

38
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodesica

**EL MANTENIMIENTO DE LAS
OBRAS DE INGENIERIA CIVIL**

SEMINARIO DE TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N:
EMILIO CRUZ VALDEZ
ERNESTO OSCAR GARCIA NIETO
JUAN RICARDO GUZMAN ORTIZ
BENJAMIN MARTINEZ GARCIA

MEXICO, D. F.

ABRIL DE 1988.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL MANTENIMIENTO EN LAS OBRAS
DE INGENIERIA CIVIL

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. EL MANTENIMIENTO	6
II.1 La Conservación y el Mantenimiento	6
II.2 Clasificación del Mantenimiento	6
II.2.1 Mantenimiento Correctivo	6
II.2.2 Mantenimiento Preventivo	9
II.2.2.1 Elementos del Mantenimiento Preventivo	9
II.2.2.2 Beneficios del Mantenimiento Preventivo	10
II.3 Acciones Predictivas del Mantenimiento	12
II.4 Mantenibilidad	14
II.4.1 Relación entre Mantenibilidad y Mantenimiento	15
II.5 Acciones Administrativas en el Mantenimiento	17
II.5.1 La Planeación en el Mantenimiento	18
II.5.2 La Programación en el Mantenimiento	19
II.5.2.1 Principios básicos de la Programación del Mantenimiento	19
II.5.3 Ejecución	20
II.5.4 Control	21
II.5.4.1 Elementos Constitutivos del Control	21
III. ANALISIS ECONOMICO	23
III.1 Análisis Económico a Nivel Nacional	23
III.2 Análisis Económico a Nivel Institución	28
III.2.1 Etapas de la "vida" de una obra	28
III.2.1.1 Vida inicial	28
III.2.1.2 Vida útil	28
III.2.1.3 Vida extendida o vida de emergencia	29

	Pág.
III.2.1.4 Vida total	29
III.3 Teoría del Reemplazo	31
III.3.1 Necesidades del recemplazo de una obra.	31
III.3.2 Participación de la Depreciación en la teoría del recemplazo.	31
III.3.2.1 Clasificación de la Depreciación.	31
III.3.2.2 Métodos para determinar la Depreciación.	32
III.4 El Presupuesto en el Mantenimiento	42
III.4.1 Presupuesto	42
IV. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO	44
IV.1 Manual de Conservación	44
IV.2 Objetivo del Manual de Conservación	44
IV.3 Características de un Manual de Conservación	44
IV.4 Programa de Mantenimiento	48
IV.4.1 Características para Desarrollar con un éxito un Programa de Mantenimiento.	48
IV.5 Participación del Ingeniero de Mantenimiento en las etapas de una obra (planeación, proyecto, construcción y operación).	52
IV.6 Técnicas para la elaboración de Presupuestos y técnicas de Mantenimiento	53
IV.6.1 Técnica del Centro Regional de Construcciones Escolares para América Latina y la Región del Caribe (CONESCAL).	53
IV.6.2 Técnica del Instituto Mexicano del Seguro Social (I.M.S.S.).	62
IV.6.3 Técnica de la Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.).	78
V. EJEMPLO ILUSTRATIVO	94
V.1 Presupuestación de Mantenimiento aplicando la técnica del Centro Regional de Construcciones Escolares para América Latina y la Región del Caribe (CONESCAL).	94

	Pág.
V.2 Programa de Presupuestación y Mantenimiento aplicando la técnica del Instituto Mexicano del Seguro Social (I.M.S.S.).	103
V.3 Programa de Presupuestación y Mantenimiento aplicando la técnica de la Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.).	117
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
Anexos	129
Bibliografía	156

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

En los últimos 60 años nuestro País ha hecho un gran esfuerzo para disponer de una infraestructura, que aunque insuficiente, le ha permitido atender actividades básicas de la ciudadanía y continuar creciendo económicamente.

México dentro de 15 años llegará a tener aproximadamente 100 millones de habitantes, y es fácil predecir que nuestras ciudades sufrirán un crecimiento acelerado. Basados en estadísticas sabemos que en 1940 el país contaba con 20 millones de habitantes, de los cuales 4 millones vivían en centros urbanos mayores de 15 mil habitantes, o sea el 20% de la población total era población urbana. Para 1950 eran 35 millones de habitantes con 12.7 millones en los centros urbanos, o sea el 36.5% era población urbana. En 1970, 50 millones, de los cuales 22 millones vivían en centros urbanos, o sea el 45% era población urbana.

Se observa que poco a poco la concentración de habitantes en nuestras ciudades se va incrementando considerablemente: esto trae como consecuencia una demanda mayor de viviendas, escuelas, hospitales, centros de abastecimiento, centros de esparcimiento, carreteras, puentes, presas, obras de riego, redes hidráulicas y sanitarias, canales, etc.. Como resultado de esta demanda, estamos en una crisis ocasionada por la escasez de materias primas, de recursos económicos y altos costos de construcción y operación. Esto nos obliga a pensar en aprovechar, de la manera más eficiente posible todas aquellas obras que están a nuestra disposición, realizando acciones enfocadas a evitar su deterioro y lograr la mejor utilización de las mismas. Es decir, debemos desarrollar en nuestro país técnicas de mantenimiento para obras de ingeniería, de acuerdo a las propias necesidades y a las características de nuestro medio, lo que permitirá mejorar los servicios y equipamientos básicos para el desarrollo de la sociedad.

Las propias experiencias de la ingeniería advierten la necesidad de prolongar la vida de una obra recién construida por lo menos hasta el punto en que ésta deja de ser económicamente útil, y deba ser reemplazada por otra más segura y funcional. En toda obra que merece ser reparada, se debe tener cuidado especial en que la inversión que se haga para la reparación, esté en relación a su antigüedad y al estado de conservación que en ese momento tenga. Debemos estar concientes dada la situación económica de nuestro país que en ningún momento podemos pensar que alguna instalación de obra civil, industrial, etc., con un alto grado de deterioro, actualmente en funcionamiento y que no esté considerada como monumento histórico, reciba por concepto de mantenimiento una inversión más costosa que su valor actual, para dejarla en condiciones y en apariencia comparables a las de una instalación semejante de reciente construcción. Es decir que las acciones de mantenimiento tienen que llevarse a cabo basadas en un estudio económico eficiente que nos permita racionalizar la utilización de recursos, para que cada edificio o cualquier tipo de obra o grupo de ellas reciba la inversión necesaria para su mantenimiento y, nos permita desarrollar de una manera adecuada las actividades para las cuales fué construida.

Para el ingeniero, la conservación de una obra no principia desde que se termina su construcción sino antes, desde que se planea y proyecta ésta. Ciertamente los costos de conservación se reducen considerablemente si se toman en cuenta en esta etapa factores que influyen después en el mantenimiento de la obra terminada. Algunos de estos factores son: la ubicación y accesibilidad para llegar al elemento a mantener, el comportamiento de los materiales que van a usarse en su construcción, la comodidad del personal para realizar el mantenimiento, etc..

Generalmente algunos dueños y autoridades asumen que una obra nueva requiere de ningún o de muy poco mantenimiento hasta que

en que se planea y proyecta una obra, obviamente son mayores que las que exigirá la aplicación posterior y normal del programa, ya que, seguramente al iniciar dicho programa, habrá una reparación en mayor proporción en sus componentes y equipamiento, para poder funcionar en condiciones adecuadas en un corto tiempo. Se puede afirmar pues, que mientras más tardemos en implantar un programa de mantenimiento en determinada obra, mayor será el costo inicial necesario para cubrir las necesidades de mantenimiento acumuladas, por lo tanto debemos construir sólo aquellas obras que podamos ofrecerles un mantenimiento adecuado. Asimismo se deben administrar mejor los recursos disponibles para ofrecer el mantenimiento necesario a las obras ya existentes, acciones todas ellas prioritarias y productivas para bien del país.

En el desarrollo de éste trabajo, nos auxiliaremos en la información que ha sido utilizada para el desarrollo del mantenimiento en la ingeniería industrial, ya que en este ramo el mantenimiento se ha llevado a cabo ampliamente y las experiencias que se han alcanzado pueden ajustarse y ser utilizadas en las obras de ingeniería civil, en las cuales también se requieren técnicas de mantenimiento que permitan obtener el funcionamiento óptimo de cualquier obra. Es importante aclarar que nuestra investigación estaba enfocada inicialmente, a estudiar diversos tipos de obras de ingeniería, pero dada la diversidad de ellas así como los problemas generados para obtener acceso a la información requerida, sólo nos fué posible recabar información de técnicas de mantenimiento utilizadas en las edificaciones, situación que nos ha obligado a enfocar este trabajo, a este tipo de obras de ingeniería.

El propósito primordial de esta tesis es investigar y analizar la situación actual del mantenimiento en las obras de ingeniería civil, en especial de edificación, proponer algunas soluciones para enfrentar estos problemas de una manera adecuada e introducir al lector a los problemas

del mantenimiento ya que la situación que hemos vivido en los últimos años nos debe hacer reflexionar sobre la imperante necesidad de preservar y acrecentar nuestra infraestructura, ya que solamente con ésta podremos avanzar en los grandes objetivos del desarrollo nacional, que son: bienes tar y justicia social.

El capítulo II, contiene la clasificación de mantenimiento en sus dos fa ses, correctivo y preventivo así como la relación que existe entre ellos. En el capítulo III, se estudia la inversión de las obras que conforman la infraestructura del país y la problemática derivada de la asignación de presupuestos. En el capítulo IV, se explica la secuencia de pasos que de be contener un programa de mantenimiento y se mencionan tres técnicas de programación utilizadas en el país. En el capítulo V, se dará un ejemplo ilustrativo de la aplicación práctica de un programa de mantenimiento. Fi nalmente en capítulo VI, se dan las conclusiones y recomendaciones de es te trabajo, con el cual se pretende crear conciencia en todas aquellas personas relacionadas con el mantenimiento de las obras, es decir a aquellas personas que deciden la asignación de recursos, que los administran y las que llevan a cabo las actividades de mantenimiento; a los usuarios de las mismas para que respeten las especificaciones con las que fueron diseñadas dándoles el uso correcto, y en general a todas las personas, pa ra que en el futuro, nuestro país tenga un crecimiento confiable y seguro, en el que participen todos sus habitantes.

CAPITULO I I

EL MANTENIMIENTO

II.1. LA CONSERVACION Y EL MANTENIMIENTO.

Comunmente existe confusión entre los términos conservación y mantenimiento, debido a que no se define la esencia de cada término en los diccionarios y, en las diferentes instituciones los manejan como sinónimos. Así, se interpreta a la conservación como el conjunto de actividades institucionales de una dependencia o entidad, dirigidas a cuidar y guardar la permanencia de las obras que las constituye, en condiciones que permitan la adecuada realización de las funciones para las cuales fueron construidas.

El mantenimiento es el conjunto de actividades llevadas a cabo para que los elementos de una obra, instalaciones, accesorios, etc., no interrumpan o recuperen su estado inicial de funcionamiento. Hay actividades tales como la sustitución de un elemento por otro o la remodelación de un edificio, etc., que no son actividades de mantenimiento propiamente, pero son llevadas a cabo para que las obras continúen prestando sus servicios, lo cual nos dice que éstas actividades quedan comprendidas dentro del término de conservación tal como se muestra en la figura 1.

II.2. CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

Para determinar y establecer lineamientos que permitan llevar a cabo el mantenimiento, mediante la aplicación de técnicas apropiadas y en forma sistematizada, es conveniente considerar los tipos de mantenimiento que generalmente se efectúan y que podemos clasificar en dos modalidades:

- a) MANTENIMIENTO CORRECTIVO
- b) MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A continuación se definirá cada uno de estos tipos de mantenimiento, así como los elementos que intervienen para el cumplimiento de los objetivos establecidos en cada uno.

II.2.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Son los trabajos realizados para reparar o sustituir los elementos que constituyen una obra, cuando estos presentan deficiencias ya sea por sín-

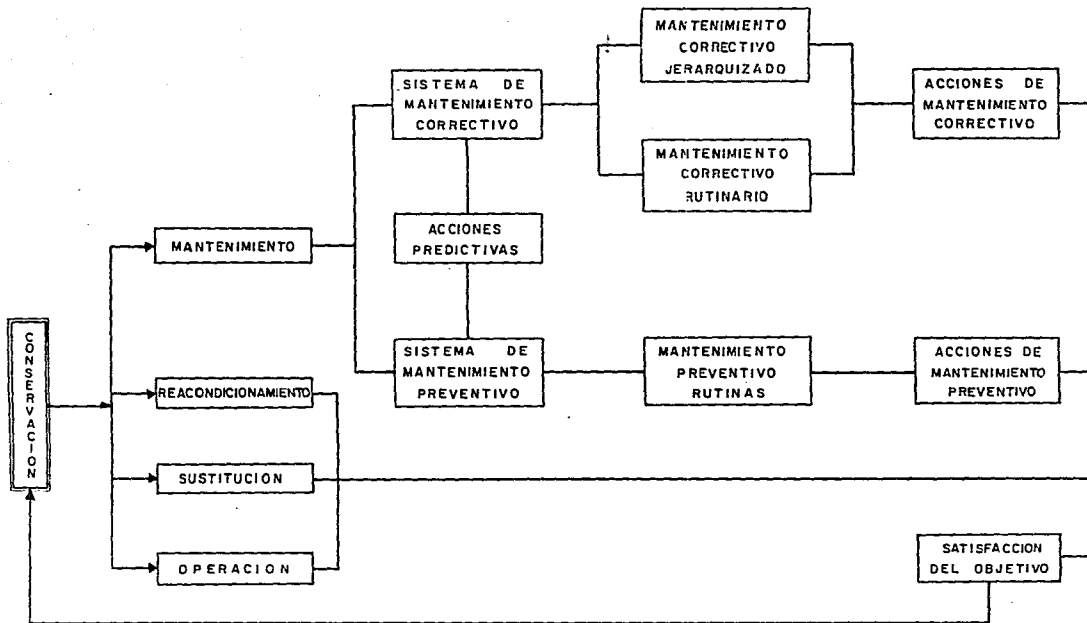


FIGURA 1

SISTEMA DE CONSERVACION

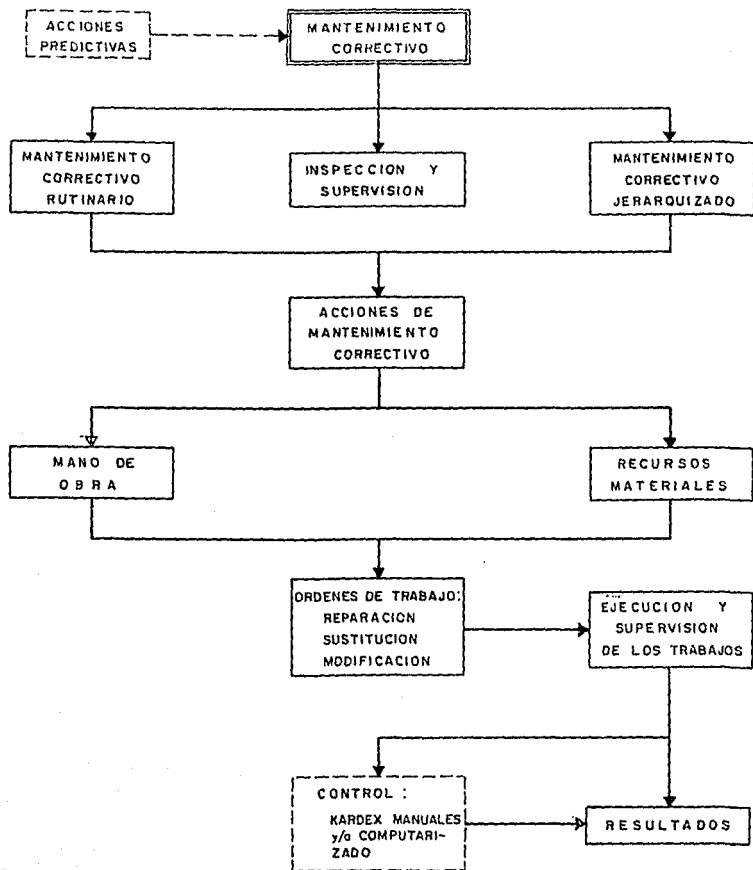


FIGURA 2

SISTEMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

II.2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Son las acciones encaminadas a evitar los posibles deterioros y fallas, que pueden presentarse en los elementos que constituyen el inmueble y su equipo, principalmente por medio de revisiones periódicas con el fin de preservar su funcionamiento óptimo.

Para la aplicación de este sistema de mantenimiento se requiere de conocimientos suficientes y una organización eficiente, que logre adquirir experiencia en determinar la causa de fallas repetitivas, tiempos de operación seguros en los componentes, o bien llegar a conocer los puntos con mayor probabilidad de falla en los elementos que componen la obra. Estas experiencias son las que han contribuido al desarrollo del mantenimiento preventivo.

Para este sistema, se pueden establecer pronósticos de fallas, y basados en ellas, instituir las bases para un mantenimiento eficiente. Para ello es necesario una participación técnica capacitada, para obtener los mejores resultados, sobre todo en obras que requieren un alto grado de confiabilidad y mínimos lapsos de suspensión en la operación y servicio.

II.2.2.1. ELEMENTOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Podemos identificar tres elementos básicos para poder contar con un mantenimiento preventivo.

- ACCIONES PROGRAMADAS
- SUPERVISION
- REGISTROS DE INCIDENCIAS

ACCIONES PROGRAMADAS.- Son todas aquellas actividades cotidianas que se realizan para determinar el estado de conservación y las necesidades propias de mantenimiento en los elementos. Estas actividades se definen como rutinas y son todos aquellos trabajos que se llevan a cabo con cierta periodicidad, de ahí que todas las acciones de mantenimiento preventivo entran en el esquema de una rutina y es por esto que las podemos llamar rutinas de mantenimiento preventivo.

SUPERVISION.- Es la actividad que nos permite verificar si las acciones

de mantenimiento han logrado la operación de la unidad dentro de los rangos descritos. Esta supervisión debe ser programada y ejecutada por el ingeniero de mantenimiento.

REGISTRO DE INCIDENCIAS.- Es la actividad que nos permite identificar las condiciones de mantenimiento en que se encuentran los inmuebles, instalaciones y equipos así como las acciones y costos de mantenimiento aplicados en ellos. Las incidencias presentadas pueden ser registradas en controles de kardex manuales o en computadora.

11.2.2.2. BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Los beneficios que pueden lograrse con la implantación de un sistema rutinario de Mantenimiento Preventivo son:

- Disminución en los reportes de falla en elementos de una obra.
- Se mejora el control de calidad de materiales.
- Se mejora la distribución de las cargas de trabajo.
- Se mejora la calidad de los trabajos.
- Se mejora el rendimiento del personal.
- Hay buen equilibrio entre mantenimiento y costo mínimo.
- Hay pleno conocimiento de los elementos en cuanto a cantidad y características.
- Se cuenta con un procedimiento definido de los trabajos a realizar.
- Se cuenta con estándares de tiempo para evaluar las rutinas.
- Se tiene pleno conocimiento de los equipos, herramientas, materiales y personal que se utilizará.
- Se establecen los criterios para las evaluaciones del sistema.

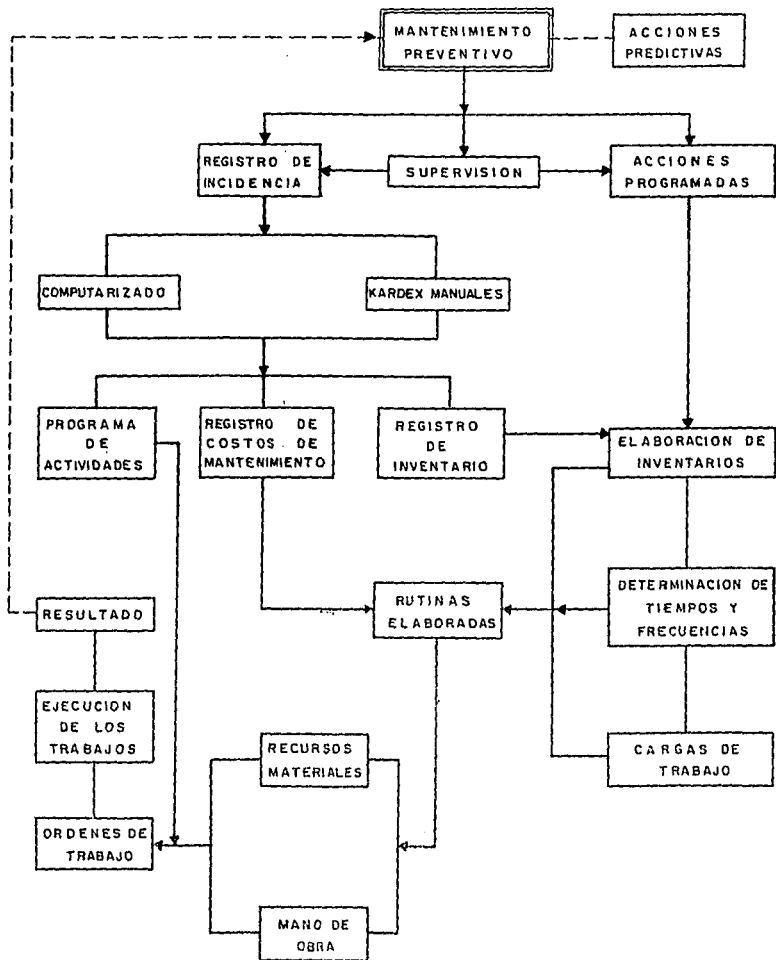


FIGURA 3

SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

II.3 ACCIONES PREDICTIVAS DE MANTENIMIENTO.

Las acciones predictivas (fig. 4) sirven de auxilio en la ejecución del - Mantenimiento Preventivo y Correctivo, basándose fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda para dar tiempo a corregirla sin perjuicio al servicio; se usa en ello la inspección, estadísticas y análisis de ingeniería en el que emplean instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas.

Con estas acciones se obtiene la información más completa que se puede usar para tomar decisiones, permitiendo el afinamiento de las técnicas usadas en el Mantenimiento Preventivo.

Estas actividades tomaron impulso en la década de los 60'S creándose nuevas técnicas y aparatos para la detección y prevención de fallas, los cuales - han permitido terminar con los siguientes problemas:

- a) Determinar que tiempo le queda de vida a ciertos elementos estructurales de la obra.
- b) Sustituir en forma rutinaria partes costosas con el propósito de estar del lado de la seguridad.
- c) Preguntarse si los responsables del servicio están siguiendo las instrucciones de funcionamiento adecuado.
- d) Suspender el servicio fuera de programa, por fallas imprevistas.

Antes de aplicar estas acciones, es necesario asegurarse de que la institución esté en condiciones de aprovechar al máximo sus ventajas, tomando - en cuenta sobre todo el costo que representaría un paro inesperado en el - servicio (ver grafica).

Otro factor importante que incide en la aplicación de estas acciones, es el estado de conservación de la obra a mantener, pues es evidente que resultaría un desperdicio de tiempo y dinero el aplicar las técnicas más modernas a instalaciones que debieron haber tenido una reparación mayor o un reacondicionamiento tiempo atrás (ver grafica siguiente).

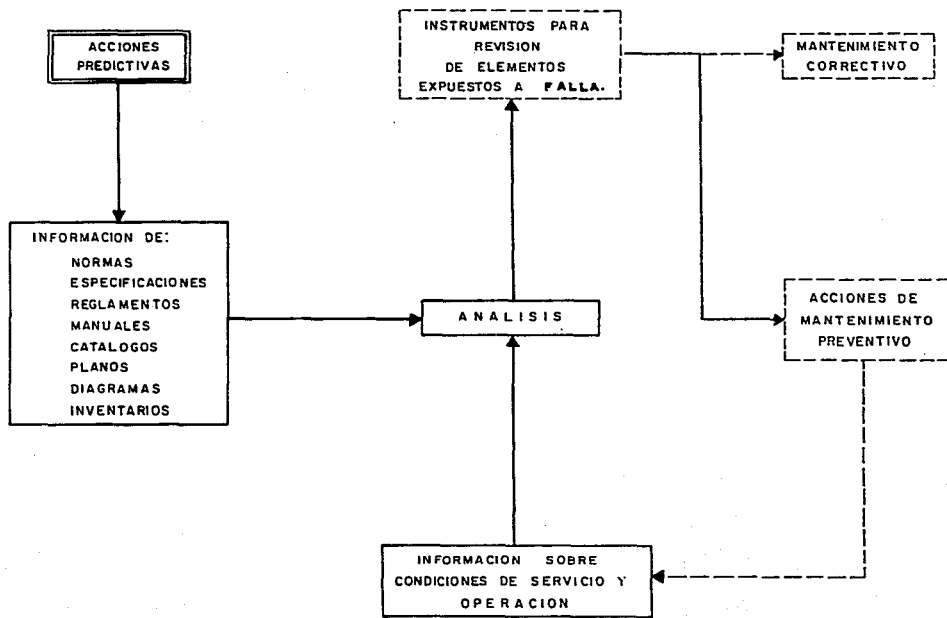


FIGURA 4

ACCIONES PREDICTIVAS

II.4. MANTENIBILIDAD.

La mantenibilidad es la medida de rapidez y facilidad con la cual una obra puede ser restaurada a su estado de funcionamiento después de una falla.

En la ingeniería de mantenibilidad se usan técnicas de análisis para el diseño de obras, equipos y sistemas, combinados con el conocimiento del factor humano, el costo de la aplicación de la metodología que se use en el mantenimiento y una sensibilidad intuitiva para entender el problema.

La mantenibilidad es una característica del diseño e instalaciones, la cual se expresa como la probabilidad de que un elemento será restaurado para una condición específica dentro de un periodo de tiempo, siempre y cuando el mantenimiento se ejecute de acuerdo a procedimientos adecuados. La mantenibilidad se manifiesta en términos de:

- El tiempo requerido para diagnosticar la falla.
- El tiempo requerido para preparar el mantenimiento.
- El tiempo para corregir la falla.
- El tiempo necesario para verificar y controlar de una manera completa y satisfactoria las acciones del mantenimiento.

Como se ilustra en la figura 5, la mantenibilidad puede expresarse como la medida del tiempo (T) requerido para reparar un porcentaje dado (P) de todas las fallas del sistema, o como la probabilidad (P) para conservar el sistema en funcionamiento dentro de un periodo de tiempo dado (T), después de la falla.

