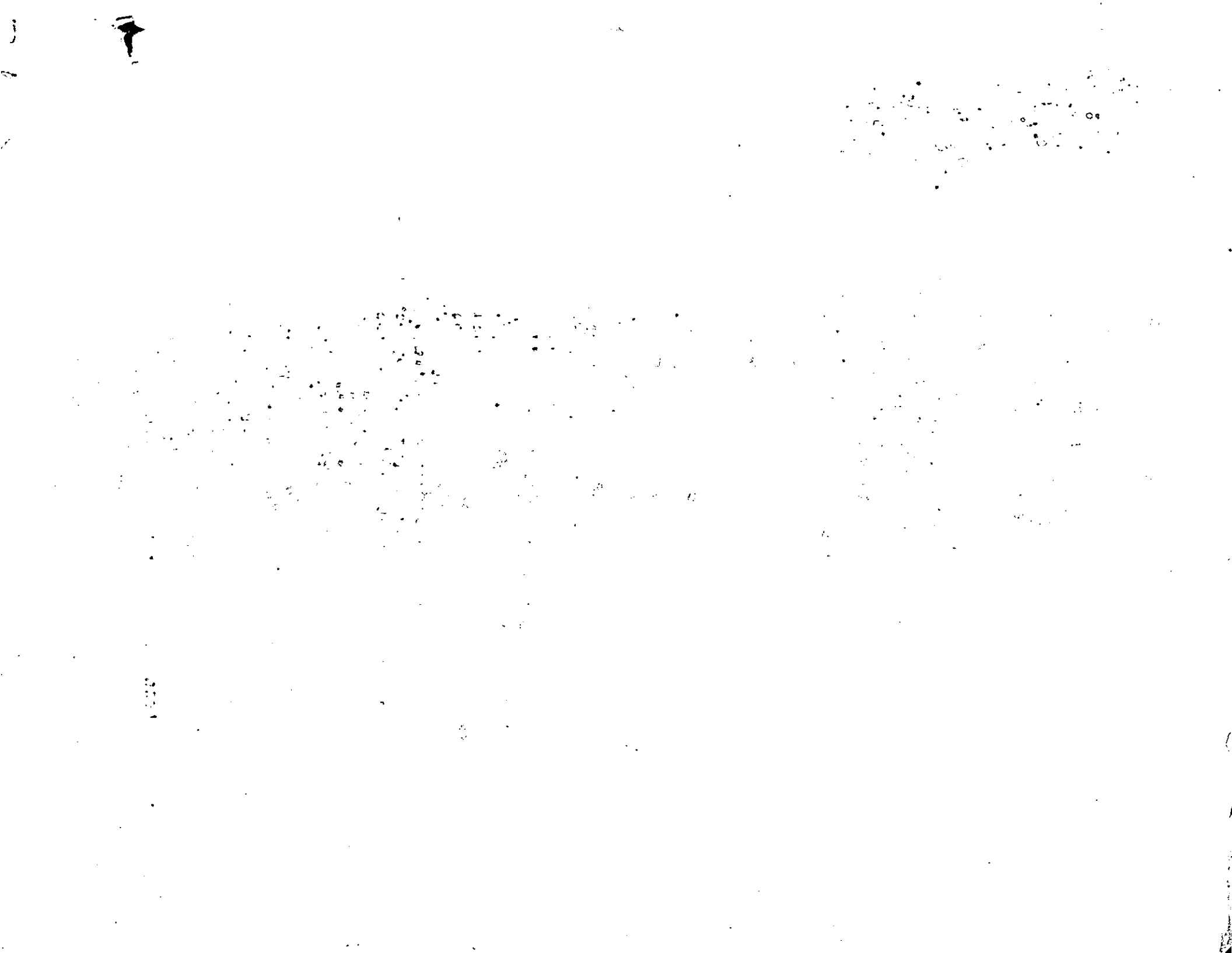


DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO: MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL APLICADO Febrero-Marzo 85.

1. ING. JESUS AVILA ESPINOSA (COORDINADOR)
Director
Ingeniería Electromecánica del
Grupo IPESA, S.A. DE C.V.
San Lorenzo 153-6° Piso
Col. del Valle
México, D.F.
559 18 12
2. DR. VICTOR MANUEL ESPINOSA Y DE LEON
Jefe del Departamento
Educación Continua
Dirección de Investigación y Enseñanza
Dirección General de Epidemiología
Secretaría de Salubridad y Asistencia
Carpio 470
Santo Tomás
México, D.F.
4792 45 y 5479248 Ext. 33
3. ARQ. FRANCISCO HERRERA FERNANDEZ
Gerente General
Corporación DITEC, S.A.
Marte 55
Col. Guerrero
México, D.F.
597 00 36
4. ING. JESUS HERRERA FERNANDEZ
563 64 42
5. LIC. ANTONIO MACIAS NAVA
Directot General
Macías Administración, S.A.
Manuel Castro Padilla No. 5
México, D.F.
593 84 55
6. SRA. LILIA VELAZQUEZ ARCOS
Director General
Mexicana de Jardinería, S.A. de C.V.
Playa Caletilla No. 37
Col. Reforma Ixtlaccihuatl
México, D.F.
579 36 00
7. ARQ. ALFREDO ORTIZ SANCHEZ
Gerente de Construcción
Construcciones y Diseño del Olmo, S.A. de C.V.
Hacienda de Temixco 56 B
Echegaray
Edo. de México
560 11 74



8. ING. JOSE PEQUEÑO GARZA
Gerente General y de Servicios
Lubricación y Tecnología Industrial
Abasolo NO. 14
Col. del Carmen Coyoacán
04100 México, D.F.
554 51 83

9. ING. FRANCISCO JAVIER SAÑUDO CANO
Departamento de Ventas
Pinturas Aurolin, S.A. de C.V.
Pte. 150 No. 750
Col. Industrial Vallejo
México, D.F.
567.97 44 y 567 29 11

10. ING. MANUEL FELIPE GUERRERO FERNANDEZ
Jefe de la División de Corrosión
Subdirección de Tecnología de Exploración
I M P
Eje Central Lázaro Cárdenas Nte. 152
Edificio Mixto Ala D Cubículo 3 D
México, D.F.
567 66 00 Ext. 20237

11. ING. FLAVIO MARQUEZ OROZCO
Gerente de Ingeniería de Control
Soldaduras Eléctricas Industriales
Calzada Vallejo No. 90-103
México, D.F.
583 11 75 y 583 88 44

12. ING. ARMANDO CEBALLOS ALDAPE
Jefe del Departamento Electromecánico
San Lorenzo 153-6° Piso
Col. del Valle
03100 México, D.F.
575 40 77 Ext. 44 y 559 17 23

13. ING. JUAN FRANCISCO LUGO JUAREZ
Superintendente de Obra
Grinnell Sistema de Protección Contra Incendio
Poniente 116 # 494
Col. Industrial Vallejo
México, D.F.
567 00 22

14. ING. ANDRES DAVID CHAVEZ SAÑUDO
Superintendente Eléctrico
Subgerencia Eléctrica de Construcción
Cía. de Luz y Fuerza del Centro, S.A.
Marte y Rosains
Col. Guerrero
México, D.F.
529 45 30 y 529 25 13

15.

ING. RUBEN AVILA ESPINOSA
Jefe de Ingeniería Industrial
Ingeniería de Procesamiento Electrónico, S.A.
San Lorenzo No. 153-6° PISO
México, D.F.
559 15 76

16.

ING. ARTURO LOPEZ ARCE SIU

17.

ING. ANTONIO ORTEGA Y MONTAÑO

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO 1985.

Fecha	Tema	Horario	Profesor
Febrero 18	GENERALIDADES DEL MANT. ADMINISTRACION	17 a 20 h 20 a 21 h	Ing. Jesús Avila Espinosa Ing. Jesús Avila Espinosa
Febrero 19	FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO MEDICINA DEL TRABAJO PRIMAS DE SEGURO	17 a 19 h 19 a 20 h 20 a 21 h	ING. Rubén Avila Espinosa DR. Víctor M. Espinosa Lic. Antonio Macías
Febrero 20	PLAGAS Y ROEDORES JARDINERIA LIMPIEZA Y DESINFECCION	17 a 18 h 18 a 19 h 19 a 21 h	Ing. Jesús Avila Espinosa Sra. Lilia Velázquez Arq. Alfredo Ortíz S.
Febrero 21	PROTECCION C/CORROSION PINTURA	17 a 19 h 19 a 21 h	Ing. M. Felipe Guerrero Ing. Javier Sañudo
Febrero 22	MANTENIMIENTO CIVIL PREVENCION EN SISMOS IMPERMEABILIZACION	17 a 19 h 19 a 20 h 20 a 21 h	Ing. Jesús Herrera Fernández Ing. Antonio Ortega y M. Arq. Francisco Herrera Fernández
Sábado	MESA REDONDA	10 a 12 h	
Febrero 25	LUBRICACION	17 a 21 h	Ing. José Pequeño Garza
Febrero 26	MANT. MECANICO SOLDADURA	17 a 19 h 19 a 21 h	Ing. Rubén Avila E. Ing. Flavio Márquez O.
Febrero 27	INST. HID. Y SANTIT.	17 a 21 h	Ing. Armando Ceballos Ing. Jesús Avila E.
Febrero 28	PROTEC. C /INCENDIO ILUMINACION	17 a 20 h 20 a 21 h	Ing. Juan F. Lugo J. Ing. Arturo López Arce
Marzo 1°	INSTALACIONES ELECTRICAS	17 a 21 h	Ing. Andrés Chávez S.
Marzo 2	MESA REDONDA	10 a 12 h	Ing. Jesús Avila E.



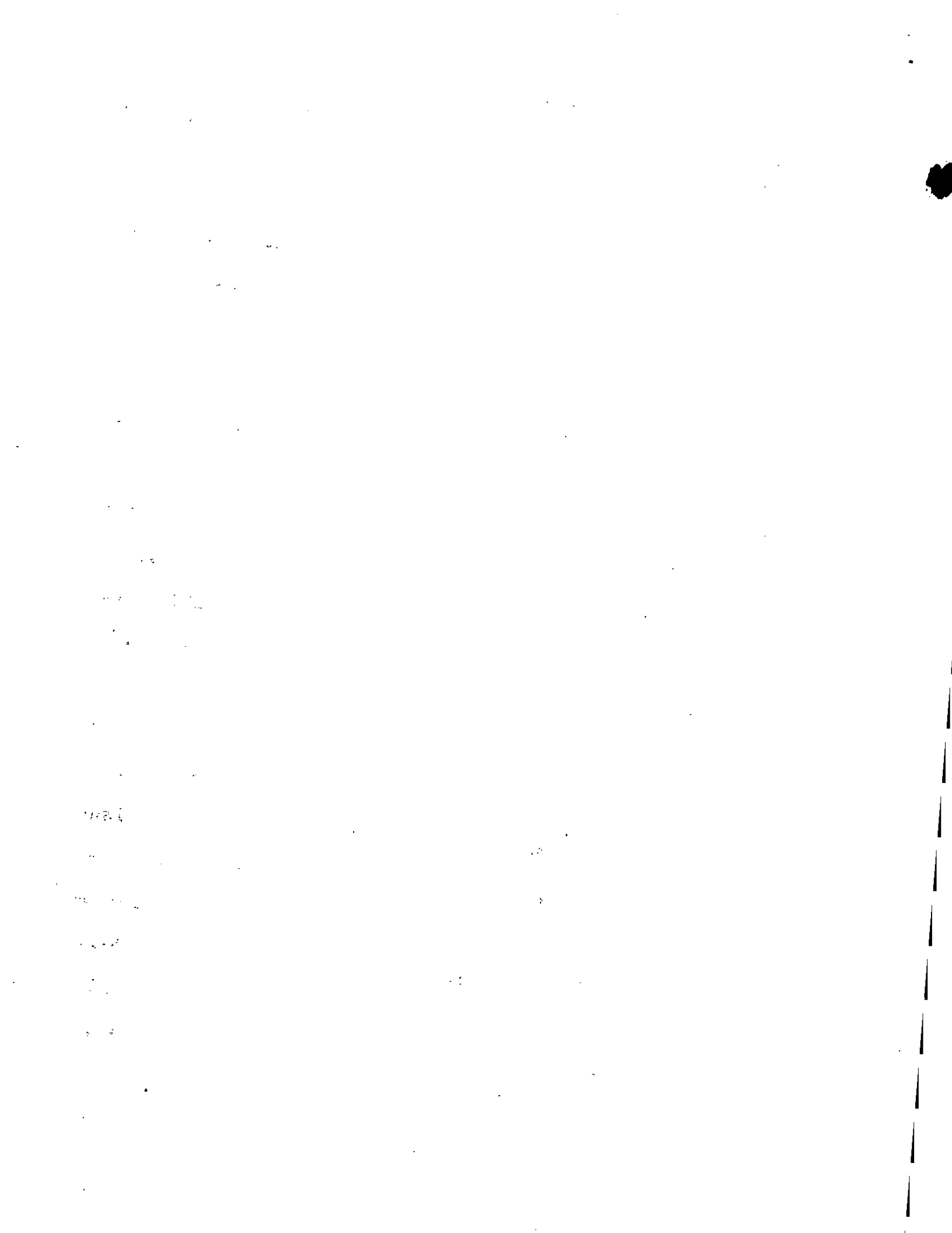
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO

MANTENIMIENTO DE IMPERMEABILIZACION

Arq. Francisco Herrera Fernández

FEBRERO, 1985



ANTECEDENTES

En el momento en que el hombre se asentó en sus refugios para protegerse de los animales y de los fenómenos naturales, se creó una nueva necesidad "evitar la penetración del agua al interior de su morada".

Con el correr del tiempo se fueron desarrollando procedimientos constructivos acordes con la tecnología disponible, que repelen ó permiten un desalojo violento del agua antes de que se filtre o la absorban los materiales, ejemplo de ello son las cúpulas, los techos inclinados, las bóvedas de cañón o de pañuelo, etc., todos ellos con pendientes mayores al 20%, sin embargo al formar parte de la estructura que a su vez interactúa con el suelo, los movimientos diferenciales de este último, provocan deformaciones en los elementos estructurales traduciéndose esos esfuerzos a mediano o largo plazos en fisuras o grietas en las cubiertas que se convierten en captadores de agua que al penetrar al interior del inmueble deteriora recubrimientos, mobiliario y objetos diversos, teniéndose que lamentar la destrucción de gran parte del patrimonio histórico y cultural de la humanidad tales como: manuscritos, libros, pinturas y objetos de arte invaluable.

El grado de tecnología alcanzado hasta nuestros días, permite diseñar edificios con fachadas verticales o inclinadas; las cubiertas abovedadas, convexas, alabeadas, inclinadas y planas a nivel; utilizando una variedad amplia de materiales: Tabique de barro recocido, láminas de asbesto, metálicas, acrílicas y conglomerados, concreto y madera. Esto trae consigo un sin número de problemas de sellamiento debido a que comúnmente los diseños no consideran efectos de viento y lluvia, así como aspectos climatológicos que influyen en el trabajo de los materiales expuestos al exterior principalmente.

La impermeabilización tiene tres puntos de vista en cuanto a causa y efecto:

- a) El del Diseñador.- Quien especifica la marca y el tipo de materiales a aplicar.
- b) El del Constructor.- Que se concreta a ejecutar de acuerdo a las especificaciones.
- c) El del Usuario.- Que es quien resulta beneficiado o perjudicado por ser ó no adecuada la especificación.

4
La partida constructiva de impermeabilización, por razones -
que desconozco, no ha sido tratada con seriedad o bien, no ha
sido tomada en cuenta, como un renglón importante dentro de -
las áreas académicas dedicadas a la edificación, teniendo co-
mo resultado que un gran porcentaje de los edificios o inmue-
bles en el país se vean afectados por filtraciones en sus cu-
biertas, pisos y muros, cuya corrección resulta costosa, lenta
y molesta para el usuario, agregando a esto los daños que an-
tes y durante su corrección causaron.

Esta plática va enfocada directamente a profesionistas y téc-
nicos vinculados directamente con el mantenimiento de inmue-
bles, más que a los que se ocupan de los diseños y de la cons-
trucción, por lo tanto se le dará mayor énfasis a la conserva-
ción y corrección de las impermeabilizaciones que a los proce-
dimientos correspondientes durante la ejecución de las obras.



SISTEMA DE IMPERMEABILIZACION

5

La impermeabilización la definimos como "un sistema creado a base de productos asfálticos y/o químicos, cuya función es la de impedir el paso de líquidos de un elemento a otro entendiéndose que al hablar de sistema, se comprende que la impermeabilización requiere de varios componentes que deberán aplicarse a manera integral; así pues, se resume que existen dos elementos, el propiamente impermeable y el de refuerzo, este último funciona como barrera para evitar la degradación y para alargar la vida útil del sistema.

Esta degradación se produce al estar expuestos los impermeabilizantes a la intemperie o bajo un enladrillado, que por acciones de frío, calor, lluvia, viento, fricción, grasas, polvos, etc., se empiezan a agrietar en su superficie.

Si sobre una losa de concreto se aplica una capa de impermeabilizante de 4mm. de espesor, por la acción de los elementos antes señalados, empezarán a manifestarse las grietas (acocodrillamiento) que penetrarán hasta la losa por carecer de filtros o membranas de refuerzo (barrera física) que las detengan (Figura 1). En caso contrario (Figura 2), si dichas barre-

ras existiesen, obstaculizarán el avance del agrietamiento hasta que se destruya el primer refuerzo, razón por la cual el sistema comprende dos o más capas de impermeabilizante (asfaltos oxidados o emulsionados) por sus correspondientes capas de refuerzo (fieltros o membranas fibrosas) colocadas alternadamente.

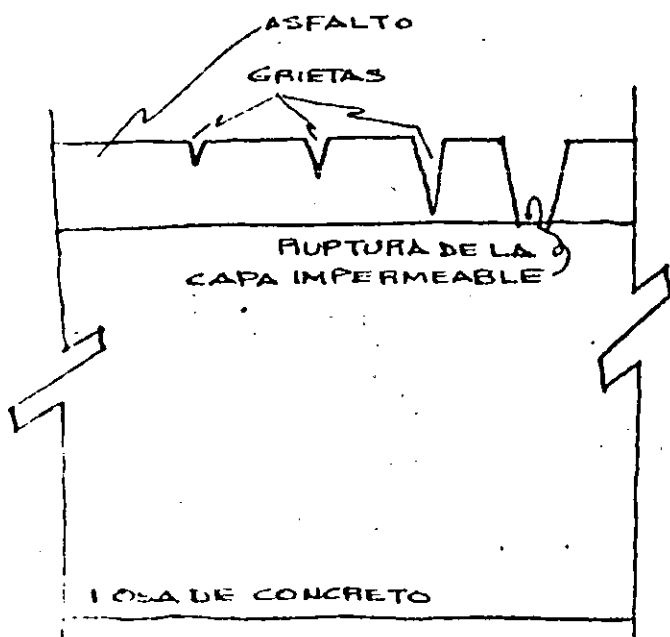


FIGURA - 1

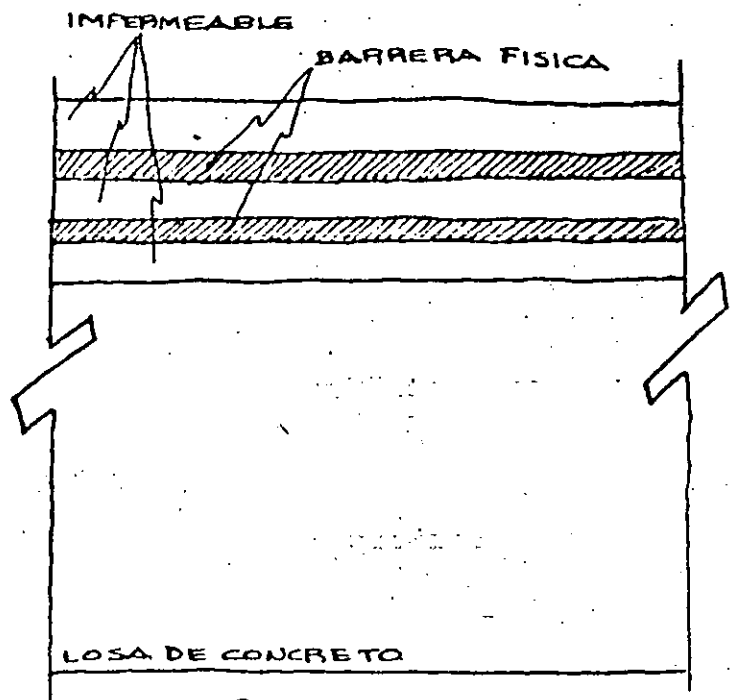


FIGURA - 2

Del sistema de impermeabilización, se consideran tres componentes:

1. PRIMER. Película selladora de poros a la que se deberá adherir la última o más baja capa de impermeabilizante. El "primer" deberá ser aplicado sobre una superficie libre de polvo y grasa en una capa delgada rebajado con el solvente adecuado.
2. IMPERMEABILIZANTE. Se divide en tres grupos:
 - 2a. De aplicación en caliente.
 - 2b. De aplicación en frío
 - 2c. Prefabricadas, en rollos o placas.
 - 2a. Impermeabilizantes de aplicación en caliente:
Son materiales asfálticos que han sido sometidos a un proceso previo de oxidación, con objeto de tener mayor duración a la intemperie. Antes de aplicarse, requiere de un calentamiento a fin de licuarlo para su fácil colocación. Cabe la advertencia que por tratarse de un material inflamable, requiere de medidas de seguridad estrictas.

2b. Impermeabilizantes de aplicación en frío:

Son productos asfálticos mejorados con la adición de fibras de asbesto, elastómeros, resinas y rellenos minerales que prolongan su vida y permiten su aplicación directamente del envase, teniéndose una mayor elasticidad y resistencia al agrietamiento superiores a los de aplicación en caliente. A su vez este tipo de impermeabilizante se subdivide en dos subgrupos: los que utilizan como vehículo un solvente (generalmente petróleo) y los que se adelgazan con agua. Los primeros, producen películas gruesas, elásticas y flexibles en alto grado cuyo secado puede ser indistintamente rápido o lento; y los solubles al agua que tienen una alta resistencia al intemperismo, además de permitir la salida de vapor atrapado.

- 2c. Impermeabilizaciones prefabricadas. Son aquellas que contienen material impermeabilizante al que se le ha incorporado en su interior el refuerzo de fieltro de fibra de vidrio, -

con calidad controlada en planta. Tiene la ventaja de que se obtiene un espesor uniforme en toda su superficie.

3. FIELTROS O MEMBRANAS DE REFUERZO. Como ya se explicó anteriormente, estos funcionan como una barrera física para retardar el agrietamiento del impermeabilizante. Existen dos tipos principales de fieltros de refuerzo: el de fibras orgánicas (cartón) y el de fibras inorgánicas (vidrio), teniendo el segundo mayor resistencia a la pudrición.
4. ACABADOS PROTECTORES. Estos se aplican en los casos en que el impermeabilizante queda expuesto al exterior a merced del clima y de los rayos solares; existiendo dos sistemas: el de a base de pinturas de acabado y el de gravilla u hojuelas de mica. El primero, es conveniente usar con colores reflejantes para mantener la impermeabilización a una temperatura inferior en caso de calor y más constante, así como para el interior de la construcción ayudando como un elemento más al aisla-

70
miento térmico. El segundo, también conocido como rípio, proporciona un acabado texturizado que también protege al impermeabilizante contra la acción de los rayos solares y de las temperaturas bajas.

5. IMPERMEABILIZACION FLOTANTE. Se ha dejado asentado que los elementos naturales que actúan sobre las azoteas modifican las propiedades de los materiales usados en la impermeabilización, provocando rupturas ocasionadas por los materiales del techo a que están adheridos. Este problema se vió superado al considerar a la cubierta y a la película impermeabilizante como dos elementos independientes uno del otro, consiguiendo su separación; así, el techo puede tener cierto movimiento sin dañar a la película impermeabilizante. El procedimiento a seguir es como a continuación se enuncia: Se coloca un fieltro especial (fieltro perforado con alma de fibra de vidrio y arena gruesa en una de sus caras) sobre la losa con la arena gruesa hacia abajo y sobre él se aplica una

capa de impermeabilizante asfáltico que hace //
contacto con el techo a través de las perfora-
ciones permitiendo la flotación.

Este sistema es recomendable sobre todo en te -
chos de losas prefabricadas, donde los movimienu
tos suelen ser mayores y más frecuentes. Resulta
también ventajoso para evitar abolsamientos cau-
sados por vapor de agua atrapado, el cual encuenu
tra su salida por los pretilas permitiendo que -
respire la impermeabilización.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento es una impermeabilización, consiste en mantener joven o rejuvenecer al sistema, con objeto de prolongar - indefinidamente su vida útil mediante la reposición de la capa superior con impermeabilizantes en frío.

