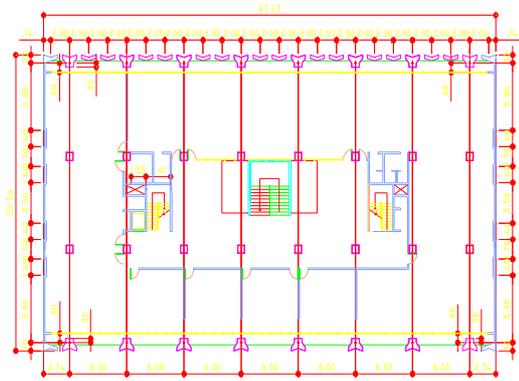


PLANTA DE SOTANO

ESCALA 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO DE PLANTA
FECHA DE ELABORACION	2023-08-01
PROYECTISTA	INGENIERO
PROFESOR	INGENIERO
ESTUDIANTE	INGENIERO
GRUPO	INGENIERIA
PROFESOR	INGENIERO
ESTUDIANTE	INGENIERO
PROFESOR	INGENIERO
ESTUDIANTE	INGENIERO





**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

ESCALA: 1/250

UNIVERSITAS BINA WISATA FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN	
NAMA PROJEK:	NO. SKRIPSI:
NAMA PEMBINA:	NAMA DOSEN:
NAMA:	NIM:
NO. DAFTAR:	NPM:
NAMA DOSEN:	NPM:
NAMA:	NPM:





PLANTA CUARTO NIVEL

ESCALA: 1:250

PROYECTO DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	PROYECTO DE INGENIERIA
FECHA:	2023
PROFESOR:	ING. [Nombre]
ALUMNO:	[Nombre]
GRUPO:	[Grupos]
PROFESOR:	[Nombre]
ALUMNO:	[Nombre]
GRUPO:	[Grupos]