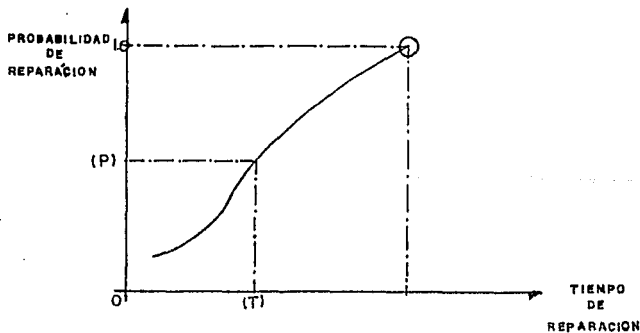


FIGURA No. 5

II.4.1. RELACION ENTRE MANTENIBILIDAD Y MANTENIMIENTO.

La mantenibilidad involucra funciones, combinando las características de diseño, políticas de reparación, así como los recursos necesarios para lo lograr el funcionamiento óptimo durante la vida útil de una obra. La descripción de los requisitos de funcionamiento que la mantenibilidad requiere, son derivados por el sistema en cuestión, apoyándose con la planeación lógica enfocada principalmente al mantenimiento.

El concepto de mantenimiento define básicamente el criterio, y las acciones a seguir en los métodos propuestos de reparación de cada avance de mantenimiento, intentando satisfacer conjuntamente la cantidad de requerimientos de mantenibilidad derivados por el sistema, y apoyado por una planeación lógica para conservar las obras en condiciones de servicio óptimas.

La relación que se establece entre estos conceptos se ilustra en la figura (6), éstas áreas se complementan una con la otra para analizar y establecer una técnica de mantenimiento.

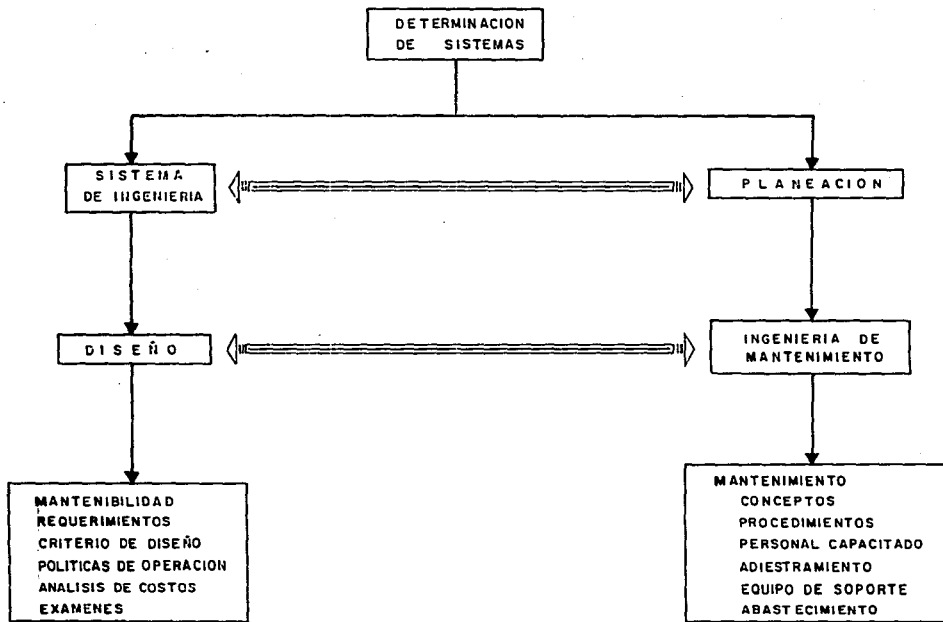
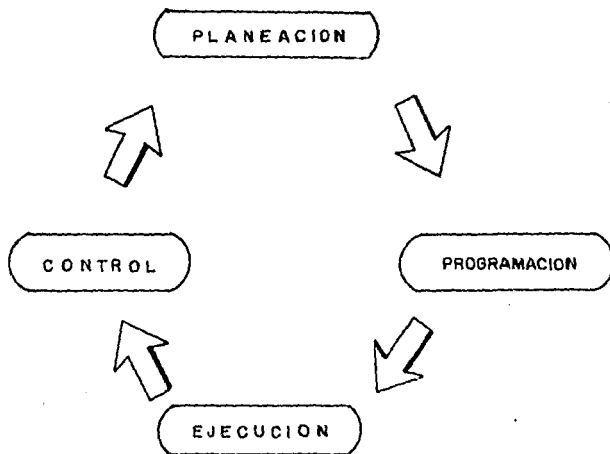


FIGURA 6

II.5. ACCIONES ADMINISTRATIVAS EN EL MANTENIMIENTO.

La buena administración en los trabajos de mantenimiento de cualquier institución, es un factor importante para permitir su existencia y crecimiento. A continuación se presenta el esquema general de las etapas que comprenden la administración.



**FIGURA No. 7 ACCIONES ADMINISTRATIVAS
EN EL MANTENIMIENTO.**

Para el desarrollo de cada una de estas actividades, se debe tomar en cuenta cuatro factores importantes que intervienen directamente:

- CANTIDAD
- CALIDAD
- COSTO
- TIEMPO

Cantidad.- Es la determinación del número de elementos a los que se debe dar mantenimiento y las cantidades de obra que son necesarias para cumplir con el objetivo establecido.

Calidad.- Se debe considerar la calidad de materiales, mano de obra, herramienta y equipo que se utilice en los trabajos de mantenimiento.

Costo.- Es el análisis económico de todos los recursos que intervienen en las actividades a desarrollar.

Tiempo.- Es el factor que nos indica la duración y el periodo de ejecución de los trabajos.

II.5.1. LA PLANEACION EN EL MANTENIMIENTO.

Es el proceso mediante el cual se estudian diferentes alternativas propuestas, de las cuales se selecciona la más adecuada para alcanzar los objetivos trazados por la institución. Se debe establecer claramente los objetivos y metas en el mantenimiento para el corto, mediano y largo plazo, en virtud de lo adverso e incierto que se presenta el entorno económico de nuestro país. El proceso de planeación adquiere gran importancia en todos los aspectos, principalmente para racionalizar el uso de los recursos disponibles. Para cumplir con los objetivos de la planeación se deben considerar las características mencionadas anteriormente de la siguiente manera:

Cantidad.- De las alternativas analizadas definir a qué elementos es más importante dar mantenimiento, así como contar con los recursos humanos y materiales que intervengan.

Calidad.- Se debe planear que los trabajos que se realicen cumplan con la calidad especificada, auxiliándose con la supervisión de mantenimiento.

- Costo.- Para la elaboración del presupuesto se debe analizar el costo de los materiales, mano de obra y equipo a utilizar, tomando en cuenta los índices inflacionarios que se presenten en el desarrollo de los trabajos.
- Tiempo.- Se debe establecer la duración y el periodo más conveniente para la ejecución de los trabajos, de acuerdo a los factores anteriores.

II.5.2. LA PROGRAMACION EN EL MANTENIMIENTO.

Programación.- Es definir por adelantado y de una vez por todas las variables de decisión de un problema.

Esta etapa consiste en indicar de manera precisa las actividades por ejecutar asignando tiempos y fechas de inicio y terminación, tomando en cuenta la disponibilidad de los materiales, equipos, mano de obra y la organización requerida para llevarlas a cabo.

II.5.2.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO.

La buena programación del mantenimiento puede desarrollarse siguiendo algunos principios básicos para su realización, los cuales se enumeran de la siguiente manera:

- 1) Fines: Especificar objetivos y metas que se desean alcanzar con el mantenimiento preventivo.
 - Todo programa debe elaborarse para cubrir los requerimientos de seguridad y eficiencia.
 - Hay que tener presente que puede presentarse la necesidad de hacer cambios en el programa.
 - Los programas deben basarse en lo que más probable ocurra, no en lo que quisieramos que ocurriese.
 - El programa es un medio para conseguir un fin, y no un fin en sí mismo.

- 2) Medios: Elegir técnicas, métodos y procedimientos con los cuales deberán alcanzarse los objetivos y las metas de mantenimiento.
 - Usar los registros u ordenes de trabajo que comprendan los detalles necesarios para la buena ejecución de las actividades de mantenimiento.

3) Recursos: Determinar las clases y cantidades de los recursos que son requeridos en el mantenimiento.

- Presupuesto seguro.
- Locales de trabajo adecuados.

No es posible que un trabajo de mantenimiento se lleve a cabo correctamente en áreas inadecuadas, en los pasillos o rincones desocupados de un edificio, etc..

- Equipos y herramientas adecuados.

Es también evidente, que para llevar a cabo un trabajo de mantenimiento, el operario deberá contar con el equipo de medición, ajuste e instrumentos necesarios para el trabajo requiera.

- Adquisiciones, suministro de materiales y refacciones.

Un factor importante para llevar a cabo la función del mantenimiento es establecer, y organizar un almacén (bodega), con los accesorios, piezas de repuesto, materiales, refacciones, etc., necesarias para resolver los problemas de mantenimiento.

II.5.3. EJECUCION.

Consiste en encauzar las actividades a la realización eficiente de acuerdo a los objetivos establecidos en la planeación y programación del mantenimiento.

En la práctica se ha demostrado que si se quiere obtener buenos resultados en los trabajos de mantenimiento es necesario aplicar con detalle las técnicas y métodos de reparación, auxiliándose de una supervisión constante en el momento que se realizan las actividades, y considerando lo siguiente:

Cantidad. Realizar las actividades de mantenimiento de acuerdo a lo establecido en el programa.

Calidad. Se tiene que verificar que los trabajos estén cumpliendo con la calidad especificada.

Costo. Efectuar el mantenimiento con los costos definidos en el presupuesto.

Tiempo. Ejecutar los programas de acuerdo a la secuencia y a los períodos marcados en el programa de actividades.

II.5.4. CONTROL.

Es la medición de los resultados en relación con lo esperado, con el fin de saber si se ha obtenido lo deseado, corrigiendo, mejorando y formulando nuevos planes. Esta actividad se realiza para evitar desviaciones en los resultados con respecto a planes y programas establecidos en la planeación.

En la etapa del control se deben de cumplir las siguientes condiciones:

Cantidad.- Exigir que se de el mantenimiento a los elementos de la obra de acuerdo a los objetivos de la planeación.

Calidad.- Evaluar si el control de calidad de los trabajos cumplen con las normas y especificaciones.

Costo.- Evaluar si los costos de mantenimiento son los que se fijarán en el presupuesto planeado.

Tiempo.- Evaluar si los tiempos de ejecución de los trabajos son los adecuados, reprogramando las actividades a las necesidades existentes.

II.5.4.1. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CONTROL.

(En la figura 8 se presentan estos elementos.)

EVALUACION.- Consiste en llevar a cabo el análisis de los resultados obtenidos comparando con parámetros establecidos y detectar cualquier desviación entre el nivel de mantenimiento ejecutado y el que se esperaba.

En la toma de decisiones y en las acciones correctivas se da la agrupación de las desviaciones obtenidas en la evaluación, definiendo los trabajos correctivos que se deben seguir para no volver a caer en los errores observados en los trabajos de mantenimiento.

La información obtenida en el control, se retroalimenta en la planeación de futuros trabajos para tener mejores resultados en los objetivos.

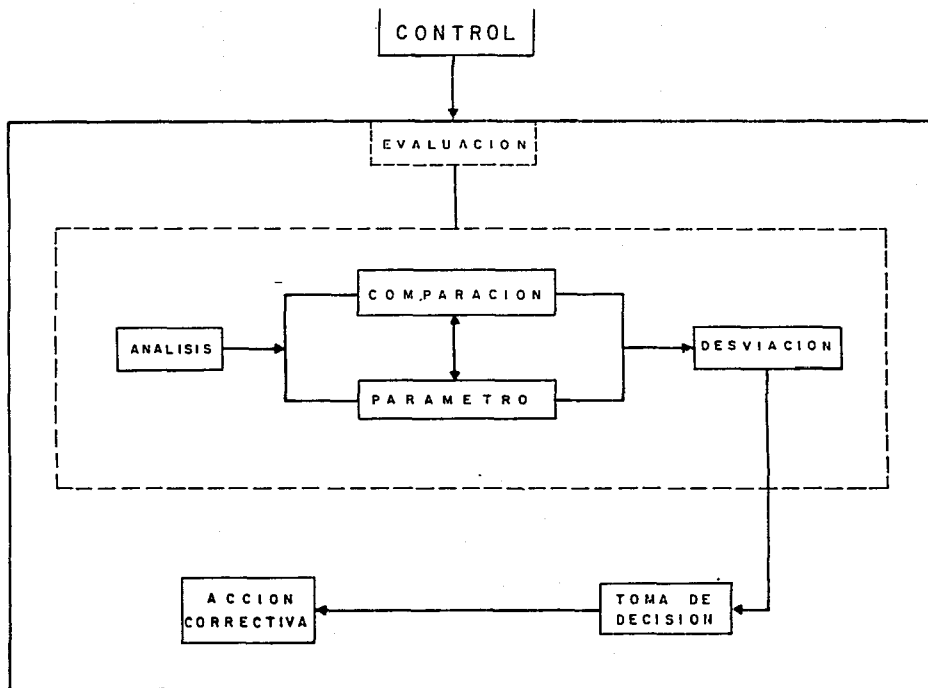


FIGURA 8

ELEMENTOS DEL CONTROL

CAPITULO III

ANALISIS ECONOMICO

III.1. ANALISIS ECONOMICO A NIVEL NACIONAL.

El crecimiento demográfico experimentado en los últimos años, unido a la preocupación generalizada por mejorar los niveles de vida de la población, se tradujo en una creciente demanda de instalaciones a todos los niveles, para poder satisfacer las necesidades de vivienda, transporte, abastecimiento de agua potable, drenaje, electricidad, etc., se torna necesario realizar cuantiosas intervenciones para crear infraestructura nueva; actualmente los programas de expansión de infraestructura se han visto afectados por la falta de recursos financieros, que provocan a su vez la disminución considerable en la asignación presupuestal para la ejecución de las obras. Es por esto que se han derivado ciertos rezagos y descuidos en el mantenimiento de las instalaciones y equipos con que cuenta el país.

Los recursos financieros, así como su aplicación oportuna, se han convertido en un factor importante dentro del ámbito nacional; es decir que la racionalización de estos recursos está restringida, por lo que es factible establecer una secuela de métodos actuantes, de tal manera que con esto se puedan obtener beneficios que redunden en lo económicos y en la eficiencia, con el fin de abatir los costos de mantenimiento porque también son factores que frecuentemente se tornan fundamentales en las decisiones, e influyen considerablemente en ellas.

La infraestructura física del país esta representada por sus activos fijos y se expresa estadísticamente por la formación bruta de capital fijo. La estadística nos permite apreciar el comportamiento que ha tenido la formación de dicho capital como proporción del producto interno bruto.

La construcción en cada uno de sus tópicos, la maquinaria y equipo y otros rubros, integran la formación bruta de capital fijo. El porcentaje del producto interno bruto destinado a la formación bruta de capital nos indica que de 1960 a 1980, el gobierno destinaba cada vez mayores recursos a la

creación de infraestructura, pasando del 15% al 23% respectivamente. En cambio, en los últimos años se han canalizado menos recursos a la formación de capital, llegando en 1986 a niveles del 16% del producto interno bruto. Lo anterior se expone en forma más detallada en el diagrama de la figura - No. 9 .

La Inversión Pública Federal también es un indicador que refleja la formación de infraestructura, ya que a través de dicha inversión se construyen las grandes obras del país que dan apoyo a la agricultura, a la industria, a las comunicaciones, al transporte, a la vivienda, etc.

La escasez de recursos del sector público, junto a la política de austeridad financiera, ha provocado una drástica caída de la inversión pública federal. En la tabla No. 1, se observa que ésta inversión en 1986 fué menor de la mitad del porcentaje del producto que se invirtió en 1980 e inclusive menor que la proporción registrada en 1960.

INVERSION PUBLICA FEDERAL COMO PORCENTAJE
DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO.
EN LA CREACION DE INFRAESTRUCTURA.

1960	5%
1970	7%
1975	9%
1980	11%
1982	9%
1985	6%
1986	4%

TABLA No. 1

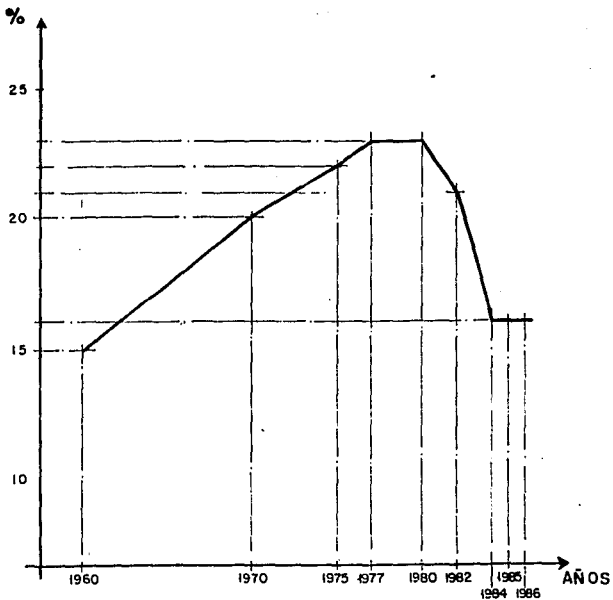


FIGURA 9

**FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO
 COMO PORCENTAJE DEL PRODUCTO INTERNO
 BRUTO, DESTINADO A LA CREACION DE INFRAESTRUCTURA**

Los dos renglones más importantes en la formación bruta de capital son: Construcción, Maquinaria y Equipo. La maquinaria y equipo en 1986 representó el 40% del total de las inversiones en creación de capital y por consiguiente la construcción representó el 60%.

En la tabla No. 2, se observa más detalladamente la variación que en estos campos ha tenido la inversión para la formación del capital fijo.

INVERSION EN FORMACION BRUTA DE CAPITAL
FIJO POR TIPO DE BIEN.

AÑO	TOTAL(%)	CONSTRUCCION(%)	MAQUINARIA Y EQUIPO(%)
1960	100	61	39
1970	100	75	25
1975	100	54	46
1980	100	55	47
1982	100	60	40
1985	100	61	39
1986	100	60	40

TABLA No. 2

Para que el país se desarrolle necesita invertir proporciones adecuadas en infraestructura. La historia mundial no registra caso alguno en que se haya logrado el desarrollo económico y social sin antes haber hecho grandes esfuerzos en creación de infraestructura. El país aún mantiene rezagos históricos en infraestructura ferroviaria, portuaria, de automatización industrial y de comunicaciones, por citar sólo algunos casos. Por otra parte, es necesario que la infraestructura que se ha logrado crear en las últimas décadas se preserve, se evite su obsolescencia o su baja eficiencia. Crecimiento y mantenimiento de infraestructura son acciones complementarias. Grave es para el país cuando no se crea la infraestructura necesaria, y más grave aún cuando se permite el deterioro de la existente.

III.2. ANALISIS ECONOMICO A NIVEL INSTITUCION.

Frecuentemente las obras de ingeniería civil pueden fallar o deteriorarse - por causas naturales, de antigüedad, por efectos del uso, o por fenómenos - naturales extraordinarios, esto puede evitarse aunque no en su totalidad, to mando medidas para conservarlas. En algunos casos éstas medidas llegan a ser demasiado caras, por lo que puede ser más económico reemplazar los elementos fallados o la obra en su totalidad, que darles un importante mantenimiento - para conservarlas en buen estado, y que puedan así cumplir con las necesidades requeridas; por esto es fundamental tomar en cuenta que la obra tiene - una vida útil durante la cual se espera que tenga la mejor eficiencia, dispo nibilidad, seguridad, funcionalidad, operabilidad y apariencia.

El objetivo fundamental de la función de mantenimiento es prolongar hasta - donde resulte económico la vida de una obra determinada; es por esto que el buen entendimiento de los factores que intervienen en el análisis de la vida útil de la misma, deben ser estudiados detalladamente para poder alcanzar el éxito deseado, ya que con ellos se hace interactuar los conocimientos finan- ciosos, administrativos y técnicos, indispensables para llevar a cabo un buen mantenimiento.

III.2.1. ETAPAS DE "VIDA" DE UNA OBRA.

Es fundamental tener una idea clara de lo que se debe entender por vida de una obra; para ello es necesario clasificar y definir cada uno de los términos - que engloban este concepto. (Figura No. 10).

III.2.1.1. VIDA INICIAL.

Comienza desde el mismo instante de la terminación de construcción del ele - mento y es el lapso en el cual el comportamiento del mismo sufre alteracio- nes, además en este lapso ocurren con más frecuencia fallas, y en donde la - mayoría de los defectos de construcción así como la calidad de materiales y mano de obra se hacen evidentes.

III.2.1.2. VIDA UTIL.

Esta etapa se inicia después de la vida de prueba o vida inicial, y es aque- lla en que la obra mantiene una eficiencia más o menos alta y estable, fina-

liza con el lapso en el que el desgaste se acentúa o la eficiencia empieza a decrecer rápidamente. En este periodo el mantenimiento es casi constante en sus índices de costos, frecuencias y cargas de trabajo.

III.2.1.3. VIDA EXTENDIDA O VIDA DE EMERGENCIA.

Es el lapso en el cual se hace seguir operando a un elemento en contra de toda razón técnica y económica aparente.

III.2.1.4. VIDA TOTAL.

Es cuando el elemento o la obra en conjunto es sustituida por una estructura nueva que se apegue a las necesidades requeridas en ese momento. Algunas veces la sustitución es al término de su vida útil y otras cuando se encuentran en la vida extendida o vida de emergencia.

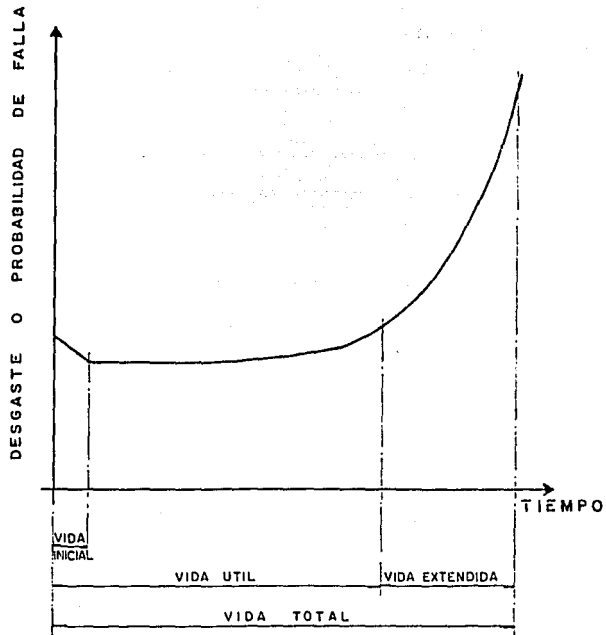


FIGURA 10
ETAPAS DE LA VIDA DE UNA OBRA

III.3. TEORIA DEL REEMPLAZO.

III.3.1. NECESIDADES DEL REEMPLAZO DE UNA OBRA

En esta sección se hablará de reemplazo como la sustitución de un elemento por otro o de la obra en su totalidad cuando ya no es funcional, dando como resultado menor eficiencia y beneficios en relación a otras obras con estructuras más modernas y sofisticadas. Es decir, cuando los costos de mantenimiento y operación son muy elevados, cuando los elementos de la obra presentan inminencia de falla o cuando ésta se ha presentado en alguno de ellos.

Para poder determinar el momento en el cual una obra debe ser reemplazada por aspectos económicos, necesitamos conocer el concepto de depreciación, sus tipos y métodos para determinarla.

III.3.2. PARTICIPACION DE LA DEPRECIACION EN LA TEORIA DEL REEMPLAZO.

DEPRECIACION.- Es la pérdida de valor de la obra con relación al que tenía antes o en relación con otros de su misma clase, ya sea por establecimiento de la ley en términos fiscales o por el uso específico de tal obra.

III.3.2.1. CLASIFICACION DE LA DEPRECIACION.

DEPRECIACION FISICA.- Es el deterioro normal de los elementos mientras se hayan en operación, disminuyendo gradualmente su capacidad para dar el servicio que originó su construcción.

DEPRECIACION FUNCIONAL.- Un cambio en el uso o en el servicio esperado de un elemento o de toda la obra, hace decrecer su valor, aún cuando ésta sea capaz de llevar a cabo el servicio que originó su cambio.

DEPRECIACION MONETARIA.- Un cambio en el poder de compra del dinero provoca una depreciación y un aumento continuo en los precios, ocasionando que el capital recuperado por el servicio de la obra, con frecuencia sea insuficiente para sostener los servicios que presta y darle un mantenimiento adecuado, lo que obliga a sustituirla por otra, debido a las pérdidas que origina en ese momento.

III.5.2.2. METODOS PARA DETERMINAR LA DEPRECIACION,

Pueden mencionarse varios métodos para calcular la depreciación en términos de números (costos), todos ellos forman parte de la llamada "depreciación - contable" que tiene dos propósitos principales:

- 1.-Establecer un patrón para recobrar el capital invertido en un determinado bien (obra).
- 2.-Relacionar el costo de poseer una determinada obra con el servicio que presta.

Un método de depreciación es fácil de usar, y puede obtenerse un patrón realista del costo real de la obra en un período determinado. A continuación se presentan tres de los métodos más usados; ninguno en particular es el mejor, pero se ajustan para el cálculo de la depreciación de un bien en cualquier etapa de su vida.

PRIMER METODO.- DEPRECIACION DE LINEA RECTA.

Este método es el más sencillo de aplicar, puesto que designa una cantidad constante para la recuperación anual del capital.

La cuota anual de depreciación (CAD), se determina a partir de la relación:

$$CAD = \frac{(P - S)}{n}$$

donde: P= costo total de la obra.

S= valor de rescate al final de la vida económica de la obra.

n= vida económica en años (tiempo en el cual la obra es económicamente rentable).

SEGUNDO METODO.- DEPRECIACION POR SUMA DE DIGITOS,

Este método proporciona cuotas de depreciación que son más grandes durante los primeros años de vida de la obra. La cuota anual es una función de los dígitos que representan la vida económica; específicamente, la relación del dígito asociado con la edad de la obra y la suma de todos los dígitos, por ejemplo, particularmente un elemento con una vida económica de 5 años tiene una suma de dígitos que es : $5+4+3+2+1=15$ en el momento de terminación de la ejecución (construcción) de la obra. El dígito asociado con el primer año de propiedad es de 5 y el del último año es 1. La relación para el primer año es $5/15$, y $1/15$ para el último año; por lo tanto, la cuota anual variable por depreciación se calcula apartir de:

$$CAD = \frac{(\text{dígito asociado con la edad de la obra})}{(\text{dígitos para toda la vida económica})} (P - S)$$

$$CAD = \frac{2 (n - N + 1)}{n (n + 1)} (P - S)$$

donde: N= edad de uso de la obra para la cual se está calculando la depreciación.

n= vida económica en años

P= costo total de la obra.