Siguiendo esta práctica se evita el deterioro o destrucción - de las capas impermeabilizantes inferiores, que en caso de - ocurrir, obligaría a reponer en su totalidad la impermeabilización de la cubierta.

Los deterioros sufridos por la acción del tiempo, se manifiestan en la pérdida de flexibilidad y de elasticidad apareciendo endurecimientos, acodrilamientos, ampollas, delaminación y desmembramientos, fallas estas, que deben ser reparadas a la brevedad.

Quienes manejamos la conservación de inmuebles sabemos que el dicho popular de "más vale prevenir que lamentar", es el principio elemental de la conservación. El establecer en los inmuebles un sistema de Mantenimiento Preventivo, evita el tener que lamentar, posteriormente erogaciones cuantiosas, molestias al usuario, incremento en los grados de dificultad y otros resultados negativos. Por tal razón, es necesario para

13

el caso que nos ocupa, implantar recorridos periódicos a los lugares y elementos en donde estén aplicados los sistemas de impermeabilización, con una frecuencia preferentemente trimestral, en las épocas del año que convengan según la localización y clima del lugar.

Las condiciones ideales para realizar el Mantenimiento Preventivo, no se presentan comunmente salvo en los casos de obra nueva, por lo que es muy probable que se tengan, que realizar algunos correctivos debido a fallas latentes en la impermeabilización, las cuales a continuación se mencionan, indicando su procedimiento de arreglo:

AMPOLLAS.

Estas se producen generalmente por la acumulación de vapor de agua atrapada entre las capas impermeabilizantes ó entre el impermeabilizante y la cubierta o losa.

PROCEDIMIENTO. Se corta en cruz la capa impermeabilizante para que salga el vapor o el agua acumulada, levantando los bordes de la incisión para que se sequen y una vez libre de humedad, se aplica una capa de impermeabilizante, se regresa a su lugar los bordes y se aplica sobre ellos otra capa impermeabilizante cubriendo una superficie mayor a la de la

14
incisión y terminando con el acabado que de origen
tenga.

DELAMINACION O SEPARACION DE TRASLAPES.

Estos casos se presentan comunmente en los sistemas que uti-
lizan fieltros de cartón y consiste en la separación de la
capa superior que forma el traslape.

PROCEDIMIENTO. La ondulación se corta hasta dejar
una superficie plana, levantando los labios corta-
dos previamente, se limpia de polvo y se aplica in-
teriormente el impermeabilizante, regresando a su
lugar los labios y terminando con otra capa imper-
meabilizante ocupando una mayor área.

ACOCODRILAMIENTO.

Su intensidad está básicamente en función de la calidad de los
materiales asfálticos utilizados.

PROCEDIMIENTO. Se limpia perfectamente raspando con
espátula o cuña de lámina metálica la capa superior
eliminando el asfalto degradado; posteriormente se
barre para eliminar basura, residuos y polvo para
después aplicar una capa impermeabilizante con un
espesor mínimo de 2 mm.

15

Los casos aquí mencionados son aquellos en donde la impermeabilización es aparente o expuesta; sin embargo, existen muchos casos en que ésta se encuentra bajo otros materiales tales - como enladrillados en el caso de azoteas; recubrimientos, petreos o vidriados y aplanados en caso de muros y bajo muros, firmes y otros recubrimientos en caso de pisos. En estas condiciones, es muy difícil realizar Mantenimiento Preventivo, debido a lo engañoso de la localización del elemento captador; es decir, regularmente, la filtración que aparece en el interior, no coincide con el punto de captación, por lo tanto se requiere de un análisis por parte de un especialista para detectar el lugar y la causa de la falla.

Es conveniente que se tengan a la mano los catálogos de las diferentes empresas fabricantes y distribuidoras de impermeabilizaciones que se encuentran en el mercado local y más cercanos. Estas publicaciones son una magnífica herramienta para normar criterios de selección de los sistemas adecuados para aplicar en casos específicos.

BIBLIOGRAFIA.

16

CATALOGO DE PRODUCTOS PROCONSA- PROCONSA, S.A.

MANUAL DE PRODUCTOS SIKA- SIKA MEXICANA, S.A. DE C.V.

CATALOGO DE PRODUCTOS PROTEXA

MANUAL TECNICO RESIKON-RESISTOL, S.A.

CATALOGO DE PRODUCTOS FESTER- FESTER DE MEXICO, S.A.

ARQ. FRANCISCO HERRERA FERNANDEZ

FEBRERO - 1985



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO

MANTENIMIENTO CIVIL

Ing. Jesús Herrera Fernández

FEBRERO, 1985

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO
MANTENIMIENTO CIVIL

ING. JESUS HERRERA FERNANDEZ
FEBRERO, 1985.

INTRODUCCION:

El mantenimiento en su acepción más amplia, es una disciplina de las ramas de la ingeniería que cada día adquiere mayor importancia, dadas las condiciones económicas del país que, originan costos de producción y operación cada vez más altos y sobre todo, impredecibles a mediano y largo plazos.

De esta forma, el mantenimiento se convierte en un rubro a tomar en cuenta desde la planeación de un proyecto, para considerarlo desde el aspecto predictivo para que, pasando por el preventivo, se minimice en el correctivo; esto es, habrán de buscarse en los diseños, los materiales y procedimientos constructivos adecuados a las condiciones climatológicas de un proyecto en realización, así como también - analizando condiciones de operación a las que habrá de verse sometido.

FUNCIÓNES Y FRECUENCIAS

A.- EN ESTADO LIMITE DE SERVICIO.

(ACTIVIDADES PROGRAMADAS, MANTENIMIENTO PREVENTIVO)

<u>C O N C E P T O</u>	<u>F U N C I O N E S</u>	<u>P E R I O D I C I D A D</u>
CIMENTACIONES EN GENERAL	OBSERVACION DIRECTA (AGRIETAMIENTOS)	
	NIVELACIONES Y SU COMPARACION CON NIVELACION BASE ANUALES, SOLUCION Y REPORTE.	ANUAL
CIMENTACIONES, MUROS DE CONTENCIÓN.	OBSERVACION DIRECTA. (AGRIETAMIENTOS), ANALISIS SOLUCION Y REPORTE.	ANUAL
CIMENTACIONES, PILOTES	OBSERVACIONES DIRECTAS DE EMERSIONES Y AGRIETAMIENTOS. ANALISIS, SOLUCIONES Y REPORTE.	ANUAL
CIMENTACIONES, PILOTES DE CONTROL.	NIVELACIONES Y PACHEO. - DESVIACIONES DEL CEMENTAL, GIROS Y DEFORMACIONES DE CUBOS, FALLAS DE ESTABILIZADORES, SOLDADURAS EN ANCLAS, OXIDO EN ANCLAS. DEFORMACIONES Y OXIDO EN HUSILLOS. CAMBIO DE ESTOPEROS. RECORTE DEL CEMENTAL.	VARIABLE SEGUN REQUERIMIENTO DE CADA CASO.
ESTRUCTURAS. ESTRUCTURA EN GENERAL.	OBSERVACION DIRECTA DE AGRIETAMIENTOS EN LOSAS, COLUMNAS, TRABES Y MURCS. (GENERALMENTE PARA CONOCER EL ESTADO DE CONSERVACION HAY QUE GUIARSE POR LAS SERRIAS O SIMTOMAS QUE PRESENTA LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO). SE EFECTUA ANALISIS, SOLUCION Y REPORTE.	ANUAL

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
MUROS	<p>LA PRESENCIA DE GRIETAS - EN LOS MUROS ES CARACTERISTICA DE LO QUE OCURRE EN LA CEMENTACION Y ESTO PUEDE SER O NO IMPORTANTE PARA AVERIGUARLO ES CONVENIENTE CONSIDERAR LO SIG.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. LOCALIZACION DE LA GRIETA. 2. SU TAMAÑO Y FORMA 3. SU INCLINACION 4. LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE AFECTA. 5. DIAGNOSTICO DE LAS CAUSAS QUE ORIGINARON LA GRIETA. 6. REPORTE Y SOLUCION DE PROBLEMÁTICA. 	<p>SEMESTRAL Y EN FORMA EXTRAORDINARIA DESPUES DE UN SISMO.</p>
COLUMNAS:	<p>OBSERVACION DIRECTA GRIETAS, VERTICALIDAD, FLANEO, EFECTUANDO ANALISIS, SOLUCION Y REPORTE.</p>	SEMESTRAL.
TRABES:	<p>OBSERVACION DIRECTA GRIETAS POR CORTEANTE, POR TORSION (EN TRABES PERIMETRALES) REVICIAMIENTO, FLANEO HORIZONTAL. EFECTUANDO ANALISIS, SOLUCION Y REPORTE</p>	SEMESTRAL.
LOSAS:	<p>OBSERVACION DIRECTA REVICIAMIENTO EN PILES SENTIDAS, ACRIETAMIENTO. EFECTUANDO ANALISIS, SOLUCION Y REPORTE</p>	SEMESTRAL.

CONCEPTOS	FUNCIONES	FRECUENCIA
ESTRUCTURA. VERTICALIDAD DE LA MISMA.	NIVELACION Y PLOMO COMPA RANDOLO CON DATOS BASE. - EFECTUANDO ANALISIS, SOLU CION Y REPORTE.	EN EDIFICIOS DE GRAN MOVIMIENTO ANUALMENTE.
OBRAS DE CONJUNTO: BAJISTAS, PLERAS, AN DADORES, ESTACIONA- - MIENTOS, CARRIAS DE-- PORTIVAS.	EFECTUAR REVISION, ANALI- SIS, SOLUCION Y REPORTE - DE LOS SIGUIENTES CONCEP- TOS: LAVADO Y LIMPIEZA, SELLA- DO DE JUNTAS; REPOSICION DE LOSAS DETERIORADAS POR DISLOCACIONES; FALLAS DE TERRENO; SEÑALAMIENTO; TO PAS; DE CASONES DE ENT-- CICIAMIENTO, BARRIDO Y RE COLECCION DE BASURA.	SEMESTRAL
OBRAS DE CONJUNTO: CERCAS, POSTERIAS Y ASTA BANDERA (MST)	EFECTUAR REVISION, ANALI- SIS, SOLUCION Y REPORTE - PARA LOS SIGUIENTES CON-- CEPTOS: LIMPIEZA, LIJADO, QUITAR OXIDO Y PINTURA DE ELEMEN TOS.	ANUAL
OBRAS DE CONJUNTO ALBERCANS Y TRANCOLINES	EVALUACION DE RECUBRIMIE TOS Y ACCESORIOS. EFEC- - TUANDO ANALISIS, SOLUCION Y REPORTE.	ANUAL
INSTALACIONES. REJILLAS PLUVIALES	REVISION, ANALISIS, SOLU- CION Y CORRECTIVOS PARA - LOS CONCEPTOS SIGUIENTES: LAVADO Y LIMPIEZA, SOLDA- DURA Y PINTURA ANTICORRO- SIVA.	ANTES TEMPORADA DE LLUVIAS.

CONCEPTOS	FUNCIONES	PERIODICIDAD
IMPERMEABILIZACIONES FLEXIBLES.	REVISION, ANALISIS, SOLUCION Y REPORTE PARA LIMPIEZA DE TUBOS Y DE BAJADAS PLUVIALES, ACRIETAMIENTO, AMARRAMIENTOS, DETORNO DE CADA DE PINTURA DE PROTECCION.	ANTES TEMPORADA DE LLUVIAS.
INSTALACIONES ALCANTARILLADO	REVISION, ANALISIS, SOLUCION Y REPORTE PARA LOS CONCEPTOS SIGUIENTES: PINTURAS, CONEXIONES, PINTURA DE MARCOS DE REGISTRO (TOMAR EN CUENTA LA EPOCA DE LLUVIAS PARA EFECTUAR LAS RUTINAS DE LIMPIEZA ANTERIOR), CHECAR FUNCIONAMIENTO DE RED DE DESAGUO.	ANTES TEMPORADA DE LLUVIAS.
INSTALACIONES TANQUE BIVADO O TIRACOS.	CHECAR ANOTOS, FUGAS, LIMPIEZA, DETECCION Y MECANISMOS ELECTROMECANICOS ANALISIS DE PROBLEMAS, SOLUCIONES Y REPORTE.	ANUAL.

**FUNCIONES Y PERIODICIDADES DE LOS APOYOS TECNICOS
DE LAS REGIONES DE CONSERVACION EN OBRA CIVIL**

ACABADOS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ACABADOS	FUNCIONES	PERIODICIDAD	
INTERIORES EN PLAFONES	REVISION DEL ESTADO FISICO Y COMPORTAMIENTOS, ANALISIS DE DESVIACIONES, SOLUCIONES Y REPORTE DE LOS SIGUIENTES CONCEPTOS.		
	<ul style="list-style-type: none"> . Tablarroca con tirol . Placas de celotex . Placas metálicas . Placas de acrílico . Falso plafón de yeso - con metal desplegado y pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> cada 6 meses " " " cada año 	
	<ul style="list-style-type: none"> . Falso plafón de metal - desplegado mezcla de cemento, arena y pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> " 	
	<ul style="list-style-type: none"> . Tablarroca con resinas acrílicas (granoplástico) . Losa adherente con pintura, vinílica, acrílica o epóxica. 	<ul style="list-style-type: none"> cada 6 meses cada año 	
	<ul style="list-style-type: none"> . Cuadros de madera. . Cuadros de triplay. . Cuadros de asbesto cemento . Cuadros de material decorativo como bambú, yute, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> cada año " " " 	
	MUROS INTERIORES	<ul style="list-style-type: none"> . Tablarroca con granoplástico. 	<ul style="list-style-type: none"> "
		<ul style="list-style-type: none"> . Cancelería de aluminio con paneles de madera - forrada con triplay y plástico laminado. 	<ul style="list-style-type: none"> "
		<ul style="list-style-type: none"> . Aplanado de yeso y pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> "
		<ul style="list-style-type: none"> . Aplanado de yeso y tapiz de plástico. 	<ul style="list-style-type: none"> cada año

ACABADOS	FUNCIONES	PERIODICIDAD
MUROS INTERIORES	. Aplanado con resinas - acrílicas (granoplás- tic).	cada año
	. Lambrines de duela de madera sobre bastidor de madera.	cada 6 meses
	. Con bastidor de madera triplay de 6mm y lami- nados, plásticos (FOR- BAICA WILSON DOOR, ETC).	cada año
	. Lambrines con placas de aluminio	"
	. Lambrines con mármol	"
PISOS INTERIORES	. Alfombra	cada 6 meses
	. De mármol	cada año
	. De granito o terrazo	"
	. De loseta vinílica	cada 6 meses
	. De loseta barro vidriado	cada año
	. De cerámica . De azulejo antiderrapan- te.	" "
ESCALERAS	. Escalones recubierten de:	
	. Granito o terrazo	cada año
	. Losas precoladas	cada año
	. De loseta vinílica	"
	. De mármol	"
PASAMANOS	. De tubular de aluminio	cada 6 meses
	. De tubular de lámina	"
	. De madera	cada año
	. De fierro forjado	"

ACABADOS	FUNCIONES	PERIODICIDAD
FACHADAS	. Cantera natural	cada año
	. Cantera artificial	"
	. Precoladas de concreto	"
	. De mármol	"
	. Loseta de Barro	"
	. Piedra	"
	. Aplanado de mezcla	"
	. Con pintura acrílica o epóxica.	"
	. Con placas de aluminio estriado.	"
	. Madera impregnada en silicón.	" "
	. Aplanado de resinas -- plásticas	"
	. Celosía de barro	"
	. Celosía de concreto	"
AZOTEAS	. Enladrillado de barro recocido hecho a mano	cada 6 meses
	. Enladrillado de loseta de barro hecho en fábrica.	cada año
PRETILES	. Con aplanado de mezcla de cemento arena	cada año
	. con recubrimiento petreo	cada año
CHAFLANES	. De mezcla de cemento para impermeabilización	cada año
PAVIMENTOS	. De cemento	cada año
	. De loseta de barro	"
	. De placas precoladas	"
	. De mármol	"
	. De adoquín natural	"
	. De adoquín artificial	"
	. De granito o terrazo	cada año
	. De asfalto	cada 6 meses

ACABADOS	FUNCIONES	PERIODICIDAD
OBRAS EXTERIORES	. Arriates	cada año
	. Brocales	"
	. Letreros	"
	. Fuentes	"
	. Espejos de agua	"
	. Albercas	"
	. Frontones	"
	. Jardines	"

NOTAS:

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 período de lluvias, que depende de la latitud y clima del lugar donde se encuentre.
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, mármoles, piedra, etc., por mala calidad de la mano de obra en su colocación, habrá que corregirlo inmedia-- tamente.
4. En caso de materiales de mala calidad que pongan en peligro el -- buen servicio y funcionamiento de la Unidad, corregirlo de inme-- diato.
5. Tratándose de acabados muy deteriorados debido al uso y que pre-- senten mal aspecto, deberán renovarse lo más pronto posible.

En Recepción de Unidades:

1. Coadyuvar con la operación en la revisión, análisis y determinación de fallas de la Estructura y acabados de la Construcción del inmueble, previa y durante la recepción del mismo por Compravención.
2. Comprobación de correctivos a las desviaciones captadas durante la recepción de la obra civil de las unidades.

FUNCIONES Y FRECUENCIAS

B.- EN ESTADO LIMITE DE FALLA

ACTIVIDADES NO PROGRAMADAS. MANTENIMIENTO CORRECTIVO ASESORIAS.

CONCEPTO	FUNCIONES	PERIODICIDAD
1. OBJETIVO	SOLUCION DE PROBLEMAS DE INGENIERIA CIVIL DIRECTAMENTE EN EL AREA OPERATIVA.	
2. ACTIVIDADES NECESARIAS PARA LA CONSECUACION DEL OBJETIVO.	<ul style="list-style-type: none"> a). DETECTAR DESVIACIONES b). DEFINIR PROBLEMA. c). ALTERNATIVAS DE SOLUCION d). SELECCION DE LA ADECUADA e). IMPLEMENTACION DE LA MISMA f). SISTEMAS DE CONTROL. g). SISTEMAS DE INFORMACION h). EVALUACION DE RESULTADOS 	VARIABLE: SEGUN REQUERIMIENTOS EN PRESENCIA DE ESTADOS LIMITE DE SERVICIO O FALLA.

CONCEPTOS CONSIDERADOS PARA SU ATENCION:

CIMENTACIONES EN GENERAL
 MUROS DE CONTENCIÓN
 CIMENTOS A BASE DE PILOTES
 ESTRUCTURAS EN GENERAL
 MUROS
 COLUMNAS
 TRABES
 LOSAS
 OBRAS DE CONJUNTO
 ACERADOS
 INFILTRABILIZACIONES
 SISTEMAS DE DESALOJO DE AGUAS RESIDUALES
 INSTALACIONES SANITARIAS (CARCAMOS, FOSAS, SEPTICAS, ETC.).

Delegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No.

Unidad

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA.

F U N C I O N	C O N C E P T O	L O C A L I D A D								C O M P L E T A R I O S	A C C I O N E S	
		ENL	SOB	LE	TE	DE	DE	DE	DE			
01.	DMZ 01	Banquetas,Plaza's Andadores,Estacionamientos,Canchas Deportivas.		****	****	****	****	****	****	****	****	Barrido y Recolección de Basura.
01.	SEW 02	Pisos Blandos, Alfombras.	***	***								Aspirado (cambiar periodicidad en casos de extremos).
01.	SEW 03	Obras de Conjunto.Jardines.		****	****	****	****	****	****	****	****	Riego y Barrido (varía en las épocas del año).
01.	QUIC 04	Varios. Vidriería.										Lavado y Limpieza.
01.	MEN 05	Pisos. Pisos Duros. Mosaico, Terrazo, Granito, Marmol.	***									Limpieza y Pulido con Brillador.
01.	M 06	Pisos Blandos. Madera	***									Fibrado Fino y Encerado.
01.	M 07	Pisos Blandos. Loseta Vinílica y Linoleums.	***									Fibrado y Limpieza -- con desengrasante.
01.	M 08	Instalaciones. Rejillas Pluviales.		****	****	****	****	****	****	****	****	Limpieza y Desazolve.
01.	M 09	Obras de Conjunto.Banquetas,Plazas Andadores,Estacionamientos Canchas Deportivas.		****	****	****	****	****	****	****	****	Lavado y Limpieza.

Zona No. _____ Unidad _____

ROUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA

SECCION	CONCEPTO								COMENTARIOS	ACCIONES
		Ext.	Sot.	1º	2º	3º	4º	5º		
01.	M 10	Obras de Conjunto. Jardines		*****	*****	*****	*****	*****		Corte de pasto y Fertilización (varia en las épocas del año)
01.	M 11	Varios. Cortinas	*****	*****						Revisión de Soporte ría Limpieza y Cambio de Piezas Necesarias
01.	M 12	Impermeabilizaciones. Flexibles.	*****	*****	*****	*****	*****	*****		Limpieza de áreas bajadas Pluviales.
01.	M 13	Enladrillado.	*****	*****	*****	*****	*****	*****		Limpieza de áreas bajadas Pluviales.
01.	TM TOMAST 14	Cimentaciones. Pilotes de Control.	***		*****	*****	*****	*****		Nivelaciones y Pivote Desviaciones de Canal Giros y deformaciones. Deformaciones de Cubos. Fallas de estabilizadores. Soldaduras en Anclas. Oxidación en Anclas. Deformaciones y Oxidación en cables, Cambio de esteros.
01.	TM 15	Recubrimientos. Aplanados								

Delegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No. _____ Unidad _____

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA.

SECCION	CONCEPTO	Ext.	Sot.	1º	2º	3º	4º	5º	COMENTARIOS	ACCIONES
	do de Yeso y Granoplastic.									Limpieza con agua y cepillo.
01. TM 16	Recubrimientos.Revestimientos de Plastico.	*****								Limpieza,preparación de la superficie,pegado o reposic. del plastico.
01. TM 17	Instalaciones.Trampas de Grasa.									Limpieza y Desazolve.
01. TM 17'	Pisos Alfombras	****								Lavado,Cosido,Reposición Revis.de Juntas Metalicas.
01. SM SEVEST 18	Pisos.Pisos Duros. Mosaico,Terrazo,Granito Marmol.									Lechadear,Pulir,y Brillar.
01. SM 19	Pisos.Pisos Duros,Adoquin,Baldosin Adocreto etc.									Lavado y limpieza de la superficie con manguera y Cepillo.
01. SM 20	Pisos. Pisos Duros. Cerámica.									Lavado y Limpieza de la superficie con ácido murático al 10% y agua y cepillo. (La -

Delegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No. _____ Unidada _____

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA.

SECCION	CONCEPTO						COMENTARIOS	ACCIONES	
		Ext.	Sot.	1º	2º	3º			4º
01. SM 21	Pisos Blandos. Linoleum Conductivo.	***							periodicidad puede variar según las necesidades locales). Observación de desprendimiento, roturas y medición de conductividad.
01. SM 22	Pisos Blandos. Zoclos de Vinil.	***							Pegar desprendimientos reponer tramos y limpieza.
01. SM 23	Carpinteria. Ventanas y Puertas de Madera.	***							Revisión de funcionamiento, Checar mecanismos, cambio de partes deterioradas, protección a agentes de intemperismo y comejen, barniz ó pintura.
01. SM 24	Carpinteria. Persianas	***							Revisión de funcionamiento checar mecanismos, cordones limpieza, fijación.
01. SM 25	Instalaciones. Alcantarillado.	****	****	****	****	****	****	****	Filtraciones, conexiones, pintura de marcos de registros. (Tomar en cuenta época de

Delegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No. _____ Unidad _____

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA

SECCION	CONCEPTO	Ext.	Sot.	1º	2º	3º	4º	5º	COMENTARIOS	ACCIONES
01.	SM 26	Instalaciones. Tratamientos aguas negras.		***	***	***	***	***		lluvias para efectuar rutinas de limpieza - anterior).
01.	SM 27	Obras de Conjunto. Cercas Bardas Posterior y asta banderas. (Metálicas)		***	***	***	***	***		Sócado de lodos limpieza e inspección.
01.	ANUAL 28	Cimentaciones. Cimentaciones en general.	***		***	***	***	***		Limpieza, lijado, quitar óxido y pintura.
01.	A 29	Cimentaciones. Muros de Contención.			***	***	***	***		Observación Directa. (Grietas no comunes).
01.	A 30	Cimentaciones. Pilotes de Control.	***		***	***	***	***		Observación Directa. (Agrietamientos).
01.	A 31	Estructura. Verticalidad de la Estructura.			***	***	***	***		Recorte de Cabezal (Se variará periodicidad según requerimiento de cada caso).
										Nivelación y Plomeo - comparandolos con ceros base. (En edificios de gran movimiento se hará anualmente, en otros cuando se requiera extraordinariamente)

Residente de Conservación

Delegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No. _____ Unidad _____

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA

SECCION	CONCEPTO	Ext.	Sot.	1º	2º	3º	4º	5º	COMENTARIOS	ACCIONES
01. A 32	Estructura.Estructura en General.									Observación,directa en agrietamientos en losas, columnas, trabes y muros.
01. A 33	Pisos.Pisos Duros.Cemento.									Observación: Juntas - agrietamientos y asentamientos.
01. A 34	Pisos.Pisos Duros.Mosaico, Terrazo, Granito, Mármol.									Observación de agrietamientos y erosión mecánica y humana.
01. A 35	Pisos:Pisos Duros.Adosquin, baldosín adocreto etc.									Observación de: Desprendimiento de Piezas de desgaste o erosión.
01. A 36	Pisos. Pisos Duros Cerámica.									Junteo y Pulido.
01z A 37	Pisos Blandos, Madera.	***								Pulido y Barnizado.
01. A 38	pisos Blandos. Madera.	***								Observación de desgaste de ataque de comejen y desprendimiento de cuélas y problemas con humedad.
01. A 39	Pisos Blandos. Loseta Vinílica y Linoleums.	***								Observación de desgaste desprendimiento de piezas y problemas de

delegación

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No.