S= valor de rescate al final de la vida económica de la obra,

TERCER METODO.- DEPRECIACION POR BALANCE DOBLEMENTE DECLINANTE.

Este método de calculo rápido se basa en un factor con un límite superior igual al doble de la cuota de la depreciación anual calculada por medio del método de línea recta. Como por lo general la administración desea recuperar el capital lo más pronto posible, se emplea la tasa máxima en la siguiente ecuación:

$$CAD = [2/n](\text{valor nominal})$$

donde: Valor nominal = $P(1 - 2/n)^{N-1}$ = costo total menos la depreciación acumulada.

El factor $2/n$ establece la fracción en que el valor nominal se reduce cada año.

P = valor total de la obra.

n = vida económica de la obra.

N = edad de uso de la obra para la cual se está calculando la depreciación.

Para ilustrar la aplicación de estos métodos nos auxiliaremos de un ejemplo típico sencillo, con el cual se puede observar la relación y diferencias entre cada uno de estos.

EJEMPLO.-

Un edificio X cuyo costo inicial, de proyecto a construcción, ascendió a 11 mil millones de pesos, se le estima una vida económica de 50 años, al cabo de los cuales tendrá un valor de rescate que representa el 20% del valor inicial.

Se desean saber los patrones de depreciación resultantes de la aplicación de los métodos:

- 1.-Línea Recta.,
- 2.-Suma de dígitos.
- 3.-Balance doblemente declinante.

1.-línea Recta:

$$CAD = \frac{P - S}{n}$$

donde: P=11 mil millones de pesos.

S= 2 mil 200 millones de pesos.

n= 50 años.

$$CAD = \frac{11 \times 10^9 - 2.2 \times 10^9}{50} = 176'000,000:00. (\text{anual}).$$

Por lo tanto, con este método se tendrá un costo anual de depreciación(CAD) de 176 millones, que serán constante durante toda su vida económica, hasta llegar al valor de rescate de 2200 millones.

2.-suma de dígitos:

$$CAD = \frac{2 (n - N + 1) (P - S)}{n (n + 1)}$$

donde: P=11 mil millones de pesos.

S= 2 mil 200 millones de pesos.

n= 50 años

N= desde 1 hasta 50 años.

Entonces:

$$\text{Para el año 1: } CAD = \frac{2(50-1+1)}{50(50+1)} (11 \times 10^9 - 2.2 \times 10^9) = 545,098,039.20$$

$$\text{Para el año 2: } CAD = \frac{2(50-2+1)}{50(50+1)} (11 \times 10^9 - 2.2 \times 10^9) = 338,196,078.40$$

$$\text{Para el año 50: } CAD = \frac{2(50-50+1)}{50(50+1)} (11 \times 10^9 - 2.2 \times 10^9) = 6,901,960.80$$

En forma tabular, los resultados son:

AÑO	COSTO ANUAL DE DE PRECIACION (CAD)	AÑO	(CAD)	AÑO	(CAD)
1	345'098,039.20	20	213'960,784.30	59	82'823,529.41
2	338'196,078.40	21	207'058,823.50	40	75'921,568.63
3	331'294,117.70	22	200'156,862.80	41	69'019,607.84
4	324'392,156.90	23	193'254,902.00	42	62'117,647.06
5	317'490,196.10	24	186'352,941.20	43	55'215,686.28
6	310'588,235.30	25	179'450,980.40	44	48'313,725.44
7	303'686,274.50	26	172'549,019.60	45	41'411,764.71
8	296'784,313.70	27	165'647,058.00	46	34'509,803.42
9	289'882,352.90	28	158'745,098.00	47	27'609,843.14
10	282'980,392.20	29	151'843,137.30	48	20'705,882.35
11	276'078,431.40	30	144'941,176.50	49	13'803,421.57
12	269'176,470.60	31	138'039,215.70	50	6'901,960.78
13	262'274,509.80	32	131'137,254.90		
14	255'372,549.00	33	124'235,294.10		
15	248'470,588.20	34	117'333,333.30		
16	241'568,627.50	35	110'431,372.50		
17	234'666,666.70	36	103'529,411.80		
18	227'764,705.90	37	96'627,450.98		
19	220'862,745.10	38	89'725,490.20		
				$\Sigma = 8\,800'000,000.00$	

Por lo tanto con este método se tendrá un costo anual de depreciación variable hasta llegar a su valor de rescate.

Costo inicial - \sum Depreciación anual acumulada = valor de rescate.

$$11,000'000,000.00 - 8,800'000,000.00 = 2,200'000,000.00$$

3. BALANCE DOBLEMENTE DECRECIENTE.

$$CAD = \left(\frac{2}{n}\right) \left[P \left(1 - \frac{2}{n}\right)^{n-1} \right]$$

$P = 11,000'000,000.00$
 $n = 50$ años
 N Desde 1 a 50 años

Entonces:

Para el año 1: $CAD = \left(\frac{2}{50}\right) [11 \times 10^9 \left(1 - \frac{2}{50}\right)^{1-1}] = 440'000,000.00$

Para el año 2: $CAD = \left(\frac{2}{50}\right) [11 \times 10^9 \left(1 - \frac{2}{50}\right)^{2-1}] = 422'400,000.00$

AÑO	COSTO ANUAL DE DEPRECIACION (CAD)	AÑO	(CAD)	AÑO	(CAD)
1	440'000,000.00	18	219'818,195.40	35	109'818,270.50
2	422'400,000.00	19	211'025,467.60	36	105'425,539.70
3	405'504,000.00	20	202'584,448.90	37	101'208,518.10
4	389'283,840.00	21	194'481,070.90	38	97'160,177.37
5	373'712,486.40	22	186'701,828.10	39	93'273,770.27
6	358'763,986.90	23	179'233,754.90	40	89'542,819.46
7	344'413,427.50	24	172'064,404.80	41	85'961,106.68
8	330'636,890.40	25	165'181,828.60	42	82'522,662.42
9	317'411,414.80	26	158'574,555.40	43	79'221,755.92
10	304'714,958.20	27	152'231,573.20	44	76'052,885.68
11	292'526,359.80	28	146'142,310.30	45	73'010,770.26
12	280'825,305.40	29	140'296,617.90	46	70'090,539.45
13	269'592,293.20	30	134'684,753.10	47	67'286,725.87
14	258'808,601.50	31	129'297,363.00	48	64'595,256.84
15	248'456,257.40	32	124'125,468.50	49	62'011,446.56
16	238'518,007.10	33	119'160,449.80	50	59'530,988.70
17	228'977,286.90	34	114'394,031.80	$\Sigma = 9,571'256,271.00$	

Costo total - \sum Depreciación anual acumulada = valor de rescate.

$$11,000'000,000.00 - 9,571'256,271.00 = 1,428'743,729.00$$

Este último método tiene un valor de rescate distinto de los dos métodos anteriores porque la fórmula no toma en cuenta directamente el valor estimado al final de la vida económica (valor de rescate).

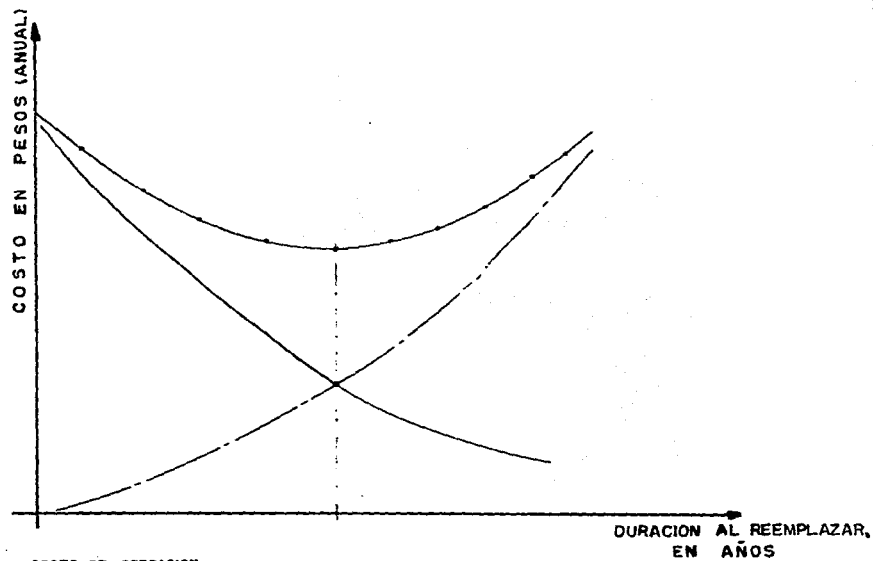
Los métodos más rápidos pueden proporcionar una cuota total que es casi constante porque los costos de depreciación disminuyen conforme aumentan los gastos de mantenimiento y reparación; cabe recordar que mientras estos gastos aumenten, la decisión de reemplazo es cada vez más evidente.

Un estudio de reemplazo compara los gastos de operación y los costos de capital de un elemento que se tiene en la actualidad, con los de otro elemento que va a fungir como el reemplazo que se necesita para que las actividades del personal que labora en ellos sea eficiente; Entenderemos como costo de capital a la disminución del valor del elemento para una cierta edad.

Para realizarse el estudio debe contarse con información actualizada, con datos tales como costos de capital hasta el momento de realizar el estudio de reemplazo, costos de operación en donde se tome en cuenta entre otros conceptos los gastos de mantenimiento, y la vida del elemento en años.

La relación entre los costos de capital y los gastos de operación se presentan en la figura No 11 en donde se observa que los costos de capital varían inversamente con el tiempo, en cambio los costos de operación aumentan con el tiempo ya que los gastos de mantenimiento cada vez serán mayores (ya sea por el desgaste propio del elemento ó por el uso excesivo).

El objetivo principal de la evaluación del reemplazo de un elemento por otro, es encontrar la edad del reemplazo que minimice un costo anual del capital. Los cálculos siguen una rutina iterativa en la que el costo de capital se suma al costo de operación acumulada para el mismo período, cada suma se divide entre la edad respectiva para dar un costo promedio para el estudio del reemplazo de que se trate. Con esta rutina se puede encontrar un punto en el cual los costos de operación y del capital se equilibran lo que da nos da un parámetro para tomar una decisión respecto al reemplazo. También puede observarse en la gráfica que si se toma cualquier punto ya sea a la izquierda o derecha de la gráfica, nos dará un costo promedio más elevado, por lo que se concluye que en estas zonas no es factible un reemplazo económico.



----- COSTO DE OPERACION.
 _____ COSTO DE CAPITAL
 COSTO TOTAL

FIGURA No. II

EVALUACION DEL CICLO DE REEMPLAZO

III.4. EL PRESUPUESTO EN EL MANTENIMIENTO.

Para obtener beneficios y buen funcionamiento en las obras, es importante conocer las características y los costos del mantenimiento que requieran, ya que conociendo éstos se puede llevar a cabo la elaboración de un presupuesto adecuado para su realización.

III.4.1 PRESUPUESTO.

Un presupuesto es un "plan" económico que constituye el mejor cálculo posible de los gastos que se harán en un lapso futuro determinado, para poder crear las tareas de mantenimiento y obtener la fiabilidad, seguridad, operabilidad, etc., adecuadas para el funcionamiento adecuado de los elementos de una obra cualquiera. El presupuesto debe reflejar planes reales y estar basado en posibilidades verdaderas; para su buen uso es necesario contar con una buena planeación, programación, ejecución y control de las tareas de mantenimiento.

Para que pueda utilizarse como un control administrativo eficaz, el presupuesto tiene que ser sensible a los acontecimientos económicos, registrando los cambios que tenga lugar; además las experiencias obtenidas en períodos pasados deben ser cuidadosamente interpretadas para poder tener una mejoría en la utilización de los recursos.

Algunos de los objetivos que se buscan al crear un presupuesto son:

- a) Defender los recursos para mantenimiento.
- b) Debe servir como instrumento eficaz en el control de los costos de mantenimiento.
- c) Ofrecer la posibilidad de tomar acciones correctivas.
- d) Recortar gastos excesivos.
- e) Si la situación requiere iniciar programas después de la formulación de presupuestos, estos deberán de ajustarse.

El responsable de mantenimiento deberá estar familiarizado con los detalles del presupuesto para que no sean rebasados los alcances del mismo y no se pueda lograr la aplicación adecuada de la tarea de mantenimiento por falta

de recursos.

El presupuesto de mantenimiento deberá considerar los cambios que tengan lugar en la operabilidad de la obra, ya que el poco o excesivo uso de las instalaciones, provocará un cambio radical en el presupuesto, por lo que es factible se asigne una cuadrilla de personal de mantenimiento suficiente para poder mantener dichas instalaciones en óptimas condiciones.

El personal de mantenimiento puede crear presupuestos escalonados que se basan en un análisis de presupuestos de años anteriores, ya sean anuales, trimestrales, etc.; dependiendo del tipo de elemento a mantener, tipo de uso, facilidad para darle mantenimiento, etc., este procedimiento presentaría dos ventajas:

- 1) La planificación del presupuesto es continua, permitiendo la creación de nuevas ideas e iniciativas que mejorarían la calidad de la programación del mantenimiento. El presupuesto se torna más flexible y adaptable a la situación cambiante actual.
- 2) Los encargados del mantenimiento son los responsables de la elaboración de los presupuestos; la elaboración de los mismos corresponde al personal administrativo del mantenimiento, auxiliado por el superintendente, residente o supervisor, que son las personas que mantienen el contacto continuo de las necesidades requeridas en la tarea de mantenimiento.

Uno de los renglones más importantes dentro de la conservación y mantenimiento, es el control que se tenga sobre el presupuesto asignado para la ejecución de los trabajos a realizarse. Generalmente este presupuesto es limitado e insuficiente para ejecutar todos los trabajos planeados, de aquí la necesidad que el Ingeniero encargado del mantenimiento tenga que establecer preferencias o prioridades sobre cual trabajo hacer primero y cual después. Evidentemente que la adecuada aplicación del presupuesto, permitirá a su vez la adecuada realización de las tareas de mantenimiento.

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Este capítulo cubre las características básicas para la realización de los programas de mantenimiento, los cuales son resultantes de la planeación y sirven a ella como medio de control e instrumento indispensable para la toma de decisiones.

IV.1. MANUAL DE CONSERVACION.

Un manual de conservación contiene la información substancial de los sistemas técnico-administrativos que deben regir las acciones del elemento humano responsable del funcionamiento óptimo de una obra.

Es necesario mantener actualizados todos los manuales de conservación, debido a que son producto de la experiencia y dedicación de una parte considerable del grupo humano que forman las dependencias e instituciones, estas experiencias vertidas en los manuales sirven como una valiosa herramienta por medio de la cual, los integrantes de otras instituciones que desean conservar en buen estado sus obras, se sitúan acertadamente conociendo los procedimientos específicos técnico-administrativos a seguir, para alcanzar una buena operación y mantenimiento.

IV.2. OBJETIVO DEL MANUAL DE CONSERVACION.

El objetivo principal de un manual de conservación es el de constituirse como una herramienta útil en todas las actividades técnico-administrativas del personal responsable del funcionamiento eficiente de las obras, así como para mantener la uniformidad en los procedimientos y la aplicación de técnicas de mantenimiento en las instituciones.

IV.3. CARACTERISTICAS DE UN MANUAL DE CONSERVACION.

Para lograr el objetivo mencionado, los manuales deben estar elaborados de tal manera que reúnan las siguientes características.

A). DISEÑO ADECUADO.

El diseño adecuado de los manuales aumenta considerablemente su utilidad; de

be tomarse en cuenta a las personas que lo van a utilizar y las condiciones en las que se va a trabajar, por lo tanto deben considerarse los siguientes puntos:

1.- Configuración de la estructura orgánica.

Implica la definición de una adecuada estructura orgánico-administrativa que contemple los diferentes niveles jerárquicos.

2.- Configuración de la estructura funcional.

Se refiere a la definición de funciones en los diferentes tipos de obras, estableciendo las obligaciones, facultades y responsabilidades que competen a cada rango precisando además, las características de su integración y funcionamiento, su regionalización, área de influencia, grado de especialización de sus actividades y funciones inherentes, de tal manera que cada sector de la organización del mantenimiento tenga claramente definido lo que debe hacer.

3.- Establecimiento de normas para la ejecución de acciones.

Considerando la gran variedad de bienes tangibles, con características y componentes diferentes, que demandan un constante servicio de revisión y mantenimiento, se establece la necesidad de crear los mecanismos técnicos que norman el criterio para la realización de actividades del mantenimiento preventivo, teniendo como finalidad, orientar a los ejecutantes respecto a "como y cuando deben hacer las cosas", destacando los siguientes aspectos:

a) Creación de rutinas de procedimientos técnicos para la revisión de los bienes y sus componentes, con el propósito de establecer acciones programadas que aseguren un eficiente servicio de mantenimiento y propicien al calendarizar las actividades, la formulación de los planes de acción.

b) Determinación de cuadros de elementos básicos que contemplen la realización de estudios técnicos para definir el personal, las herramientas y el equipo necesarios para cada obra que requiera mantenimiento.

4.- Planeación de actividades.

Dentro de esta etapa quedan comprendidos los procedimientos para planear acciones, consistiendo básicamente en determinar las tareas a realizar, la fecha y lugar de su ejecución y la ponderación de sus priori-

dades; para programar los eventos a realizar consideraremos lo siguiente:

- a) Planeación de acciones de mantenimiento correctivo que deberán efectuarse y ponderar alternativas para seleccionar la más adecuada.
 - b) Planeación de acciones del mantenimiento preventivo, que se desarrollará en base a la proyección estadística de acciones realizadas en períodos anteriores, tomando en cuenta los aparatos de detección en uso y, la experiencia del personal.
 - c) Planeación de actividades para el desarrollo de tecnología, que consistirá en definir los programas de investigación, promoción y desarrollo, estableciendo objetivos y beneficios que se esperan alcanzar.
 - d) Planeación de actividades administrativas, que comprenderá el detalle de todas aquellas actividades orientadas a la planeación, dirección y control de proyectos y programas del área de conservación, así como las relativas a la evaluación de pronósticos y resultados, en sus aspectos cuantitativos y cualitativos.
- 5.- Cuantificación de recursos.

Con base a la programación de actividades definidas en los diversos planes de acción, es necesario determinar las características, naturaleza y magnitud de los recursos humanos, materiales y tecnológicos requeridos para la realización de tales actividades, procediendo a la cuantificación de su valor en términos monetarios, lo que finalmente permitirá conocer los efectos financieros de la totalidad de acciones susceptibles de ejecutarse.

- 6.- Preparación del presupuesto de operación e insumos.

El plan de actividades finalmente aprobado para cada una de las áreas operativas, al traducirse en rubros y partidas presupuestales debidamente valoradas, constituirán el presupuesto de operación que es representativo del costo de los insumos que concurrirán en el desarrollo del programa.

- 7.- Preparación del presupuesto de recursos por adquirir.

Consiste en determinar la naturaleza y costos de los bienes y servicios que será necesario adquirir o contratar adicionalmente a los ya existentes, distribuyendo su cuantía en asignaciones mensuales conforme a la programación de actividades.

8.-Preparación del presupuesto financiero de egresos o programa de erogaciones.

Su propósito es prever la corriente de fondos necesarios para cubrir las obligaciones y regular su fluidez conforme a una adecuada programación - que permita mantener el equilibrio financiero de la institución.

B). CLARIDAD EN LOS CONCEPTOS.

Los manuales se redactan con un estilo directo y franco, el estilo florido o elaborado no tiene cabida en un manual, deberá hacerse todo lo posible para que el texto sea claro, vivo y comprensible, ya que el usuario deberá seguir los pasos con facilidad, deberán usarse al máximo dibujos, gráficas, -- fotografías, etc.. Estos elementos auxilian grandemente en la fijación de los conceptos. Cada tema o asunto deberá estar desarrollado en la forma más completa posible indicando el objetivo de una actividad, cómo realizarla, - con qué medios, quién debe realizarla, en qué lugar y en qué momento.

C). SENCILLEZ EN EL LENGUAJE.

Debera evitarse usar el lenguaje que requiera un conocimiento especializado, a menos que se tenga la certeza de que los lectores posean tal conocimiento. Cuando se haga necesario utilizar un término que se piense no va a ser comprendido, es necesario definirlo con precisión haciendo uso extenso de ilustraciones y tablas, la información que se presenta en forma tabular se comprende con facilidad y éstas pueden ser localizadas rápidamente por el usuario.

Se debe ser consistente con el uso de la nomenclatura en todo el manual, especialmente en el texto y las ilustraciones.

Es indispensable tener conciencia de que mediante el uso adecuado de los manuales, se podrán llevar a cabo todas las actividades inherentes al departamento de mantenimiento en forma ordenada y dentro de los lineamientos técnicos establecidos por la institución o dependencia.

Uno de los aspectos de mayor importancia en la utilización de los manuales, es la actualización de éstos, de lo cual se desprende que:

Es necesario hacer evaluaciones periódicas para observar el uso de ellos, así como las posibles fallas; también es conveniente cerciorarse de que dichos manuales sea interpretados correctamente y que el usuario sea el indicado.

IV.4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Un programa de mantenimiento es la ordenación consecutiva de actividades que se tienen que desarrollar en un tiempo y/o costo determinados, de acuerdo con ciertas especificaciones, con el objeto de optimizar los recursos y la calidad del servicio que se desarrolla. Con la elaboración de programas se determina qué, cómo, cuándo y con qué van a realizarse las actividades para el cumplimiento del plan y además cuánto cuesta hacerlo, lo que lleva a definir dos objetivos fundamentales del mantenimiento:

- a) Combatir la destrucción, y
- b) Combatir el desgaste.

Para ello deben realizarse medidas preventivas que permitan asegurar el funcionamiento original de una obra. Por lo tanto debemos entender que un buen programa de mantenimiento requiere de una aplicación rigurosa, constante y controlada de las medidas tendientes a reducir al mínimo el desgaste y la destrucción de cualquier elemento componente de una obra de ingeniería.

Para elaborar estos programas, el encargado de ellos, deberá hacerlo con tiempo necesario de anticipación, enumerando el trabajo de rutinas como son las inspecciones y reparaciones de mantenimiento preventivo, los trabajos repetitivos autorizados por órdenes permanentes de trabajo para un determinado período y, las órdenes pendientes de las tareas no rutinarias de importancia, estas últimas se asignan en el programa de acuerdo a su prioridad y disponibilidad de materiales.

IV.4.1. CARACTERISTICAS PARA DESARROLLAR CON EXITO UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

En la elaboración de un programa de mantenimiento deben considerarse aspectos fundamentales que pueden enumerarse de la siguiente manera.

A) A QUE SE DEBE DAR MANTENIMIENTO.

Para cubrir las necesidades completas de una obra y determinar el grado de mantenimiento que necesita, debemos contar con una lista, relación o inventario de sus componentes.

INVENTARIO.

Para nuestro estudio, podemos entender que un inventario son las actividades realizadas para determinar, de manera ordenada la cantidad de elementos o áreas de una obra que requiere algún servicio de mantenimiento, la cantidad y capacidad de los empleados, el número de máquinas y herramientas que se necesitan y la disponibilidad de recursos financieros.

El inventario nos servirá para conocer con exactitud las características generales de los elementos o muebles, según sea el caso, ello nos permite realizar las actividades necesarias para calcular nuestra carga de los trabajos de mantenimiento en esa área y especialidad.

B) COMO DEBE EMPEZAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para muchos no iniciados, el mantenimiento preventivo es un sistema y nada más que eso. Piensan que todo lo que tienen que hacer es arreglar formas, programas de inspección, formar un grupo de inspectores y dejar que el calendario haga el resto. Piden reglas duras y rápidas de conducta para usarlas como planos para construir y manejar el programa. Esta no es la forma de iniciar un programa de mantenimiento preventivo, esa forma de pensar hace perder de vista el verdadero objetivo de un programa y de todas las funciones que de él se desprenden. Para iniciarlo, debemos identificar los objetivos y principios que nos lleven a la necesidad de realizarlo, debemos tener presente que no hay ningún programa hecho o fácil de hacer para ninguna obra específica. Debe ser diseñado y cortado a la medida para satisfacer requisitos y necesidades particulares. Esto no quiere decir que no hay semejanza entre los programas de mantenimiento preventivo, la hay en objetivos y principios básicos, más no en lo que se refiere a ingeniería o aspectos administrativos. El plan correcto y económico para una obra puede resultar inadecuado y antieconómico para otra, de la misma forma los aspectos administrativos son importantes, pero pueden contar más de lo debido si son aplicados erróneamente, esto es, no deben adaptarse los trámites administrativos que han resultado exitosos en otros programas de mantenimiento, antes de un estudio previo de las propias necesidades del problema tratado. Tal error puede llevar a una costosa aplicación equivocada de formas y procedimientos inadecuados.

C) CUANDO SE DEBEN LLEVAR A CABO LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

Para cumplir los objetivos de la conservación y el mantenimiento de las obras de ingeniería, se deben hacer inspecciones a intervalos regulares de tiempo. Se estima que cada estructura debe revisarse por lo menos dos veces al año, y con más frecuencia cuando su estado así lo amerite.

Las inspecciones deben ser lo suficientemente minuciosas y completas que abarquen la subestructura (si es posible), la infraestructura y la superestructura. Cuando se presenten años severos de lluvias, temblores o huracanes en algunas zonas, deberán hacerse visitas especiales a las estructuras que quedan comprendidas en ellas. Sin embargo, la minuciosidad y frecuencia con que se hagan las inspecciones, dependerá de factores tales como la edad de ellas, las características de uso, estado de la estructura y las deficiencias que en inspecciones anteriores se hayan registrado. Por ejemplo, deben incrementarse los cuidados y la frecuencia de las visitas a aquellas obras cuya carga viva se haya limitado por alguna razón especial, donde se hayan colocado cargas excesivas (transformadores, máquinas pesadas, etc.), o en obras que tengan elementos expuestos a la falla debido al desgaste por uso excesivo, corrosión, ataques severos del medio ambiente, etc.

Es de suma importancia solicitar al ingeniero proyectista las recomendaciones necesarias para mantener en buen estado las obras que diseñe, ya que él mejor que nadie sabe las características de diseño de sus obras y puede indicar el grado de mantenimiento que necesitan los elementos componentes.

Los resultados de las inspecciones hechas pueden ser fundamentalmente de dos tipos:

- 1) Las obras se encuentran en buen estado de conservación, y
- 2) Presentan probabilidad de falla.

En el primer caso podrán diferirse las visitas y delegar la responsabilidad de las inspecciones al personal de mantenimiento de la obra que se trate, cuando al criterio del Jefe de mantenimiento no ameriten que se les observe con mayor acuciosidad y frecuencia para verificar el buen estado de conservación de los elementos; en el segundo caso, se ordenará la reparación mediante una orden escrita, planeándose dicha reparación. Es decir que se debe determinar cómo y cuando hay que realizarlo, tomando en cuenta las necesidades del lugar, quién y con qué la va hacer, procediendo luego a ejecu-

tar el trabajo.

El personal que realice las inspecciones deberá estar capacitado para calcular la capacidad de carga de cada estructura y poder diagnosticar cualquier deficiencia, determinar su importancia y dar los pasos necesarios para iniciar cualquier acción que pretenda proteger la estructura y al público usuario, deberá ser lo bastante observador para detectar áreas de una estructura en donde se inicie algún problema, de manera que pueda programarse alguna manera preventiva adecuada.

D) DONDE EMPEZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO,

El acuerdo general se orienta hacia la consideración de que es demaciado aplicar el mantenimiento preventivo a toda la obra al mismo tiempo. Es mejor ir construyendo el programa paso a paso, empezando donde se considere que más se necesita, y consecuentemente eso producirá el mayor dividendo en la forma más rápida.

E) CON QUE RECURSOS SE DEBE CONTAR PARA LLEVAR A CABO EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para la realización del programa de mantenimiento es necesario considerar con qué recursos humanos, materiales y financieros se cuenta. En cuanto a recursos humanos, se debe elaborar un organigrama de funciones, que especifique de acuerdo a las actividades técnicas y administrativas, la responsabilidad que tenga cada persona para el mejor cumplimiento del trabajo asignado. Para los recursos materiales, es necesario realizar un estudio de mercado, de los materiales que serán utilizados en el desarrollo de las actividades de mantenimiento. También es importante considerar los recursos financieros con que cuenta la institución, puesto que de ello depende la realización del programa de mantenimiento.

F) CUANTO CUESTA HACER EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El costo del mantenimiento preventivo es variable, ya que depende de varios factores como son los costos de los materiales, la dificultad para llegar al sitio donde se van a realizar, la frecuencia con que debe hacerse y si éste se efectúa con personal de la dependencia o se contrata con alguna compañía especializada, entre otros.

Para llegar a estimar el costo del mantenimiento de una obra, es necesario

contar con la siguiente información:

- 1.- Magnitud de los trabajos (necesidades de mantenimiento),
- 2.- Tiempo en que debe realizarse.
- 3.- Costo de los materiales requeridos.
- 4.- Número de personal necesario y su capacidad técnica.
- 5.- Costo del equipo, instrumentos y/o herramientas necesarias, que no existan en la dependencia (esto es si no se contrata personal para realizar el mantenimiento).

Después de identificar cada uno de los elementos anteriores, se tabulan y se multiplican por el monto de la inversión correspondiente a cada uno de ellos; pero en caso de pagos de salarios por ejemplo, se multiplica el número de trabajadores, por el salario de cada uno de ellos dependiendo de su categoría (según tabulador vigente), por el número de días, semanas o meses que se requiere el servicio, más prestaciones de ley. Haciendo esto con cada uno de los elementos que intervienen y presentándolos tabularmente, se estima aproximadamente el costo de las rutinas de mantenimiento ya sea este preventivo o correctivo. También hay que tomar en cuenta un factor de corrección para cubrir ciertos imprevistos como son; aumento de salario, aumento en los costos de materiales, inflación, etc.

IV.5. PARTICIPACION DEL INGENIERO DE MANTENIMIENTO EN LAS ETAPAS DE UNA OBRA (PLANEACION, PROYECTO, CONSTRUCCION Y OPERACION).

En algunas dependencias, un departamento de ingeniería maneja todas las fases de la actividad ingenieril, desde el diseño hasta construcción y mantenimiento. Sin embargo en otras lo que se refiere a incrementar la facilidad del mantenimiento, no recibe ninguna importancia. La institución más progresista proporciona representación para el grupo de mantenimiento en lo que se refiere a diseño, construcción y operación de sus obras. Un ingeniero de mantenimiento adiestrado puede a través de su experiencia o de la de su equipo de trabajo, hacer sugerencias o indicar modificaciones que reducirán el costo de mantenimiento de la obra cuando ésta entre en operación. Esto no significa que el ingeniero de mantenimiento deba intentar controlar el diseño de las obras. Sin embargo, se le debe dar la oportunidad de revisar los diseños y especificaciones en forma cuidadosa, para predecir los --

problemas de mantenimiento y sugerir modificaciones para reducir los costos de reparación. Si sus recomendaciones son lógicas y se presentan en forma adecuada, normalmente se aceptarán, sobre todo cuando se puedan demostrar economías reales.

En resumen, los ingenieros de mantenimiento pueden ser de un valor inestimable en las diversas instituciones, primero, debido al historial existente en los registros que tienen a su disposición, y segundo, por su habilidad para sugerir cambios que reduzcan el problema de mantenimiento.

Cuando en un programa surge una dificultad inesperada, es fundamental que sea canalizada a través del ingeniero de mantenimiento, normalmente, él puede asignar este tipo de trabajos a personal con la capacidad suficiente para realizarlos y obtener mejores resultados que seleccionando al azar el personal más cercano.

IV.6. TÉCNICAS PARA LA ELABORACION DE PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

A continuación se presentan tres técnicas utilizadas en nuestro país para la obtención de presupuestos y elaboración de programas de mantenimiento, las cuales consideramos pueden ser adaptables para ser aplicadas a una gran diversidad de obras de ingeniería que integran nuestra infraestructura física.

IV.6.1. TÉCNICA DEL CENIFO REGIONAL DE CONSTRUCCIONES ESCOLARES PARA AMÉRICA LATINA Y LA REGIÓN DEL CARIBE (CONESCAL).

La técnica del CONESCAL es un método que sirve como una herramienta eficaz para la justificación y determinación de las inversiones necesarias para cubrir las necesidades de mantenimiento, ya que permite obtener los índices de mantenimiento anual que requieren los elementos que conforman el inmueble y, a partir de estos índices se deducen los correspondientes costos anuales promedio de mantenimiento de la obra total.

La aplicación de esta técnica, requiere la utilización de una terminología particular que se define a continuación:

COSTO INICIAL DE UN ELEMENTO: Es el valor que obtenido del presupuesto de construcción, indica el monto al que ascendió la construcción de dicho elemento para una obra en particular.

COSTO INICIAL DE LA OBRA: Es el valor que, obtenido del presupuesto de construcción indica el monto al que ascendió la total construcción de la obra.

VIDA UTIL DE UN ELEMENTO: Es el tiempo en años, durante el cual el elemento realiza satisfactoriamente su función considerando que se le aplica el mantenimiento adecuado.

PORCENTAJE DE SUSTITUCION DE UN ELEMENTO: Es la cantidad de cada uno de los elementos constitutivos de la obra que deberá ser sustituido a lo largo de su vida útil para que realice adecuadamente su función; este concepto contempla la inversión de revisión e inspección de los mismos, se expresa como un porcentaje de la cantidad total de ellos.

INDICE DE MANTENIMIENTO DE UN ELEMENTO: Es el promedio anual del costo de mantenimiento de dicho elemento con relación al costo inicial de la obra.

El índice de mantenimiento de la obra será la suma de los índices de mantenimiento de sus elementos constitutivos.

COSTO ANUAL PROMEDIO DE MANTENIMIENTO DEL ELEMENTO: Es el producto de su índice de mantenimiento por el costo inicial de la obra. El costo de mantenimiento anual de un edificio será la suma de los costos de mantenimiento de sus elementos.

Con el objeto de que al manejar un número grande de presupuestos se facilite la unificación de los criterios de clasificación y ordenación de los elementos componentes, se presenta a continuación una clasificación para los presupuestos que agrupan a los elementos constitutivos en grupos y sub-grupos, misma que fué propuesta por CONESCAL y aprobada por la UNESCO.

GRUPOS

SUB-GRUPOS

ELEMENTOS

GRUPOS	SUB-GRUPOS	ELEMENTOS
Elementos verticales	Muros y divisiones	De bloques de cemento
		De tabique rojo recocido
		De blok de barro perforado
		De tablaroca
		De madera (maciza)
		etc..
	Puertas	Enchapada de madera
		De madera maciza
		De metal, etc..
	Ventanas	Pánel de vidrio
		Percianas de madera
		Percianas de aluminio
		Páneles de plástico
		Porta luces, etc..
	Elementos horizontales	En planta baja
Pisos de concreto armado		
Pisos de madera		
En pisos intermedios		De madera
		De concreto armado
		etc.
Techos		De estructura de madera, metálica, concreto armado.
		Cobertura de asbesto-cemento, lamina de fierro galvanizado, Aluminio, teja, etc.

GRUPOS	SUB-GRUPOS	ELEMENTOS
Acabados	En pisos	Loseta de marmol, vinílica
	En muros	Loseta de marmol, vinílica
	En falso plafón	Tablaroca, metal desplegado
	En otras superficies	Barniz, pintura, etc.
	Mobiliario empotrado	Barniz, pintura, etc.
Plomería y drenaje	Redes de alimenta- ción	Tubo de fierro galvanizado.
		Tubo de cobre
		Tubo de PVC, etc.
	Redes de desagüe	Tubo de fierro fundido
		Tubo de cemento
		Tubo de barro vitrificado
		Tubo de PVC, etc.
	Artefactos sanitarios	Inodoros (tanque de elevado)
		Lavabo
		Regaderas
Bebederos		
		Bidet, etc.
Instalación mecánica	Instalación eléctrica	Tubo de conduit de fierro
		tubo conduit de plástico (PVC), etc.
	Conductores eléctricos	Cable de cobre con recubrimientos de plomo, etc.

GRUPOS

SUB-GRUPOS

ELEMENTOS

Otros accesorios eléctricos	Interruptores Lamparas incandescentes y fluorescentes, etc.
Aire acondicionado	Calefacción Ventilación.

INFORMACION REQUERIDA:

Para determinar los conceptos definidos anteriormente, es necesario disponer de la siguiente información:

- 1) La clasificación de los sistemas constructivos empleados en el país, para que en base a esto clasificar los resultados y realizar una utilización adecuada de los mismos.
- 2) Presupuestos detallados de construcción para cada sistema constructivo; de éstos se obtendrán los costos iniciales de los elementos y de las obras.
- 3) Reclasificación de los presupuestos que pueden realizarse de acuerdo a la presentada en el punto anterior.
- 4) Valores de vida útil y porcentaje de sustitución de cada uno de los elementos constitutivos considerados en los presupuestos.

Es necesario considerar la importancia que tiene la correcta asignación de vida útil y porcentaje de sustitución de cada uno de los elementos integrantes en la obtención de índices de mantenimiento confiables, pues son aquellos valores los que más influyen en la determinación de éstos.

Es recomendable que quienes tienen a su cargo la tarea de asignación de los valores de vida útil y porcentaje de sustitución, sean personas con suficiente experiencia en trabajos de mantenimiento y reconstrucción de obras, dado que son ellos los que mejor conocen el comportamiento real de cada uno de los componentes de las mismas, y podrán asignar valores más adecuados a los diferentes materiales.

UTILIZACION DE LOS RESULTADOS.

OPCIONES EN INTENSIDAD DE APLICACION DEL MANTENIMIENTO.

Debido a que es difícil encontrar un solo sistema constructivo, aún tratándose de edificaciones en las que se desarrollan actividades semejantes, habrá variaciones en cuanto a la localización de las edificaciones en el país y, con ello variaciones en las condiciones climáticas, las cuales alteran el comportamiento de algunos materiales, por esta razón se generan distintos valores de porcentaje de sustitución y vida útil de los elementos, con lo cual existe la opción de cálculo con mínimos, medios o máximos para los in-

indices y costos de mantenimiento, obteniendo los resultados según sea el criterio de aplicación ya que si, el criterio es el de aplicar el mayor mantenimiento posible para prolongar al máximo la vida útil de la obra, se realizará el cálculo usando los valores máximos del porcentaje de sustitución y vida útil. De manera semejante se procedería para los casos de criterios de aplicación mínimos y medios.

Obviamente deberá tenerse en cuenta que a mayor índice de mantenimiento, mayor costo del mismo y a menor índice corresponde un menor costo. (ver anexo - 1).

AYUDA EN EL PROCESO DE DISEÑO.

La recopilación y análisis de vida útil y porcentaje de sustitución de los elementos constructivos de los diversos tipos de edificios del país, pueden ser utilizados no sólo para el proceso de cálculo de los índices de mantenimiento, sino que puede darse la aplicación a ellos durante el proceso de diseño, como una guía en la selección de los materiales, tomando aquellos que hayan demostrado ser los de mayor duración y resistencia.

PROGRAMA DE INVERSIONES.

Para la programación de inversiones en mantenimiento, en primer lugar habrá que definir el período en el cual se considerará el programa de inversión.

El índice calculado se aplicará al valor total de las nuevas inversiones, - obteniéndose la inversión en mantenimiento para el primer año del programa, pudiéndose trabajar como tal o desglosándolo por costos de mantenimiento - para cada grupo de elementos constructivos.

Para la obtención de los montos de inversión de los años siguientes, habrá que aplicar a los valores obtenidos para el primer año, factores como son: el porcentaje de incremento anual en los costos de construcción, tanto en materiales como en mano de obra, y el índice de depreciación anual del edificio que puede estar integrado por la depreciación fiscal establecida por la ley y, por la depreciación debido al uso específico del edificio. Los factores de devaluación obtenidos se aplicarán a los costos anuales a todo lo largo del período, obteniéndose los montos necesarios para invertir en el mantenimiento para que el edificio ofrezca un adecuado nivel de servicio.

Aparte de los costos obtenidos, se programarán las inversiones necesarias - para mantener los recursos humanos suficientes para aplicar los programas - de mantenimiento, así como cualquier otro costo derivado de éstos. Finalmen- te, es necesario recalcar que la metodología expuesta permite atacar de una manera más racional y ordenada el difícil problema que siempre ha significa- do el mantenimiento de las edificaciones, al proveer de una herramienta e- fícaz para la justificación técnica de las solicitudes de asignación de fon- dos para programas de mantenimiento, planeación y asignación de los recursos con que se cuenta.

PROCESO DE CALCULO:

A partir de la información requerida para el desarrollo del método, se defi- nen las siguientes expresiones:

Relación (I): Costo inicial del elemento o componente, con relación al cos- to inicial de la obra.

$$I = \frac{Cie}{Cio} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Cie = Costo inicial del elemento, obtenido del presupuesto.

Cio = Costo inicial de la obra, obtenido del presupuesto.

Relación (Ctme): Costo total de mantenimiento del elemento durante su vida útil, con relación al costo inicial de la obra, expresado en porciento.

$$Ctme = \frac{Ps \cdot I}{100} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

Ps = Porcentaje de sustitución del elemento durante su vida útil.

Indice de Mantenimiento (IM): Porciento promedio anual de mantenimiento del elemento, con relación al costo inicial de la obra.

$$IM = \frac{Ctme}{Vu} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Vu = vida útil del elemento,

Costo Promedio Anual de Mantenimiento del elemento; (Cpame):

$$Cpame = IM \times Cio \dots\dots\dots (4)$$

Indice de mantenimiento del edificio, será la suma de los índices de mantenimiento de todos sus componentes..

$$Ime = \sum IM$$

Costo promedio anual de mantenimiento del edificio, será la suma de los cos tos promedio anuales de todos sus componentes.

$$Cumed = \sum Cpame.$$

IV.6.2. TÉCNICA DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL (IMSS).

Para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos humanos, materiales y financieros, a fin de unificar criterios en cuanto a forma y procesos de -- presupuestación, la jefatura de conservación del IMSS y la contraloría general, en forma coordinada han elaborado un instructivo en el que se sientan las bases que norman el procedimiento para programar y presupuestar las metas y acciones de conservación necesarias para mantener en operación continua, confiable, segura y económica los bienes con que el IMSS presta sus -- servicios.

El instructivo tiene su base legal en :

La ley del presupuesto, contabilidad y gasto público, difundido en el diario oficial del 31 de diciembre, y sus reglamentos.

Ley de obras públicas y sus reglamentos.

Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Instrucciones de operación.

Para la formulación del programa, el director o jefe de la dependencia y el jefe de mantenimiento de la unidad deberán evaluar físicamente las áreas, efectuando un recorrido y realizando lo siguiente:

- 1) Determinar las metas de mantenimiento necesarias para la formulación del Programa Anual de Operaciones (PAO), identificando y relacionando a nivel de actividad las acciones a realizar por cada meta.
- 2) Asignar las prioridades para las actividades de acuerdo al procedimiento para la determinación del índice de prioridad.
- 3) El jefe de mantenimiento de unidad efectuará el llenado de formatos correspondientes.
- 4) En la formulación del programa, el director o jefe de la dependencia y el jefe de mantenimiento de cada unidad deberán conjuntar para su análisis, la información correspondiente al ejercicio del año inmediato anterior, es decir, deberá revisar:
 - a) Contratos.
 - b) Relaciones de fondo fijo.
 - c) Ordenes de trabajo.
 - d) Requisiciones.

- e) Órdenes de compra,
- f) Kardex y rutinas actualizadas de mantenimiento preventivo,
- g) Análisis de los listados de control presupuestal de gastos de conservación y mantenimiento, emitidos por la Contraloría General, con el objeto de no incurrir en las desviaciones detectadas durante el ejercicio presupuestal.
- h) Catálogo de precios unitarios.
- i) Tarifas de contratos actualizados.
- j) Catálogo de especialidades de mantenimiento.
- k) Servicios otorgados por la Sub-jefatura de apoyo técnico, en lo relativo a refacciones.

En la formulación del programa se deberá tomar en consideración las fechas de ejecución de trabajo con respecto a las fechas de pago del mismo.

METAS DE MANTENIMIENTO.

Metas específicas.

Son aquellas que se deben ejecutar para:

- a) Restablecer el inmueble, instalaciones y/o equipos a su estado original de funcionamiento.
- b) Actualización tecnológica.
- c) Racionalización del consumo de fluidos y energéticos.

Algunos ejemplos de metas específicas son:

- Rehabilitación de obra civil, herrería, carpintería, cancelería, pintura, acabados y señalización.
- Rehabilitación de instalaciones sanitarias, hidráulicas, de vapor, aire acondicionado, etc.
- Rehabilitación de instalaciones y equipos eléctricos.
- Rehabilitación de equipos de tratamiento de aguas.
- Rehabilitación de equipos de seguridad y saneamiento ambiental.
- Rehabilitación de mobiliario.
- etc.

Ejemplos de actividades tipo:

- Impermeabilización de azoteas, pintura en muros.
- Detalles de albañilería en acabados vitrios, plafones.
- Pisos, reposición de acabados y recubrimientos, etc.
- Rehabilitación de fosas sépticas, pozos de absorción.
- Rehabilitación de redes de drenaje, agua potable, etc.
- Rehabilitación de subestación eléctrica, tableros.
- Rehabilitación de controles, instalaciones y alumbrado.
- Etc.

Metas rutinarias.

Son aquellas que se obtienen en base a las actividades normales que deben realizarse, como son las de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo menor.

Algunos ejemplos de metas rutinarias son:

- Mantenimiento de recubrimientos, acabados, cerrajería y vidriería.
- Mantenimiento de áreas verdes y pétreas.
- Mantenimiento y control de sistemas de cimentación.
- Mantenimiento de instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Mantenimiento preventivo y correctivo menor a :
 - Equipos eléctricos, aire acondicionado, etc.
 - Equipos de seguridad y saneamiento ambiental, tratamiento de aguas, etc.
 - Mobiliario.
 - Etc.

Ejemplos de actividades tipo:

- Repegado de tapices, losetas y zoclos vitrificos.
- Rutinas de cerrajería, reposición de vidrios, etc.
- Jardinería y barrido.
- Mantenimiento a pilotes de control, bombeo de aguas freáticas, etc.
- Rutinas de plomería.
- Revisión e inspección de elementos estructurales (grietas en muros, trabes columnas, deformaciones).
- Etc.

Determinación del Índice de Prioridad (I.P.).

El Índice de prioridad (RIME - Ranking Index for Maintenance Espediture), es un Índice de clasificación cuantitativa de los gastos de mantenimiento, que jerarquiza las actividades determinadas en las metas de mantenimiento.

Con el objeto de establecer perfectamente las metas, se indican varias características que deben reunir:

- Es un resultado por alcanzar en un plazo determinado.
- Debe ser posible, factible y medible.
- Puede ser total, como suma de resultados parciales y común para todos los integrantes de un grupo de elementos.
- determina un compromiso específico.
- Permite el control de resultados parciales.
- Etc.

Cabe mencionar que las metas que se fijen pueden estar conformadas por una o por diversas actividades.

Para determinar este índice de prioridad (I.P.) se consideran las metas específicas y rutinarias ya señaladas, y basándose fundamentalmente en dos partes:

- 1.- Establecimiento de un valor que clasifica la importancia del tipo de trabajo a realizar (I.T.).
- 2.- Establecimiento de un factor en el cual queda clasificada la importancia relativa (I.R.) del inmueble, instalaciones y/o equipos donde se pretende realizar los trabajos o para qué se van a realizar dichos trabajos.

El método consiste en realizar el producto de estos dos valores.

$$I.P. = (I.T.) \times (I.R.)$$

El Índice, ordenado de mayor a menor indicará en forma directamente proporcional el orden de importancia de las actividades que se realicen en una meta.

Los valores de (I.T.) e (I.R.) que utiliza el I.M.S.S. se dan en la tabla No. 4, los conceptos que engloban estos valores pueden ser modificados de acuerdo al tipo de obra en la cual se realice el mantenimiento. Con el objeto de normalizar las prioridades, se establecen los siguientes rangos de aplicación (Tabla No. 3).

PUNTOS		PRIORIDAD	OBSERVACIONES.
90	- 100	A	Inaplazable, riesgo latente.
70	- 89	B	Ejecución indispensable según Programa.
60	- 69	C	Necesaria ejecución.
40	- 59	D	Susceptible de reprogramación.

TABLA No. 3

Siguiendo este procedimiento en la determinación del (I.P.) se realiza el llenado del formato No. 1.



FECHA DE INICIO

SUSTITUYE A LA DE FECHA

CAPITULO

DETERMINACION DE IMPORTANCIA RELATIVA

(I.R.) E (I.T.)

C O N C E P T O	I.R.	I.T.
1. EVITAR LA SUSPENSION DEL SERVICIO EN: 1.1 SISTEMAS Y SERVICIOS CENTRALIZADOS 1.2 EQUIPOS PRIORITARIOS PARA ATENCION AL PACIENTE. 1.3 EQUIPOS UNICOS POR AREA O SERVICIO	10 10 10	10
2. DAR SEGURIDAD Y CONTINUIDAD DEL SERVICIO EN INMUEBLES, INSTALACIONES Y/O EQUIPOS MEDIANTE: 2.1 ACCIONES DE MANTENIMIENTO: PREVENTIVO Y CORRECTIVO MENOR: 2.2 CONTRATOS CONSOLIDADOS 2.3 INTERVENCIONES DE APOYO TECNICO 2.4 INSUMOS	10 8 10 10	10
3. CORREGIR O REHABILITAR INMUEBLES, INSTALACIONES Y/O EQUIPOS MEDIANTE: 3.1 CORRECTIVOS MAYORES 3.2 INSTALACIONES Y/O EQUIPOS QUE PRESENTAN ALTO DETERIORO 3.3 CORREGIR CONDICIONES INSEGURAS 3.4 PRESERVAR EL PATRIMONIO INMOBILIARIO	9 10 10 8	8
4. MEJORAR LA OPERACION O AUTOMATIZACION MEDIANTE: 4.1 ACTUALIZACION TECNOLOGICA DE INSTALACIONES Y EQUIPOS 4.2 AUTOMATIZACION DE SISTEMAS Y EQUIPOS 4.3 RACIONALIZACION DE FLUIDOS Y ENERGETICOS.	8 9 10	5

- inmuebles y equipos estacionarios).
- 11.- IMPORTE PROGRAMADO EN EL MES Importe de lo programado en el mes en cuestión (miles de pesos)
- 12.- IMPORTE EJERCIDO EN EL MES Importe de lo ejercido en el mes en cuestión (miles de pesos).
- 13.- PORCENTAJE DE AVANCE PROGRAMADO Porcentaje de avance de los trabajos estimados para el mes en cuestión.
- 14.- PORCENTAJE DE AVANCE REAL Porcentaje de avance ejecutado de los trabajos en el mes en cuestión.
- 15.- AVANCE PROGRAMADO (EN BARRA) Marcar en barra el período de tiempo programado para realizar los trabajos.
- 16.- AVANCE EJECUTADO (EN BARRA) Marcar en barra el período de tiempo real en que se realiza el trabajo.
- 17.- SUB-TOTAL (1102) Importe de la partida presupuestal para equipo y muebles (miles de pesos)
- 18.- SUB-TOTAL (1103) Importe de la partida presupuestal para inmuebles y equipos estacionarios (miles de pesos)
- 19.- TOTAL Importe de la suma de las partidas presupuestales 1102 y 1103.
- 20.- SUB-TOTAL 1102 IMPORTE PROGRAMADO EN EL MES Importe acumulado de lo programado en el mes por hoja -- (miles de pesos).

21.- SUB-TOTAL 1102
IMPORTE EJERCIDO
EN EL MES

Importe de lo ejercido en el mes por hoja (miles de pesos)

22.- SUB-TOTAL 1103
IMPORTE PROGRAMADO
EN EL MES

Importe acumulado de lo programado en el mes por hoja -- (miles de pesos).

23.- SUB-TOTAL 1103
IMPORTE EJERCIDO
EN EL MES

Importe acumulado de lo ejercido en el mes por hoja (miles de pesos).

24.- TOTAL PROGRAMADO

Importe de la suma de lo programado en las partidas presupuestales 1102 y 1103.

25.- TOTAL EJERCIDO

Importe de la suma de lo ejercido en las partidas presupuestales 1102 y 1103.

26.- JEFE DE CONSERVACION
DE UNIDAD

Nombre y firma del jefe de -- conservación de unidad.

27.- DIRECTOR DE UNIDAD O
JEFE DE LA DEPENDENCIA

Nombre y firma del director de la unidad o jefe de la Dependencia.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SUBDIRECCION DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE SERVICIOS DE CONSERVACION

FORMATO No. 2

PROGRAMA NACIONAL DE OPERACIONES
POR META PARA 1988

DELEGACION: (1)
UNIDAD: (2) (3)
J. C. U. :

PARTIDA PRESUPUESTAL					
CWC.	LDC.	INH.	T. S.	I	V
					U. R.