Unidad

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA

SECCION	CONCEPTO	Ext.	Sot.	1º	2º	3º	4º	5º	COMENTARIOS	ACCIONES
01. A 40	Recubrimientos. Aplana- dos de Yeso y Pintura.	***								adherencia. Preparación con resas- nes, limpieza emplaste cido, sellado y pintur
01. A 41	Recubrimientos. Pintura muros y plafones.									Se mantendrá mediante limpieza, resane, prepa ración de superficie y aplicación de mate rial.
01. A 42	Recubrimientos. Revesti mientos con material = vidriado.									Limpieza, Junteo.
01. A 43	Recubrimientos, Revesti mientos con cantera.									Impermeabilización. -- Limpieza junteo repa ración por agrieta --- miento, falta de adhe rencia.
01. A 44	Recubrimientos. Revesti mientos Plásticos.	***								Determinación de cau sas de deterioro. des prendimiento.
01. A 45	Herrería. Ventanería y puertas metálicas.									Checar funcionamiento corregir, soldaduras - holguras manijas acei tado, mecanismo y jun teo con mampostería eliminar corrosión y pintar.

Residente de Conservación

Delegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No. _____ Unid ad _____

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA.

SECCION	CONCEPTO	Ext.	Sot.						COMENTARIOS	ACCIONES
				1º	2º	3º	4º	5º		
01. A 46	Herrería. Cancelería, - Barandales y Rejas Mé- tálicas.									Corregir deterioros. d empotres, soldaduras - reposición de piezas, eliminar corrosión y pintar.
01. A 47	Herrería. Mosquiteros.									Limpieza corregir ro- turas de tela, desold- dado, oxidación y pun- tos de fijación.
01. A 48	Herrería. Cancelería de aluminio.									Limpieza checado el - mecanismo sellado de portavidrios y herre- ría en general.
01. A 49	Carpintería. Canceles -- Lambrines y Barandales.									Revisión función, cam- bio de partes deterio- radas protección con- tra intemperismo y co- mejen barniz y pintu- ra.
01. A 50	Carpintería. Letreros de identificación.									Revisión de fijación y Limpieza.
01. A 51	Instalaciones. Tanque - elevado o tinacos.									Checar apoyos, fugas, limpieza, desinfección mecanismos eléctricos

delegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No.

Unidad

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA.

SECCION	CONCEPTO	Ext.	Sot.						COMENTARIOS	ACCIONES
				1º	2º	3º	4º	5º		
01. A 52	Instalaciones. Cisterna			*****	*****	*****	*****	*****		Checar fugas limpieza desinfección y mec. -- electromecánica.
01. A 53	Instalaciones Alcantarillado.			*****	*****	*****	*****	*****		Checar funcionamiento limpieza de la red de desazolve filtraciones, conexiones, pintura de marcos de registros. (Aumentar periodicidad en caso necesario).
01. A 54	Obras de Conjunto. Banquetas Plazas, andadores, estacionamientos, canchas deportivas.			*****	*****	*****	*****	*****		Sellado de juntas, reposición de losas deterioradas por dislocaciones; fallas de terreno señalamientos y topes.
01. A 55	Obras de Conjunto. Jardines.			*****	*****	*****	*****	*****		Corte o poda de arboles resembrado. (tomado en cuenta las épocas adecuadas del año)
01. A 56	Obras de Conjunto. Monumentos.			*****	*****	*****	*****	*****		Limpieza y revisión de apoyos.
01. A 57	Obras de Conjunto. Albercas y Trampolines.			*****	*****	*****	*****	*****		Evaluación de recubrimientos y accesorios

elegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No.

Unidad

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA.

SECCION	CONCEPTO	Ext.	Set.	1º	2º	3º	4º	5º	COMENTARIOS	ACCIONES	
01. A 58	Varios. Cerrajería.									01. A 58	Checkar funcionamiento reponer piezas.
01. A 59	Varios. Vidriería.									01. A 59	Sellado contra herrera.
01. A 60	Varios. Esquineros Metálicos, protección de puertas y letreros.									01. A 60	Checkar fijación y limpiar.
01. A 61	Varios. Impermeabilización.Flexible.	**	*****	*****	*****	*****	*****	*****		01. A 61	Chequeo de permeabilidad corrección de bolsas y aplicación de pintura reflejante. (Antes de epoca de lluvias).
01. A 62	Varios. Enladrillados.	**	*****	*****	*****	*****	*****	*****		01. A 62	Aplicación de Jabón y alumbre. (Antes de epoca de lluvia).
01. <u>EXTRIO</u> 63	Cimentaciones.Cimentaciones en general.	**		*****	*****	*****	*****	*****		01. <u>EXTRIO</u> 63	Nivelaciones estudio de mecánica de suelos y conclusiones. (Despues de sismos inundaciones o influencia de agentes externos.
01. E 64	Cimentaciones. Pilotes.	**		*****	*****	*****	*****	*****		01. E 64	Observaciones de emergencias y asentamiento

Delegación.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSERVACION

Zona No. _____ Unidad _____

RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y ARQUITECTURA.....

SECCION	CONCEPTO	Ext.	Sot.	1º	2º	3º	4º	5º	COMENTARIOS	ACCIONES
01. EXT 65	Recubrimientos. Aplana- dos de Yeso y Granoplas- tic.									con nivelaciones y -- plomeo. Resanes, emplastido sellado y aplicación de granoplastic. (En donde lo requiera -- por problemas locales
01. EXT 66	Recubrimientos. Aplana- dos de Cemento exte- rior.									Reparación de rayadu- ras agrietamientos, de prendimientos, abolsa- mientos, mediante una adecuada preparación de la superficie. (En donde se requiera por problemas locales.
01. EXT 67	Recubrimientos. Revesti- mientos con material vi- driado.									Reparación con reposi- ción de revestimiento por agrietamientos, -- falta de adherencia a muro. (Donde se requie- ra por problemas loca- les).

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

EL TEMA A DESARROLLAR EN ESTA PLATICA ES -INGENIERIA CIVIL-
Y LOS ELEMENTOS QUE EN ELLA INTERVIENEN.

DEBIDO A LO EXTENSO DEL TEMA Y A LA IMPOSIBILIDAD DE TRATARLO
EN TAN POCO TIEMPO, SE EXPONDRAN UNICAMENTE LOS PUNTOS BASICOS
Y ELEMENTALES.

- I C I M E N T A C I O N .
- II E S T R U C T U R A .
- III A L B A Ñ I L E R I A .
- IV A C A B A D O S .
- V H E R R E R I A Y
C A N C E L E R I A .
- VI C A R P I N T E R I A .
- VII I N S T A L A C I O N E S .
- VIII S I S T E M A S A D M I N I S T R A T I V O S .
- S O L U C I O N D E P R O B L E M A S .

EL CONTENIDO DE CADA UNO DE LOS TEMAS SE CONTEMPLARA UNICAMENTE BAJO LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

ELEMENTOS Y CRITERIOS BASICOS.

ESPECIFICACIONES ELEMENTALES.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

CONTROL DE CALIDADES.

FRECUENCIA, USO Y LOCALIZACION DE MATERIALES.

CRITERIOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION - RUTINAS -.

DETECCION DE FALLAS.

I CIMENTACION

MAMPOSTERIA.

ESTE TIPO DE CIMENTACION ES EL MAS ELEMENTAL O COMUN DE LOS UTILIZADOS COMO BASE DE LAS ESTRUCTURAS.

SU FUNCIONAMIENTO ES BAJAR CARGAS Y TRASMITIRLAS AL TERRENO.

SU FABRICACION ES A BASE DE PIEDRA DE ORIGEN VOLCANICO O DE RIO, ETC. GENERALMENTE ES DE SECCION TRAPEZOIDAL, JUNTEADA CON MORTERO DE CAL-ARENA, BUSCANDO QUE QUEDEN LOS MENORES HUECOS POSIBLES ENTRE PIEDRA Y PIEDRA.

ESTA CIMENTACION PUEDE FALLAR POR UNA SOBRECARGA O UNA DEPRESION POR MALA COMPACTACION EN EL TERRENO, LO CUAL DA ORIGEN A UNA FRACTURACION DEL CIMIENTO; ESTO SE PUEDE CORREGIR COLOCANDO SOPORTES EN LOS ELEMENTOS SUPERIORES, APUNTALAMIENTO O PUENTES EN MACHINALES Y PROCEDIENDO A LA DEMOLICION DE LA PARTE AFECTADA, PARA COMPACTAR EL TERRENO O ENSANCHAR LA CIMENTACION.

CONCRETO.-

LAS CIMENTACIONES DE ESTE TIPO SON DE DIFERENTES TIPOS, LOS CUALES SE ENUMERAN A CONTINUACION. SU COMPOSICION BASICA ES CONCRETO ARMADO CON VARILLA DE FIERRO.

- A) ZAPATAS AISLADAS
- B) ZAPATAS CORRIDAS
- C) LOSAS DE CIMENTACION
- D) CELDAS DE CIMENTACION
- E) PILOTES.

EN EL CASO DE LAS ZAPATAS AISLADAS, ESTAS SE USAN PARA SOPORTAR COLUMNAS. SU BASE ES GENERALMENTE CUADRADA Y SU SECCION ES DE FORMA TRAPEZOIDAL, SU FUNCION ES IGUAL A LA DE LAS CIMENTACIONES DE MAMPOSTERIA, O SEA PROPORCIONAR UNA BASE MAS ANCHA QUE LA DEL ELEMENTO QUE SOPORTA. GENERAMENTE TERMINA CON UN DADO QUE SE UNE A LA COLUMNA.

COMO EN EL CASO ANTERIOR, ESTA CIMENTACION PUEDE FALLAR POR SOBRECARGAS, FALLA DEL TERRENO, MOVIMIENTOS SISMICOS O FALTA DE DISEÑO. CUANDO OCURRE UNA FALLA EN ESTE TIPO DE CIMENTACION, QUE SE ACUSA GENERALMENTE POR UN DESCENSO EN EL NIVEL DE LA MISMA, LO QUE PROCEDE DE INMEDIATO ES EL COLOCAR SOPORTES O APUNTALAMIENTOS A LOS ELEMENTOS DE LOS CUALES RECIBE CARGAS, CON OBJETO DE EVITAR QUE OCURRAN DAÑOS MAYORES, Y DAR PRINCIPIO A UN ESTUDIO TENDIENTE A DETERMINAR QUE PROCEDE HACER EN TAL CASO, ESTUDIO QUE DEBE REALIZARSE CON PERSONAL ESPECIALIZADO.



ZAPATAS CORRIDAS.-

ESTA CIMENTACION ES SEMEJANTE A LA ANTERIOR, SOLAMENTE QUE COMO SU NOMBRE LO INDICA, TIENE UNA LONGITUD CONSIDERABLEMENTE MAYOR A SU SECCION O A SU ANCHO. SU FUNCION ES LA DE TRASMITIR CARGAS AL TERRENO DE UNA MANERA UNIFORME. - EL CASO MAS ELEMENTAL ES EL DE SOPORTAR UN MURO DE CARGA, Y EN OTROS CASOS, ES EL DE UNIR DOS COLUMNAS CON CARGAS CONSIDERABLES, DE MANERA QUE SE BUSCA, COMO SE DIJO ANTES, TRASMITIR UNIFORMEMENTE LOS ESFUERZOS AL TERRENO Y, AL MISMO TIEMPO, LIGAR LAS COLUMNAS ENTRE SI PARA EVITAR HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES.

ESTA UNION, BASICAMENTE ESTA EFECTUADA POR LO QUE SE LLAMA CONTRATRABE, QUE NO ES OTRA COSA MAS QUE LA SECCION DE LA COLUMNA AISLADA, CORRIDA A LO LARGO DE LA ZAPATA Y QUE ESTA DISEÑADA PARA RESISTIR EMPUJES DEL TERRENO. SUS FALLAS SON SEMEJANTES A LAS DE LOS CASOS ANTERIORES, SOLAMENTE QUE REVESTIDAS DE UNA MAYOR GRAVEDAD, CAUSADA POR LA COMPLEJIDAD DEL SISTEMA, POR LO QUE CONVIENE, EVIDENTEMENTE, CONSULTAR TECNICOS ESPECIALISTAS PARA SOLUCIONAR ESTOS PROBLEMAS.

LOSAS DE CIMENTACION.-

EN ESTE CASO LA CIMENTACION FUNCIONA CON EL MISMO PRINCIPIO DE LAS ANTERIORES, SOLAMENTE QUE A MEDIDA QUE AUMENTAN LAS CARGAS EN LOS ELEMENTOS DE SOPORTE, Y AL NECESITARSE MAS ANCHO DE BASE, LAS ZAPATAS CORRIDAS LLEGAN A JUNTARSE ENTRE-

LAS FALLAS Y RECOMENDACIONES SON IGUALES A LAS ANTERIORES, SOLAMENTE CONVIENE APUNTAR UN CUIDADO Y ES EL DE MANTENER SECAS ESTAS LOSAS, ES DECIR, CUIDAR Y EVITAR QUE EN EL CASO DE QUE EL TERRENO TENGA AGUAS FREATICAS, POCO PROFUNDAS, ESTAS NO PENETREN A LA CIMENTACION Y DE ESTA MANERA, NO SOBRECARGAR LA MISMA. ESTO SE EVITA HACIENDO IMPERMEABLE LA CIMENTACION DESDE SU CONSTRUCCION O EN EL CASO DE QUE ESTAFALLE, PROCEDER A SELLAR LAS FISURAS, GRIETAS O POROS QUE PERMITAN EL PASO DE AGUA.

CELDA DE CIMENTACION.

ESTE CASO ES IGUAL AL ANTERIOR, CON LA SALVEDAD DE QUE LAS CONTRATRABES SE CONVIERTEN EN MUROS PROPIAMENTE DICHS DE MANERA TAL QUE SON CASETONES LOS QUE SE FORMAN CON LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES, PERO CON LA DIFERENCIA DEL CASO ANTERIOR, DE QUE SE DESPLANTAN A MAYORES PROFUNDIDADES CON EL OBJETO DE SUSTITUIR EL PESO DEL TERRENO POR PESO DEL EDIFICIO, Y DE ENCONTRAR CAPAS MAS RESISTENTES; LAS RECOMENDACIONES SON LAS MISMAS DEL CASO ANTERIOR.

PILOTES.

CON RESPECTO A ESTE PUNTO, PODREMOS DECIR QUE EXISTEN VARIOS TIPOS DE ELLOS: DE FRICCION, DE PUNTA, DE CONTROL, ELECTRO-METALICO, ETC. SU FUNCION PRIMORDIAL ES LA DE TRANSMITIR CARGAS A PROFUNDIDADES DONDE SE ENCUENTREN CAPAS DE TERRENO TAN RESISTENTES QUE PRACTICAMENTE SON INDEFORMABLES.

ESTE TIPO DE ELEMENTOS SE USAN EN TERRENOS MALOS, COMO EL DE LA CIUDAD DE MEXICO Y CUANDO LAS CARGAS QUE VAN A SOPORTAR SON EXCESIVAMENTE GRANDES, PARA ESTE CASO Y LOS DOS ANTERIORES, DEBE HACERSE PREVIAMENTE UN ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

LAS RECOMENDACIONES PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE ESTOS ELEMENTOS ES CORRER NIVELACIONES PERIODICAS PARA TOMAR LAS MEDIDAS NECESARIAS AL CASO. CUANDO LOS PILETES SON DE CONTROL, CONVIENE CUIDAR QUE LAS CELDAS DONDE SE ENCUENTREN LOS CONTROLES ESTEN LIBRE DE AGUA, PARA EVITAR EL DETERIORO DE ESTOS. CON ESTE TIPO DE CONTROLES, SE PUEDE MANTENER EL NIVEL DEL EDIFICIO.

II. E S T R U C T U R A

DE CONCRETO.

ESTRUCTURA FORMADA BASICAMENTE POR COLUMNAS, TRABES Y LOSAS DE CONCRETO ARMADO.

COLUMNAS: SON ELEMENTOS DE SUSTENTACION CON CAPACIDAD DE CARGA DETERMINADA PREVIAMENTE. SU SECCION PUEDE SER REDONDA, CUADRADA O RECTANGULAR. VA ANCLADA DIRECTAMENTE A LA CIMENTACION Y A LOS TRAVES Y LOSA, DE MANERA QUE CONSTITUYE UN ELEMENTO INDEFORMABLE.

SUS FALLAS PUEDEN SER POR SISMOS, SOBRECARGAS O FALLAS DE LA CIMENTACION; GENERALMENTE ESTAS SE PRESENTAN EN FORMA DE FISURAS, GRIETAS O DESCONCHAMIENTOS QUE ANULAN LA RESISTENCIA DEL ELEMENTO SUSTENTANTE, EN TALES CASOS LO PRIMERO QUE HAY QUE HACER ES APUNTALAR LOS ELEMENTOS SUPERIORES Y PROCEDER A SU REPARACION, LA CUAL PUEDE SER DETERMINADA POR UN ESPECIALISTA Y PUEDE CONSISTIR EN DESCUBRIR EL ARMADO DE LA MISMA, PARA COLOCARLE UN ARMADO NUEVO PERIMETRALMENTE.

TRABES.

SON ELEMENTOS HORIZONTALES DE SUSTENTACION DE LOSAS O CUBIERTAS, DE SECCION RECTANGULAR, QUE VAN UNIDOS A LAS COLUMNAS Y TRASMITEN LOS ESFUERZOS A LAS MISMAS, RECIBEN LA CARGA DE LAS LOSAS O CUBIERTAS.

SUS FALLAS SON POR SOBRECARGA O SISMO. PUEDEN FALLAR POR FLEXION O POR ESFUERZO CORTANTE. LA FALLA A LA FLEXION SE LOCALIZA AL CENTRO DE LA TRABE, CON APARIENCIA DE FISURAS EN LA PARTE INFERIOR. LA FALLA AL ESFUERZO -- CORTANTE SE LOCALIZA CERCA DE LAS COLUMNAS O APOYOS EN -- FORMA DE FISURAS DIAGONALES.

SU REPARACION CONSISTE TAMBIEN EN APUNTALAR LOS ELEMENTOS QUE TRASMITEN CARGA Y SE PROCEDE A AMPLIAR SU SECCION CON NUEVO ARMADO.

LOSAS.

ES UNA CUBIERTA QUE CONSTITUYE EL PISO SUPERIOR Y - TRASMITE LAS CARGAS A LAS TRABES. LAS LOSAS PUEDEN FALLAR GENERALMENTE POR FLEXION, O SEA POR UNA SOBRECARGA QUE SOBREPASE A LA QUE PUEDA SOPORTAR POR DISEÑO. SE PRESENTA - COMO UN ABOLSAMIENTO EN LA PARTE CENTRAL DE LA MISMA. ESTE SE PUEDE CORREGIR CON LA COLOCACION DE TRABES SECUNDARIOS - O CON LA DEMOLICION Y RE-ESTRUCTURACION DE LA MISMA, SEGUN SEA LA GRAVEDAD DEL DAÑO.

METALICAS

BASICAMENTE SE COMPONEN DE COLUMNA Y TRABES METALICAS, -
CONSTITUYENDO EN ESTE CASO LO QUE SE DENOMINA ESTRUCTURAS
MIXTAS, O SEA CIMENTACION DE CONCRETO, COLUMNAS Y TRABES
METALICOS Y LOSAS DE CONCRETO.

EL OBJETO Y FUNCION DE ESTOS ELEMENTOS ES EL MISMO QUE EL
DE CONCRETO, SALVO POR SU COMPORTAMIENTO COMO MATERIAL.

GENERALMENTE SE FORMAN POR PERFILES DE ACERO DE DIFERENTES
REACCIONES Y ESPESORES, SIENDO ESTOS LOS MAS COMUNES, LAS
PLACAS.

VIGUETAS H Ó I, LOS ANGULOS LAS CANALES O LA COMBINACION
DE ESTOS PARA PROPORCIONAR LAS RESISTENCIAS REQUERIDAS POR
DISEÑO, SUS CONEXIONES O UNIONES SE HACEN A BASE DE SOLDADUR
RA O DE REMACHES, SU PROTECCION ES BASICAMENTE CONTRA EL FUE
GO, EL CUAL PUEDE OCASIONAR UN RECALENTAMIENTO DE LOS ELE-
MENTOS SUSTENTANTES Y PRODUCIR UN COLAPSO. PARA TAL OBJE-
TO SE RECUBREN CON CONCRETO O CON FIBRA DE ASBESTO U OTRO -
MATERIAL.

LAS FALLAS DE FLEXION SE PUEDEN SEPARAR CON ASISTENCIA DE -
UN TECNICO, CON EL REFUERZO DE LOS ELEMENTOS DAÑADOS, POR -
MEDIO DE PLACAS O CAMBIO DE PERFILES Y CON EL APUNTALAMIE-
TO SIEMPRE DE LOS ELEMENTOS SUSTENTADOS.

III. ALBAÑILERIA.

EN ESTA PLATICA SOBRE ALBAÑILERIA DAREMOS UNICAMENTE RECOMENDACIONES GENERALES, QUE SOBRE ESTE EXTENSO TEMA PODRAN SER--
NOS DE MAYOR UTILIDAD.

VEREMOS COMO PUNTOS BASICOS LAS SIGUIENTES PARTIDAS:

1. MUROS.
2. CASTILLOS Y CADENA.
3. APLANADOS.
4. FIRMES.
5. REGISTROS.
6. IMPERMEABILIZANTES.
7. AZOTEAS.



SISTEMATICAMENTE Y DESDE TIEMPOS PRÉTERITOS SE HA SENTIDO LA NECESIDAD IMPERIOSA DE PLANEAR PARA CONSTRUIR, ES DECIR, LA-
URGENCIA DE ENCAUSAR EN FORMA ORDENADA LOS DIFERENTES ASPEC-
TOS Y PARTIDAS QUE INTEVIENEN EN UNA OBRA, LOS CUALES RELACIO-
NADOS ENTRE SI CREAN UNA SECUENCIA PERFECTAMENTE DIRIGIDA.

PODEMOS CONSIDERAR QUE DENTRO DE ESOS ASPECTOS, LA ALBAÑILE-
RIA ES LA PARTIDA QUE NOS DARA LA BASE PRIMORDIAL PARA QUE
LA OBRA CUMPLA CON LOS REQUISITOS NECESARIOS DE ESTABILIDAD,
PROYECTO, DECORACION Y ACABADOS FINALES.

INTERVIENEN EN ALBAÑILERIA DOS PUNTOS BASICOS:

MATERIALES DE CONSTRUCCION.

RENDIMIENTOS HUMANOS.

LOS CUALES TENEMOS QUE TRATARLOS EN FORMA REGIONAL A FIN DE
APLICARLOS. DE ACUERDO CON CADA REGION; ASI MISMO LA CONSIDE-
RACION DEL ELEMENTO HUMANO, QUE AL CONOCER SU RENDIMIENTO Y
CAPACIDAD PARA EJECUTAR UN TRABAJO NOS DARA EL COEFICIENTE -
DE ESE TRABAJO POR APLICAR.

1. M U R O S .

POR LA NATURALEZA DEL MATERIAL DE QUE ESTAN HECHOS, PODEMOS DIVIDIRLOS EN MUROS OPACOS, TRASLUCIDOS Y TRASPARENTES.

LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS PUEDEN SER MUY VARIADOS Y PODREMOS ENCONTRAR UN SIN NUMERO DE CLASES.

EN ESTA PLATICA NOS OCUPAREMOS DE LOS MAS COMUNES, COMO SON: TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 7 x 14 x 21.

EL TABIQUE LIGERO CON LAS MISMAS DIMENSIONES COMO EL ANTERIOR Y EL BLOCK HUECO DE CONCRETO CON DIMENSIONES QUE PUEDEN SER DE 10, 15 y 20 m.m. DE ESPESOR POR 20 X 40.

EN GENERAL LOS MUROS DE MAMPOSTERIA COMO LOS DESCRITOS DEBERAN USARSE EN ZONAS MUY ESPECIFICAS DE ACUERDO CON LOS TRABAJOS DE REMODELACION QUE SE DEBERAN DE LLEVAR A CABO.

ESTAS ZONAS SON PRINCIPALMENTE LAS AREAS HUMEDAS TALES COMO BAÑOS, CUARTOS SEPTICOS, CUARTOS DE ASEO, QUIROFANOS Y EN GENERAL TODAS AQUELLAS ZONAS QUE CONTENGAN ALGUN MUEBLE SANITARIO Y DE TRABAJO HUMEDO.

LAS VENTAJAS QUE REPRESENTA USAR ESTE TIPO DE MUROS EN

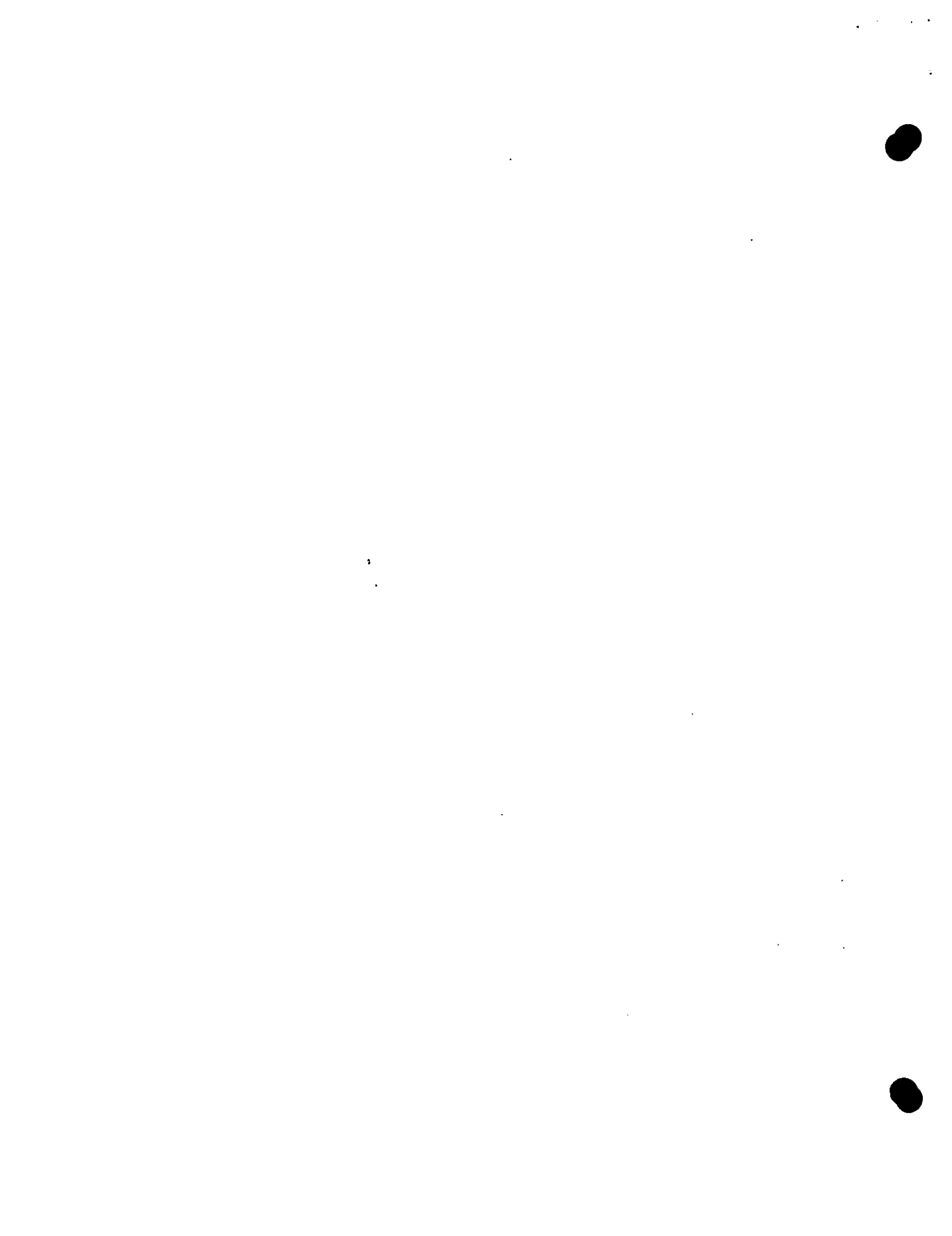
LAS ZONAS ANTES DESCRITAS SON LAS SIGUIENTES:



- a) PRESENTAN UNA MAYOR RESISTENCIA AL MAL TRATO, DADO QUE EN ESTAS ZONAS EL TRABAJO ES BASTANTE FUERTE.
- b) SE LOGRA UNA MAYOR RIGIDEZ PARA SOPORTAR EL MENCIONADO TRABAJO FUERTE.
- c) PRESTAN UNA MAYOR RESISTENCIA A LA HUMEDAD.
- d) TIENEN CARACTERISTICAS TALES COMO ACUSTICAS TERMICAS Y AISLANTES.

ADEMAS DE LAS RECOMENDACIONES QUE EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL EXIGE PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS, -
-
PODEMOS ANOTAR LAS SIGUIENTES:

- a) DEBERAN COLARSE CASTILLOS EN LOS EXTREMOS DE LOS MUROS -
-
DONDE SE VAYAN A COLOCAR PUERTAS, DE TAL MANERA QUE ESTOS CASTILLOS NOS RIGIDICEN EL MURO Y NOS PERMITAN ANCIAR LAS CHAMBRANAS CORRESPONDIENTES, YA QUE EL TRABAJO DE ESTAS -
-
ES FUERTE Y CONSTANTE.
- b) PARA EFECTOS DE MANTENIMIENTO DEBERA CUIDARSE QUE EL MATERIAL CON QUE SE VAYAN A CONSTRUIR LOS MUROS, SEA DE PRIMERA CALIDAD DE ACUERDO CON EL TAMAÑO, BORDES RECTOS, ES TRUCTURA HOMOGENEA Y EN SU COMPOSICION DEBERA CARECER DE ELEMENTOS SALINOS NO DEBERA TENER IMPERFECCIONES TALES



QUE DISMINUYAN SU RESISTENCIA A LA COMPRESION PUES ESTA IMPERFECCION SE ACUSARIA FACILMENTE EN EL ACABADO CON QUE SE VAYAN A REVESTIR ESTOS MUROS.

- c) CUANDO SE TRATEN DE MUROS DESLIGADOS DE LA ESTRUCTURA, - ESTOS SE ENRASARAN 1.5 cms. ANTES DE LA LOSA O TRABE SE COLOCARA EN ESTA HOLGURA CUALQUIER MATERIAL COMPRESIBLE DEL TIPO CELO-TEX, COMPRIBAN O SIMILAR. SE COLOCARAN DE IGUAL MANERA ANGULOS DE 2 x 2 PULGADAS POR 10 CMS. - DE LARGO BALACEADOS A LA LOSA Y CON SEPARACIONES ALTERNADAS DE 1.5 Mts. C/U. ESTA PREVENSIÓN ADICIONAL, NOS PROPORCIONA UNA MAYOR SEGURIDAD EN EL CASO DE MOVIMIENTOS SISMICOS, ESTOS MUROS TRABAJARAN INDEPENDIENTEMENTE DE LA ESTRUCTURA.

1. 2. MUROS DIVISORIOS A BASE DE PANEL DE YESO.

ESTOS MUROS SE COLOCARAN EN AREAS CUYA FUNCION DE TRABAJO NO SEA HUMEDO, TALES COMO: CONSULTORIOS, SALAS DE ESPERA, SALAS DE DESCANSO, CIRCULACIONES, OFICINAS, ETC.

ESTE TIPO DE MUROS TIENE LAS CARACTERISTICAS SIGUIENTES:

- a) LIGEREZA.
- b) VERSATILIDAD.
- c) FACILIDAD EN SU COLOCACION

RECOMENDACIONES GENERALES

- a) EN ESTE TIPO DE MUROS, DEBIDO A SU LIGEREZA SERA NE
CESARIO LA COLOCACION DE POSTES DE RIGIDEZ EN TODOS
LOS EXTREMOS Y EN ZONAS DONDE SE ENCUENTREN PUERTAS.

ESTOS POSTES ESTARAN CONSTRUIDOS EN LAMINA DEL NO.
18 Y SUS DIMENSIONES SERAN DE 9 x 9 cms. IRAN AN
CIADOS A LA LOSA POR MEDIO DE TAQUETES O BALAZOS -
PARA ESTE EFECTO SE ABRIRAN EN SU EXTREMO SUPERIOR
UNAS OREJAS. LA PARTE INFERIOR, IRA AHOGADA EN EL
FIRME, CON ESTO OBTENDREMOS LA RIGIDEZ NECESARIA Y
LA FACILIDAD DE COLOCACION EN LAS CHAMBRANAS.

2. CASTILLOS Y CADENAS:

SON REFUERZOS DE CONCRETO ARMADO PARA MUROS DE MAMPOSTERIA Y SUS FINALIDADES PRINCIPALES SON LAS SIGUIENTES:

- a) RIGIDIZAR MUROS.
- b) CUANDO EL PROYECTO ESTRUCTURAL ASI LO INDIQUE, PROPORCIONARAN LA LIGA REQUERIDA DE LOS MUROS A LA ESTRUCTURA, CON EL OBJETO DE QUE TRABAJEN AMBOS MANCOMUNADAMENTE.
- c) LIGAR LOS MUROS QUE SE INTERSECTAN.
- d) COMO ELEMENTOS DE DISTRIBUCION DE CARGA EN EL DESPLANTE DE LOS MUROS.
- e) COMO PROTECCION Y REFUERZO EN MUROS CABECEROS.
- f) PARA ABSORCION DE ESFUERZOS HORIZONTALES.

LA LOCALIZACION, ESPACIAMIENTO, SECCION ARMADO, FATIGAS DE TRABAJO, ACABADOS Y DEMAS CARACTERISTICAS DE LAS CADENAS Y CASTILLOS DEBERAN ESTAR DADAS POR EL PROYECTO ESTRUCTURAL Y SE DEBERAN ATENDER LAS SIGUIENTES INDICACIONES:

- a) SE CONSTRUIRAN CASTILLOS EN TODO MURO QUE DESEMPEÑE FUNCIONES ESTRUCTURALES O CUYA ALTURA EXCEDA 5. MTS. GENERALMENTE Y EN CONDICIONES NORMALES, DEBERAN ESTAR LOCALIZADOS EN:

INTERSECCIONES DE MUROS.

EN AMBOS EXTREMOS DE TODO MURO AISLADO.

EN LOS EXTREMOS LIBRES DE TODO MURO EXTERIOR.

DE IGUAL MANERA DEBERAN CONSTRUIRSE CASTILLOS EN LOS MUROS QUE NO ESTEN COMPENDIDOS DENTRO DE LAS CONDICIONES ESTIPULADAS EN EL PARRAFO ANTERIOR, DE ACUERDO CON LO SIGUIENTE.

AMBOS LADOS DE PUERTAS Y VENTANAS, CUANDO POR SUS DIMENSIONES SE AMERITE, Y SIEMPRE Y CUANDO NO EXISTAN ELEMENTOS ESTRUCTURALES COMO COLUMNAS, QUE LOS SUSTITUYAN EN SU FUNCION.

EL ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE CASTILLOS NO DEBERA EXCEDER DE 20 VECES EL ESPESOR DEL MURO.

EN EL CASO DE MUROS CONSTRUIDOS CON BLOCK HUECO DE CONCRETO SE COLARAN CASTILLOS EN SU INTERIOR Y EL ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE ELLOS SERA DE 10 VECES DEL ESPESOR DEL MURO.

LAS CADENAS DE CONCRETO DEBERAN CONSTRUIRSE EN LOS SIGUIENTES CASOS:

- a) SOBRE EL CORONAMIENTO DE CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA COMO DESPLANTE DE MUROS.

- b) COMO REMATE DE PRETILES, BARDAS, Y MUROS QUE NO VAYAN A ESTAR LIGADOS EN SU PARTE SUPERIOR CON ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA.
- c) EN CERRAMIENTOS DE PUERTAS Y VENTANAS
- d) EL ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE CADENAS SERA DE 15 VECES EL ESPESOR DEL MURO.
- e) TANTO SU SECCION COMO SU ARMADO DEBERA OBTENERSE DEL PROYECTO ESTRUCTURAL, Y EL CONCRETO QUE SE EMPLEE EN SU CONSTRUCCION TENDRA COMO MINIMO UNA FATIGA DE 140 KLS. SOBRE CENTRIMETRO CUADRADO.
-

PREVIAMENTE AL COLADO DE ESTOS ELEMENTOS DEBERA VERIFICARSE QUE HUMEDÉZCAN LOS ELEMENTOS CONTIGUOS AL CASTILLO O CADENAS. EL TIEMPO MINIMO PARA DESCIMBRAR DEBERA SER DE 24 HORAS.

CUANDO SOBRE LOS PAÑOS DE MURO REFORZADO CON CASTILLOS Y CADENAS SE VAYAN A COLOCAR RECUBRIMIENTOS PETREOS, DEBERAN PREVEERSE LOS ANCLAJES NECESARIOS.

3. A P L A N A D O S:

REPELLADOS.

ES UN RECUBRIMIENTO TOSCO QUE SE DA A LOS MUROS COMO BASE PARA APLICAR APLANADOS FINOS, DE PASTA O EL RECUBRIMIENTO DE ACABADOS QUE SE REQUIERAN; CONSISTE EN APLICAR DIRECTAMENTE SOBRE EL MURO EL MORTERO QUE SE DESEE APLICAR. EL MURO DEBE ESTAR PERFECTAMENTE MOJADO ANTES DE APLICAR EL REPELLADO PARA EVITAR QUE ABSORBA EL AGUA DEL MORTERO Y ESTE SE DESPRENDA. LOS REPELLADOS NO DEBERAN EXCEDER DE 2 CMS. DE ESPESOR.

CUANDO SE DESEE REPELLAR SUPERFICIES DE CONCRETO, ESTAS DEBERAN PICARSE CON ANTICIPACION PARA LOGRAR UNA ADHERENCIA PERFECTA.

APLANADOS.

EL APLANADO SE EJECUTA SOBRE UN REPELLADO, USANDO EN LA OPERACION FINAL ARENA CERNIDA Y APLANANDO CON LLANA DE MADERA.

TANTO LOS REPELLADOS COMO APLANADOS, TIENEN LAS SIGUIENTES FINALIDADES:

- a) ABSORBER IRREGULARIDADES DEL ELEMENTO POR RECUBRIR
- b) PROPORCIONAR UNA BASE UNIFORME AL ACABADO SOBRE ELLOS SE ASIENTE.
- c) PROTEGER A LOS ELEMENTOS POR RECUBRIR.
- d) COMO ACABADOS PROPIAMENTE DICHO.

DEPENDIENDO DE LOS MATERIALES QUE INTERVIENEN EN SU EJECUCION LOS RECUBRIMIENTOS PUEDEN SER :

- a) MORTERO- CEMENTO- ARENA.
- b) MORTERO DE CAL HIDRATADA - ARENA.
- c) MORTERO DE CAL HIDRATADA - CEMENTO - ARENA.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU EJECUCION.

- a) CUANDO SE REALICE SOBRE SUPERFICIES DE CONCRETO, ESTAS DEBERAN PICARSE PREVIAMENTE.
- b) LA SUPERFICIE DEBERA ESTAR DESPROVISTA DE MATERIALES SUELTOS O MAL AFIANZADOS.
- c) EL PAÑO DEBERA HUMEDECERSE PREVIAMENTE, A FIN DE EVITAR PERDIDAS DE AGUA EN EL PROCESO DE FRAGUADO.
- d) LAS PROPORCIONES RECOMENDABLES SON LAS SIGUIENTES:

CEMENTO ARENA 1:5

CAL HIDRATADA ARENA 1:4

4. FIRMES.

SON ELEMENTOS ARQUITECTONICOS QUE DEFINEN ESPACIOS EN SENTIDO HORIZONTAL CON FUNCIONES ESPECIFICAS DETERMINADAS ENTRE OTRAS CIRCULACIONES AREAS DE TRABAJO, DE RECREO, DE ESTAR, ETC. Y SIRVEN COMO BASE PARA RECUBRIMIENTOS PETREOS, ASFALTICOS, VINILICOS, ETC. ESTOS PUEDEN ESTAR DISEÑADOS PARA RESISTIR ABRASION COMO EL CASO DE CASAS DE MAQUINAS, O IMPACTOS PARA AISLAMIENTOS TERMICOS O ACUSTICOS COMO EN EL CASO CALDERAS UBICADAS EN CASAS DE MAQUINAS. PUEDEN INCLUIR TAMBIEN FUNCIONES DECORATIVAS DE COLOR O TEXTURA. EN EL CASO DE UNA CASA DE MAQUINAS SE PODRA COLOCAR COLOR INTEGRAL AL FIRME PARA DEFINIR O DETERMINAR DIFERENTES AREAS.

PUEDEN TAMBIEN ESTAR DETERMINADOS COMO BASE A FUNCIONES ESPECIFICAS COMO LINOLEUM CONDUCTIVO O LOS FABRICADOS CON MATERIALES AISLANTES DE RADIACIONES DE SONIDO O DE CALOR.

RECOMENDACIONES GENERALES:

LOS FIRMES DEBERAN CONSTRUIRSE DE ACUERDO CON NIVELES Y PENDIENTES DE DISEÑO.

SAIWO INDICACION EN CONTRATO DEBERAN CONSTRUIRSE EN FORMA INTEGRA, TANTO EN PLANTA BAJA COMO SOBRE LOSAS, PARA LO CUAL SOBRE LA SUPERFICIE FRESCA DEL COLADO SE ESPARCIRA EN FORMA UNIFORME CEMENTO EN POLVO. EL ACABADO SE HARA A MANO CON LIANA METALICA. EL PISO SE DEBERA CURAR DURANTE UN PERIODO MINIMO DE 72 HORAS.

SERA RECOMENDACION IMPORTANTE LA DE COMPACTAR A BASE DE POLIN DE MADERA EL FIRME CON EL OBJETO DE QUE AL RECIBIR EN ESTE CASO EL PULIDO DEFINITIVO NO SE FISURE NI SE CUARTEE.

EN EL CASO DE QUE POR RAZONES ESTRUCTURALES O POR SER EL COLADO DEL FIRME SOBRE UNA SUPERFICIE MUY AMPLIA, SE PROCURARA QUE LAS JUNTAS DE DILATACION COINCIDAN CON MUROS, CANCELES O CUALQUIER OTRO ELEMENTO QUE DISIMULE DICHAS JUNTAS.

5. R E G I S T R O S .

SON CAJAS DE CONCRETO, MAMPOSTERIA U OTRO MATERIAL CONSTRUÍDOS SOBRE LA LINEA DE ALBAÑAL O DUCTO DE QUE SE TRATE, CUYA FUNCION PRINCIPAL ES LA DE DAR ACCESO A LA TUBERIA PARA SU DESAZOLVE, LIMPIEZA O REVISION.

EN SU EJECUCION PARA FINES DE MANTENIMIENTO SE DEBERA ATENDER A LO SIGUIENTE:

- a) LAS DIMENSIONES DE SU SECCION HORIZONTAL ESTARAN EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD Y DIAMETRO DE LA LINEA DEL ALBAÑAL, PERO NUNCA MENOR DE 40 x 60 CNS.
- b) PARA REGISTROS CON PROFUNDIDADES MAYORES DE 1.00 M.M. - LA LA SECCION HORIZONTAL DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE AMPLIA PARA QUE UN OPERARIO PUEDA REALIZAR EN SU INTERIOR LOS TRABAJOS NECESARIOS DE DESAZOLVE, LIMPIEZA O REVISION.
- c) EL ACABADO INTERIOR DEBERA PRESENTAR UNA SUPERFICIE LISA Y RESISTENTE, DE TAL MANERA QUE NO SUFRA FISURAS, PARA LO CUAL SE AGREGARA CEMENTO AL MORTERO EN UNA PROPORCION DE 1:4.

- d) CUANDO LOS REGISTROS SE ENCUENTREN LOCALIZADOS EN ZONAS DE TRABAJO, LAS TAPAS ESTARAN PERFECTAMENTE SELLADAS.

6. AZOTEAS.

ES EL CONJUNTO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS CUYA FINALIDAD ES PROTEGER EL TECHO DE UN EDIFICIO DE HUMEDADES Y FILTRACIONES PRODUCIDAS POR LLUVIAS.

RECOMENDACIONES.

- a) CUANDO SE TRATE DE GRANDES AZAOTEAS, ESTAS SE DIVIDIRAN MEDIANTE PRETILES INTERMEDIOS, FORMANDOSE ASI AZOTEAS PARCIALES CUYA SUPERFICIE NO DEBERA SER MAYOR DE 100 M².
- b) LA MAYOR PREVENCION CONTRA HUMEDADES Y FILTRACIONES PRODUCIDAS POR AGUAS PLUVIALES, SERAN LAS PENDIENTES. SOBRE ESTE PUNTO ES MUY RECOMENDABLE CREAR LAS MENCIONADAS PENDIENTE MONOLITICAMENTE, ES DECIR, INTEGRAL A LA LOSA.
- c) LOS PRETILES SERAN CONSTRUIDOS DE CONCRETO ARMADOS Y COLADOS MONOLITICAMENTE CON LA LOSA DE LA ESTRUCTURA, CON ESTO SE EVITARAN SEPARACIONES POR DIFERENTES MATERIALES.
- d) LAS BAJADAS PLUVIALES DEBERAN LOCALIZARSE EN EL CENTROIDE DE LAS AREAS TRIBUTARIAS.

IV ACABADOS.

RECUBRIMIENTOS.

PISOS.

LOSETA DE BARRO, BALDOSIN, ETC.

USADA GENERALMENTE EN LOCALES CON TRABAJO DE TIPO INDUSTRIAL COMO COCINAS, LABORATORIOS, CASA DE MAQUINAS, ETC.

SON RESISTENTES AL DESGASTE Y AL IMPACTO, POR LO TANTO REDUCEN EL MANTENIMIENTO, PROPORCIONAN ASPECTO AGRADABLE Y FACILITAN LA LIMPIEZA, ES ANTIDERRAPANTE; GENERALMENTE VIENE EN MEDIDAS DEL ORDEN DE 10 x 20 Y ESPESORES DE 2 a 3.5 cm.

SU REPARACION SE HACE DEJANDO PERFECTAMENTE DEFINIDA LA ZONA DAÑADA DE MANERA QUE QUEPAN PIEZAS COMPLETAS, COLOCADAS CON MORTERO DE CEMENTO ARENA. EL CONTROL DE APLICACION SE REALIZA CUIDANDO LAS HILADAS Y EL NIVEL O LA PENDIENTE REQUERIDA.

MARMOLES.

SE USAN BASICAMENTE EN ENTRADAS, VESTIBULOS, CIERTAS CIRCULACIONES ETC., SU ASPECTO ES AGRADABLE Y CON SU USO SE BUSCA UNA BUENA IMPRESION DE ORDEN ESTETICO; ES UN MATE

RIAL QUE SE OBTIENE DE CANTERAS, SE LAMINA Y SE CORTA SE GUN LAS NECESIDADES DEL PROYECTO O DE LA OBRA. VIENE EN DIFERENTES COLORES; LISOS O VETEADOS, ES UN MATERIAL DU RO CON GRAN RESISTENCIA A LA PRESION, SU DURACION ES CASI PERMANENTE, SU CONSERVACION ES MINIMA, BASTAN SOLAMENTE AGUA Y JABON PARA LIMPIARLO, EVENTUALMENTE SE LE PUEDE DAR BRILLO PARA MEJOR APARIENCIA.

EL CONTROL DE APLICACION ES VIGILAR EL ANCLAJE Y NIVEL EN EL CASO DE PISOS.

MOSAICOS Y TERRAZOS.

ES UN MATERIAL PREFABRICADO A BASE DE GRANO DE MARMOL DE DIFERENTES TAMAÑOS Y PROPORCION Y MORTERO DE CEMENTO-ARENA CON PASTA DE COLOR, ESTO PRODUCE UNA GRAN VARIEDAD DE DISEÑOS, SUS MEDIDAS SON: PLACAS DE 20 x 20, 30 x 30 50 x 50, Y COMBINACIONES DE ÉSTAS.