REFERENCIAS	
DE COMSE	DE CAMAS
DE JARDIN	DE COMUL
DE ESTER	AVISO TASA
DE TERRENO	DERECHO R.

FECHA
DIA / MES / AÑO
(6)

HOJA
(7)
DE

M E T A	CODIF. ESPEC.	PRESUPUESTO (Unidad de pesos)		PROGRAMA MENSUAL DE EJECUCIONES (Unidad de pesos)													
		1102	1103	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
(8)	(9)	(10)		(11)													
				(12)													
				(13)													
				(14)													
				(15)													
				(16)													
				(17)													
				(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)						
				(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)								
				(21)	(22)	(23)	(24)	(25)									
				(22)	(23)	(24)	(25)										
				(23)	(24)	(25)											
				(24)	(25)												
				(25)													
				(26)													
				(27)													

(26)

JEFE DE CONSERVACION DE UNIDAD

(27)

DIRECTOR DE LA UNIDAD O JEFE DE LA DEPENDENCIA

Después de haber determinado el índice de prioridad y elaborado el programa anual de operaciones para las actividades de cada una de las metas, se prosigue con el llenado del formato del programa presupuestal por actividades, de los gastos de conservación y mantenimiento (formato No. 3), como se describe a continuación:

- 1.- DELEGACION Nombre de la delegación a la que se encuentra adscrita la unidad que presupuesta.
- 2.- UNIDAD Nombre que identifique claramente a la unidad que formula el presupuesto.
- 3.- JEFATURA DE CONSERVACION DE UNIDAD Número que identifique claramente a la jefatura de conservación de unidad responsable de la formulación del presupuesto.
- 4.- CLAVE PRESUPUESTAL Código que identifica a la unidad que formula el presupuesto.
- 5.- DIA-MES-AÑO Fecha de formulación del presupuesto.
- 6.- HOJA: DE: Comprende la identificación de cada una de las hojas que componen el programa de operaciones por meta.
- 7.- META Descripción de la meta a realizar.
- 8.- ACTIVIDADES Descripción breve de la acción que se planea.
- 9.- CODIFICACION La clave que identifique la especialidad.
- 10.- CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD Se cruza la característica del trabajo a ejecutar según corresponda su actividad:

- P - Preventivo.
 C - Correctivo.
 O - Operativo.
- 11.- PRIORIDAD
 La que se obtenga para cada actividad conforme al procedimiento para determinar el índice de prioridad de actividades enfocadas a la conservación de unidades.
- 12.- VOLUMEN
 Cantidad de unidades y la unidad en que se mide la acción que se planea realizar.
- 13.- PRECIO UNITARIO (P.U.)
 El precio unitario de la unidad en que se mide, de conformidad con el catálogo de precios actualizado.
- 14.- PRESUPUESTO POR PARTIDA PRESUPUESTAL (MILES DE PESOS)
 Importe a erogar en miles de pesos (Producto del precio unitario por la cantidad de unidades de la acción a realizar. La partida 1102 engloba muebles y equipos, la partida 1103 engloba inmuebles y equipos estacionarios).
- 15.- IMPORTE PROGRAMADO EN EL MES
 Importe de lo programado para el mes en cuestión (miles de pesos).
- 16.- IMPORTE EJERCIDO EN EL MES
 Importe de lo ejercido en el mes en cuestión (miles de pesos).
- 17.- PORCENTAJE DEL AVANCE PROGRAMADO
 Porcentaje del avance de los trabajos estimados para el mes en cuestión.
- 18.- PORCENTAJE DEL AVANCE REAL
 Porcentaje del avance real de los trabajos realizados en el

19.- AVANCE PROGRAMADO
(EN BARRA)

mes en cuestión.

Marcar en barra, el período -
de tiempo programado para rea-
lizar los trabajos.

20.- AVANCE EJERCIDO
(EN BARRA).

Marcar en barra el período de
tiempo real en que se realiza
el trabajo.

21.- JEFE DE CONSERVACION
DE UNIDAD

Nombre y firma del jefe de --
conservación de unidad.

22.- DIRECTOR DE UNIDAD O
JEFE DE LA DEPENDENCIA

Nombre y firma del director -
de unidad o jefe de la depen-
dencia.

Teniendo elaborado el Programa Anual de Operaciones por meta y por actividad, se determina el presupuesto a utilizar en el ejercicio, el cual es presentado para su aprobación a las autoridades correspondientes.

Quando el presupuesto asignado es menor al que se solicita, el responsable de la elaboración del programa de mantenimiento procede a ajustar el programa de actividades de acuerdo a las prioridades que esta técnica establece-- (Formato No. 3). Estas actividades son las que de acuerdo al presupuesto asignado es posible realizar.

Las actividades que no se realizan en este programa de presupuesto se dejan pendientes para el ejercicio del año siguiente.

IV.6.3. TECNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO (U.N.A.M.).

La Universidad Nacional Autónoma de México como toda institución que presta servicios, tiene la necesidad de conservar en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, lo cual ha originado la elaboración de programas de mantenimiento para edificios en operación persiguiendo los siguientes objetivos:

- a) Conocer la cantidad de edificios e instalaciones, así como el estado de conservación en que se encuentran.
- b) Conocer la cantidad y tipo de usuarios de los edificios e instalaciones.
- c) Determinar en que concepto se deben desarrollar las actividades de mantenimiento.
- d) Fijar la frecuencia con la que se deben de efectuar dichas actividades.
- e) Determinar índices de costo/m² anual de las diferentes actividades de mantenimiento.
- f) Tener un instrumento para la toma de decisiones, en el momento de fijar políticas de gasto y de trabajo.

Para cumplir tales objetivos se han creado tres programas de computadora, con los cuales se elaboran y programan las actividades de mantenimiento, estos son:

- 1.-Programa de Inventarios.
- 2.-Programa Tablas de Mantenimiento.
- 3.-Programa Retroalimentación.

PROGRAMA DE INVENTARIOS.

Para llevar a cabo este programa, se hace una clasificación de todas las dependencias e instalaciones con que cuenta la Universidad, de la siguiente manera:

- Colegio de Ciencias y Humanidades.
- Escuela Nacional Preparatoria.
- Clínicas Odontológicas de Ciudad Universitaria y ENEP'S.
- Edificios administrativos y de servicio.
- Edificios antiguos.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Edificios de productos.
- Edificios de enseñanza.
- Institutos de investigación.
- Conjuntos culturales.
- Instalaciones deportivas.
- Estacionamientos.
- Areas verdes.
- Otros.

Este programa nos permite conocer la cantidad de edificios e instalaciones que se tiene, el estado en que se encuentran, el tipo de servicio que proporcionan y las características particulares en cuanto a su magnitud y costos. En base a estos enunciados se establece que el programa de inventarios deberá contar con los siguiente aspectos:

- A) General.- En el que se enuncian datos como:
 - Ubicación de los edificios.
 - Nomenclatura con la cual se identifican.
 - Año de construcción.
 - Superficie del terreno,
 - Superficie construida, y
 - Costos de los mismo.
- B) De uso.- Con él se obtienen datos de quién, cómo y cuánto los usa; -- cantidad de profesores, alumnos, personal administrativo, -- factor de crecimiento, número de locales destinados a: docencia, servicios académicos, servicios administrativos y otros.
- C) Físico.- Este aspecto puede proporcionar datos como:
 - Elementos que componen los locales (se clasifican en 21 -- grupos).
 - Cantidad de los mismos, y
 - Estado de conservación.

FORMAS DE INVENTARIOS:

Para efectuar el levantamiento de cada uno de los tres aspectos mencionados en el inciso anterior, se han diseñado tres formatos que son utilizados a la vez como hojas de codificación, cada una de ellas tiene al lado de los cua-

datos que identifican cada aspecto, unos números, los cuales corresponden a las columnas en que se vaciaron los datos al programa de computadora (Formatos No. 4, 5 y 6).

Al hacer uso de estos formatos se podrá tener siempre actualizada la información de cada edificio, en cuanto a lo general, lo académico y a los locales que hayan sufrido cambios en el aspecto físico, modificando en la memoria de la computadora los datos que se modifiquen a su vez, en cada uno de los inventarios.

De acuerdo con el inventario realizado hasta diciembre de 1986, la U.N.A.M. cuenta con una superficie construida de aproximadamente 1'630,000.00 m², de los cuales se encuentran en Ciudad Universitaria 783,000 m², en la zona conurbana del Valle de México 791,000 m² y en 10 estados de la República Mexicana desde Baja California Norte hasta Quintana Roo se tienen 56,000 m² en 15 diferentes asentamientos.

El número de edificios es de 1037; en los cuales se ubican desde aulas y laboratorios para el sistema de educación media y superior hasta instalaciones para investigación, tanto en la rama de humanidades como en la científica, conjuntos culturales con facilidades para la difusión de la misma, unidades de apoyo administrativo para todas estas dependencias.

La Universidad Nacional Autónoma de México, cuenta también con unidades deportivas, jardines y viveros, áreas pavimentadas, plazas y andadores que complementan el inventario de las instalaciones en toda la República Mexicana.

PROGRAMA TABLAS DE MANTENIMIENTO.

Con los datos proporcionados por el programa de inventarios referente al aspecto físico de los edificios e instalaciones, en cuanto a la cantidad y estado de conservación se procede a implantar el programa de mantenimiento -- que tiene consideradas las siguientes fases:

a) Actividades.

El análisis del estado de conservación de los distintos conceptos, en cuanto a las actividades a realizar a implicado dos criterios de mantenimiento, el uno preventivo y el otro correctivo, los cuales se llevan a -

**u
n
a
m**

**INVENTARIO GENERAL DE P FISICA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS
DEPARTAMENTO DE OBRAS EXTERIORES**

L. T. INVENTARIO ACADEMICO

DEPEND. _____

UBICACION _____

INFORMACION ACADEMICA

N ^o DE PROFESORES	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	10 11 12 13 14
N ^o DE PERSONAL ADMV.	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	15 16 17 18 19
N ^o DE ALUMNOS	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	20 21 22 23 24
N ^o DE ALUMNOS MUJERES	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	25 26 27 28 29
N ^o DE ALUMNOS 1er. INGRESO	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	30 31 32 33 34

OBSERVACIONES

PROP. ALUMNOS MASC/FEM
SUMA DE PROFRS. E INVEST.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

GENERAL	FACTOR DE CRECIMIENTO	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
		35 36 37 38
	N ^o DE INVESTIGADORES	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
		39 40 41
AULAS	N ^o DE GRUPOS	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
		42 43 44
	SALONES DE CLASE (AULAS)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	45 46 47	
SERVICIOS ACADEMICOS	N ^o DE TALLERES	<input type="text"/> <input type="text"/>
		48 49
	N ^o DE LABORATORIOS	<input type="text"/> <input type="text"/>
		50 51
	N ^o DE ANEXOS DE LABORATORIO	<input type="text"/> <input type="text"/>
		52 53
SERVICIOS ADM.	N ^o DE BIBLIOTECAS	<input type="text"/> <input type="text"/>
		54 55
	N ^o DE CUBICULOS INVEST.	<input type="text"/> <input type="text"/>
		56 57
	N ^o DE AUDITORIOS	<input type="text"/>
	58	
OTROS SERVICIOS	N ^o DE GIMNASIOS	<input type="text"/>
		59
	N ^o DE LOCALES	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	60 61 62	
SERVICIOS	N ^o DE SANITARIOS	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
		63 64 65
	N ^o DE BODEGAS	<input type="text"/> <input type="text"/>
	66 67	
N ^o DE OTROS	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	68 69 70	

CENSO _____

FECHA _____

REVISO _____

un am INVENTARIO GENERAL DE PLANTA FISICA
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS
 DEPARTAMENTO DE SISTEMAS

I. X DEPEND.
 UBICACION
 EDIFICIO No. PISO No.
 USO
 LOCAL No.

CONCEPTO	MATERIAL		ESTADO	CONCEPTO	ACCESORIOS O MOBILIARIO		ESTADO
	DESCRIPCION	T I P O			DESCRIPCION	T I P O	
	NO.		SUPERFICIE	NO.		CANTIDAD	S B M
01 PISO	01	LOSETA TIRAZO GRANITO PASTA	245 2637	28	CHAPAS		28
	02	BARRO COCCIO		01			
	03	PETRO EOMC, PIEDRA, ETC I		02	FLUORESCENTE 22 x 30		
	04	MADERA		03	FLUORESCENTE 50 x 90		
	05	LOSETA VINILICA		04	FLUORESCENTE 31 x 182		
	06	ALFOMERA		05	FLUORESCENTE 31 x 244		
	07	PASTO		06	LAMPARAS		
	08	ASFALTO		01	ABPOT 8		
	09	CMT. MARMOL, AZULEJO O SIM.		04	INCANDESCENTE		
	10	OTROS		07	REFLECTORES		
	11			08	PORTES DE ALUMBRADO		
02 MURO	01	PHTLVM. S/PIEDRA, COM, ETC.		09	CONTACTOS		
	02	PHTLVM. S/YESO, APLAN, ETC.		01	115 V		
	03	BARNIZ SOBRE MADERA		02	220V		
	04	BARNIZ SOBRE PETREC		01	LAGUA		
	05	PLASTICO O FORMICA		02	SAS		
	06	BLOCK VIBRADO		03	AINE		
	07	BLOCK DE VIDRIO		04	VACIO SENCILLOS		
	08	CMT. MARMOL, AZULEJO O SIM.		05	VACIO DOBLES		
	09	OTROS		06	OTROS		
	10			01	MC FLUJOMETRO		
	11			02	MC CAJA		
03 PLAFON	01	PHTLVM S/YESO O METAL DESP.		03	MUEBLES SANTANDER		
	02	PHTLVM S/LOSA O M.D.		01	ARMARIOS		
	03	TINO, S/CEMENTO EN LOSA O M.D.		02	LAMPARAS		
	04	CONCRETO APARENTE		03	VEREDEROS		
	05	CELOTEX		01	OTROS		
	06	LADRILLO		01	METAL		
	07	MADERA, BARNIZ SOBRE		02	MADERA		
	08	OTROS		03	METAL Y MADERA		
	09			04	OTROS		
	10			05			
	11			01	METAL		
04 CANCELERIA	01	CIEGA, MADERA, BARNIZ SOBRE		02	MADERA		
	02	CIEGA FORMICA O SIMILAR		03	METAL Y MADERA		
	03	MIXTA, TADLEROS CON VIDRIO		04	OTROS		
	04	PERF. LAMINA		01	METAL Y MADERA		
	05	PERF. ALUMINIO		02	MADERA		
	06	OTROS		03	OTROS		
	07			04			
	08			01	METAL		
	09			02	MADERA		
	10			03	METAL Y MADERA		
	11			04	OTROS		
05 PUERTAS	01	TRIPLAY, BARNIZ SOBRE		01	SILLAS DE PALETA		
	02	TRIPLAY, PHTLVM S/S.		01	METAL		
	03	FORMICA		02	MADERA		
	04	LAMINA ESMALTADA		03	METAL Y MADERA		
	05	LAM. MADERA, PHTLVM. EDAL		04	PLASTICO TORNOS DE Y METAL		
	06	OTROS		01	ALUMINIO C/PLASTICO		
	07			02	OTROS		
	08			03			
	09			01	METAL		
	10			02	MADERA		
	11			03	OTROS		
10 VIDRIOS	01	MEMO DOBLE 3 x 4 mm.		04			
	02	CRISTAL FLOTADO		01	ESCRITORIOS		
	03	ESPECIAL		01	METAL		
	04	SOLAR GREY		02	MADERA		
	05	OTROS		03	OTROS		
	06			04			
	07			01	METAL		
	08			02	MADERA		
	09			03	OTROS		
	10			01	METAL		
	11			02	MADERA		
			03	OTROS			
			01	METAL			
			02	MADERA			
			03	OTROS			

CENSO

FECHA

FORMATO.

un
am

INVENTARIO GENERAL DE PLANTA FISICA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS

I. T. DEPEND.
UBICACION 2 3 4
EDIFICIO No. PISO No. 5 6
USO 11 12
LOCAL 13

CONCEPTO		M A T E R I A L				ESTADO	
No.	DESCRIPCION	No.	T I P O			B	R M
			24	25	26	27	28
18	BASE (CASCO) (VOLADO)	01					
		02					
		03					
		04					
		05					
		06					
		07					

CONCEPTO		ACCESORIOS O MOBILIARIO				ESTADO	
No.	DESCRIPCION	No.	T I P O			B	R M
			24	25	26	27	28
19	CHAFLAN	01					
		02					
		03					
		04					
20	PRETIL	01					
		02					
		03					
		04					
21	EQUIPOS ELECTRO MECANICO	01					
		02					
		03					

cabo para permitir el buen funcionamiento de los edificios.

b) Frecuencia.

Determinar la frecuencia con la que se deben efectuar las actividades de mantenimiento en una secuencia lógica, y combinada a partir de la fecha inmediata anterior en que se hubieren realizado, o bien la que se fije - como consecuencia de la información obtenida en el inventario físico; es fase importante del programa de mantenimiento.

c) Costo e Índice de Costos.

Plantear un panorama económico anual, en base a costos promedio para las diferentes actividades involucradas referidas a índices de costos por m² construido, el cual se puede obtener a partir de la relación entre el monto de la inversión anual utilizada en aspectos de mantenimiento y el área total construida. El establecimiento de este índice permite poder establecer las políticas de trabajo a realizar para mantener las instalaciones en buen estado; además es fase obligada para la implantación del programa de mantenimiento.

Cuando es necesario efectuar trabajos de mantenimiento mayor, que por su magnitud o especialidad no se pueden atender con el personal propio de mantenimiento, se solicita la intervención de contratistas, supervisando los trabajos con el personal técnico de la dependencia, de acuerdo al programa, normas y especificaciones de la Dirección General de Obras.

En la Universidad para elaborar un programa de mantenimiento anual, utiliza un formato que a continuación se describe (Formato No. 7).

- | | |
|-------------------------|--|
| 1.-UNIDAD | Nombre que identifique claramente a la unidad que se va a dar mantenimiento. |
| 2.-UBICACION | Ubicación o dirección donde se encuentra la unidad |
| 3.-FECHA | Fecha de formulación del presupuesto. |
| 4.-JEFE DE CONSERVACION | Nombre y firma del jefe de conservación de la <u>un</u> dad. |
| 5.-SUPERVISOR | Nombre y firma del supervisor de los trabajos de conservación. |
| 6.-AUTORIZO | Nombre y firma del responsable del presupuesto. |
| 7.-NUMERO | Identificación de la actividad. |

8.-UNIDAD	Medida del concepto.
9.-ACTIVIDAD	Descripción de la acción que se planea realizar.
10.-TIPO DE MANTENIMIENTO.	Característica del trabajo a ejecutar según corresponda su actividad. MC Correctivo MP Preventivo R Reacondicionamiento
11.-CANTIDAD	Volumen de la actividad que se planea realizar.
12.-PRECIO UNITARIO	El precio unitario conforme al catálogo de precios actualizados.
13.-IMPORTE	Importe a erogar en miles de pesos (producto del precio unitario por la cantidad de unidades correspondiente a la actividad a realizar).
14.-AVANCE EN %	Avance de las actividades en porcentaje.
15.-AVANCE PROGRAMADO (EN BARRA)	Marcar en barra, el período de tiempo programado para realizar los trabajos.
16.-TOTAL EJERCIDO	Total ejercido en cada actividad.
17.-TOTAL	Importe de la suma de las partidas presupuestales solicitadas.

Para que el programa de mantenimiento sea llevado adecuadamente, en su aspecto práctico, es necesario el empleo de la forma de Orden de Trabajo (Formato No. 3), en la cual estarán especificadas las actividades de mantenimiento o reacondicionamiento a realizar en cada dependencia, incluyendo cantidad, estado y costo real. Estas ordenes de trabajo serán generadas por los supervisores conforme al programa establecido, salvo que hayan encontrado diferencias en la información del inventario; o bien que por necesidades especiales consideren la conveniencia de efectuar un cambio o un ajuste en la programación de las actividades.

La descripción de la orden de trabajo se presenta a continuación:

1.-IDENTIFICACION DE LA TARJETA (I.T.)	El número dentro del cuadro se refiere a las ordenes de trabajo que se generen.
2.-DEPENDENCIA (Columnas: 2 a 15)	Se deberá escribir el nombre de la dependencia.

- 3.- UBICACION
(Columna 16 a 21)
Se deberá escribir la ubicación en donde se encuentre la dependencia y anotar su clave correspondiente en los cuadros No. 2 a 15.
- 4.- EDIFICIO
(Columnas 22 a 25)
Se deberá anotar la clave del edificio de que se trate, en los cuadros No 22 a 25.
- 5.- LOCAL (Columnas 26 a 29)
Se deberá anotar la clave del local de que se trate en los cuadros No 26 a 29.
- 6.- TIPO DE MANTENIMIENTO
Se deberá marcar una " X " si la orden de trabajo (O.T.) es para :
MC Mantenimiento correctivo.
MP Mantenimiento preventivo.
R Reacondicionamiento.
- 7.- FECHA
Se deberá anotar la fecha en que se hubiere generado la orden de trabajo.
- 8.- No DE ORDEN DE TRABAJO
(Columnas 31 a 34)
La numeración de las ordenes de trabajo será foliada.
- 9.-GRUPO (Columna 36)
El número que se anote indicará si el trabajo se realizará en :
1 Interiores.
2 Fachadas.
3 Exteriores.
4 Azoteas.
5 Equipos electromecánicos.
- 10.- CONCEPTO (columnas 37 a 38)
Se deberá anotar el número y nombre genérico del concepto de que se trate (entre los 21 conceptos de la forma de inventario, anteriormente descrita).
- 11.- MATERIAL (Columnas 39 y 40)
Se deberá anotar el número y nombre del tipo de material, según el concepto al que pertenezca y al cual se le va a dar mantenimiento.
- 12.- ACTIVIDAD (clase)
En esta columna se describirá brevemente

- la clase de actividad específica de mantenimiento correctivo o preventivo que se valla a realizar.
- 13.- ESTADO (Edo. de A)
Columnas 41 y 42) Se deberá anotar en los cuadros correspondientes, el estado actual en que se encuentra cada concepto y el estado al que se pasará una vez efectuado el mantenimiento correctivo o preventivo, según sea el caso.
- 14.- CANTIDAD (Columnas 43 a 48) Se deberá anotar la cantidad en números enteros, de la actividad a realizar.
- 15.- UNIDAD (columnas 49 a 51) Medida a emplear en la cantidad anteriormente descrita.
- 16.- PRECIO UNITARIO (P.U.)
PROMEDIO (Columnas 52 a 58) Se deberá anotar en la columna correspondiente, el P.U. promedio de las diversas actividades que puedan intervenir en un sólo concepto..
- 17.- IMPORTE (Columnas 59 a 67) Este se obtiene multiplicando la cantidad por p.u. promedio.
- 18.-SUMA TOTAL Si la orden de trabajo (O.T.) incluye varios conceptos, se deberá efectuar la suma de los importes parciales.
- 19.- OBSERVACIONES En esta parte se anotaran las pertinentes con el fin de aclarar aún más los conceptos.
- 20.- DURACION ESTIMADA En este espacio se deberá anotar la duración estimada de los trabajos. La unidad de tiempo que se utilice, podrá ser: días, semanas o meses.
- 21.- No. DE REACONDICIONAMIENTO En caso de que el mismo concepto o actividad haya tenido anteriormente un reacondicionamiento, entonces deberá anotarse el número que se está llevando a cabo.
- 22.-CONTRATISTA En caso de que los trabajos a efectuar los vaya a realizar un contratista, se

deberá anotar su nombre llevando su firma de conformidad en cuanto a actividad, cantidad y precios.

23.- SUPERVISOR Y JEFE DE AREA

Se deberá anotar el nombre del supervisor o jefe que ubiere generado la orden de trabajo.

24.- CONTROL

La orden de trabajo deberá llevar el - Vo, Bo, de la sección de control antes de ser autorizada, a fin de cotejar si las actividades que se pretenden realizar corresponden a las programadas, y poder cotejar además la información en cuanto a cantidades, precios, etc., para poder retroalimentar el programa.

25.- AUTORIZO

La orden de trabajo deberá llevar la - firma del jefe de mantenimiento, con la que está otorgando al supervisor y/o -- contratista que se encargan de la misma, para que se efectuen los trabajos requeridos en la obra.

PROGRAMA RETROALIMENTACION DE MANTENIMIENTO.

La utilización de las formas de orden de trabajo, servirá para actualizar el estado de los edificios e instalaciones, cotejar los costos estimados correspondientes. De acuerdo a la información estadística, se hace uso del programa retroalimentación del mantenimiento, precisamente para retroalimentarlo, a fin de efectuar los ajustes necesarios para el año correspondiente anterior o los subsecuentes. Es decir, en el programa retroalimentación se archivan las actividades que por alguna razón quedaron pendientes en el último ejercicio y puedan ser consideradas en los ejercicios siguientes.

Además de los programas anteriores la U.N.A.M. cuenta con un programa de control de almacén y talleres, ya que dentro del mantenimiento de toda instalación, existe un factor importante que debe ser controlado eficientemente para un buen logro de los objetivos.

Es importante que se cuente siempre con las existencias necesarias de materiales para la ejecución de los trabajos que realizan los talleres, en efecto, la falta o demora de dichos materiales entorpecen las actividades de mantenimiento. Es pues, vital para la agilización y coordinación del mantenimiento el contar siempre con existencias adecuadas en almacén que permitan la disponibilidad inmediata de los materiales.

Por otro lado, el mantener existencias altas en inventarios, eleva grandemente el costo del almacén e incrementa recursos económicos ociosos que podrían canalizarse hacia otros objetivos. La solución es, dadas las consideraciones anteriores, ubicar los inventarios en un punto de equilibrio tal que minimice tanto la posibilidad de déficit como los recursos económicos ociosos: esto es, mantener un control de inventarios en almacén. También se tiene un programa de inventario de equipos, debido a la importancia de mantener a dichos equipos siempre en perfectas condiciones de operación; dado que las instalaciones universitarias no pueden cumplir con su función si no cuentan con servicios eficientes de energía eléctrica o suministro de agua, en los que necesariamente están involucrados los equipos electromecánicos.

De acuerdo a los programas desarrollados en el año de 1986, el costo de mantenimiento de las instalaciones fué de \$ 2336.00 por M² y por año.

Cabe mencionar que el índice de mantenimiento en la U.N.A.M. varía cada dos, tres y cuatro años, la explicación de ello es que hay actividades de mantenimiento que tienen que hacerse año con año y otras que se realizan en periodos mayores de tiempo, como son la impermeabilización de azoteas, cambio de mobiliario, etc.; este índice de costos de mantenimiento por M², es afectado por el índice inflacionario promedio anual para tenerlos actualizados, y de esta manera se calcula el programa de inversión anual para los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo en cada etapa del ciclo de que se trate.

El presupuesto universitario se ha reducido notablemente, al extremo de que se suministró el 43% de lo solicitado, fundamentado esto en un costo de mantenimiento y conservación de un 3.9% del valor de inventario del inmueble. De lo anterior, se puede concluir que si la Universidad hubiera recibido el 100% del presupuesto solicitado, el monto total hubiera ascendido a 3807'680,000.00 de pesos aproximadamente, con lo cual todas las instalaciones pudieran haber recibido un mantenimiento mayor en ese año. Como el presupuesto fué del 43% el monto ascendió a 1637'302,400.00 de pesos aproximadamente, por lo que algunas instalaciones o elementos no pudieron recibir el mantenimiento adecuado.

CAPITULO V

EJEMPLO ILUSTRATIVO

Para comprender mejor el desarrollo de un programa de mantenimiento, en este capítulo presentamos un ejemplo ilustrativo realizando el análisis de acuerdo a las técnicas de mantenimiento estudiadas en el capítulo anterior, en el cual aplicaremos la secuencia de actividades a seguir, índices, formatos y tablas utilizadas en las técnicas para cumplir con el objetivo esperado.

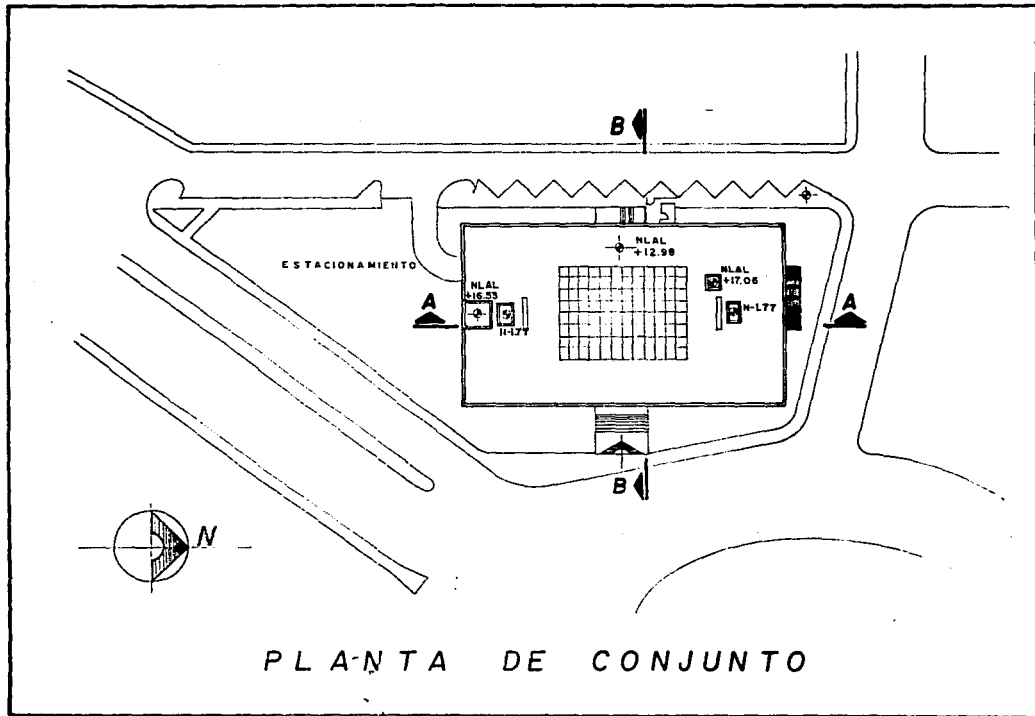
El inmueble en estudio es un edificio ocupado por oficinas administrativas, que debido al gran número de usuarios que lo frecuentan diariamente, requiere un mantenimiento constante (Planta de conjunto, Planos 1 y 2).

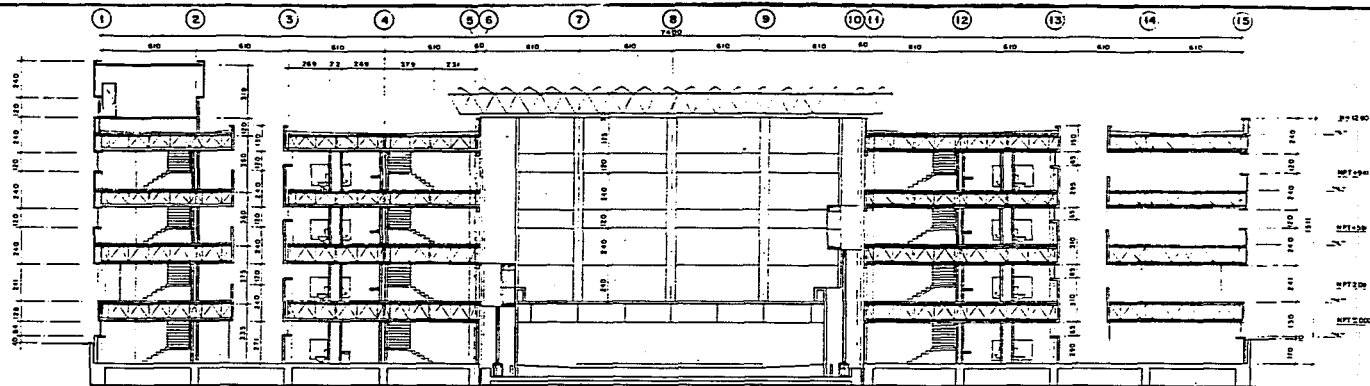
Las características del edificio se mencionan a continuación:

- Edificio de 3 niveles y sótano.
- Area de terreno = $5,099.13 \text{ m}^2$.
- Area construida = $9,530.64 \text{ m}^2$.
- Area de azotea = $3,176.88 \text{ m}^2$.
- Area verde = 491.25 m^2 .
- Area de estacionamiento = $2,840.00 \text{ m}^2$.
- Altura del edificio = 16.61 m .
- Estructura a base de columnas y trabes.
- Cimentación a base de cajones.
- Costo inicial del edificio = 4,445'757,579.99

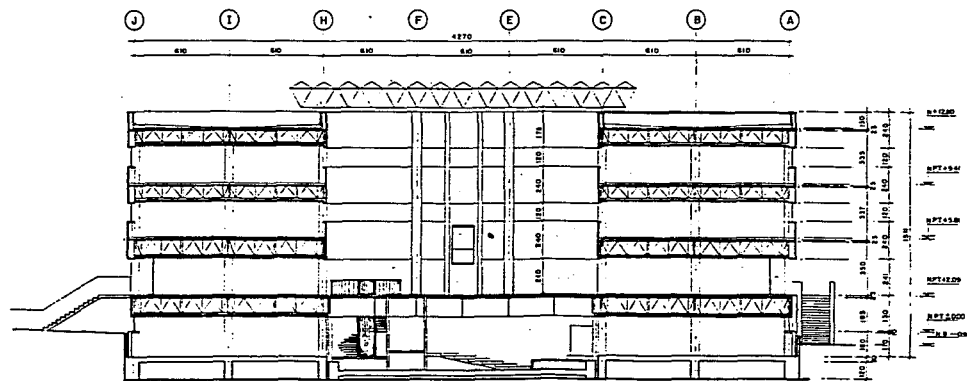
5.1. PRESUPUESTACION DE MANTENIMIENTO APLICANDO LA TECNICA DEL CENTRO REGIONAL DE CONSTRUCCIONES ESCOLARES PARA AMERICA LATINA Y LA REGION DEL CARIBE (CONESCAL).

Para el desarrollo de este ejemplo, únicamente se consideraron los elementos constitutivos de acabados y albañilería en general: los demás conceptos están integrados en forma de partidas. Cabe aclarar que el costo de los elementos que integran la partida, están considerados de acuerdo al presu-



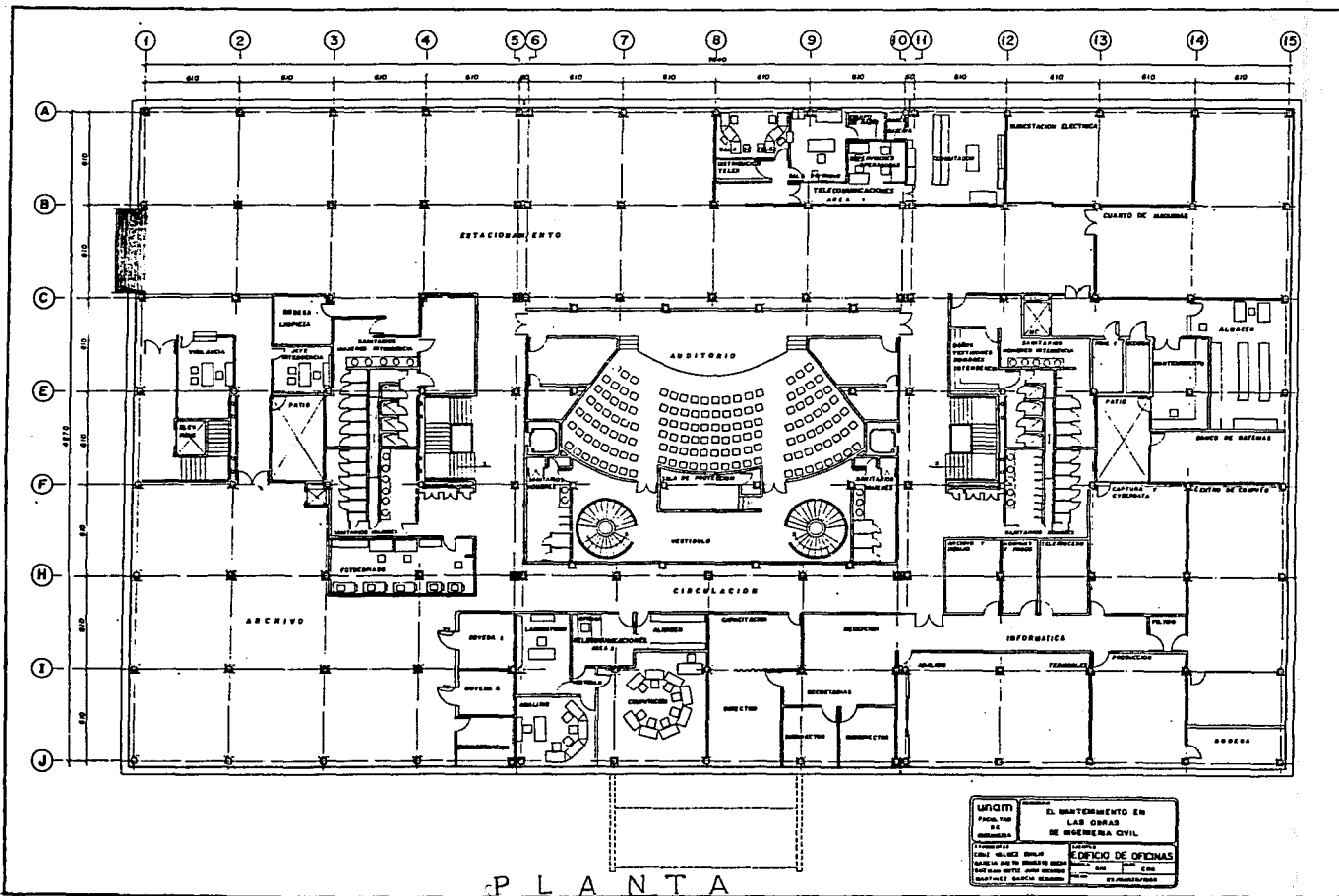


C O R T E A — A



C O R T E B — B

UNION	EL MANTENIMIENTO EN
	LOS DIAS
DE	DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO:	EDIFICIO DE OFICINAS
CONCEPCIÓN:	1950
ESTUDIO:	1950
CONSTRUCCIÓN:	1950
PROYECTADO POR:	ING. J. GARCIA OLIVERA



PLANTA

URCOM PLAN N° 10 DE OBRA N° 10 DE OBRA N° 10	EL MANTENIMIENTO EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL
	OFICINA DE OBRAS DE INGENIERIA CIVIL

puesto del inmueble, pero se presentan de esta forma a manera de simplificar el ejemplo.

La técnica propiamente dicha considera un porcentaje de sustitución nulo (ver anexo-1) para todos los elementos estructurales, sin embargo de acuerdo al nuevo reglamento de construcciones para el D.F., en los artículos 284, 53, 40 y 341 relacionados con el mantenimiento, es necesario realizar una revisión anual especializada en todos los elementos estructurales y cimentación de las edificaciones, actividad que no estaba contemplada en la técnica del CONESCAL.

Para cubrir los requerimientos estipulados en el reglamento consideramos pertinente utilizar el 5% de porcentaje de sustitución en dichos elementos.

A continuación se muestra un cuadro para desarrollar el proceso de cálculo, el cual nos permite presentar en forma global el análisis de cada elemento por cada renglon utilizado.

CUADRO PARA EL CALCULO MANUAL DE INDICES DE MANTENIMIENTO
(C O N E S C A L)

Elemento o componente	Duración de vida útil (años) Vu.	Porcentaje de sustitución (%) Ps.	Costo inicial del elemento o componente con relación al costo inicial de la obra.	Costo total de mantenimiento del elemento con relación al costo total de la obra.	Indice de mantenimiento promedio anual de costo de mantenimiento del elemento con relación al costo inicial de la obra.	Costo anual promedio de mantenimiento del elemento.
-----------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---	---	---	---

66

$$I = \frac{Cie}{Cio}$$

$$Ctme = \frac{Ps \times I}{100}$$

$$IM = \frac{Ctme}{Vu}$$

$$Cpame = IM (Cio)$$

CONESCAL

PRESUPUESTO GENERAL DE MANTENIMIENTO
CENTRO REGIONAL DE CONSTRUCCIONES ESCOLARES PARA AMERICA LATINA Y LA REGION DEL CARIBE

CLAVE	C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Cie) \$	Vu (años)	Ps (%)	I = Cie / Cio	Cime = $\frac{Ps \times T}{100}$	IM = $\frac{Cime}{Vu}$	Cpome = IM x Cio
ELEMENTOS VERTICALES											
1	Muro de 15 cm a base de block de concreto	M ²	299.43	14,951.23	4'476,846.80	50	5	0.001007	0.000050	0.000001	4,476.81
2	Muro de block de barro perforado vertical de 10 cm.	M ²	910.55	43,307.49	39'433,635.02	50	5	0.008870	0.000443	0.000009	39,433.60
3	Muro de tabique rojo recocido de 7X14X28 cm	M ²	2,794.61	11,944.74	33'380,837.85	50	5	0.007509	0.000375	0.000008	33,380.87
4	Muro de tabla roca de 10 cm de espesor	M ²	3,289.99	21,712.00	71'432,262.88	10	40	0.016068	0.006427	0.000643	2'857,290.48
5	Cristal de 5 cm de espesor en muro de tabla roca	M ²	2,079.00	63,500.00	132'016,500.00	10	50	0.029695	0.014848	0.001485	6'600,824.96
6	Muro de barroblock de 14 cm. de espesor	M ²	548.15	80,353.00	44'045,496.95	50	5	0.009907	0.000495	0.000010	44,045.48
7	Puertas de madera	Pza	171.00	318,973.32	54'544,438.00	10	55	0.012269	0.006748	0.000675	2'999,944.06
8	Puertas blindadas	Pza	2.00	3'936,008.00	7'872,016.00	50	5	0.001771	0.000089	0.000002	7,871.98
9	Cancelerfa de aluminio	Lote	-	-	160'850,321.00	15	40	0.036181	0.014472	0.000965	4'289,341.87
10	Vidrios	M ²	1,500.00	73,265.00	109,897,500.00	15	40	0.024720	0.009888	0.000559	2'930,600.00
ELEMENTOS HORIZONTALES											
11	Firme de concreto de fc = 100 Kg/cm ²	M ²	1,094.00	7,208.77	7'886,394.38	12	40	0.001774	0.000710	0.000059	262,879.80
12	Firme de concreto de fc = 150 Kg/cm ²	M ²	6,787.05	8,862.10	60'147,515.81	12	40	0.013529	0.005412	0.000451	2'004,917.17
13	Repizón de concreto armado	M ²	300.20	15,692.80	4'710,978.56	50	5	0.001060	0.000053	0.000001	4,710.97
14	Impermeabilización	M ²	3,176.88	21,510.40	68'335,960.00	5	100	0.015371	0.015371	0.003074	13'667,192.00
A C A B A D O S											
Pisos:											
15	Alfombra Mca Nobilifs	M ²	3,134.61	32,662.40	102'383,885.70	5	80	0.023030	0.018424	0.003685	16'381,421.68
16	Piso a base de keralita 10X20 cm asentado con mortero cemento arena 1:4	M ²	2,640.13	23,558.75	62'198,162.64	15	40	0.013991	0.005596	0.000373	1'658,617.64
17	Loseta vinílica Mca. Euzkadi	M ²	6,044.81	16,136.64	97'542,922.84	5	50	0.021941	0.010970	0.002194	9'754,292.26
18	Piso de cemento pulido de 3 cm. de espesor, con mortero cemento arena 1:3	M ²	2,798.82	4,262.80	11'530,809.90	15	40	0.002684	0.001073	0.000072	318,154.90
19	Piso de adocreto de 20X20, asentado con mortero cemento-arena 1:4	M ²	269.34	17,605.62	4'741,897.69	12	45	0.001067	0.000480	0.000040	177,821.15
20	Cerámica cuadrada en piso de regadera	M ²	160.00	19,079.04	3'052,646.40	15	40	0.000687	0.000275	0.000018	81,403.90
21	Piso parquet de encino	M ²	848.24	55,284.42	46'894,456.42	10	50	0.010548	0.005274	0.000527	2'344,722.81
22	Loseta de barro prensado tipo baldosa	M ²	478.15	24,196.02	11'569,326.96	15	40	0.002602	0.001041	0.000069	308,515.38
23	Moldura en alfombra	M ²	216.50	3,798.80	822,440.20	5	70	0.000185	0.000130	0.000026	115,141.58

CONESCAL

PRESUPUESTO GENERAL DE MANTENIMIENTO
CENTRO REGIONAL DE CONSTRUCCIONES ESCOLARES PARA AMERICA LATINA Y LA REGION DEL CARIBE

CLAVE	C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Cie) \$	Vu (años)	Ps (%)	$I = \frac{Cie}{Cio}$	$Cime = \frac{Ps \times T}{100}$	$IM = \frac{Cime}{Vu}$	$Cpame = IM \times Cio$
24	Aplanado rústico en muros con mortero cemento arena 1:3	M ²	2,274.37	6,222.18	14'151,539.53	12	60	0.003183	0.001910	0.000159	707,576.97
25	Loseta de barro Santa Julia	M ²	2,930.60	43,174.40	127'809,176.30	15	40	0.028749	0.011499	0.000767	3'408,244.70
26	Cintilla sobre muro de tabique rojo, asentado con mortero cemento-arena 1:4	M ²	1,836.86	23,606.88	43'362,533.60	15	40	0.009754	0.003901	0.000260	1'156,334.21
27	Acabado con pintura poliform	M ²	81.50	2,078.78	169,420.57	5	95	0.000038	0.000036	0.000007	32,189.90
28	Tapiéz plástico sobre muro de tablaroca	M ²	1,014.00	8,212.80	8'327,779.20	5	70	0.001873	0.001311	0.000262	1'165,889.08
29	Acabado pintura	M ²	2,520.00	4,500.00	11'340,000.00	5	95	0.002551	0.002423	0.000485	2'154,599.95
PLAFONES:											
30	Falso plafón Riho-Cort a base de placas de yeso ligero de 61X61 cm.	M ²	3,585.16	27,667.20	99'191,338.75	12	90	0.022312	0.020080	0.001673	7'439,350.38
31	Plafón Riho - mayatex	M ²	3,697.99	28,448.00	105'200,419.50	12	90	0.023663	0.021297	0.001775	7'890,031.48
32	Falso plafón lineal en tabletas de aluminio lisa terminada, a base de módulos de 30X60 cm.	M ²	3,097.07	49,920.00	154'605,734.40	12	90	0.034776	0.031299	0.002608	11'595,430.06
PLOMERIA Y DRENAJE											
33	Instalación hidráulica y sanitaria										
	a) Tubería de agua potable y accesorios	Lote	-	-	270'430,298.60	20	65	0.060829	0.039539	0.001977	8'788,984.68
	b) Tubería de aguas negras, cajas y accesorios	Lote	-	-	133'997,800.90	25	60	0.030736	0.018082	0.000723	3'215,467.20
34	Accesorios y muebles sanitarios	Lote	-	-	88'075,839.32	12	55	0.019811	0.010895	0.000908	4'036,809.30
35	Mamparas para baño	Pza	900.00	77,132.124	69'419,016.00	15	20	0.015615	0.003123	0.000208	925,586.87
INSTALACION MECANICA											
36	Instalación eléctrica										
	a) Luminarias	Lote	-	-	202'702,672.50	5	60	0.045595	0.027357	0.005471	24'324,320.70
	b) Alumbrado, contactos, cajas, tapas, tubería, lámparas, accesorios, etc.	Lote	-	-	548'047,966.50	20	40	0.123275	0.049310	0.002465	10'958,743.13
37	Protección contra incendio	M ²	11,284.80	7,739.27	87'336,114.10	20	20	0.019645	0.003928	0.000196	873,361.10
38	Sistema de ductos de extracción de aire	Lote	-	-	23'647,231.84	10	30	0.005318	0.001595	0.000160	709,266.93
39	Equipo Hidroneumático	Lote	-	-	35'183,514.56	5	60	0.007914	0.004748	0.000950	4'222,021.70
Otros:											
40	Carpintería	Lote	-	-	32'446,629.88	5	55	0.007298	0.004014	0.000803	3'569,129.27
41	Cimentación y estructura	Lote	-	-	1250'150,250.00	50	5	0.281202	0.014060	0.000281	1'250,150.21
		M								0.037184	165'310,489.11

De acuerdo al cálculo obtenido se observa que tiene un porcentaje de mantenimiento igual a 3.7184 %, esto es con relación al costo total del edificio.

Costo total del edificio = 4,445 737,579.99

Costo promedio anual
de mantenimiento = 165'310,489.11

$$Imc = \frac{165'310,439.11}{4'445\,737,579.99} \times 100 = 3.7184 \%$$

V.2. PROGRAMA DE PRESUPUESTACION Y MANTENIMIENTO APLICANDO LA TECNICA DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL (I.M.S.S.).

De acuerdo a la metodología descrita en el capítulo anterior y a las necesidades de mantenimiento requeridos en el inmueble, se obtuvieron las siguientes metas:

METAS ESPECIFICAS.

1. Rehabilitación de obra civil, herrería, cancelería, acabados y señalización.
2. Rehabilitación de instalaciones hidrosanitarias.
3. Rehabilitación de instalaciones eléctricas.

METAS RUTINARIAS.

4. Mantenimiento preventivo a obra civil, cerrajería, carpintería, herrería y vidriería.
5. Mantenimiento preventivo a equipos de aire acondicionado.

Utilizando la tabla No. 4 se determinan las importancias relativas para cada una de las actividades de las metas establecidas, de acuerdo a los valores de la importancia relativa del tipo de trabajo (I.T.) y la importancia relativa del lugar en donde se pretende realizar los trabajos o para que se van a realizar los trabajos (I.R.).

Con estos valores se llena el formato No. 1 describiendo el número de la meta correspondiente; la actividad a realizar, los valores de (I.T.) e (I.R.), los resultados calculados y el índice de Prioridad normalizado de acuerdo al siguiente rango:

A	-	90	a	100	Inaplazable, riesgo latente.
B	-	70	a	89	Ejecución indispensable.
C	-	60	a	69	Necesaria su ejecución.
D	-	40	a	59	Susceptible de reprogramación.



SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE SERVICIOS DE CONSERVACION

TABLA N.º 4

FECHA DE INICIO	SUBSTITUTE A LA DE FECHA	CAPITULO	
-----------------	--------------------------	----------	--

DETERMINACION DE IMPORTANCIA RELATIVA

(I.R.) E (I.T.)

C O N C E P T O	I.R.	I.T.
1. EVITAR LA SUSPENSIÓN DEL SERVICIO EN: 1.1 SISTEMAS Y SERVICIOS CENTRALIZADOS 1.2 EQUIPOS PRIORITARIOS PARA ATENCIÓN AL PACIENTE, 1.3 EQUIPOS ÚNICOS POR ÁREA O SERVICIO	10 10 10	10
2. DAR SEGURIDAD Y CONTINUIDAD DEL SERVICIO EN INMUEBLES, INSTALACIONES Y/O EQUIPOS MEDIANTE: 2.1 ACCIONES DE MANTENIMIENTO: PREVENTIVO Y CORRECTIVO MENOR: 2.2 CONTRATOS CONSOLIDADOS 2.3 INTERVENCIONES DE APOYO TÉCNICO 2.4 INSUMOS	10 8 10 10	10
3. CORREGIR O REHABILITAR INMUEBLES, INSTALACIONES Y/O EQUIPOS MEDIANTE: 3.1 CORRECTIVOS MAYORES 3.2 INSTALACIONES Y/O EQUIPOS QUE PRESENTAN ALTO DETERIORO 3.3 CORREGIR CONDICIONES INSEGURAS 3.4 PRESERVAR EL PATRIMONIO INMOBILIARIO	9 10 10 8	8
4. MEJORAR LA OPERACIÓN O AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE: 4.1 ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE INSTALACIONES Y EQUIPOS 4.2 AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS 4.3 RACIONALIZACIÓN DE FLUIDOS Y ENERGÉTICOS.	8 9 10	5

DETERMINACION DE INDICE DE PRIORIDAD

META N.º	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	I.T.	I.R.	IT x IR = IP	INDICE DE PRIORIDAD (IP)	
					CALCULADO	NORMALIZADO
4	INSPECCION Y REVISION A ESTRUCTURA Y CIMENTACION	10	10	10X10	100	A
4	RUTINA DE CERRAJERIA	8	8	8X8	64	C
4	REPEGADO DE LOSETA Y ZOCLO VINILICO	8	8	8X8	64	C
4	REPEGADO DE TAPIZ PLASTICO	8	8	8X8	64	C
4	LAVADO DE VIDRIOS	8	8	8X8	64	C
4	MANTENIMIENTO A CORTINAS Y CORTINEROS	8	8	8X8	64	C
4	LAVADO DE ALFOMBRAS	8	8	8X8	64	C
4	MANTENIMIENTO A MOBILIARIO EN GENERAL	8	8	8X8	64	C
4	MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE SEGURIDAD	10	10	10X10	100	A
4	VARIOS	8	8	8X8	64	C
5	MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	8	10	8X10	80	B

RANGO DE

A—90 A 100

C—60 A 69

PRIORIDADES :

B—70 A 89

D—40 A 59

Haciendo uso del formato del Programa Anual de Operaciones por meta se vacían los datos generales del edificio, la descripción de las metas con los presupuestos y el programa mensual de erogaciones.