TAMBIEN SE PUEDE COLAR EN SITIO CON JUNTAS DE BRONCE U OTRO MATERIAL.

SE UTILIZA EN VESTIBULOS, CIRCULACIONES, BAÑOS, ETC. TIENE UNA RELATIVA DURABILIDAD Y DUREZA QUE LE PROPORCIONA EL GRANO DEL MARMOL. SU MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA SON REDUCIDOS Y FACILES; SU REPARACION CONSISTE EN CAMBIAR

LAS PIEZAS DAÑADAS O EN APLICAR UNA LECHADA DE CEMENTO PARA RETAPARLE EL PORO.

RECINTO ADOQUIN O PIEDRAS ARTIFICIALES.

SU USO GENERALMENTE SE REDUCE A UTILIZARSE EN EXTENCIONES COMO PLAZAS DE ACCESO, JARDINES INTERIORES, ANDADORES, -- BARQUETAS, ETC., SON PISOS DE GRAN DURABILIDAD QUE PRACTICAMENTE NO REQUIEREN MANTENIMIENTO.

LOSETAS VINILICA, ASFALTICA, ETC.

MATERIAL HECHO A BASE DE RESINA DE VINILO Y/O FIBRAS DE ASBESTO. VIENE EN MEDIDAS DE 30 x 30 y 2 Ó 3 m.m. DE ESPESOR. HAY UNA GRAN VARIEDAD DE COLORES Y COMBINACIONES, TIENE GRAN DURABILIDAD Y UNA GRAN RECUPERACION A LA PENETRACION.

SE UTILIZA GRANDEMENTE EN CIRCULACIONES DE TRABAJO MODERADO; SALAS DE ESPERA, CONSULTORIOS, OFICINAS, CUARTOS DE ENCAMADOS, ETC., ES UN MATERIAL QUE PRODUCE UN EFECTO PSIQUICO AGRADABLE Y ACOGEDOR, SU MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA SON FACILES DE EFECTUAR; BASTA USAR AGUA Y JABON OCASIONALMENTE, PUDIENDOSE USAR CERA SIN SOLVENTES.

SU COLOCACION SE HACE A BASE DE UN PEGAMENTO DE CONTACTO ESPECIAL PARA TAL EFECTO. SU REPARACION SE HACE UNICAMENTE DESPRENDIENDO CON ESPATULA LAS PIEZAS DAÑADAS Y VOLVIENDO A COLOCAR LAS PIEZAS NUEVAS.

LINOLEUM.

GENERALMENTE VIENE FABRICADO SOBRE UN SOPORTE DE MANTA DE ALGODON SOBRE EL CUAL SE COLOCAN RESINAS VINILICAS, POR LO TANTO TIENE LAS CARACTERISTICAS DE LA LOSETA VINILICA.

SU FABRICACION VIENE EN ANCHOS HASTA DE 2 mts., LO CUAL PERMITE POCAS JUNTAS Y UN ASPECTO DE PISO INTEGRAL.

TIENE LAS MISMAS CARACTERISTICAS Y USOS DEL MATERIAL ANTERIOR.

EXISTE UNA VARIEDAD DE ESTE LINOLEUM Y ES EL CONDUCTIVO O ANTIESTATICO QUE VIENE TRATADO CON GRAFITO PARA ELIMINAR LA ELECTRICIDAD ESTATICO AMBIENTAL, SE UTILIZA EN SALAS DE OPERACIONES. SUS CARACTERISTICAS DE ASPECTO LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO SON IGUALES A LAS DEL ANTERIOR.



M U R O S .

YESO.

APLICACION DE YESO A PLOMO Y REGLA EN MUROS CON TERMINACION DE PINTURA VINILICA, DE ESMALTE O EPOXICA, ESTE MATERIAL ES DE POCA DURACION Y DE MUCHO MANTENIMIENTO, PUES SU POCA DUREZA PERMITE SU FACIL DETERIORO, TENIENDOSE QUE RESANAR Y PINTAR FRECUENTEMENTE. SU USO PUEDE SER EN OFICINAS, CUARTOS DE ENCAMADOS Y LOCALES DE USO MODERADO.

PANEL DE YESO.

SE USA CON GRAN VENTAJA EN SUBSTITUCION DE MUROS CON ACABADO DE YESO PORQUE SON PANELES PREFABRICADOS CON PAPEL DE YESO; TIENE UN PESO LIGERO, SE APLICA RAPIDAMENTE Y CON LIMPIEZA POR LO DEMAS TIENE LAS MISMAS CARACTERISTICAS DEL ACABADO ANTERIOR, ASI COMO USOS, EXCEPTO CUANDO SE RECUBRE CON OTRO MATERIAL.

TAPIZ PLASTICO.

ESTE MATERIAL ES HECHO A BASE DE UNA TELA CON APLICACION DE PLASTICO VINILICO DE GRAN VARIEDAD DE TEXTURA Y COLORES. SE APLICA DIRECTAMENTE SOBRE YESO O PANEL DE YESO, TIENE UNA DURABILIDAD ACEPTABLE, PUDIENDOSE HACER RESANES CON EL

MISMO TIPO DE MATERIAL, SE USA EN OFICINAS, COMEDORES, CUARTOS DE ENCAMADOS, ETC., ES DE ASPECTO AGRADABLE Y DE FACIL LIMPIEZA, EN LA PARTE INFERIOR SE PUEDE REMATAR CON ZOCLO DE VINILO; SE SURTE EN LIENZOS DE 1.70 MTS. DE ANCHO.

CINTILLA.

MATERIAL VIDRIADO DE GRAN DUREZA Y FACIL LIMPIEZA. VIENE EN PIEZAS DE 5.5 x 22. SE UTILIZA EN BAÑOS, CUARTOS DE ASEO, COCINAS, CIRCULACIONES, CUARTOS SEPTICOS, ETC., ES DE POCO MANTENIMIENTO. SU REPARACION CONSISTE EN CAMBIAR PIEZAS ROTAS QUE SE COLOCAN CON PEGA-MARMOL O PEGA-AZULEJO O SIMPLEMENTE CEMENTO. SU ASPECTO NO ES MUY AGRADABLE O ACOGEDOR, ES MAS BIEN FRIO EL USO DE ESTE MATERIAL ES SOBRE MUROS DE TABIQUE O SIMILAR O MUROS DE PANEL DE YESO.

PLASTICO LAMINADO.

LA GRAN VARIEDAD DE COLORES Y SU TEXTURA PERMITEN HACER DE ESTE MATERIAL UNO DE LOS PREFERIDOS PARA RECUBRIMIENTOS, DONDE SE REQUIERE TENER ADENAS DE UNA BELLEZA EN LOS ACABADOS, UNA DURACION DE LOS MISMOS; ASI COMO TAMBIEN POR SU GRAN FACILIDAD DE LIMPIEZA POR LO TANTO SU MANTENI

MIENTO SERA MUY POCO. ESTE MATERIAL SE PRESENTA PARA SU VENTA EN HOJAS LAMINADAS CON ESPESORES DE 1 M.M. a 3 M.M. SUS COLORES SON BLANCO, ROJO, AZUL, AMARILLO, VETEADOS, - COMBINADOS EN IMITACIONES DE MARMOLES, MADERAS, ETC.

ESTE MATERIAL SE PUEDE APLICAR EN:

LAMBRINES SOBRE BASTIDORES DE MADERA CON TRIPLAY; SE PEGA CON PEGAMENTO RESISTOL 5000.

EN PUERTAS,

CANCELERIA,

EN MUEBLES.

PLAFONES.

YESO.

AUN CUANDO EN LA ACTUALIDAD SE CUENTA CON UN GRAN NUMERO DE MATERIALES PARA PLAFONES COMO ES LA FIBRA DE VIDRIO, - ASBESTOS, ETC., EL YESO SIEMPRE OCUPARA SU LUGAR DENTRO - LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCION, POR SU FACILIDAD DE MOLDEO Y SUS SUPERFICIES DE FINA TEXTURA, ADEMAS DE SU SELLAMIENTO AL PASO DE AIRE Y CONTAMINACION.



CON EL YESO SE TIENE UNA SUPERFICIE MUY BUENA PARA LA APLICACION DE PINTURAS VINILICAS Y RECUBRIMIENTOS DE PLASTICO.

PANEL DE YESO.

LA GRAN FACILIDAD DE COLOCACION DE ESTE MATERIAL, ADEMAS DE LA GRAN LIMPIEZA QUE SE TIENE EN SU COLOCACION, HACEN DE ESTE MATERIAL UN GRAN ELEMENTO DE MUROS Y PLAFONES; EN OBRAS DONDE SE REQUIERA UNA EXTREMADA LIMPIEZA EN SU COLOCACION Y SU DEMOLICION, COMO EN LAS OBRAS DE REMODELACION EN LUGARES OCUPADOS, Y SE TENGA QUE TRABAJAR SIN DESOCUPAR. SERA IDEAL.

TAMBIEN REDUCIRA CARGA A LOS EDIFICIOS.

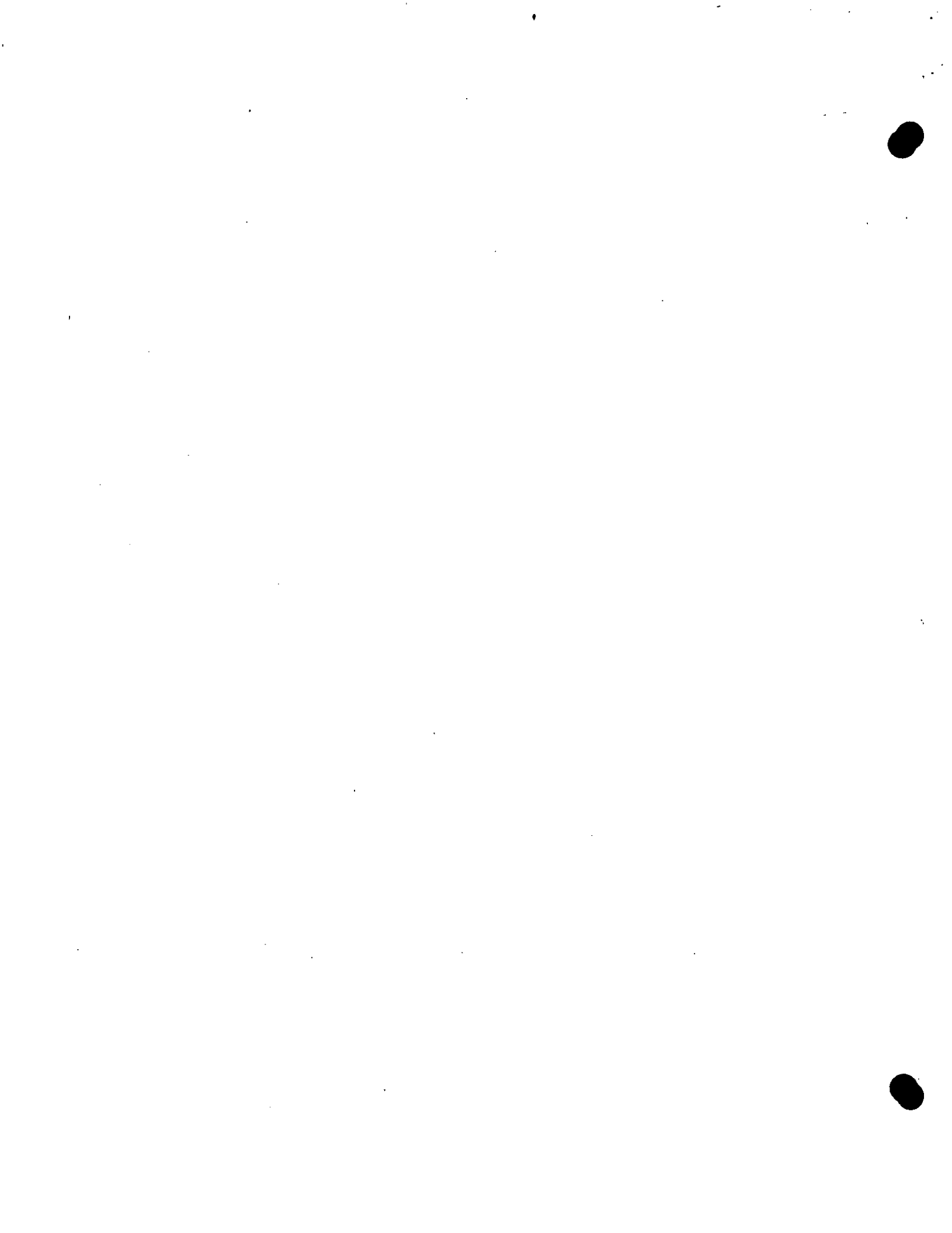
V. CANCELERIA Y VENTANERIA

SON ELEMENTOS DIVISORIOS, LIGEROS DE FACIL COLOCACION RECUPERABLES EN UN BUEN PORCENTAJE, PUEDEN ESTAR CONSTITUIDOS POR DIFERENTES MATERIALES COMO SON : MADERA, ALUMINIO FIERRO Y PERFILES ESTRUCTURALES Y TUBULARES.

LOS CANCELES DE MADERA ESTAN HECHOS A BASE DE POSTES Y TRAVESAÑOS DE MADERA MACIZA Y PUEDEN TENER TABLEROS DE TRIPLAY, O TRIPLAY Y PLASTICO LAMINADO. ASI COMO VIDRIO DE MANERA QUE FORMAN ELEMENTOS CIEGOS, TRANSLUCIDOS O TRANSPARENTES, O LA COMBINACION DE ESTOS SEGUN SEAN LAS NECESIDADES DE LOS LOCALES DONDE SE VAN A EMPLEAR Y EL ASPECTO ESTETICO DESEADO:

EL ACABADO PUEDE SER DE BARNIZ, LACA, ESMALTE, CERA O EL PLASTICO LAMINADO, EN EL CASO DE LOS CUATRO ACABADOS PRIMEROS, EL MANTENIMIENTO ES COSTOSO PUES CON FRECUENCIA HAY QUE RESANARLOS Y REPINTARLOS , NO ASI EN EL ULTIMO CASO EN QUE EL MATERIAL AUNQUE TIENE UN COSTO INICIAL ALTO; CASI NO TIENE CONSERVACION Y ADEMAS ES DE FACIL LIMPIEZA.

LOS CANCELES DE ALUMINIO SON DE FACIL CONSERVACION O ESTA ES NULA , SALVO CUANDO CONTENGAN TABLEROS CUYO ACABADO SEA SUSCEPTIBLE DE DAÑARSE FACILMENTE , -



POR LO DEMAS PUEDEN HACER LAS MISMAS COMBINACIONES DEL CASO ANTERIOR, EN ESTOS CANCELES LA ESTRUCTURA PROPIAMENTE DICHA DE ELLOS, LA FORMAN PERFILES DE ALUMINIO - EXTRAIDO DE TIPO COMERCIAL Y CON UNA GRAN VARIEDAD DE DISEÑOS SEGUN SEA EL EFECTO BUSCADO O EL PRESUPUESTO CON QUE SE CUENTE PARA SU FABRICACION, SU COLOCACION - ES MAS RAPIDA QUE EN EL CASO DE LOS CANCELES DE MADERA. CANCELES DE PERFILES ESTRUCTURALES O TUBULARES EN EL CASO DE LOS PRIMEROS YA CASI NO SE USAN, EXCEPTO PARA DIVISIONES EN ALMACENES, TALLERES ETC. EN LOS CANCELES SE USA MALLA DE ALAMBRE, LAMINA O VIDRIO PARA SU TERMINACION, HAY QUE REPINTARLOS CON FRECUENCIA Y SU ASPECTO - NO ES PRECISAMENTE AGRADABLE, POR LO MENOS NO PARA --- USARSE EN OFICINAS U OTROS LOCALES DE ESTE TIPO .

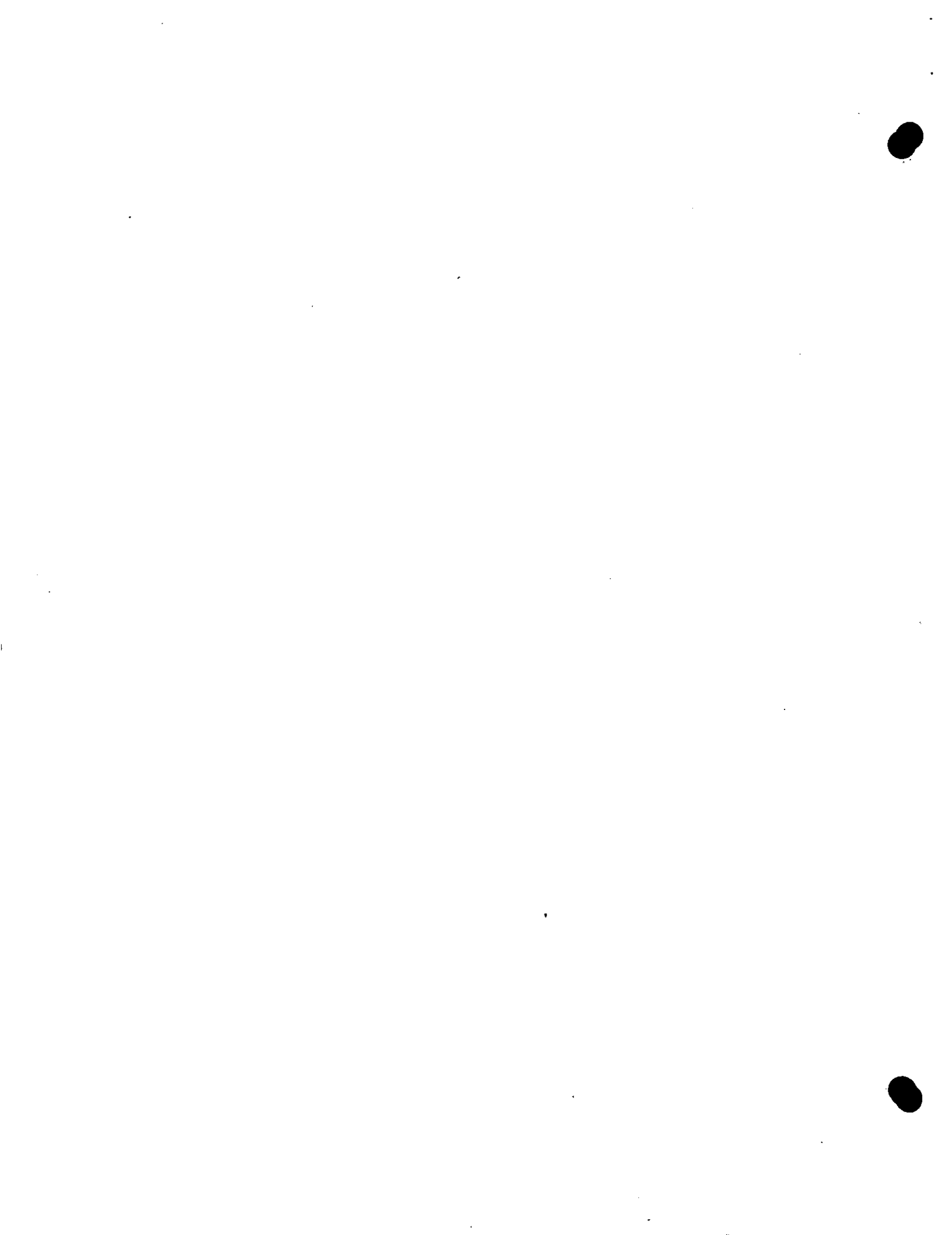
LOS CANCELES DE PERFILES TUBULARES TIENEN LAS MISMA --- APLICACIONES QUE LOS DE MADERA O ALUMINIO Y SE FORMAN - DE LA MISMA MANERA. EXCEPTO QUE EN ESTE CASO LA ESTRUCTURA DEL CANCEL ESTA FORMADA POR PERFILES TUBULARES DE LAMINA, COMERCIALES, CUYA FORMACION REQUIERE DE SOLDADURA O SEA SON DE CONSTRUCCION MAS COMPLEJA QUE LOS DE ALUMINIO . HAY QUE RESANARLOS Y REPINTARLOS CON FRECUENCIA.

V E N T A N E R I A

ELEMENTOS DE PROTECCION DE LOS AGENTES ATMOSFERICOS --- PUEDEN SER DE ALUMINIO O PERFILES TUBULARES EN ESTE CASO

EL ALUMINIO ES EL MATERIAL MAS ECONOMICO A LA LARGA PUES NO SUGIERE MANTENIMIENTO Y ES DE ASPECTO MUY -- AGRADABLE Y DE GRAN CALIDAD. SUS FORMAS Y COMBINACIONES SON MUY VARIADAS SEGUN EL DISEÑO QUE SE REQUIERA, EXISTE EN EL MERCADO UNA GRAN VARIEDAD DE PERFILES. -- ESTOS PUEDEN SER CON ACABADO NATURAL, O ANODIZADO, -- EN ESTE CASO EL MANTENIMIENTO ES AUN MENOR YA QUE ESTE ACABADO LE DA DUREZA AL ALUMINIO CON LO CUAL SE -- EVITAN RAYADURAS AL MISMO .

TAMBIEN SE UTILIZA PARA LA VENTANERIA , EL PERFIL TUBULAR DE LAMINA, ESTE MATERIAL ES DE MENOR DURACION -- YA QUE EL EXTERIOR SE OXIDA MAS FACILMENTE Y NO DIGAMOS YA EN CLIMAS HUMEDOS EN LOS QUE SU DURACION ES -- MINIMA. POR LO CUAL SU MANTENIMIENTO SE INCREMENTA -- GRANDEMENTE, EN CONSECUENCIA ESTA EN DESVENTAJA CON EL ALUMINIO .

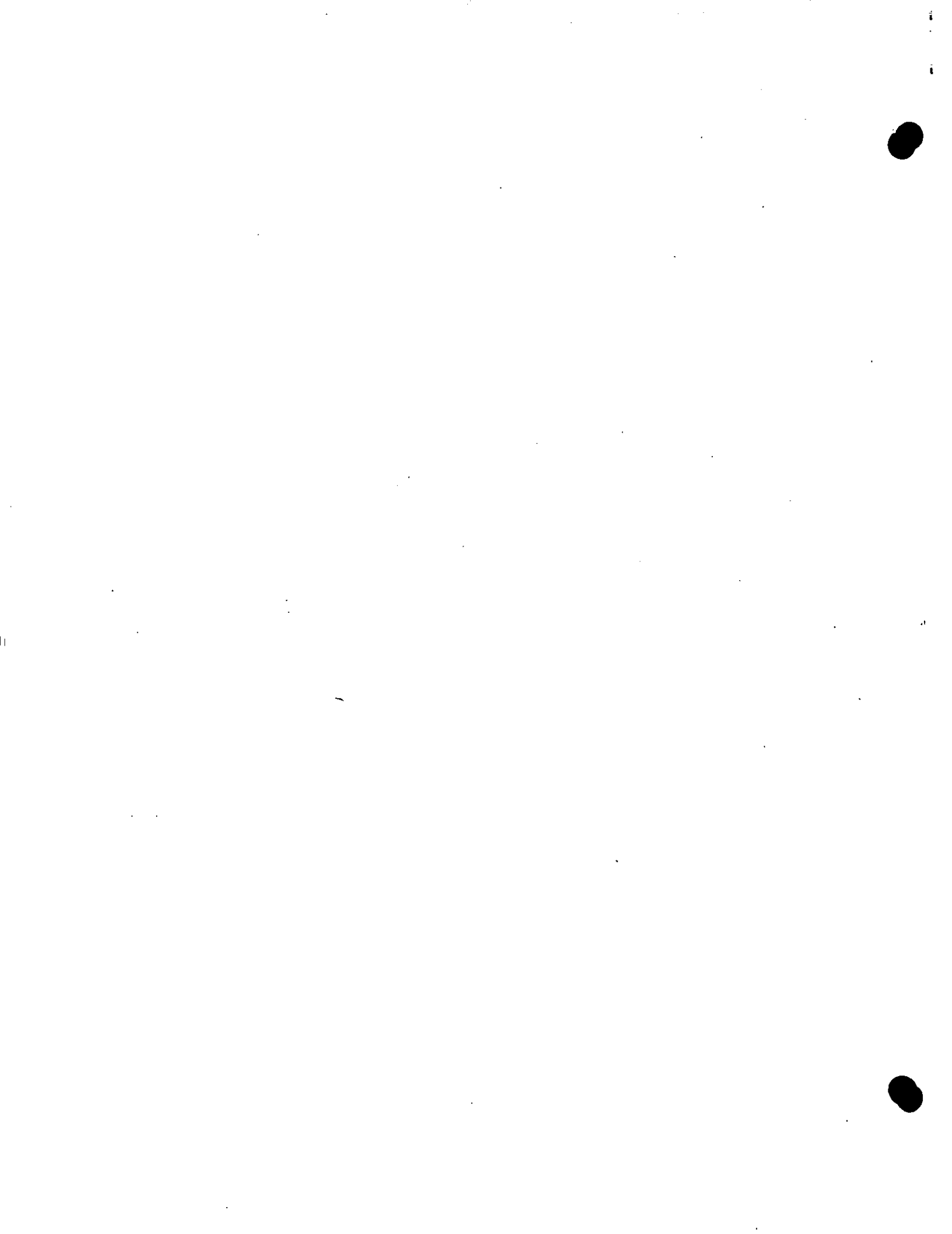


VI. CARPINTERIA .

DE LA CARPINTERIA PODEMOS DECIR QUE EN LAS UNIDADES HOSPITALARIAS SE MANEJAN BASICAMENTE PUETAS, LAMBRINES, CANCELLES (VISTOS EN EL CAPITULO ANTERIOR), Y ALGUNOS MUEBLES EN EL CASO DE LAS PUETAS, ESTA BASICAMENTE SON DE TAMBOR O SEA UNA ESTRUCTURA FORMADA POR BASTIDOR DE MADERA DE PINO O DE CEDRO PARA DERLE UN ACABADO QUE PUEDA SER DE BARNIZ, LACA, ESMALTE PLASTICO LAMINADO. EN EL CASO DE LOS BARNICES O PINTURAS, ESTOS TIENEN EL INCONVENIENTE QUE HAY QUE DARLES MANTENIMIENTO FRECUENTE A BASE DE REPINTAR Y RESANAR LOS ACABADOS, Y NO ASI EN EL CASO DEL PLASTICO LAMINADO QUE PRACTICAMENTE NO REQUIERE MANTENIMIENTO Y ES DE FACIL LIMPIEZA.