Una vez identificadas las metas, se hace uso del formato del programa por actividades y se detallan en él las metas señaladas.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SUBDIRECCION DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
JEFATURA DE SERVICIOS DE CONSERVACION

FORMATO N.º 2

PROGRAMA NACIONAL DE OPERACIONES
POR META PARA 1988

DELEGACION:		PARTIDA PRESUPUESTAL		RESERVA		FECHA		NO. JA	
UNIDAD: EDIFICIO DE OFICINAS.				N.º CONSI		DIA		MES	
J. C. U. :				N.º JARDIN		6		1	
				N.º ESTER.		1		1	
				N.º TERMINO				1 ME 1	

M E T A	CODIF. ESPEC.	PRESUPUESTO (Miles de pesos)		PROGRAMA ANUAL DE EJECUCIONES (Miles de pesos)											
		1102	1103	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM	OCTUBRE	NOVIEN	DECIEM.
1.- ESPECIFICA. Rehabilitación de obra civil, herrería, cancelería, acabados y señalización.	01		8097.2	305	337	442	317	310	304	332	443	304	305	343	348
2.- ESPECIFICA. Rehabilitación de instalaciones hidrosanitarias.	02		1175.0		374					300	300		300		300
3.- ESPECIFICA. Rehabilitación de instalaciones eléctricas.	03		9735.7	4000		4000		4413		3714		300			
4.- RUTINARIA. Mantenimiento Preventivo a obra civil, cerrajería, carpintería, herrería y vidriería.	04		33735.7	4000	3300	3300	3311	3300	3311	3300	3300	3300	3300	3300	3300
5.- RUTINARIA. Mantenimiento Preventivo a equipo de aire acondicionado.	05		3619.2	300								3000			
		SUBTOTAL	1102												
			1103												
		TOTAL	129,234.40												

JEFE DE CONSERVACION DE UNIDAD

DIRECTOR DE LA UNIDAD O JEFE DE LA DEPENDENCIA



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
 SUBDIRECCION DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
 JEFATURA DE SERVICIOS DE CONSERVACION

**PROGRAMA (POR ACTIVIDAD)
 DEL PRESUPUESTO DE GASTOS
 DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO PARA 1988**

META No 2.- ESPECIFICA: Rehabilitación de instalaciones hidro-sanitarias.

JEFE DE CONSERVACION DE UNIDAD DIRECTOR DE LA UNIDAD OFICINA DE LA DEPEND.

DELEGACION
 UNIDAD EDIFICIO DE OFICINAS.

PARTIDA PRESUPUESTAL					FECHA			NO. J.
CINC.	LOC.	INM.	T. S.	V.	DIA	MESES	AÑO	
					6	1	88	3 DE 7

ACTIVIDADES	CODIFICACION ESA	CODIFICACION SE	CARACTERIZACION DE LA ACTIVIDAD	VOLUMEN	P. U.	PRESUPUESTO P.P. (Miles de pesos)	PROGRAMA MENSUAL DE EJECUCIONES (Miles de pesos)															
							ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DECIEN				
1.- Desazolve a red de drenaje.	03	04	P L J C O I	A 150 M2	2504	375.6																
2.- Reparación de redes generales de distribución.	03	05	P C O	B 10 Pza	80000	800								200	200		200				200	
			P C O																			
			P C O																			
			P C O																			
			P C O																			

PRIORIDAD

A - IMPAZABLE, PUESO LATENTE C - NECESARIA SU EJECUCION
 B - EJECUCION INDISPENSABLE SEGUN PROGRAMA D - SUSCEPTIBLE DE REPROGRAMACION



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
 SUBDIRECCION DE OBRAS Y PATRIMONIO INMOBILIARIO
 JEFATURA DE SERVICIOS DE CONSERVACION

**PROGRAMA (POR ACTIVIDAD)
 DEL PRESUPUESTO DE GASTOS
 DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO PARA 1988**

META No 4.- RUTINARIA: Mantenimiento Preventivo a obra civil, cerrajería, acabados, carpintería, herrería y vidriería.

— JEFE DE CONSERVACION DE UNIDAD DIRECTOR DE LA UNIDAD O JEFE DE LA DEPEND.

DELEGACION
 UNIDAD EDIFICIO DE OFICINAS.
 J. C. U.

PARTIDA PRESUPUESTAL					FECHA		NOJA	
CINC.	LOC.	MEM.	F.S.	X	Y	U. P.	DIA MES AÑO	
							6 1 RR	5 DE 7

ACTIVIDADES	COPROGRAMACION C.P. S. F.	CANTO TIPO DE M. ACTIV.	VOLUMEN	P. U.	PRESUPUESTO (Importe en pesos)	PROGRAMA MENSUAL DE EJECUCIONES (Importe en pesos)																
						ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIEN					
1.- Inspección y revisión a estructura y cimentación.	06 05	P C O	A 12	9530.6	1259.1	12000	800	800														
2.- Rutina de cerrajería.	0609	P C O	C 12	70	9630	672		300	300													
3.- Repogado de loseta y zoclo vinílico.	06 05	P C O	C 12	25	16480	412		100	100													
4.- Repogado de tapiz plástico.	06 05	P C O	C 12	30	20480	614.4		300	300													
5.- Lavado de vidrios.	06 05	P C O	C 12	2300	895	2058.5	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6.- Mantenimiento a cortinas y cortineros	06 05	P C O	C LZO	500	2112	1056			300					300						300		

PRIORIDAD

A - INAPLAZABLE, RIESGO LATENTE
 B - EJECUCION INDISPENSABLE SEGUN PROGRAMA
 C - NECESARIA SU EJECUCION
 D - SUSCEPTIBLE DE REPROGRAMACION

Si el presupuesto solicitado en el Programa Anual de Operaciones (P.A.O.) es autorizado totalmente, las actividades que se desarrollen en el año serán las que se describen en el programa por actividades. Si este presupuesto no se autoriza completamente, el programa por actividades será ajustado de acuerdo a las prioridades establecidas, con las actividades posibles de realizar y con el presupuesto asignado en cada actividad.

De acuerdo al cálculo obtenido se observa el siguiente porcentaje de mantenimiento con relación al costo total actualizado del inmueble.

Costo del edificio	=	4,445'737,579.99
Costo de mantenimiento	=	129'234,400.00

$$\text{Ime} = \frac{129'234,400.00}{4,445'737,579.99} \times 100 = 2.907 \%$$

V.5. PROGRAMA DE PRESUPUESTACION Y MANTENIMIENTO APLICANDO LA TECNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO (U.N.A.M.).

Para la elaboración de este programa, se consideran las actividades necesarias en la conservación y buen funcionamiento del edificio, de acuerdo a la información y experiencias de los jefes de Mantenimiento. La información requerida se describe enseguida:

- Conocer a que elementos hay que dar Mantenimiento y la prioridad que éstos tienen de acuerdo a su uso y el servicio que prestan.
- Determinar que cantidades son las óptimas para cumplir con la necesidad de Mantenimiento.
- El análisis actual de los precios unitarios al mes en que se realiza el programa, tomando en consideración el índice de inflación que se presente en los períodos de ejecución.
- Establecer el tiempo de inicio y terminación de los trabajos, así como las erogaciones que se tendrán en cada mes del año.
- En la ejecución de los trabajos, conocer el avance real de las actividades en base a los programado y, controlar los atrasos tenidos en obra.

Toda esta información es la que se presenta en el programa de inventarios. En la realización del ejemplo, se manejarán los datos empleados en el programa de mantenimiento del I.M.S.S., debido a que es el mismo edificio que se da servicio de conservación.

De acuerdo al cálculo obtenido se observa el siguiente porcentaje de mantenimiento con relación al costo actualizado del inmueble.

Costo del edificio = 4 455'737,579.99
Costo de mantenimiento = 129'234,400.00

$$\text{Ime} = \frac{129'234,400.00}{4\,455'737,579.00} \times 100 = 2.907 \%$$

Una vez elaborado el programa de Mantenimiento, se hace uso de la Orden de Trabajo (O.T.) ya sea para los trabajos contratados o para el desarrollo de las actividades de Mantenimiento por el personal propio de los talleres de Mantenimiento de cada dependencia. Las órdenes de trabajo se llenan en base a los datos del programa anual de mantenimiento y los inventarios establecidos por la institución. A continuación se ejemplifican el llenado de dos órdenes de trabajo, siendo de igual forma para las demás actividades.

Los resultados obtenidos en este Programa de actividades y Presupuestos, son los definitivos, ejecutándose todos los trabajos que en este aparecen si el presupuesto asignado así lo permite. Si no fuera así, las órdenes de trabajo servirían para utilizar el Programa Retroalimentación de Mantenimiento para que mediante éste se registren y se tomen en cuenta en un programa posterior las actividades pendientes.

COMENTARIOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL EJEMPLO
ILUSTRATIVO APLICANDO LAS TÉCNICAS DEL CONESCAL,
I.M.S.S. y U.N.A.M.

La técnica del CONESCAL nos permite tener un programa presupuestal, con la característica de apegarse más a las necesidades de mantenimiento, debido a que se consideran en el análisis todos los elementos que constituyen el inmueble. Teniendo la opción de calcular el presupuesto utilizando los valores mínimos, medios y máximos de porcentajes de sustitución y vida útil, de acuerdo al criterio de cada institución para conservar sus instalaciones. Los resultados obtenidos se consideran confiables siempre y cuando se realicen los programas con la información real y el personal con la experiencia y conocimientos necesarios.

Al aplicar la técnica del I.M.S.S., se observó la ventaja de que el programa de Mantenimiento, puede ajustarse de acuerdo a las necesidades de presupuesto que se tengan, en base a un índice de prioridad calculado por el responsable del Mantenimiento, dando preferencia a las actividades más importantes que se presenten en el inmueble.

La técnica de la U.N.A.M., hace uso de un programa de inventarios con el cual se proporciona un estudio detallado de toda la infraestructura física con que cuenta la institución y las necesidades de mantenimiento que requieren. A través de otro programa llamado Tablas de Mantenimiento se realizan los programas de los trabajos de mantenimiento por ejecutar.

Las actividades que por razones económicas no se llevan a cabo se canalizan a un tercer programa llamado Retroalimentación de Mantenimiento a través del cual se auxilian los programas anteriores, considerándose las actividades pendientes en el ejercicio siguiente.

Es importante señalar que si las técnicas estudiadas anteriormente son consideradas en conjunto para la elaboración de un programa de mantenimiento para cualquier obra de ingeniería, se podrán manejar datos más completos y confiables, que redituarán en lo eficiente del programa, ya que de acuerdo a lo mencionado en párrafos anteriores, cada una de ellas tiene conceptos

característicos que los diferencian entre sí y al complementarlos se obtendrán mejores porcentajes de mantenimiento para conservar un inmueble en buen estado.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Estamos convencidos, de acuerdo a las condiciones económicas actuales de nuestro país, de la imperante necesidad e importancia que tiene la conservación de la infraestructura nacional. Ante esta problemática y como resultado de la investigación llevada a cabo para la realización de este trabajo, se presentan las siguientes conclusiones:

- No se han destinado los recursos económicos necesarios para el buen mantenimiento de las obras y, esto ha conducido a que el deterioro de las mismas se acreciente rápidamente, generando en consecuencia, menor funcionalidad y seguridad, así como altos costos para restablecer estas características. Se debe supervisar y apoyar el ejercicio de los presupuestos por programas, vigilando el cumplimiento de las metas establecidas, evaluando resultados y aprovechando al máximo el poder adquisitivo de los recursos disponibles.
- El mantenimiento debe ser considerado desde la planeación y en forma importante desde el proyecto mismo de la obra; seleccionando los procedimientos constructivos y las especificaciones de los materiales a utilizar.
- Se debe vigilar que la implantación de un programa de mantenimiento se haga desde el mismo momento de terminación de los trabajos de construcción, ya que mientras más tarde en implantarse, mayor será el costo inicial necesario para cubrir sus necesidades de mantenimiento acumuladas.
- Es necesario tender hacia una política de estandarización de mantenimiento respecto a normas, especificaciones, instructivos, manuales y técnicas que nos permitan unificar criterios de evaluación de los resultados de las actividades de mantenimiento llevadas a cabo en la contratación, precios unitarios e indirectos acordes a la situación financiera actual.
- Existe gran deficiencia en calidad y número de personal capacitado, a diferentes niveles, para operar y mantener debidamente las obras, de suerte que ni las medidas preventivas ni las correctivas se llevan a ca

bo oportunamente, o incluso la operación en sí se realiza de manera incorrecta,

- Es necesario promover la formación de empresas dedicadas exclusivamente al mantenimiento de la infraestructura física.
- Deben realizarse convenciones, conferencias y publicaciones para transmitir y difundir las experiencias que se han logrado en aspectos de mantenimiento.
- La conservación constituye la única manera racional de garantizar la operación eficiente de la infraestructura física y de aumentar la con-fiabilidad y la oferta del servicio.

RECOMENDACIONES

- Promover la participación comunitaria en apoyo de las tareas encaminadas a la conservación de las instalaciones y equipos.
- Se debe promover la elaboración de programas de mantenimiento preventivo para disminuir los de tipo correctivo, reduciéndose así los costos de mantenimiento, no solamente desde el punto de vista del costo directo sino del costo social que la inoportunidad de no hacerlo puede tener, además de actualizar los manuales de operación y de mantenimiento utilizados, en paralelo con el desarrollo y crecimiento de la infraestructura.
- Se deben establecer plantillas de personal en todos los niveles que cubran los perfiles de puestos requeridos para elaborar los programas de mantenimiento.
- Las actividades de mantenimiento se deben programar con calendarios estrictos, y que se vayan cumpliendo las correspondientes con todo rigor, ya que el impacto inflacionario puede afectar seriamente el valor de las cantidades otorgadas.
- Involucrar a todo el personal que labora en las obras, desde los direc-

tivos no especialistas que toman las decisiones en la asignación de presupuestos para que las actividades de mantenimiento se realicen, hasta los puestos de menor nivel, a los usuarios y al público en general.

- Es indispensable establecer campañas de capacitación técnica al personal de operación y mantenimiento a través de cursos periódicos o talleres prácticos.
- Es importante que los ingenieros, arquitectos y diseñadores se ubiquen en el papel de los técnicos mantenistas, visitar junto con ellos instalaciones con varios años de operación, "escucharlos", y tomar en cuenta sus recomendaciones desde la planeación y proyecto de nuevas obras.
- Tanto por ética, como por economía, se tiene que luchar por todos los medios a nuestro alcance para que las actividades de mantenimiento se realicen de acuerdo a los programas establecidos y se actúe de manera honesta en la utilización de recursos, para que estos sirvan adecuadamente, en las mejores condiciones y por el máximo tiempo posible.
- Crear especificaciones propias para la aplicación del mantenimiento.
- Crear una administración adecuada para vigilar la buena utilización de recursos.
- Se deben proporcionar las mejores relaciones humanas entre el personal de mantenimiento, a través de un trato justo y humano, con igualdad de oportunidades de desarrollo y progreso, con incentivos adecuados, realistas y congruentes con su capacidad y responsabilidad, ya que se ha observado que el potencial de un grupo de trabajo satisfecho y armónico es inagotable aún en las condiciones de carencia, supliendo con ingenio los recursos dentro de un ambiente de cooperación y fidelidad a la institución.

- Es indispensable contar con sistemas de medición de las tareas de conservación y mantenimiento, de tal manera que se pueda valorar la efectividad de las mismas y no hacer tanto empirismo e improvisación que provocan baja eficiencia y altos costos.
- Es necesario que las instituciones proporcionen la información requerida para mejorar los métodos y técnicas que involucran la conservación y mantenimiento de su infraestructura física; ya que sin duda se utilizarán para difundirlas, mejorarlas y aplicarlas en otras obras para beneficio del país.

A N E X O S .

A N E X O 1

PORCENTAJES DE SUSTITUCION Y VALORES DE VIDA UTIL.

PROPUESTA EN LA TECNICA DEL CONESCAL.

ELEMENTOS VERTICALES.

Elemento	Vida útil (años)	Sustitución (%)
<u>Elementos de concreto</u>		
<u>Armado:</u>		
Columnas	50	0
Soleras de fundación	50	0
Soleras intermedias	50	0
Soleras de coronamiento	50	0
Nervios y alabranes	50	0
<u>Paredes de ladrillo:</u>		
Paredes de ladrillo lazo	50	0
Paredes de ladrillo de canto	50	0
<u>Puertas:</u>		
Puertas de madera P-2 interiores, para oficinas.	10	35
Puertas de madera P-3 exteriores para bodega.	4	50
Puertas de madera P-4 interior para sanitario individual.	4	50
Puertas de madera P-5 interior para oficina.	10	20
Puertas de madera metálica para aulas.	10	20
Puerta metálica P-6 doble para biblioteca.	10	20
Chapa para puerta.	0.5	100

Elemento	Vida Útil (años)	Sustitución (%)
<u>Venatanas:</u>		
Venatanas de malla ciclón	10-20	15
Venatanas de aluminio y vidrio	15	40

ELEMENTOS HORIZONTALES.

Pisos interiores y aceras:

Enladrillado con ladrillo de cemento incluyendo material selecto	30	20
Aceras perimetral.	15	40
Gradas.	15	40

Entrepisos:

Losa de muebles.	50	0
------------------	----	---

Cielos falsos:

Cielo falso	12-20	80
Facia.	12-20	100

Vigas de acero:

Viga macomber M-1	50	0
Viga macomber M-2	50	0
Viga macomber M-3	50	0
Viga macomber M-4	50	0

Polines:

Polines P-1	20-50	10-20-40
Polines P-2	20-50	10-20-40

Techos:

Lamina asbesto cemento estandar	30	30
Canaleta Eureka A-126.	30	40

Elemento	Vida útil (años)	Sustitución (%)
ACABADOS.		
<u>Repellos y afinados:</u>		
Repellos	50	35
Afinados	50	35
Azoteas	50	40
Rodapié	30	30
<u>Pinturas:</u>		
Pintura de paredes afinadas,	2-3-6	100
Pintura de paredes azotadas	2-3-6	100
Pintura de puertas de madera	1-2-4	50-80-100
Pintura de puertas metálicas	1-2-3	30-60-100
Pintura de estructura metálica	1-5	50-50-80

<u>Muebles empotrados:</u>		
Pizarrones	10	60
Muebles bajo losa M-1	10	20
Muebles bajo losa M-2	10	20
Muebles bajo losa en aulas	10	20

PLOMERIA Y DRENAJE.

<u>Tuberías de aguas negras y cajas:</u>		
Tuberías de cemento Ø 6" y Ø 8"	30	30
Tuberías de cemento Ø 10" y Ø 12"	30	20
Cajas de conexión.	50	30
Drenaje (canal)	15	40
Caja tragante con parrilla de hierro	30	30
Caja de válvulas	15	40

Elemento	Vida útil (años)	Sustitución. (%)
<u>Fosa séptica:</u>		
Fosa séptica	40	50
<u>Almacenamiento de agua potable:</u>		
Cisterna	40	30
Tanque de captación	40	30
<u>Tableros:</u>		
Tablero general	15	40
Sub-tablero STA-1	15	40
Sub-tablero STA-2	15	40
<u>Alimentaciones subterráneas:</u>		
Alimentación subterránea desde cuerpo terminal	20	2-5-10
Alimentación subterránea desde TGA hasta PV-5	20	2-2-5
Tramo de canalización subterránea de PV-1 a PV-2	20	1-2-5
<u>Pozos de visita o registro:</u>		
Pozos de visita o registro	20	2-5-10
<u>Alimentaciones aéreas:</u>		
Alimentación desde PV-5 hasta dispositivo control en tanque.	10	50
Postes de 20" con percha 2 posiciones y anclaje.	50	10
INSTALACIONES MECANICAS.		
<u>Luminarias:</u>		
Luminaria incandescente	5-10	30-35

Elemento	Vida útil (años)	Sustitución (%)
Receptáculo de porcelana con foco de 60 w.	15	30
Spot light doble con su base y reflectores tipo intemperie.	5	100
Lámpara fluorescente 2 x 40 W	15	60
<u>Canalizaciones para luminarias:</u>		
Canalizaciones para luminaria incandescente.	20	40
Canalizaciones para receptáculo de porcelana.	20	40
Canalizaciones con foco de 60 W.	20	40
<u>Interruptores y toma de corriente.</u>		
Switch para luminaria.	1	5-10-20
Toma de corriente doble polarizado	8	5-10-15
Placa de aluminio anodizado	2	5-10-15
<u>Equipo de bombeo:</u>		
Equipo de bombeo.	10	50
Caseta para equipo de bombeo.	50	40

GUIA PARA LA ELABORACION DE UN PROGRAMA
DE MANTENIMIENTO.

A continuación se esbozan los lineamientos generales que sirven como guía para integrar un programa de mantenimiento de edificios, se anexa también la información necesaria para elaborar un instructivo de conservación de puentes.

Evidentemente que mucho de lo que se diga para estos tipos de estructura será válido también en la preparación de programas e instructivos semejantes, para otra clase de obras de ingeniería civil.

A N E X O 2

ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN EDIFICIOS, EN ESTADO LIMITE DE SERVICIO.

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
Cimentaciones en general.	Observación directa (agrietamientos) Nivelaciones y su comparación con nivelación base, análisis, solución y reporte.	Anual
Cimentaciones muros de contención.	Observación directa (Agrietamientos) Análisis, solución y reporte.	Anual
Cimentaciones Pilotes	Observaciones directas de dimensiones y asentamientos, análisis, soluciones y reportes.	Anual
Cimentaciones Pilotes de control	Nivelaciones y plomao, desviaciones del cabezal, giros y deformaciones de cubos, fallas de estabilizadores, soldaduras en anclas, deformaciones y oxidación en husillos, cambio de estopos, recortes del cabezal.	Variable según requerimientos de cada caso.
Estructuras en general	Observación directa de agrietamientos en losas, columnas traveses y muros, generalmente para conocer el estado de conservación hay que guiarse por las señales o síntomas que presenta la estructura del edificio. Se efectuará análisis, solución y reporte.	Anual

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
Muros	<p>La presencia de grietas en los muros y características de lo que ocurre en la cimentación, para averiguarlo es conveniente considerar lo siguiente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Localización de la grieta. 2.- Su tamaño y forma. 3.- Su inclinación. 4.- Los elementos estructurales que afecta. 5.- Diagnóstico de las causas que originaron la grieta. 6.- Reporte y solución de problemática. 	Semestral y en forma extraordinaria después de un sismo.
Columnas	Observación directa de grietas, verticalidad y flambéo, efectuando análisis, solución y reporte.	Semestral
Trabes	Observación directa de grietas - por cortante, por torsión (en trabes perimetrales) flechamiento, - Flambéo horizontal, efectuando análisis, solución y reporte.	Semestral
Losas	Observación directa flechamiento en ambos sentidos, agrietamiento, efectuando análisis, solución y reporte.	Semestral
Estructura, verticalidad de la misma	Nivelación y plomeo comparandolo con datos base, efectuando análisis, solución y reporte.	En edificios de gran movimiento anual-mente.

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
Obras de conjunto: banquetas, plazas, andadores, estacionamientos, canchas deportivas.	Efectuar revisión, análisis solución y reporte de los siguientes conceptos: Lavado y limpieza, sellado de juntas, reposición de losas - deterioradas por dislocaciones fallas de terreno, señalamiento; topes, de cajones de estacionamiento, barrido y recolección de basura.	Semestral
Obras de conjunto: cercas y posterias.	Efetuar revisión, análisis solución y reportes para los siguientes conceptos: Limpieza, lijado, quitar oxido y pintura de elementos.	Anual
Obras de conjunto albercas y trampolines	Evaluación de recubrimientos y accesorios, efectuando análisis, soluciones y reportes.	Anual
Instalaciones. Rejillas pluviales.	Revisión, análisis y solución para los conceptos siguientes: Lavado y limpieza, soldadura y pintura anticorrosiva.	Antes de temporada de lluvia.
Interiores en plafones.	Revisión del estado físico y - comportamientos, análisis de - desviaciones, soluciones y reportes de los siguientes conceptos: -Tablaroca con tirol - Placas de celotex - Placas metálicas	Cada 6 meses Cada 6 meses Cada 6 meses

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
Impermeabilizaciones flexibles	Revisión, análisis, solución y reporte para limpieza de áreas y bajadas pluviales, agrietamientos, abombamientos, deterioros de capas de pintura de protección.	Antes de temporada de lluvias.
Instalaciones de alcantarillado.	Revisión, análisis, solución y reporte para los conceptos siguientes: Filtraciones conexiones, pintura de marcos de registros (tomar en cuenta la época de lluvia para efectuar las rutinas de limpieza anterior), chequeo funcionamiento de red de desazolve.	Antes de temporada de lluvias.
Instalaciones tanque elevado o tinacos	Checar apoyos, fugas, limpieza, desinfección y mecanismos eléctricos, análisis de problemas, soluciones y reporte.	Anual.
	- Placas de acrílico	Cada 6 meses
	- Falso plafond de yeso con metal desplegado y pintura.	Cada año
	- Falso plafond de metal desplegado mezcla de cemento, arena y pintura.	Cada año
	- Tabla roca con resinas acrílicas (granoplastic)	Cada 6 meses
	- Losa aparente con pintura vinílica, acrílica o epóxica.	Cada año
	- Cuadros de madera	Cada año

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
	- Cuadros de triplay	Cada año
	- Cuadros de asbesto-cemento	Cada año
	- Cuadros de material decorativo, como bambú, yute.	Cada año
Muros interiores	- Tabla roca con granoplastic. Canceleria de aluminio con paneles de madera forrado con triplay y plastico laminado.	Cada año
	- Aplanado de yeso y pintura.	Cada año
	- Aplanado de yeso y tapiz plástico.	Cada año
	- Aplanado con resinas acrílicas (granoplastica)	Cada año
	- Lambrines de duela de madera - sobre bastidor de madera.	Cada 6 meses
	- Con bastidor de madera triplay - de 6 mm y laminados plásticos (formaica wilson door, etc.)	Cada año
	- Lambrines con placas de aluminio.	Cada año
	- Lambrines con marmol.	Cada 6 meses.
Pisos interiores	- Alfombra	Cada 6 meses
	- De marmol	Cada año
	- De granito o terrazo	Cada año
	- De loseta vinílica	Cada 6 meses
	- De loseta barro vidriado	Cada año
	- De cerámica	Cada año
	- De azulejo antiderrapante	Cada año

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
Escaleras	- Escalones recubiertos de granito o terrazo	Cada año
	- Losas precoladas	Cada año
	- De loseta vinílica	Cada año
	- De mármol	Cada año
Pasamanos	- De tubular de aluminio	Cada 6 meses
	- De tubular de lámina	Cada 6 meses
	- De madera	Cada año
	- De fierro forjado	Cada año
Fachadas	- Canteras naturales	Cada año
	- Canteras artificiales	Cada año
	- Precoladas de concreto	Cada año
	- De mármol	Cada año
	- Losetas de barro	Cada año
	- Piedra	Cada año
	- Aplanado de mezcla	Cada año
	- Con pintura acrílica o epóxica.	Cada año
	- Con placas de aluminio estriado	Cada año
	- Madera impregnada en silicón	Cada año
- Aplanado de resinas plásticas	Cada año	
- Celosías de barro	Cada año	
- Celosías de concreto	Cada año	
Azoteas	- Enladrillado de barro recocido hecho a mano	Cada 6 meses
	- Enladrillado de loseta de barro hecho en obra.	Cada año
Pretilos	- Con aplanado de mezcla de cemento arena	Cada año

CONCEPTO	FUNCIÓNES	PERIODICIDAD
Pretilos	- Con recubrimiento pétreo	Cada año
Chaflanes	- De mezcla de cemento para impermeabilización	Cada año
Pavimentos	- De cemento	Cada año
	- De loseta de barro	Cada año
	- De placas precoladas	Cada año
	- De marmol	Cada año
	- De adoquín natural	Cada año
	- De adoquín artificial	Cada año
	- De granito o terrazo	Cada año
	- De asfalto	Cada 6 meses
Obras exteriores	- Arriates	Cada año
	- Brocales	Cada año
	- Letreros	Cada año
	- Puentes	Cada año
	- Espejos de agua	Cada año
	- Albercas	Cada año
	- Frontones	Cada año
	- Jardines	Cada año

OBSERVACIONES.