LOS LAMBRINES SON RECUBRIMIENTOS DE MADERA, DE PREFERENCIA TROPICALES. SE COLOCAN SOBRE BASTIDORES DE MADERA DE PINO PUEDE SER QUE EL LAMBRIN SE COMPONGA DE DUELAS, O TABLEROS DE TRIPLAY DE CEDRO DE PINO, PAJUCHA, ETC., EL ACABADO DE ESTOS LAMBRINES GENERALMENTE ES NATURAL O SEA SIMPLEMENTE BARNIZ SIN COLOR O SELLADOR. SU MANTENIMIENTO REQUIERE FRECUENTE REBARNIZADO. ESTOS ELEMENTOS SE USAN BASICAMENTE PARA PROPORCIONAR ASPECTOS AGRADABLES.

EN CUANTO A LOS MUEBLES DE MADERA, HAY UNA GRAN VARIEDAD DE ESTOS, Y DE CONSTRUCCION COMPLEJA, QUE ENTRARIA EN UN CURSO DE CARPINTERIA, SOLAMENTE DIREMOS LO REFERENTE A QUE HAY QUE PROPORCIONAR MANTENIMIENTO FRECUENTE POR ROTURAS, RAYADURAS Y REPINTADO DE LOS MISMOS PARA MANTENER EL ASPECTO AGRADABLE QUE DEBE TENER CADA UNIDAD. SUS ACABADOS TAMBIEN SON VARIADOS COMO LACA, BARNIZ, ESMALTE, PLASTICO LAMINADO, ETC.; -- TAMBIEN HAY QUE CONSERVAR EL HERRAJE DE LAS PARTES ESTRUCTURALES METALICAS QUE TIENEN ALGUNOS MUEBLES.





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO

EL MANTENIMIENTO ANTE EL FENOMENO SISMICO

Ing. Antonio Ortega y M.

FEBRERO, 1985

EL MANTENIMIENTO ANTE EL FENOMENO SISMICO

ING. ANTONIO ORTEGA Y M.

MANTENIMIENTO es la función de servicio a una actividad productiva, - para mantener en óptimas condiciones las instalaciones de las que hace uso esta actividad, para lograr un objetivo. Estas condiciones -- óptimas se refieren a eficiencia, seguridad y economía.

Es pues, una función del mantenimiento, el determinar, llevar a cabo o informar a las personas que hacen uso de las instalaciones, las medidas y precauciones que se deben tomar antes, durante y después de - algún sismo para lograr estas condiciones de seguridad.

Las acciones que deben considerarse en el análisis de un problema en potencia, como es un sismo, son de naturaleza PREVENTIVA, CORRECTIVA, ADAPTATIVA, CONTINGENTE E INTERINA.

Para estar en posibilidad de determinar la mayor parte de estas -- acciones será necesario tener conocimiento de las instalaciones y -- contar con planos actualizados, tanto de las estructuras de los edi ficios como de sus instalaciones y equipos.

I.- ACCIONES PREVENTIVAS : (Son aquellas que nos permiten disminuir al mínimo las probabilidades de que algo malo suceda.)

a).- REVISIONES PERIODICAS : En toda instalación es necesario -- llevar a cabo revisiones periódicas para evitar problemas mayores ante la aparición de un fenómeno físico de efectos destructivos, como : sismos, ventarrones, incendios e inundaciones. Estas revisiones de-- ben abarcar tanto los elementos estructurales de un edificio como son cimentación, columnas, muros, trabes y losas, así como elementos se-- cundarios como son bardas, pretilas, pisos, tanques elevados, cister nas así como a todos aquellos elementos, que sin ser parte integrante de la estructura pueden significar un peligro para las personas como son : cancelas, muros divisorios, herrería, vidrios, plafones, antenas y anuncios.

En estas revisiones periódicas algunos de los aspectos que deben -- considerarse dependiendo de las características del edificio -----

son :

- Asentamientos de las estructuras.
- Desplomes de la estructura.
- Filtraciones o fugas en las instalaciones en cimentaciones.
- Limpieza de juntas constructivas.
- Fisuramientos o agrietamientos en los elementos estructurales.
- Desprendimiento o abolsamiento de recubrimientos y aplanados.
- Fijación de elementos de sujeción de instalaciones hidráulicas, sanitarias, gas, eléctricas.
- Fijación de elementos de sujeción de herrería, celosías, anuncios luminosos, marquesinas.
- Fijación de elementos de suspensión de plafones.
- Estabilidad de cancelas, muros divisorios, bardas, pretilas.
- Fijación de estanterías, libreros, candiles y demás mobiliario susceptible de perder su estabilidad ante un fenómeno sísmico.

b.- DIFUSION DE MEDIDAS DE SEGURIDAD :

1.- A los usuarios de las instalaciones :

- Conservar la serenidad
- Si tienen que desplazarse, hacerlo caminando, no corriendo
- No usar los elevadores, normalmente se suspende la energía eléctrica y se quedarán atrapados.
- Evitar las escaleras ya que pueden perder el equilibrio además de no ser el lugar estructuralmente más seguro.
- Evitar las cercanías de las fachadas de los edificios, tanto interior como exteriormente ya que puede haber desprendimientos de vidrios, herrería, aplanados y recubrimientos.
- Evitar la cercanía de líneas de transmisión eléctrica.

2.- Al personal de mantenimiento. Por su conocimiento de los edificios, equipos e instalaciones, así como por ser responsable de la seguridad y protección, le corresponde la autoridad en casos de sismo, por lo que deberán asignarsele tareas específicas en el caso de esta eventualidad entre las que pueden considerarse :

- La suspensión de algunos servicios :
 - electricidad, agua, elevadores.
- El reestablecimiento de la serenidad de los usuarios.
- Auxilio a personas afectadas físicamente.
- Organización de la eventual evacuación de las instalaciones

II.- ACCIONES POSTERIORES A UN SISMO

Después de un sismo, se debe efectuar a la mayor brevedad una revisión de todos los elementos estructurales principales y secundarios, así -- como aquellos que sin ser parte integrante de la estructura puedan -- significar un peligro para las personas.

Esta revisión debe abarcar todos los aspectos consignados en la revisión periódica preventiva y deberá hacerse con especial atención :

- En aquellos elementos que revelaron fallas anteriores, ya sea debido a sismo ó a otras causas.
- En aquellos niveles comprendidos en el tercio medio de la altura -- del edificio ; en aquellos niveles en que la sección de la planta -- del edificio varía en aquellos niveles que hay cambio de sección de columnas.
- Las rampas de escaleras, rampas de estacionamientos y cubos de elevadores.
- En lo que se refiere a desplomes de la estructura.
- En lo que se refiere a hundimientos diferenciales de la estructura.

Con todas estas observaciones deberá elaborarse un documento, reporte, acta ó dictámen en donde se consignan los daños observados, y su gravedad; si deberán desalojarse áreas del inmueble para su reparación, -- si se encuentra en peligro la estabilidad del edificio ó parte de él, si es conveniente contar con el auxilio de expertos para el dictámen respecto a su ocupabilidad ó reparación.

En ocasiones esta labor del encargado del mantenimiento, resulta crítica, pues de su conocimiento y buen juicio dependerá tanto la seguridad de las personas y las instalaciones, como el que no sea interrumpida la labor productiva, ó ésta interrupción sea lo más breve posible.



Por esta circunstancia resultará conveniente que el encargado de mantenimiento, conozca las principales fallas que puedan presentarse, en los elementos de una estructura, su origen y posible gravedad a efecto de estar en posibilidad de tomar una acción adecuada.

Esta fallas son :

1.- TRABES DE CONCRETO.

En trabes de concreto se pueden presentar varios tipos de falla;

- Falla de flexión.

Este tipo de falla es gradual y por lo general no es motivo de colapso de la estructura. Se manifiesta por pequeñas grietas - sin llegar a la cara opuesta

- . En el lecho inferior al centro del claro
- . En el lecho superior cerca de los apoyos.

Acompañando de estas grietas, se tienen deflexiones al centro - del claro de la trabe; un límite de relación aceptable para estas deflexiones, cuando estas no se incrementan con el tiempo - es del orden de 1:400 (deflexión entre claro).

- Falla por esfuerzo cortante.

Se manifiesta por grietas diagonales cerca de los apoyos y es - debida a falta de estribos. Este tipo de falla es súbita y puede provocar el colapso de la estructura.

- Falla por defectos de colado.

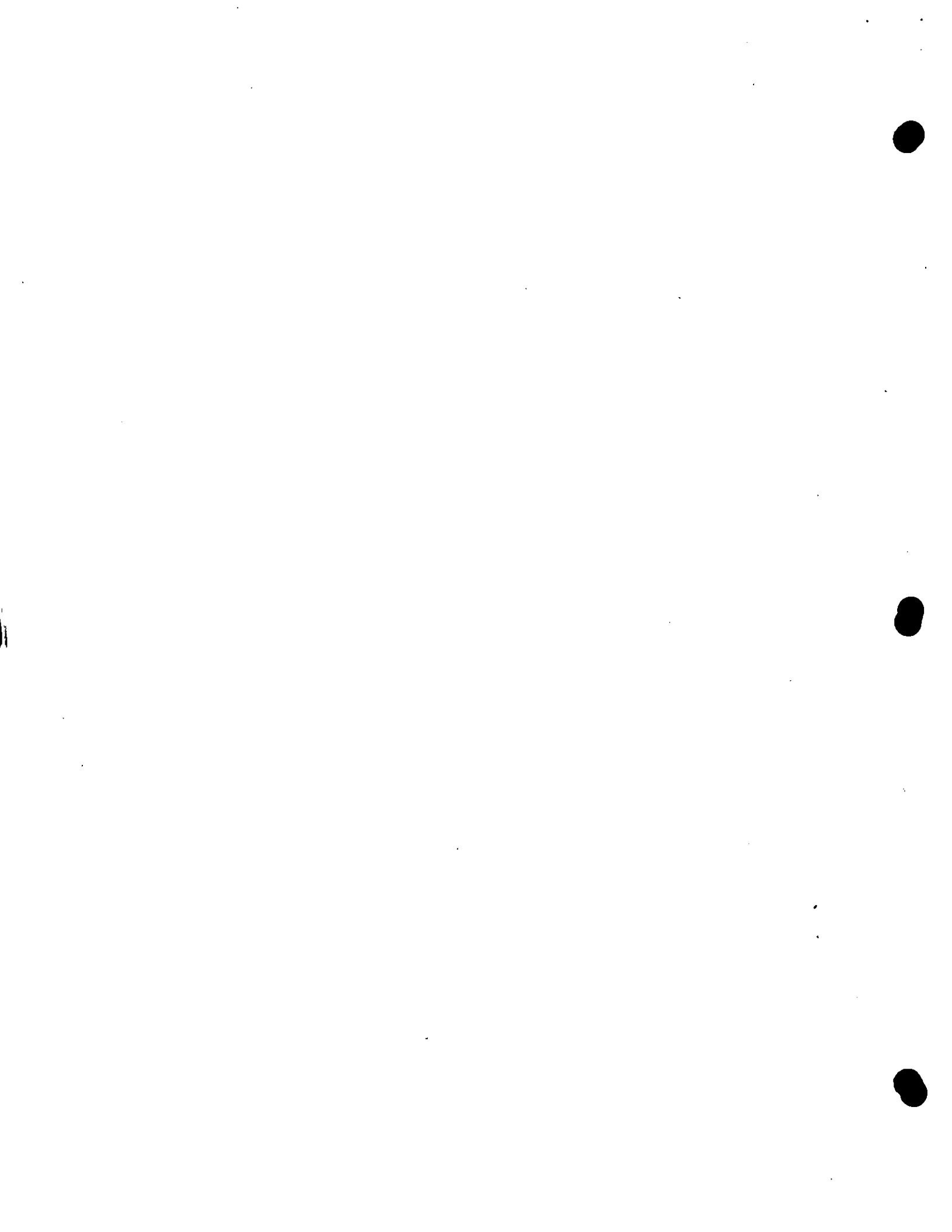
Es muy común y se manifiesta por hoquedades en la superficie del concreto; esta falla puede ocasionar la corrosión del acero de -- refuerzo y la aparición de otro tipo de problemas.

2.- COLUMNAS DE CONCRETO.

Las principales fallas son:

- Falla por comprensión

Se manifiesta por grietas diagonales en las cuatro caras de la - columna, es muy peligrosa y motivo de apuntalamiento de la es-- tructura y reparación inmediata.



- Falla por flexión.
Se manifiesta por grietas horizontales por lo general cerca de -- los extremos inferior o superior.
- Falla por defectos de colado.
Se manifiesta por hoquedades y tienen las mismas consecuencias -- que las trabes.
- Falla por colocación de estribos.
Se manifiesta por pequeñas grietas horizontales, todo alrededor-- de la columna y coincidiendo con el estribo; ésto se debe a falta de recubrimiento y no es de peligro.
- Falla por ranuras.
Esto es muy común en columnas, al ranurado no previsto para la--- colocación de tubería o cajas de la instalación, que se resana -- con mezcla.

3.- LOSAS DE CONCRETO.

La principal falla de las losas es la debida a flexión acompañada generalmente por deflexiones, que se manifiesta por :

- Grietas en el lecho inferior al centro del claro y en las esquinas
- Grietas en el lecho superior cerca de los apoyos.

En todos los casos de falla de algún elemento de la estructura es conveniente consultar con un especialista del ramo antes de efectuar --- cualquier reparación.

Si la falla se presenta en varias columnas (más del 20% de ellas) es necesario desalojar el edificio y esperar el dictámen de un especia-- lista después de efectuar el apuntalamiento provisional.

4.- ESTRUCTURAS DE ACERO.

En estructuras remachadas o atornilladas se puede presentar el proble ma de que se aflojen o degüellen los pernos de conexión y en ocasio-- nes sólo una inpección detallada los detecta.

En estructuras soldadas, las conexiones y ensambles deben ser revisa-- dos especialmente.

En caso de existir tensores es muy frecuente que no tengan la tensión



adecuada y por lo tanto no empiecen a trabajar hasta que la estructura está muy deformada.

En todos estos casos la falla es súbita y sus consecuencias pueden -- ser muy graves.

En estas estructuras lo más importante es evitar la corrosión mediante pintura adecuada.

5.- CIMENTACIONES Y HUNDIMIENTOS

El tipo de falla más común es el debido a hundimientos diferenciales -- debido a compresión del terreno.

Estas fallas se manifiestan por desplomes del edificio, hundimientos -- del piso, grietas en los muros o en las trabes de la estructura. --- Siempre que aparezcan estos síntomas es necesario consultar con un -- ingeniero especialista, porque pueden ser causa de daños irreparables a la larga.

6.- MUROS.

En los muros se pueden presentar grietas en diferentes direcciones.

- Si las grietas son verticales, se pueden deber a la presencia de instalaciones hidráulicas o eléctricas ocultas y no tienen importancia estructural.
- Sin son horizontales, pueden ser por empujes laterales o esfuerzos por cambio de temperatura y sí tienen que ser revisadas. También pueden deberse a instalaciones ocultas.
- Si las grietas son inclinadas, se deben a hundimientos del suelo o deflexiones de las losas o trabes que las sustentan y estos hundimientos o deflexiones son en dirección perpendicular a la grieta.

Es conveniente también en estos casos la intervención de un Ingeniero -- especialista para su diagnóstico y en todo caso su reparación.

7.- NIVELACIONES.

En cualquier edificio es de gran utilidad conocer su comportamiento --



mediante un registro de nivelaciones periódicas que pueden tener un - intervalo desde un mes hasta uno o varios años, dependiendo del :

- Tipo de estructura
- Altura sobre el nivel de desplante
- Condiciones del subsuelo
- Edificios colindantes
- Uso del inmueble
- Comportamiento en sismos

Es conveniente revisar la nivelación del edificio después que se haya presentado un sismo.

Una vez hecha la evaluación inicial de los daños producidos por el--- fenómeno sísmico y tomadas las determinaciones respecto a la ocupa- - bilidad de las instalaciones o su desaloje parcial o transitorio, de- - berá procederse a :

II.- LA ACCION INTERINA (Aquellas que detienen la desviación en de- - terminado valor antes de conocer todas las causas y contar con- - todos los recursos).

- Recogiendo los escombros
- Desprendiendo aplanados y recubrimientos flojos
- Revisando las instalaciones
- Restituyendo los servicios que se interrumpieron

III.- LA ACCION ADAPTATIVA.- Aquella que más se adapta de momento, - sin corregir totalmente la desviación por falta de recursos, a- - pesar de conocer las causas.

- Apuntalamientos provisionales

Cuando se observa alguna falla en un elemento estructural (co- - lumnas, trabes), se debe apuntalar desde la cimentación en toda el área de influencia; cuando se trate de falla en trabes se -- puede apuntalar con polines de madera, desde el nivel del pro-- - blema hasta el terreno de desplante; si la falla ocurre en una-

columna, el apuntalamiento deberá ser en las trabes que concurren a ellas, con elementos metálicos, de preferencia de sección cuadrada -- desde la cimentación hasta la azotea.

IV.- ACCION CONTINGENTE.- (La que nos permite bajar la pendiente o magnitud de la desviación).

Esta dependerá de la manifestación del fenómeno destructivo y de la forma que éste afecte a la actividad productiva y consistirá fundamentalmente en proveer soluciones alternativas -- para que ésta no se interrumpa.

V.- ACCION CORRECTIVA Cuando la revisión posterior a un sismo ó en las revisiones periódicas se han detectado daños en los -- elementos principales, desplomes o hundimientos, de una es--- tructura que puedan poner en peligro su estabilidad, aunque-- no sea en forma inmediata, ó se han detectado daños intensos o extensos en algún elemento secundario que pudiese ser manifes-- tación de alguna falla de diseño, constructiva o de uso del -- inmueble., antes de intentar cualquier acción correctiva, con-- viene consultar con algún experto, quien para dar la solución deberá apoyarse en las observaciones hechas por el personal-- de mantenimiento tanto en sismos anteriores como en las revi-- siones periódicas así como en los planos constructivos, memo-- rias de cálculo actualizados, dictámenes periciales anterio-- res, si es que los hubo.





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO

VISITA AL RECLUSORIO NORTE

Ing. Salvador Basilio Tenorio Sánchez

FEBRERO, 1985



Antecedentes: Los Reclusorios y Centros a cargo de la Dirección General de Reclusorios funcionan con equipos especiales para cumplir con sus necesidades de servicio, y tomando en cuenta que estos equipos -- son especiales y delicados en cuanto a su mantenimiento, se hace necesario que las reparaciones y supervisión se lleven a cabo por profesionales especializados para cada uno de estos equipos.

Esto nos obliga a realizar un proceso ordenado (plan de servicio) consistente en:

1. ESTUDIO.- De carácter profesional especializado, con el fin de conocer las necesidades de servicio, acondicionar el equipo a estas necesidades y trazar planes para resolver el problema.
2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.- En base al anterior estudio, se realizará la cotización del trabajo para convocar a un concurso donde serán analizados y así designar al mejor servicio y condiciones.
3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.- Contrato de servicio anual de mantenimiento que deberá ser preferentemente ejecutado por la misma compañía que realice la reparación.
4. MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA.- Consiste en mantener los servicios en base a una reparación provisional o de emergencia -- operativamente funcionando mientras sea ejecutado el servicio de mantenimiento preventivo-anual.

Para el correcto funcionamiento de un equipo determinado, se requiere que los equipos interrelacionados, con éste, se encuentren en óptimas condiciones de operación para con esto evitar continuas desconposturas ocasionadas por el mal estado de instalaciones y maquinaria que auxilian el buen desempeño de los equipos.



Para definir el Programa de Mantenimiento con relación al caso específico de los Reclusorios y Centros de Readaptación Social, y debido a la complejidad del mismo, se subdividió de acuerdo a los puntos descritos en el siguiente párrafo:

1. Se considerará como "Equipo" al conjunto de maquinarias que brinden un servicio determinado.
2. Se considerará como "Sistema" al conjunto de tuberías, conexiones, válvulas, etc. que guíen o dirijan el producto de los equipos a otros equipos o sistemas.
3. Se considerará como "Acabados" a todos los trabajos que ayuden a mantener los cuerpos o edificios en óptimas condiciones.
4. Se considerará como "Obra" a todos los conceptos o trabajos contemplados en albañilerías y construcciones que auxilien las funciones de los centros

.....

De acuerdo a las definiciones anteriores tenemos el siguiente enlistado:

EQUIPOS

- Equipo Generador de Energía Eléctrica
- Equipo de Bombeo Programado
- Equipo de Panadería
- Equipo de Tortillería
- Equipo de Refrigeración
- Equipo de Calderas
- Equipo de Cocinas
- Equipo de Lavandería
- Equipo de Elevadores

SISTEMAS

- Sistema de Instalación Eléctrica
- Sistema de Instalación Hidráulica Sanitaria
- Sistema de Instalaciones de Vapor
- Sistema de Instalaciones Especiales

ACABADOS

- Impermeabilización
- Herrería
- Pintura
- Vidrios
- Damos
- Etc.

O B R A

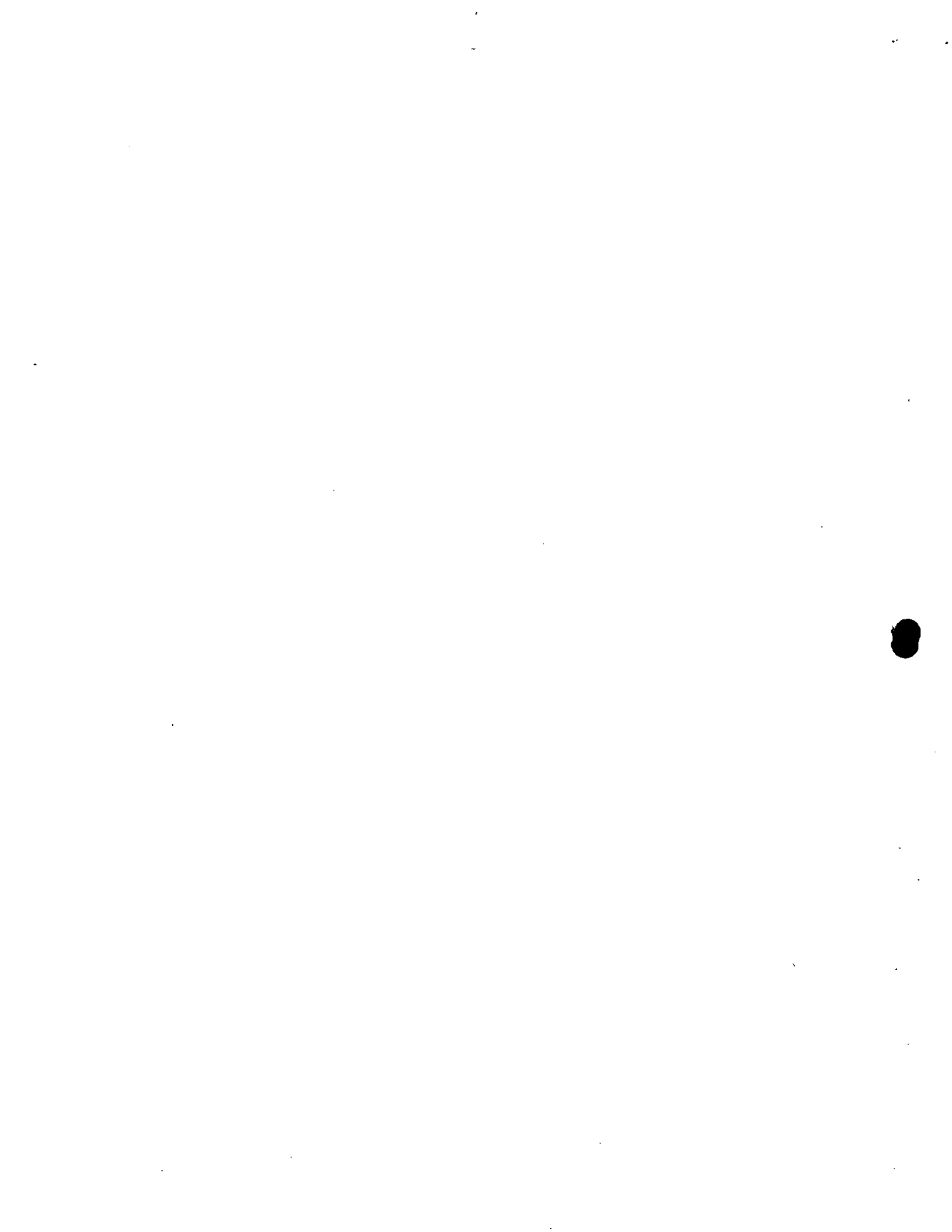
- Albañilería
- Construcción



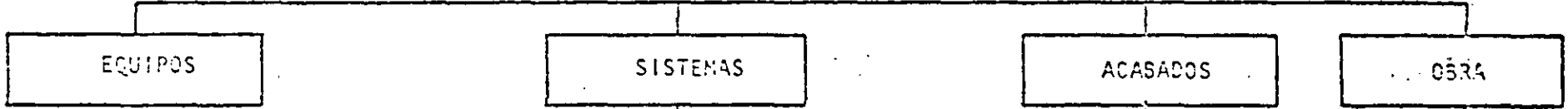
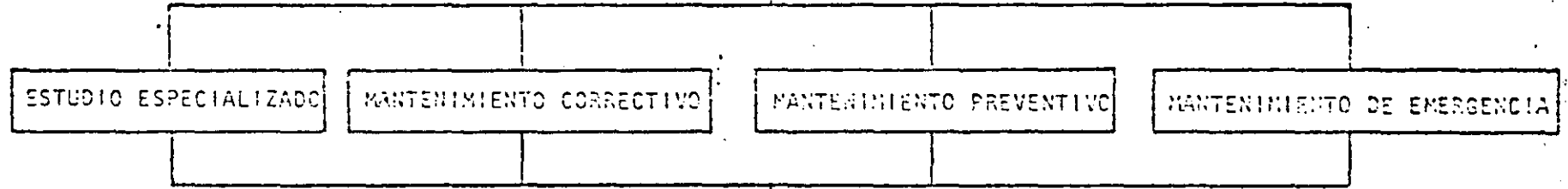
CONCLUSIONES:

Ya analizado lo anterior debemos contemplar que el Programa debe ser --
realista, actual y a futuro contemplado en un proceso: de estudio, co--
rrectivo y preventivo.

Con esto, se facilitó la elaboración del Programa más adecuado para so-
lucionar el mantenimiento, tomando en cuenta el estado actual de los --
centros, la forma recomendable de ataque, basado en el análisis real --
del problema sin olvidar la prevención a futuro con menor costo.



PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO 85



- EQUIPO GENERADOR DE ENERGIA ELECTRICA
- EQUIPO DE BOMBEO PROGRAMADO
- EQUIPO DE PANADERIA
- EQUIPO DE TORTILLERIA
- EQUIPO DE REFRIGERACION
- EQUIPO DE CALDERAS
- EQUIPO DE COCINAS
- EQUIPO DE LAVANDERIA
- EQUIPO DE ELEVADORES

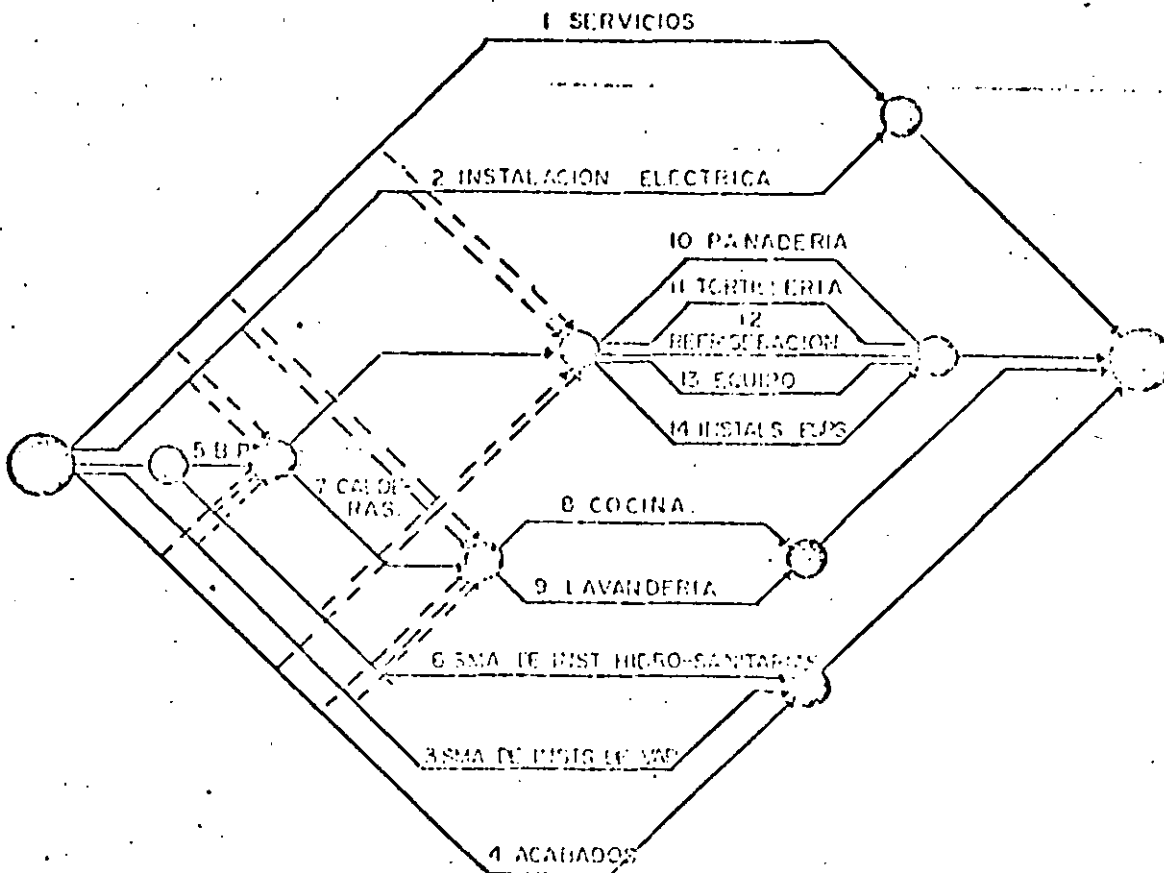
- SISTEMA DE INSTALACION ELECTRICA
- SISTEMA DE INSTALACION HIDROSANITARIA
- SISTEMA DE INSTALACIONES DE VAPOR
- SISTEMA DE INSTALACIONES ESPECIALES

- IMPERMEABILIZACION
- HERRERIA
- PINTURA
- VIDRIOS
- DOMOS
- ETC.

- ALBARILERIA
- CONSTRUCCION

RUTA CRITICA E INTERRELACION DE ACTIVIDADES:

1. SERVICIOS
2. INSTALACION ELECTRICA
3. SISTEMA DE INSTALACION DE VAPOR
4. ACABADOS
5. EQUIPO DE BOMBEO PROGRAMADO
6. SISTEMA DE INSTALACION HIDRAULICA SANITARIA
7. EQUIPO DE CALDERAS
8. EQUIPO DE COCINA
9. EQUIPO DE LAVANDERIA
10. EQUIPO DE PANADERIA
11. EQUIPO DE TORTILLERIA
12. EQUIPO DE REFRIGERACION
13. EQUIPO DE ELEVADORES
14. SISTEMA DE INSTALACIONES ESPECIALES









DIRECCION GENERAL DE
RECLUSIVOS Y CENTROS
DE REABILITACION SOCIAL

RECLUSORIO PREVENTIVO
NORTE

DEPTO. TECNICO
DE PROYECTO Y
CONSTRUCCION

FECHA		
22	11	85
HOJA: 1/1		

CUADRO DE OBSERVACIONES, CONSIDERADAS DENTRO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO; PARA DESARROLLARSE EN LOS CENTROS DE ESTA DIRECCION.

- DORMITORIOS :** INSTALACION ELECTRICA.- PROBLEMAS RELACIONADOS CON ALUMBRADO EN CELDAS, PASILLOS, EXTERIORES, COMEDORES Y CON LOS TABLEROS DE CONTROL.
- INSTALACION HIDROSANITARIA.- PROBLEMAS RELACIONADOS CON FUGAS EN LAVABOS, RAMALES Y REGADERAS COMUNES. DESAZOLVES EN LAVABOS, INODOROS, BAJADAS ETC.
- PINTURA.- OBSERVACIONES EN CUANTO AL TRATO OTORGADO POR LOS INTERNOS A LOS MUROS, REJAS, ETC.
- IMPERMEABILIZACION.- PROBLEMAS RELACIONADOS CON LAS FILTRACIONES Y LIMPIEZA DE AZOTEAS PARA SU CONSERVACION Y DETERIORO DE LAS MISMAS.
- JARDINERIA.- CONSERVACION DE LAS MISMAS POR PARTE DE LOS INTERNOS.
- VIDRIOS.- PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA ROTURA DE LOS MISMOS POR PARTE DE LOS INTERNOS.
- HERRERIA.- PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL MAL TRATO DE LAS REJAS DE PROTECCION DE LOS TABLEROS DE CONTROL DE LUMINARIAS EN GENERAL.

CUARTO DE MAQUINAS:

- EN ESTA AREA SE OBSERVARAN:
- a) UNA CALDERA ABIERTA, A LA CUAL SE LE ESTA PRESUPUESTANDO SU REPARACION. AQUI SE CONTEMPLARA SUS COMPONENTES Y DESPERFECTOS.
 - b) SISTEMA DE BOMBEO, SU FUNCION Y CONTROL.
 - c) EQUIPOS AUXILIARES Y SU FUNCIONAMIENTO.
 - d) DETALLES DE PINTURA Y SERALAMIENTOS.
 - e) LIMPIEZA DE LAS AREAS.

COCINA: EN ESTA AREA SE OBSERVARAN:

- a) LA IMPORTANCIA DE LA LIMPIEZA Y PINTURA DE LOS MUROS.
- b) EL CORRECTO MANTENIMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MECANICO -- DE LAS MARMITAS, PARA EVITAR ACCIDENTES EN LAS PERSONAS QUE TRABAJAN EN LA ELABORACION DE LOS ALIMENTOS.
- c) IMPORTANCIA DE LAS FUGAS DE VAPOR EN EL SISTEMA DE ALIMENTACION A -- LAS MARMITAS.
- d) PROBLEMAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS, HIDROSANITARIAS Y FUMIGACION.

LAVANDERIA Y PANADERIA:

- a) IMPORTANCIA DE LA REPARACION Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO PARA LA -- FUNCION DESEMPEÑADA EN EL CENTRO. Y PINTURA EN EQUIPO Y MUROS.
- b) PROBLEMAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y HIDROSANITARIAS.

SERVICIOS MEDICOS-EDIFICIO DE GOBIERNO.

EN ESTAS AREAS SE OBSERVARAN DETALLES DE DETERIORO DE AZOTEAS, TIPOS DE IMPERMEABILIZACION EXISTENTES Y DE RECIENTE APLICACION.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO

**RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE ACEITE
HASTA 1500 KVA**

ING. ANDRES D. CHAVEZ SAÑUDO

FEBRERO, 1985

3.2 RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE ACEITE HASTA 1500 KVA.

Estas recomendaciones están basadas en gran parte en las publicadas por Conductores Monterrey, los cuales son bastante practicas -- para este tamaño de transformadores.

GENERALIDADES.-

El Transformador Eléctrico es un equipo que requiere mucha atención-- en los períodos de mantenimiento, aún cuando estos no sean frecuen-- tes, ya que en ocasiones, pequeñas fallas no detectadas a tiempo, -- causan fuertes pérdidas de tiempo y dinero.

Aunque un Transformador Eléctrico no tiene piezas en movimiento como los equipos rotativos, es un equipo que está sujeto a soportar es--- fuerzas mecánicas en su bobinas y nucleos, derivados de la corriente de excitación, cortos circuitos, descargas atmosféricas o bien por -- fuertes cambios de carga provocados por el arranque y paro de gran-- des equipos eléctricos.

Existen dos clases de mantenimiento: Mantenimiento Preventivo y Man-- tenimiento Correctivo.

Para nuestro caso vamos a desarrollar algunos puntos de importancia-- que debemos tener presentes al elaborar un programa de mantenimiento preventivo para transformadores, tanto de distribución como de potencia.

OBSERVACIONES.-

Por principio hemos de tomar en cuenta, que como cualquier otro -- equipo, el transformador ha sido diseñado bajo ciertas normas (ANSI, NEMA, CCONNIE), que especifican el servicio y las condiciones de trabajo a que será sometido, por lo tanto hablaremos del mantenimiento preventivo que debemos de dar a un transformador que trabaje en condiciones normales de carga y temperatura.

Sabemos bien que el transformador genera calor, y que este calor -- dependiendo de su intensidad, producirá mayor o menor daño en el -- aislamiento de sus bobinas y en el líquido aislante, volviéndolo -- espeso y lodoso y por lo tanto disminuyendo la rigidez dieléctrica y su poder refrigerante.

Este calor que se genera directamente por la carga conectada al -- transformador es el primer punto a cuidar en nuestro equipo, o sea, no operar lo más allá de los límites especificados para su funcionamiento normal. (Límite de temperatura, carga, enfriamiento, etc). No se quiere decir con esto, que el transformador no sea capaz de -- soportar sobrecargas eventuales, siempre y cuando sean las que per -- mitan las normas citadas anteriormente, sin producir desde luego -- un demérito en la vida útil del transformador.

Otro punto importante y que va ligado íntimamente con lo dicho anteriormente, es proveer en todo momento una circulación adecuada de aire en las instalaciones de la subestación donde se encuentra el transformador cuando éste va instalado en el interior de la planta.

Por otro lado, en los transformadores que estén instalados en locales bajo techo cuyas áreas circundantes contengan vapores o atmósferas dañinas, exceso de polvo abrasivo, mezclas explosivas de polvos o gases, es recomendable que el local se mantenga a presión ligeramente mayor que la atmosférica inyectando aire libre de contaminaciones y así impedir que se introduzcan a su interior elementos que perjudiquen el buen funcionamiento del equipo. Esto también es muy importante tenerlo en cuenta para transformadores de tipo seco en donde la limpieza y circulación de aire juega un papel muy importante para la disipación del calor.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ahora bien, después de estas observaciones que hemos de vigilar de cerca, vamos a establecer un sistema a seguir para efectuar el mantenimiento.

El primer mantenimiento de un transformador se deberá efectuar al año de haber sido instalado y posteriormente cada 6 meses, en caso contrario, un indicador exacto de cuando hacerlo será el estado en que se encuentra el líquido aislante. Para esto, se toma una muestra de aceite y se analiza. No hay que basarse únicamente en la prueba de rigidez dieléctrica pues esto en ocasiones no es muy indicativo de la degradación existente, y cuando el aceite tiene sustancias en solución como carbón ó cenizas, que le hacen perder su viscosidad y peso específico adecuados, la prueba de rigidez dieléctrica nada dice.

Las características principales de un buen aceite son las siguientes:

Rigidez dieléctrica	30	KV
Factor de potencia, 60 Hz, 25°C	0.05	%
Núm. de neutralización	0.03	
Contenido de humedad	35	ppm
Viscosidad a 37.8°C	60	ssu
Densidad relativa a 20°C	0.87	
Apariencia	Brillante y clara	

a) Pruebas de Campo

Las pruebas de aceite que se recomiendan en CCONNIE 8.8-1 para el mantenimiento de campo son las siguientes:

RIGIDEZ DIELECTRICA (Sociedad Americana de Pruebas de Materiales ASTM-877). Se coloca una muestra de aceite en una copa patrón (Standard) limpia, de modo que cubra dos electrodos verticales de una pulgada de diámetro y 0.1 pulgadas de separación. Se aplica un voltaje de 60 c.p.s. de CA a través de los electrodos hasta que aparece el arco. Esto se repite cuando menos tres veces en una muestra y se computa el promedio.

NUMERO DE NEUTRALIZACION (ASTM D-1534). La acidez de un líquido aislante de tipo mineral es una medida de la cantidad de oxidación que ha tenido lugar y es por lo tanto, una indicación del deterioro que ha ocurrido. También es una indicación de la tendencia a formar sedimentos. El No. de Neutralización se define como el peso, en miligramos de hidróxido de potasio (KOH), requerido para neutralizar el ácido en un gramo de aceite dieléctrico. Varios juegos o conjuntos diferentes de pruebas se encuentran disponibles para permitir a usted probar el No. de Neutralización simple y exactamente, sin equipo de laboratorio.

COLOR (ASTM D-1524). Otra prueba sencilla de mantenimiento en el campo para evaluar la condición del líquido aislante en servicio es un examen de su color. El aceite nuevo es por lo general muy claro y brillante.

Conforme se va haciendo viejo por el servicio, tiende a oscurecerse, principalmente por la formación de sedimento y otros contaminantes.

Normalmente, las tres pruebas de aceite discutidas hasta aquí, son adecuadas para determinar la condición del líquido aislante, y el uso periódico y regular de ellas establecerá el grado de degradación.

También, si el resultado de cualquiera o de todas, se acerca o excede los límites mostrados en la tabla No. 1 Usted contará con una base firme para programar un mantenimiento preventivo.

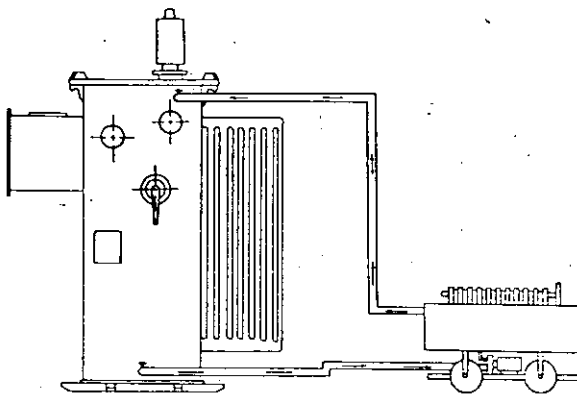
TABLA No. 1

LIMITES DE PRUEBAS PARA ACEITES DE TIPO MINERAL		
PRUEBA	SATISFACTORIO	DEBE SER FILTRADO
Rigidez Dieléctrica	30 KV	Menor de 23 KV
No. de Neutralización	0.03	0.03 a 0.05
Factor de Potencia	0.05 %	0.11 a 0.20
% de Humedad	35 p.p.m.	100 p.p.m.

b) Regeneración del Aceite

El proceso de regeneración de un aceite hay que efectuarlo en varios pasos: Secado, filtrado, desgasificado y calentado. Esto puede hacerse en un moderno equipo de tratamiento de aceites; sin embargo, y esto sucede en la mayoría de los casos, un equipo tan grande y costoso no se posee en la planta y hemos de contentarnos con hacer la regeneración del aceite con un filtro prensa y una bomba de vacío, que resultan suficientes para aceites que no tengan excesiva degradación.

En la siguiente figura, se muestra la conexión filtro prensa, al transformador que se va a filtrar.



La carga de papel filtro que se va a utilizar en el filtro prensa, deberá ser previamente secada en un horno a temperatura de 105°C, durante 8 horas, para eliminar la humedad del papel y asegurar un secado efectivo del aceite. El proceso de filtrado se prolongará hasta en tanto una muestra de aceite analizada reporte características confiables del aceite.

c) Reposición del Aceite

Cuando se trate de aceites ya degradados (como resultado de excesivos calentamientos, oxidación), será necesario que se cambie la totalidad de líquido aislante por aceite nuevo.

El proceso a seguir será el siguiente.

- I. Se sacará el aceite dañado por la válvula de drenaje del tanque y se inyectará al mismo tiempo por la tapa, nitrógeno puro y extra seco, para mantener a los aislamientos y a la parte activa del transformador en una atmósfera seca, cuidando desde luego que la presión dentro del tanque no exceda los límites de diseño. Una vez extraído el total de aceite se hace vacío al tanque con una bomba para extraer el nitrógeno y proceder enseguida a reponer el líquido aislante con aceite nuevo que ha sido secado, filtrado y desgasificado anteriormente.

El vacío realizado al tanque no excederá del límite que soporte y se mantendrá así 8 horas antes de inyectar el aceite.

El vacío es con el objeto de extraer el máximo los gases ocluidos en los aislamientos del conjunto núcleo bobinas, e impregnado de acuerdo a las condiciones proporcionadas en fábrica.

- II. Una vez que se ha filtrado o cambiado el aceite según el caso, deberán de limpiarse las terminales de alta y baja tensión, con una franela ligeramente húmeda de thinner o toluol para remover de los aisladores, grasa,

povlo, pintura, etc., que se haya depositado en las campanas, proveiendo así un camino natural para la falla del aislador por fuga.

- III. Cerciorarse que el tanque ha quedado herméticamente cerrado, apretando todas las tapas, juntas, válvulas y boquillas del tanque, pues si existe una fuga de aceite, bajara el nivel de éste dentro del tanque y pondrá al descubierto puntas energizadas que fallarán inevitablemente a tierra. O si por el contrario la fuga es en la cámara de aire, cuando esté trabajando se expandirá y contraerá el aceite debido a los cambios de temperatura, ocasionando que el transformador "respire", dando oportunidad a que el aire humedo de la atmósfera penetre en el tanque humedeciendo y oxidando el aceite.
- IV. Cuando se trate de transformadores con tanque conservador, es necesario cambiar periódicamente el desecador o sílica gel. Después de un proceso de filtrado o reposición de aceite será necesario antes de poner en servicio el transformador, purgar el aire del relevador Bucholz.

Lo anterior son las actividades, relacionadas con el aceite en mal estado y su regeneración; debe de aprovecharse la ocasión - para hacerse la inspección interna, sacando los elementos activos- fuera del tanque y en la cual es aplicable el reporte de inspección que se presenta enseguida.

Si el aceite resulta en buen estado, el transformador no de be abrirse al menos que otros sintomas se presenten: Ruidos anorma les, altos o bajos niveles de aceite, ruptura en dispositivos para sobrepresión o incremento de temperatura o cargas normales de ope- ración, entonces el transformador debe ser abierto y se debe reali zar una inspección completa de él.

.. Si los transformadores han estado expuesto a sobrecargas, - cortos en las cargas del lado secundario, puede aplicarse lo reco- mendado en el punto 5 de esta guía. Estos transformadores deben - de ser inspeccionados INTERNAMENTE CADA AÑO.

Los cambiadores de derivaciones deben de ser inspeccionados anualmente. Los contactos deben verificarse para ver si no están flameados; corroídos y si están alineados y con libertad de movi- miento. Deben de verificarse aprietos en conexiones y presión de- contactos. Deben de verificarse sellos y hermeticidad del compar- timiento del cambiador, y al aceite deberá de hacerse el mismo tra- tamiento que el indicado para el transformador. Si el cambiador - opera bajo carga, debe inspeccionarse cada 6 meses.



REPORTE DE INSPECCION PARA UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBU-
CION HASTA 1500 KVA, MT - ET.

ORDEN No. _____

FECHA _____

CLIENTE _____

LOCALIZACION _____

MONTAJE: POSTE PEDESTAL BOVEDA

CIRCUITO _____

LANCA _____ TIPO _____ SERIE _____

MONOFASICO TRIFASICO ACEITE PCB

VOLTAJE PRIMARIO _____ VOLTAJE SECUNDARIO _____

IMPEDANCIA _____

CONEXION PRIMARIA _____ CONEXION SECUNDARIA _____

TAPS EN PRIMARIO TAPS EN SECUNDARIO

TAPS COLOCADOS EN _____

REPORTE DE INSPECCION
PARA UN TRANSFORMADOR
DE DISTRIBUCION

ACCESORIOS:

ATENCION: NO SE PERMITE EL TRABAJO EN VIVO; EL TRANSFORMADOR DEBE SER DESENERGIZADO.