Las observaciones para detectar deterioros, deformaciones o fallas de los materiales de acabado, deberán hacerse antes de que se presente su límite de servicio.

- 1.- La periodicidad y fecha con que se hagan las inspecciones deberá fijarse a partir de la primera que como en el caso de acabados de azoteas deberá fijarse dos meses como mínimo antes del periodo de lluvias, que depende de la latitud y clima del lugar donde se encuentra.

- 2.- Cuando se trate de fisuras en acabados de muros debido a asentamientos, deberán colocarse testigos de yeso y esperar a que el agrietamiento llegue al máximo para proceder a su arreglo, pero habrá que -
- checar también la estructura.
- 3.- Tratándose de desprendimientos de los materiales de acabados en fachadas como, canteras, marmoles, piedra, etc., por mala calidad de la mano de obra en su colocación, habrá que corregirlo inmediatamente.
- 4.- En caso de materiales de mala calidad que pongan en peligro el buen -
- servicio y funcionamiento de la unidad, corregirlo de inmediato.

ACTIVIDADES NO PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO
CORRECTIVO DE EDIFICIOS EN ESTADO LIMITE DE FALLA.

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
Objetivo	Solución de problemas de ingeniería civil directamente en el área operativa.	
Actividades necesarias para la consecución del objetivo.	a) Detectar desviaciones b) Definir el problema c) Alternativas de solución d) Elección de la adecuada e) Implementación de la misma f) Sistema de control g) Sistema de información h) Evaluación de resultados.	Variable: según requerimientos en presencia de servicios o de falla.

Conceptos considerados para su atención:

- Cimentaciones en general
- Muros de contención
- Cimientos a base de pilotes
- Estructuras en general
- Muros, columnas, trabes
- Losas
- Obras de conjunto
- Acabados
- Impermeabilizaciones
- Sistemas de desalojo de aguas residuales
- Instalaciones sanitarias. (Cárcanos, fosas sépticas, etc.)

A N E X O 3

INFORMACION REQUERIDA PARA ELABORAR UN INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE PUENTES.

I) DATOS GENERALES.

- 1.1 Nombre de la estructura y ubicación (citar kilómetro de la carretera o vía férrea)
- 1.2 Nombre del inspector
- 1.3 Longitud de la estructura
- 1.4 Número de claros
- 1.5 Tipo de subestructura
- 1.6 Tipo de infraestructura
- 1.7 Tipo de superestructura
- 1.8 Anexar fotografías de los puntos 3,4,5,6 y 7.

II) ACCESOS

- 2.1 Estado del pavimento o de la vía:
- 2.2 Estado de la junta entre el pavimento y los estribos:
Repórtese si la junta está bien sellada para evitar acumulación de material que pueda impedir o restringir el libre movimiento de los claros extremos)
- 2.3 Estado de los acontecimientos, taludes, lavaderos y defensa metálica:

III) CAUCE DE LA CORRIENTE

- 3.1 Area hidráulica:
 - 3.1.1 Cuerpos flotantes:
 - 3.1.2 Altura libre para cuerpos flotantes:
 - 3.1.3 Nivel de agua máximas y flecha en que se presentó
- 3.2 Perfil del cauce
 - 3.2.1 Hay tendencia a socavación:
 - 3.2.2 Hay tendencias a divagar:
 - 3.2.3 Hay tendencia a degradarse o a mejorarse:
 - 3.2.4 Si hay protección de los bancos del río:

- funcionan adecuadamente?
- se requiere mejorarla?
- 3.2.5 Hay acumulamiento de árboles, madera o crecimiento de vegetación
- 3.2.6 Hay bancos de grava o arena que puedan desviar la corriente?
- 3.2.7 El puente o sus aproches origina alguna desviación de la corriente que pueda inundar zonas vecinas?

IV) SUBESTRUCTURA

- 4.1 Pilas y pilotes
- 4.1.1 Revisar los desplantes (pilotes, cilindros, zapatas, etc.) para detectar si hay socavación (en algunos casos será necesario hacer inspecciones mediante buccos:
- 4.1.2 Hay depósitos de arena o grava en la cara opuesta a la socavación?. Describase.
- 4.1.3 Hay varillas de refuerzos expuestas?
- 4.1.4 Otras observaciones:

V) INFRAESTRUCTURA

- 5.1 Concreto
- 5.1.1 Examínese las puertas expuestas de concreto para detectar grietas o fisuras, particularmente en la parte superior de las pilas y las coronas:
- 5.1.2 El acero estructural ahogado en concreto deberá inspeccionarse sobre todo en las partes expuestas para registrar deterioros o movimientos.
- 5.1.3 La mampostería de piedra deberá verificarse para descubrir grietas en las juntas del mortero y observar que la pintura esté en buenas condiciones
- 5.1.4 Cualquier movimiento o asentamiento de algún apoyo deberá comprobarse con nivel fijo y compararse con registros previos.
- 5.2 Caballetes
- 5.2.1 Los de madera deberán inspeccionarse para descubrir posibles áreas podridas, especialmente con madera:
(los pilotes de madera creosotados generalmente se pudren del corazón. El ruido que produce el golpe de un martillo a-

- 6.1.7 Compruébese que los patines y el alma no han sufrido daño o se han torcido, y verifíquese los atiesadores del alma para ver si no hay pandeo. Verifíquese si estas piezas tienen excesiva vibración y deflexión al paso de cargas pesadas: . . .
- 6.2 Trabes de acero.
 Las almas de las trabes "T" deberán revisarse para ver si no tienen grietas anormales y si no se presenta alguna desintegración del concreto, especialmente en los apoyos. Obsérvese si hay vibraciones excesivas o deflexiones. Las trabes que estén en pasos a desnivel deberán ser revisadas para detectar golpe de camiones con carga demasiado altas:
- 6.2.2 Las trabes pre-esforzadas deberán examinarse para ver si conservan su alineamiento, si tienen rajaduras o si hay deterioros en el concreto. Verifíquese si hay rajaduras o descascamientos en los apoyos y en los diafragmas colados "in situ". Cuando haya cuarteaduras regístrese cuidadosamente para futura referencia:
- 6.3 Apoyos
- 6.3.1 Examínense todos los dispositivos de apoyo para ver si funcionan adecuadamente. Recuérdese que cualquier cambio que haya en partes de la estructura, por pequeñas que sean, tales como asentamientos de pilas y estribos, puede reflejarse en los apoyos:
- 6.3.2 Verifíquese que los pernos de anclaje no tengan ningún daño y que estén bien colocados en los apoyos móviles para que permitan el movimiento normal:
- 6.3.3 Los roles y mecedoras deberán apoyar uniformemente en toda su longitud y deben estar en su posición adecuada con relación a la temperatura en el momento de la inspección; cuando se trate de apoyos que lleven lubricación, verifíquese que estén debidamente lubricados:
- 6.3.4 Examínense las condiciones físicas de los apoyos de tipo elástico (neopreno, teflón, etc.,) y los de plomo, cualquier aplastamiento anormal, escurrimiento o hundimiento puede indicar sobrecarga o excesiva carga dispareja:

- 6.4 Juntas de expansión.
- Las juntas de expansión pobremente diseñadas son fuente de muchas molestias y deben examinarse cuidadosamente. Obsérvese si hay espacio adecuado que permita el movimiento de expansión térmica: .
- 6.4.1 Examinense las juntas de expansión de tipo dentado y las juntas de placas deslizante para ver si no acusan anclajes sueltos, desquebrajaduras o rompimiento de las soldaduras u otros detalles defectuosos:
- 6.4.2 Examinense la parte inferior de las juntas de expansión para anticipar algún problema futuro. La falta de espacio suficiente para la expansión, especialmente en pequeñas superficies de las juntas, concentrará los esfuerzos térmicos de las juntas, haciendo que el concreto se raje o descascare.
- 6.5 Cubiertas
- 6.5.1 Las cubiertas de madera deberán examinarse para localizar áreas podridas, en las superficies de contacto dónde apoyan sobre largueros o entre capas de madera o piezas laminadas; Verifíquese si no hay piezas sueltas por defectos en la colocación de los clavos.
- 6.5.2 Los pisos de concreto deberán verificarse para evitar que haya grietas porosidad, descascamientos, etc. y otras evidencias de deterioros:
- 6.5.3 Las superficies de desgaste asfálticas sobre las cubiertas pueden ocultar defectos hasta que estos estén muy avanzados. Las áreas en donde se sospeche que la losa de la cubierta está deteriorada deberá levantarse en pequeña sección para realizar una investigación más completa:
- 6.5.4 Deberá investigarse si no hay corrosión en las cubiertas de acero o cordones de soldadura rotos. Es importante que se mantenga una superficie impermeable sobre las placas de acero de la cubierta para protegerlos de la corrosión:
- 6.5.5 Examinense la parte inferior de las losas de cubierta, observese si hay evidencia de filtraciones de alguna a través de grietas en la losa:

6.5.6 Verifíquese si las cubiertas están bien drenadas y si no existen lugares donde el agua pueda almacenarse y ser un riesgo para el tráfico.

Compruébese si los drenes no descargan agua en sitios donde puedan perjudicar a otros miembros de la estructura, que puedan causar erosión en los rellenos y bancos del río o descargan sobre algún camino que exista bajo la estructura:.....

6.6 Otras partes de la estructura

6.6.1 Examinense las guarniciones para descubrir si hay grietas, desquebraaduras u otros deterioros. Véase si hay reducción en su altura por sobrecarpetas u otra causa.

6.6.2 Los parapetos y pasamanos de concreto deberán verificarse para evitar que tengan grietas, desconchamientos y desquebraaduras u otros deterioros. Los de metal deberán observarse para calificar el estado de la pintura y ver si no hay corrosión. Examinense las manchas de moho en el concreto alrededor del perímetro de los postes metálicos anclados en él. Las manchas pueden indicar severos estados de corrosión en la porción abajo del nivel de la superficie de concreto.

6.6.3 Todos los miembros del pasamanos deberán estar firmemente asegurados y alineados vertical y horizontalmente. Los asentamientos de la subestructura o deficiencias en los apoyos se acusan en el pasamanos

6.6.4 Las banquetas de metal deberán examinarse para ver si no hay corrosiones y si están bien aseguradas en todas sus conexiones; deberán estar bien drenadas y se deberá evitar cualquier riesgo a los peatones.

6.7 Armaduras de acero.

6.7.1 El examen de las armaduras de puentes de este tipo debe iniciarse observando el alineamiento del guardarrueda o guarnición y a lo largo de las cuerdas de la armadura. Cualquier desviación de lo normal, ya sea en su alineamiento vertical u horizontal, debe investigarse ampliamente.

6.7.2 Cada una de las piezas de las armaduras deberán verificarse -

- para ver si están rectas y sin torceduras ni pandeos. Los miembros a la compresión deberán comprobarse para determinar si sus conexiones están intactas. Verifíquese excentricidades en los detalles de conexión; en los miembros en tensión compuestos de más de una sección, en cada uno deberá verificarse si los esfuerzos están igualmente divididos. - Véase si no hay grietas en las barras de ojo, en los pendo- lones y en las curvas de las barras de tensión.
- 6.7.3 Examínese el contraventéo de las piezas para detectar daños provocados por el tráfico. El contraventéo de los portales generalmente es el que más limita la altura vertical libre y consecuentemente es el más susceptible de recibir daño por cargas demasiado altas.
- 6.7.4 Véase el estado de la pintura y regístrese lo extenso de la corrosión. Investíguese cuidadosamente alrededor de las cabezas de pernos y remaches. Los detalles de las conexiones están más expuestos a la corrosión, especialmente los que están cercanos a la superficie de rodamiento en donde las sales descongeladoras pueden depositarse. Véase si no hay deformaciones en las secciones de "multiplacas" remachadas o pernadas en donde la humedad puede haber penetrado y corrido las superficies de contacto de las placas.
- 6.7.5 Verifíquese las condiciones de los pasadores en las conexio- nes y véase que las tuercas y chavetas están en su lugar. - También véase que los separadores de los pasadores estén sos- teniendo las barras de ojo en su posición adecuada. Cerció- rese de que ninguno de los pernos y remaches esté suelto, - gastado o guillotinado.
- 6.7.6 Examínese el alineamiento de la armadura cuidadosamente para ver si no tiene flecha, lo que puede indicar falla parcial en las juntas o ajustes inadecuados de las barras de acero ver- ticales.
- 6.7.7 Véase si no hay evidencias de aplastamiento o trituración en los extremos de las cuerdas en compresión y miembros diag- onales. Todos los puntos de empalme deben examinarse en lo

- concerniente a su estado físico en las conexiones al esfuerzo cortante. Deberá verificarse que todos los pernos estén bien apretados y en buenas condiciones.
- 6.7.8 Obsérvese de que no haya riesgo de incendio en las proximidades de la estructura.
- 6.8 Puentes móviles.
- 6.8.1 Los contrapesos deberán examinarse para ver que todos los elementos estén sanos y bien asegurados. Examinése cuidadosamente para ver si no hay corrosión del acero que se prolonga dentro del concreto. Las manchas en el concreto alrededor de estos anclajes deberán investigarse ampliamente ya que pueden indicar corrosión y pérdida del área de acero en la superficie del concreto y posiblemente un poco abajo de ella. Cerciórese que los drenes en los huecos de los contrapesos estén abiertos y funcionando satisfactoriamente.
- 6.8.2 Véase si hay movimientos verticales diferenciales en la junta entre las dos hojas de un claro basculante débil, al paso de cargas pesadas. Los seguros que absorben esfuerzos cortantes están sujetos a fuerte desgaste y golpeteo por la acción del tráfico y a menudo dan origen a muchas molestias. Cuando haya movimientos excesivos deberán investigarse y reportarse.
- 6.8.3 Las parrillas de acero que constituyen el sistema de piso - tanto las abiertas como las cerradas, se usan frecuentemente en claros móviles. Estas deberán observarse para ver si hay indicios de soldaduras rotas. Estos tipos de cubiertas se puden macho con el tránsito, por lo que deberán verificarse que sean antideslizantes cuando estén húmedas o tengan hielo.
- 6.8.4 Los aspectos mecánicos de la estructura deberán examinarse con cuidado, debiendo realizar estos trabajos un inspector calificado en asuntos de maquinaria y que esté familiarizado con el funcionamiento mecánico y el diseño de la estructura que es examinada. La maquinaria deberá comprobarse que esté debidamente lubricada, sin ruidos extraños ni juego excesivo entre sus flechas y chumuceras.

- 6.8.5 Deberá operarse el claro móvil en plan de prueba cuantas veces sea necesario para asegurarse que todas sus partes funcionen adecuadamente y que estén debidamente balanceados. Consúltese al operador del puente sobre cambios notables que haya observado
- 6.8.6 Las plantas de fuerza auxiliares de emergencia deberán arrancarse y examinarse minuciosamente como parte de la rutina normal de operación periódica de la planta. Estas operaciones rutinarias las deberá hacer el operador del puente, semanariamente.
- 6.8.7 La inspección del sistema eléctrico deberá ser completo y comprender los controles, el alambrado, los conductos, motores y luces. Adviértase cualquier línea desgastada o rota que pueda ser peligrosa. Verifíquese que no haya condiciones que pudieran ser riesgosas o ser potencialmente peligrosas para el operador o para cualquier persona que use la estructura.
- 6.8.8 Durante las inspecciones téngase presente y esté alerta de cualquier riesgo que pueda involucrar la seguridad del operador y demás personal al efectuar sus tareas de operación normales y al desempeñar el mantenimiento rutinario de aquellas labores tales como el engrasado de la maquinaria, la conservación de las luces y señales del canal de navegación y del tráfico del puente. Recuérdese que estas labores de conservación pueden requerirse en tiempos inclementes que podría afectar el grado de peligrosidad.
- 6.8.9 Los cables submarinos que conduzcan energía y los circuitos de control deberán examinarse en áreas arriba del nivel de agua, en cada inspección. La porción bajo el agua deberá ser inspeccionada por buzos, después de que hayan ocurrido niveles de aguas extraordinarias o en cualquier otra ocasión en la que haya razón para sospechar que se hayan presentado daños.
- 6.8.10 Exáminese las puertas, barreras y sistemas de señales para el control del tráfico carretero (o ferroviario) y el trá-

- fico marítimo para ver si todo funciona correctamente. . . .
- 7.0 Puentes colgantes.
- 7.1.0 Examínese los cables de suspensión principales para ver si está en buenas condiciones la cubierta o capa protectora y si está cubriendo el acero de la corrosión. Deberá dársele atención especial a las áreas próximas a las abrazaderas de los cables, en las silletas, sobre todo en las torres, y en los anclajes.
- 7.1.1 Examínese las abrazaderas que sujetan los pendolones al cable de suspensión principal para comprobar que no ha ocurrido ningún deslizamiento y que todos los pernos estén ajustados. . .
- 7.1.2 Examínese cuidadosamente los anclajes para ver si no hay corrosión y para verificar que tienen la protección adecuada - contra la humedad que pudiera entrar o almacenarse en donde - provoque corrosión.
- 8.0 Señalamiento.
- 8.1.0 Véase que todas las señales que se requieren para advertir - restricciones en los pesos máximos, reducción en la velocidad límite, o disminución en el claro vertical están colocados - en el lugar adecuado. Compruébese que el letrero de las señales es claro y legible y que están en buenas condiciones físicas. Cualquier alteración en el claro vertical ocasionada por sobrecargas y otra causa obligará a una nueva medición del claro y la corrección correspondiente de la señal.
- 8.1.1 Para puentes sobre canales navegables, compruébese que las - señales de navegación que se requieren están en su sitio y en buenas condiciones. Véase que las luces de navegación están instaladas y funcionando. Verifíquese que las luces que indican obstáculos aéreos en puentes altos están funcionando. - Deberán hacerse inspecciones más frecuentes de las luces, a intervalos de suficiente frecuencia, para estar razonablemente seguros que están operando adecuadamente.
- 9.0 Invasiones.

- 9.1.0 El número y tipo de servicios alojados en un puente tales - como ductos de agua, de drenaje, energía eléctrica, etc., - deberán registrarse. Si su número, tipo y clase de instalaciones no se controla adecuadamente, éstos pueden sobrecargar la estructura y hacer que la conservación normal sea extremadamente difícil. Compruébese que ningún ducto o cualquier otro dispositivo de servicio obstruye el área hidráulica o está en una posición tal que pueda dificultar la remoción de cuerpos flotantes, durante los períodos de crecientes máximas. También véase que la localización de los ductos o dispositivos sea de tal manera que no puedan ser golpeados o dañados por el tráfico o por el hielo o cuerpos flotantes en crecientes máximas.
- 9.1.2 Véase que los ductos o dispositivos que invaden el puente - estén bien apoyados y no constituyan ningún peligro para el tránsito que pueda usar la estructura o pasar por abajo de ella. Verifique muy de cerca cualquier efecto adverso que éstos puedan tener en el puente.

BIBLIOGRAFIA

1. Administración del Mantenimiento
Ing. Jesús Avila Espinosa y otros
División de Educación Continua
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
(1978).
2. Administración del Mantenimiento
Newbrough 1974
Ed. Diana
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
(Col. TS 155 N49).
3. Applied Maintainability Engineering.
C.E. Curningham and Wilbert Cox.
Biblioteca del Centro de Instrumentación
(U.N.A.M.).
4. Conservación y Mantenimiento de la
Infraestructura Física.
Vol. I, II, III.
Autor: Varios
Editorial: Colegio de Ingenieros Civiles
de México (1987).
5. Deterioro Conservación y Reparación
de Estructuras.
Johnson, Sidney M.
Mc. Graw Hill. Book Company (1970).
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
(Col. 624.1 J0H.d).
6. El Mantenimiento
Sánchez Cuéllar Raúl
Tesis I.P.N. (1980)
Biblioteca Central de la U.N.A.M.
(Col. 040.621).
7. El Mantenimiento de la Planta Física Educativa
Curso OEA - Centro Regional de Construcciones
Escolares para América Latina (CONESCAL 1979).
Tomo I Area General.
Tomo II Módulo de Planeamiento.
Tomo III Módulo de Diseño.
Tomo IV Módulo de Operación.

8. El Mantenimiento de los edificios
Alduán Mondragón Gilberto
Tesis U.N.A.M., 1984
Biblioteca Central de la U.N.A.M.
9. El Mantenimiento Preventivo y su
Aplicación a la Industria.
Luna Sn. Miguel Francisco L.
Tesis U.N.A.M., 1980
Biblioteca Nacional de la U.N.A.M.
10. Evaluación de la Planta Física Universitaria
Roberto Heatley Cortés.
CONESCAL, 1983.
11. Instructivo para la Formulación de las Metas
y Presupuesto del Programa Anual de Opera-
ción de Conservación. Partidas Presupuestales.
Instituto Mexicano del Seguro Social,
Julio, 1987,
12. Ingeniería Económica
E. Paul de Garmo, Jhon R.C.
C.E.C.S.A. (1981)
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
13. La Planta Física Educativa en el Desarrollo
Integral del Medio Rural. Obtenciones de
Indíces de Mantenimiento.
Curso Regional. OEA/CONESCAL 1978.
14. Localización, "Layout" y Mantenimiento
Ruddell Redd Jr. (1973)
Biblioteca Central de la U.N.A.M.
(Col. TS 155 M 755).
15. Maintainability Engineering Handbook
Commander, Naval Systems Command
Marina de los E.E.U.U., (1965).
16. Mantenimiento Correctivo Aplicado.
División de Educación Continua (1985)
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. (CI164)
17. Mantenimiento de ALCANTARILLADO
Boylan Martínez Alfonso
Tesis U.N.A.M. (1984)
Biblioteca Central de la U.N.A.M.
(Col. 040.62 ULV.28).

18. Mantenimiento de la Construcción en los Edificios,
Angeles Arizpe Julián
Tesis U.N.A.M. 1981
Biblioteca Central de la U.N.A.M.
19. Manual de Conservación de Edificios e Instalaciones,
Clements Richard.
Ed. Diana (1975)
Biblioteca Nacional de la U.N.A.M.
(Col. TS 192 CS3)
20. Mantenimiento Industrial Tomos I y II
Ing. Jesús Avila Espinosa y otros
División de Educación Continua
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
(1978).
21. Manual de Mantenimiento Industrial
L.C. Morrow.
Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V.
México (1970)
Biblioteca Central de la U.N.A.M.
(TS 155 M749).
22. Necesidades para el Mantenimiento de Obras e Instalaciones Portuarias.
Dirección General de Operación y Desarrollo Portuario. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1986).
23. Notas sobre "Conservación de Edificios en la U.N.A.M."
Roberto Heatley Cortés, 1981,
Dirección General de Obras de la U.N.A.M.
24. Notas sobre "Mantenimiento y Conservación de Inmuebles conforme al reglamento de construcciones para el Distrito Federal."
Roberto Heatley Cortés
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.
1988.
25. Quinto Informe de Gobierno
Miguel de la Madrid Hurtado
- Comunicaciones y Transportes.
- Comercio Fomento Industrial y Turismo.
- Salud y Seguridad Social.
Secretaría de Programación y Presupuesto, (1987).
26. School Building Maintenance
Centro Regional de Construcciones Escolares para América Latina (CONESCAL) México, 1974.

27. Sistemas Actuales de Mantenimiento y Reconstrucción e Indices de Mantenimiento.
Documento presentado a la segunda reunión de trabajo sobre Construcciones Escolares de los Países de Centroamérica y Panamá.
Ministerio de Educación de la República de El Salvador, (1978).
28. Sistema Portuario Nacional.- Programa de Mediano plazo 1984-1988.
Subsecretaría de Operación Portuaria.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
29. Sistema de Producción, Planeación, Análisis y Sistemas.
Riggs James L.
Ed. Limusa (1974)
Fac. de Ingeniería de la U.N.A.M.
(Col. TS 155 R452).
30. Simposium de Conservación
Instituto Mexicano del Seguro Social
(1977).
31. Técnicas de Mantenimiento
A.S. Gorder.
Ed. Mc. Graw Hill. Book Company. (1976).
Biblioteca Central de la U.N.A.M.