PUNTOS MECANICOS A VERIFICAR.

- 1.- Limpieza de conexiones primaria , Secundaria , Tierra
- 2.- Limpieza e Inspección de Boquillas
- 3.- Inspección de Sujeción y Embagues en Boquilla - Tanque
- 4.- Inspección de sellos y empaques en tapa superior y Cubierta para Introducción de mano
- 5.- Observar fugas de aceite
- 6.- Verificar nivel de aceite
- 7.- Verificar indicador de temperatura (si lo hay).
- 8.- Obtener muestra de aceite y probarla
- 9.- Inspeccione cambiador de derivaciones y apriete de Taps Internos y Conexiones a Boquillas
- 10.- Inspeccione si hubo arqueo interno, signos de sobrecalentamiento, carbón o lodos.
- 11.- Inspeccione si hay bobinas flojas, separadores sueltos o laminaciones de nucleo sin apretar.
- 12.- Inspeccione distancias eléctricas, deterioración de aislamiento en bobinas y amarres de cables o bobinas rotos

REPORTE DE INSPECCION PARA
UN TRANSFORMADOR DE DISTRI
BUCION.

- 13.- Verifique fugas por efecto "Sifón" a través de terminales
14.- Inspeccione integridad en el formado de cables y mal estado -
de terminales y zapatas
15.- Estado del tanque. Corrosión , Pintura

PRUEBAS DE CAMPO RECOMENDADAS. (Antes y después de la Inspección).

- 1.- Rigidez dieléctrica, color, acidéz y tensión superficial al -
aceite, factor de potencia al aceite.
2.- Relación de transformación (TTR).
3.- Resistencia de aislamiento (MEGGER)
4.- Factor de potencia a los aislamientos.

PRUEBAS DE ACEITE.

Las pruebas del aceite fuerón descritas anteriormente.

PRUEBAS DE RELACION.

Las pruebas de relación de transformación (TTR) se describen -
en el capítulo de "Pruebas Eléctricas" de este curso, y tienen por -
objeto verificar las conexiones y la continuidad eléctrica en devu -
nados.



con lecturas anteriores tomadas al mismo devanado, o con lecturas tomadas a unidades idénticas. La resistencia de aislamiento variará inversamente con los cambios de temperatura, de modo que cuando se comparen las lecturas, esto debe ser tomado en consideración.

El mayor beneficio aportado por esta prueba se deriva de la representación gráfica de los cambios de la Resistencia de Aislamiento con el tiempo y la anotación del avance de la degradación.

INDICE DE POLARIZACION: Por lo general, después de registrar la lectura de un minuto de Resistencia de Aislamiento, la prueba se continúa por total de diez minutos. La relación de la Resistencia de Aislamiento de diez minutos a la de la lectura de un minuto se le denomina índice de polarización. Un buen sistema de aislamiento en un líquido dieléctrico limpio por lo general mostrará un índice de polarización de 2.0 o más. Una lectura de menos de 2.0 puede indicar la presencia de humedad excesiva o contaminación conductiva del aceite, del aislamiento sólido o de ambos.

FACTOR DE POTENCIA: La mayoría de los fabricantes recomiendan el uso del factor de potencia como una indicación de la calidad del aislamiento, en que también indicará cuando la humedad, los sedimentos, u otros contaminantes conductivos están alcanzando límites peligrosos. El factor de potencia es otra herramienta útil para darse cuenta del deterioro del aislamiento a medida que progresa el envejecimiento.

El método consiste en leer el factor de potencia directamente con un puente de capacitancia o con un puente de factor de potencia.

La medición es normalmente hecha entre los devanados primario y secundario.

Generalmente, esperamos que los transformadores llenos con aceite tengan un factor de potencia de 2 por ciento o menos a 20°C.

Ocasionalmente, los grandes transformadores con equipo de cambiador de derivaciones bajo carga pueden presentar valores ligeramente más altos pero las cifras que excedan demasiado de 2 por ciento deberán investigarse.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO: La Resistencia de Aislamiento es una medición de la corriente de fuga expresada en megohms. Se colocan en corto circuito las terminales de alta tensión, unidas por un alambre desnudo sin barniz. Igual operación se hace con las terminales de baja tensión y después se aplica un voltaje de 500 o 1,000 Volts de CD entre los dos devanados como sigue:

Alta Tensión vs. Baja Tensión a Tierra
Baja Tensión vs. Alta Tensión a Tierra

Los valores de resistencia de Aislamiento variarán considerablemente en los diferentes tamaños, capacidades y tipos de transformador; de manera que la lectura registrada debe ser comparada

El transformador es el equipo eléctrico con el cual el usuario comete mayores abusos, lo trabaja a sobrecargas continuas, lo protege inadecuadamente y si le proporciona mantenimiento, éste por lo general es pobre.

Por supuesto que estos abusos se cometen a título de que el transformador es un aparato estático y que construido correctamente, sus posibilidades de falla son nulas. Sin embargo, tales abusos se reflejan en una disminución considerable de la vida útil del aparato.

En esta información, revisaremos los tipos de fallas más comunes, su manifestación general y la secuencia de operaciones que permiten al hombre de mantenimiento, el evitar o detectar las fallas.

TIPOS DE FALLAS

Las fallas en el transformador, pueden ser clasificadas como:

- a) Fallas en el aceite aislante
- b) Fallas en el equipo auxiliar
- c) Fallas en el devanado

Fallas en el aceite.—El aceite aislante se deteriora por la acción de la humedad y del oxígeno, por la presencia de catalizadores (cobre) y por temperatura.

La combinación de estos elementos, efectúan una acción química en el aceite, la cual da como resultado, entre otros, la generación de ácidos que atacan intensamente a los aislamientos y las partes mecánicas del transformador. De esta acción química, resultan los lodos que se precipitan en el transformador y que impiden la correcta disipación del calor, acelerando por lo tanto, el envejecimiento de los aislamientos y su destrucción.

La humedad presente en el aceite, se puede originar, por el aire que inhala el transformador durante su proceso de trabajo, por fallas en sus juntas y por fugas en general. También se genera por descomposición propia del aceite y de los aislamientos.

El contenido de agua en un aceite, se define en partes por millón.
1000 partes por millón (ppm) = 1 % de humedad.

Se dice que un aceite está en equilibrio, cuando su contenido de humedad es igual a 40 ppm. Bajo esta condición, ni el aceite cede su humedad a los aislamientos, ni éstos la

ceden al aceite.

Al romperse la condición de equilibrio, es decir, aumentarse el valor de contenido de humedad en el aceite, se obtienen los siguientes resultados.

- 1) El aceite cede su humedad a los aislamientos, lo cual dá por resultado que se incremente su valor de factor de potencia y sus pérdidas, lo que se traduce en envejecimiento y destrucción.
- 2) El incremento de humedad del aceite, dá por resultado, una disminución en su valor de voltaje de ruptura ó rigidez dieléctrica. Con valores de contenido de agua de 60 ppm, el valor de rigidez dieléctrica se disminuye en un 13 0/o.

El aceite se satura, cuando su contenido de humedad es de 100 ppm (0.1 0/o) Bajo esta situación, cualquier adición en humedad será absorbida por los materiales fibrosos del transformador, como son: cartones, papeles aislantes y maderas.

De lo antes expuesto, concluimos que en la inspección de un aceite aislante, se debe analizar cuando menos lo siguiente:

- Rigidez Dieléctrica
- Acidez
- Factor de Potencia
- Presencia de lodos

Un aceite muy contaminado es aquel que presenta los siguientes valores:

- Rigidez Dieléctrica menor o igual a 23 KV.
- Acidez igual o mayor que 0.05 mg. de Hidróxido de Potasio (KOH) por gramo de aceite.
- Factor de Potencia a 25°C y 60Hz igual o mayor que 0.1 0/o.
- Presencia de lodos reportada.

Bajo tal condición de contaminación, es recomendable sustituir el aceite, para lo cual se debe disponer lo siguiente:

- a) Sacar la parte viva
- b) Desechar el aceite
- c) Limpiar el tanque, en su interior
- d) Limpiar la parte viva y secarla
- e) Sellar y llenar a vacío, con aceite nuevo

Fallas en el equipo auxiliar.—Se debe tener la certeza que el equipo auxiliar de protección y medición funcione correctamente. Debe repasarse la tornillería.

Los aisladores o bushings deben estar limpios y al menor signo de deterioro, deben reponerse.

El tanque debe estar limpio, sus juntas no deben presentar signos de envejecimiento y se debe corregir de inmediato cualquier fuga. A este particular, conviene hacer notar que en el caso de fuga y debido a que en el interior del tanque se tiende hacia una presión negativa, la humedad y el aire serán atraídos al interior del transformador. Se debe revisar que no existan rastros de carbón en el interior del tanque y que tampoco presente

señales de "abombamiento". Si notamos la existencia de algunos de estos fenómenos, debemos desconectar el transformador y tratar de determinar las causas que lo hayan generado.

Fallas en los devanados.—Este tipo de fallas pueden ser ocasionadas por:

- Falsos contactos.
- Corto circuito externo.
- Corto circuito entre espiras.
- Sobretensiones por descargas atmosféricas.
- Sobretensiones por transitorios.
- Sobrecargas.

Falsos contactos.—De no detectarse a tiempo, este tipo de falla deteriora el aislamiento y contamina el aceite produciendo gasificación, carbono y "abombamiento" del transformador.

Esta falla se manifiesta en forma de: presencia de carbono en las terminales, terminales carcomidas, o coloración intensa en aislamientos y conductor.

Como los falsos contactos se originan por terminales sueltas, es recomendable apretar periódicamente las terminales externas e internas del transformador.

Corto circuito externo.—Esta falla, como su nombre lo indica, es producida por un corto externo al transformador. El daño que produzca al transformador dependerá de su intensidad y del tiempo de duración.

La alta corriente que circula durante el corto, se traduce en esfuerzos mecánicos que distorsionan los devanados y hasta los ponen fuera de su lugar. Si el corto es intenso y prolongado, su efecto se reflejará en una degradación del aceite, sobrepresión arqueos y "abombamiento" del tanque.

Después de una falla de este tipo y antes de poner en servicio el transformador, se debe tener la certeza de que se ha eliminado el corto y revisar exhaustivamente el transformador para determinar si está o no dañado.

Corto circuito entre espiras.—Este tipo de fallas, son el resultado de aislamientos que pierden sus características por exceso de humedad, sobrecalentamientos continuos, exceso de voltaje, etc.

Estas fallas tardan tiempo en poner fuera de servicio al transformador y se manifiestan por un devanado regular, excepto en el punto de falla. Su ionización degrada al aceite y debe haber rastros de carbono en el tanque y posiblemente "abombamiento".

Sobretensiones por descargas atmosféricas.—Para prevenir en lo que cabe este tipo de falla, se recomienda el uso de apartarrayos lo más cercano al transformador.

Si la subestación es convencional y de instalación exterior, se disminuye la incidencia de descargas atmosféricas con el uso de hilo de guarda.

En caso de que la sobretensión resultante de la descarga atmosférica, rebase los límites de nivel de impulso del transformador, el devanado sujeto a este esfuerzo fallará.

La manifestación de este tipo de fallas, son bobinas deterioradas en la parte más cercana a la boquilla, o sea, al principio de la bobina.

Como el tiempo de duración de la falla es mucho muy corto, no se produce deterioro en el aceite, ni gasificación del mismo y por lo tanto, generalmente no se observan fallas ó "abombamiento" en el tanque.

Sobretensiones por transitorios.—Este tipo de sobretensiones son producidas por falsas operaciones de switcheo, por puesta de servicio y desconexión de bancos capacitores, etc. Los sobrevoltajes que se producen, son del orden de hasta dos veces el voltaje de operación, su daño es a largo plazo y se define en algunas ocasiones como un corto circuito entre espiras.

Si ya el aislamiento estaba deteriorado, se manifiesta la falla como por un "disparo de bala expansiva". La ionización generada contamina el aceite, lo gasifica y se observa un "abombamiento" en el tanque.

Sobrecargas.—Si las sobrecargas a que se sujeta el transformador no han sido tomadas en cuenta durante el diseño del aparato, éste se sujetará a un envejecimiento acelerado que destruirá sus aislamientos y su falla se definirá por un corto circuito entre espiras.

3.3.- RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE TABLEROS EN BAJA TENSION.

Por lo general, estos tableros, están integrados con los siguientes componentes:

- Interruptores en aire tipo electromagnético.
- Interruptores en caja moldeada tipo termomagnético.
- Barras colectoras y aisladoras soporte.
- Envolvente de lámina de acero.

Estos tableros requieren mantenimiento ligero cada 6 meses (limpieza, inspección, hacer operar los dispositivos) y mantenimiento mayor cada 2 ó 3 años.

El mantenimiento mayor requiere hacer pruebas de operación a los interruptores; en el caso de los interruptores electromagnéticos ésto se logra mediante la inyección de corriente secundaria a los relevadores de protección, de manera tal que el interruptor pueda ser disparado de acuerdo a los diferentes magnitudes de corriente y tiempo correspondiente a los ajustes del relevador.

Para el caso de los interruptores termomagnéticos, la única forma de probarlo es inyectando corriente verdadera polo por polo y hacerlos operar para verificar su curva



de disparo; existen dispositivos de campo para este trabajo, aunque son sumamente escasos en el país y conviene dirigirse para ello a los fabricantes de Termomagnéticos.

La metodología de limpieza es la misma que la recomendada para el tablero de alta tensión y el apriete de la diversa tornillería es también una rutina típica.

Es importante también verificar tanto en las barras como en los interruptores las resistencias de contacto con el DOCTER (Microresistencias).

Se deben inspeccionar los cables de salida de los alimentadores, sobre todo en los puntos de conexión a los interruptores termomagnéticos, que es donde generalmente se rompen los cables o se desoldan de las Zapatas Terminales.

El cableado en sí debe verificarse en cuanto a fractura en los aislamientos o deterioración de los mismos. Si está dañado, debe reemplazarse generalmente. Es conveniente aplicar la prueba de MEGGER, esperando valores típicos mayores a los 1000 MEGOHMS.

20.8.) Interruptores Electromagnéticos.

Cuando son del tipo removible, pueden ser limpiados completamente, sobre todo el mecanismo el cual puede ser limpiado con aire seco comprimido y usando franelas secas y limpias.

Estando el interruptor cerrado se recomienda aplicar la prueba de MEGGER, de polo a polo y de un polo contra tierra.

Se recomienda hacer también pruebas dieléctricas con corriente directa (2000 Volts C-D) del tipo HIGH-POT, durante 1 minuto.

Es necesario revisar las cámaras de arqueo, en cuanto a carbonización o flamazos y conviene cambiarlas cuando las placas de separación se hayan fundido parcialmente.

Revise cuidadosamente conexiones flojas y partes rotas o desgastadas.

El mecanismo debe ser operado manualmente para observar fricciones o trabas. Debe ser cerrado y disparado 3 veces al menos.

Es necesario revisar los contactos en cuanto a desgaste, alineación y si están flameados, los contactos móviles deben hacer "contacto dentro de una tolerancia de 1/16", - lo que significa que una vez efectuado el primer contacto, el contacto móvil más lejano no debe estar separado mas de 1/16". La superficie de contacto debe ser mayor al 80%.

Revise el viaje normal de los contactos y el "sobreviaje" de los mismos. Lubrique el mecanismo de acuerdo a recomendaciones del fabricante.

Para remover el óxido y la grasa vieja use solventes a base de petróleo o alcohol y trapo seco y limpio sin pelusas.

20.8.2.- RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.

Basicamente estos tableros consisten en:

a) Unidades removibles compuestas por.

- Arrancador para motor.
- Interruptor termomagnético.
- Luces indicadoras.
- Botones de arranque y paro.
- Fusibles y transformador de control.
- Contactos móviles de enlace a barras colectoras.

b) Barras Colectoras, aisladoras soporte.

c) Envolvente metálica, soporte, puertas y tapas.

Mantenga los Centros de Control de Motores limpios y secos. Pocos centros de motores operan en ambientes limpios y secos. El aceite y la humedad siempre están presentes tanto en forma líquida como en la de vapor.

El polvo, las pelusas, son otro tipo de contaminantes; to dos ellos crean un trabajo de mantenimiento pesado.

Las acumulaciones de polvo y suciedad deben ser removidas regularmente mediante aspiradora, sopleteando con aire-seco; éste no debe ser muy enérgico de manera que algunas partículas filósas puedan incrustarse en los aislamientos. Un cuidado especial se requiere cuando se colecta polvo con propiedades magnéticas adherido a partes magnéticas de los contactores (núcleos).

El aceite, el polvo y la humedad serán fácilmente removibles limpiando las superficies afectadas con trapos secos y sin pelusas y solventes.

Donde existe condensación de humedad deban de usarse resistencias calefactoras.

Algunas recomendaciones generales pueden ser:

- 1.- La instalación debe ser probada satisfactoriamente antes de ser aceptada y puesta en operación.
- 2.- Los aparatos deben de ser accesibles facilmente para trabajos de inspección y reparación.
- 3.- Los envolventes o gabinetes deben de ser escogidos adecuadamente para las condiciones de operación:

- GABINETES A PRUEBA DE POLVO-MINAS, CEMENTERAS, PAPELERAS, TEXTILES.

- GABINETES A PRUEBA DE GOTEIO O HUMEDAD.

- GABINETES PARA AREAS PELIGROSAS.

- GABINETES PARA ATMOSFERAS CORROSIVAS.

- 4.- Tener un stock de partes de repuesto genuinas o adecuadas.
- 5.- Mantenga los contactos y las conexiones apretadas.

Cualquier conexión eléctrica floja causará problemas. Un circuito abierto es muy difícil de encontrar o una conexión que produce calor creará problemas y oxidación; el calor puede disparar los relevadores térmicos.

El rebote de los contactos puede causar arcos y a la larga ^{provocar} que estos se solden. Y a ello contribuye el hecho de que están flojos los mecanismos que los transportan.

- 6.- Reemplace los contactos en pares. Mantenga las presiones correctas.

Cada vez que los contactos cierran están sujetos a erosión eléctrica y mecánica, debido al arco y al efecto de choque y barrido mecánico que se da al momento de cerrar.

Lo anterior obliga a un considerable mantenimiento; el material se desgasta y se pierde la presión de contactos, se afecta la capacidad de corriente de los contactos y los contactos se calentarán, se carbonizarán llegando hasta soldarse. De ahí que la presión de contactos siempre debe de mantenerse entre los límites presentes por el fabricante.

Como una indicación de mantenimiento, con la bobina del contactor energizada y los contactos cerrados, observa el claro que queda entre el contacto móvil y su "STOP".

El claro no debe ser mayor a $1/64$ ", debiendo renovar los contactos cuando este punto se alcance.

SIEMPRE REMUEVA TANTO LOS CONTACTOS FIJOS COMO LOS ESTACIONARIOS.

7.- Mantenimiento de contactos.

a) Contactos de cobre. Se ha usado por años y diseñado -- adecuadamente funcionan bien. Estan sujetas sus superficies a oxidación y requieren frecuente limpieza para evitar éste problema.

b) Contactos de plata. No se oxidan y están sujetos a una menor resistencia de contacto, por lo que requieren poco mantenimiento causado por el uso normal.

c) Composiciones de plata fina o contactos SINTERIZADOS.-- Estos permiten un alto rango de corriente, con poca temperatura, poca erosión, y menor tendencia a soldarse. Se requiere poco mantenimiento de ellos.

8.- Otros aspectos del mantenimiento de contactores o arrancadores:

- Lubrique solo lo indicado por el fabricante.
- Mantenga en buen estado las cámaras de extinción del arco, en el caso de que haya.

Reviselas y si hay separadores quemados, sustituyala -- por otra.

- Revise integridad de aislamiento en el alambrado.
- Opere las bobinas al voltaje adecuado.
- Verifique si hay bobinas abiertas a cortocircuitadas.
- Revise el circuito magnético, para verificar que no existan rebabas o suciedad en el entrehierro, lo que puede causar que el contactor no cierre bien, arcos y la destrucción de los contactos.

Esto puede causar también ruido.

- Tenga cuidado con el establecimiento de "tierras" o caminos a tierra no deseados.

Esto además de ser peligroso, creará problemas de operación.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

BENEFICIOS DE UNA LUBRICACION CORRECTA

ING. JOSE PEQUEÑO GARZA

1985

BENEFICIOS DE UNA LUBRICACION CORRECTA

- 1.- LA MAQUINARIA NO PUEDE SER OPERADA SIN EL USO DE LUBRICANTES.
- 2.- LOS EFECTOS DE LA LUBRICACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS, EN LOS GASTOS POR REFACCIONES, EN LAS REPARACIONES, EN LOS PAROS DE LAS MÁQUINAS, EN EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y SIMPLIFICACIÓN DE LA MANO DE OBRA; NO ES FÁCIL DE ENTENDER POR LA GENTE RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN.
- 3.- LA LUBRICACIÓN TIENE UN EFECTO MUY GRANDE EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN DE LAS PLANTAS INDUSTRIALES.
- 4.- LA LUBRICACIÓN PUEDE AFECTAR LAS CIFRAS DE LAS UTILIDADES.

PORQUE LA LUBRICACIÓN NO ES SOLO PONER ACEITE A LAS MÁQUINAS.

LA LUBRICACIÓN CORRECTA EXIGE CONOCER LAS MÁQUINAS Y SUS CONDICIONES DE OPERACIÓN; PARA ALIMENTARLAS ADECUADAMENTE CON EL LUBRICANTE CORRECTO, EN LA CANTIDAD Y TIEMPO REQUERIDO; REVISANDOLAS CONSTANTEMENTE PARA ASEGURAR UNA OPERACIÓN SUAVE Y SILENCIOSA.

LA CAPACITACION Y LA PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

¿QUÉ ES LA PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL?

- Es la que mide los factores de la producción y los costos de fabricación

EL OBJETIVO DE LAS EMPRESAS ES AUMENTAR SUS UTILIDADES

EN EL AREA DE FABRICACION EL OBJETIVO ES AUMENTAR LA PRODUCCION Y REDUCIR LOS GASTOS DE PRODUCCION, a través de optimizar:

- A- EL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS
- B- LA EFICIENCIA DE LA MANO DE OBRA
- C- LA UTILIZACION ECONOMICA DE LOS MATERIALES
- D- LA ADMINISTRACION DE LA PLANTA

BENEFICIOS EN LA OPERACION DE PLANTAS
QUE INCREMENTAN LA PRODUCTIVIDAD

- 1- SE REDUCEN LOS PAROS IMPREVISTOS Y SE AUMENTA LA PRODUCCIÓN.
- 2- SE OBTIENE MAYOR APROVECHAMIENTO DE LA MANO DE OBRA.
- 3- SE LOGRAN BAJOS CONSUMOS DE REPUESTOS Y LUBRICANTES.
- 4- HAY SEGURIDAD EN EL CONTROL EFECTIVO DEL MANTENIMIENTO.

DE QUE DEPENDEN ESTOS LOGROS Y LA PRODUCTIVIDAD?

- 1- LA CLASE DE EQUIPO
- 2- CONDICIONES DE LA PLANTA
- 3- EFICIENCIA DE LA DIRECCION
- 4- CONDICIONES ECONOMICAS
- 5- MAGNITUD DE LA OPERACION
- 6- CLASE DE MANTENIMIENTO
- 7- PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL TRABAJO.

AREAS DE LA PLANTA, DONDE SE TRABAJA
PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.

- 1- PLANEACION Y DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO
- 2- ORGANIZACION DEL TRABAJO EN MANTENIMIENTO
- 3- EQUIPOS Y SISTEMAS DE LUBRICACION
- 4- CONTROL EN LA VIDA DE LUBRICANTES Y SU PURIFICACION
- 5- CONTROL DE COSTOS EN MANTENIMIENTO
- 6- ALMACEN DE LUBRICANTES Y RECUPERACION
- 7- ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL EN LA FABRICA

NECESIDADES TECNICAS DE INGENIERIA
EN MANTENIMIENTO

- 1- CONOCIMIENTOS DE LUBRICACION
- PRODUCTOS, CARACTERISITICAS Y APLICACION.
- 2- CONOCIMIENTOS DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS DE LUBRICACION
- 3- CONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS MECANICOS Y MAQUINARIA
- 4- DOMINIO EN PRACTICAS EFICIENTES DE MANTENIMIENTO
- 5- CONOCER LOS PROCESOS DE FABRICACION



SISTEMA DE ANALISIS DE EFICIENCIA,
EN CONDICIONES DE OPERACION O PROBLEMAS;
COMO BASE DEL CONTROL DE COSTOS.

ATENCION DE
COSTOS

- 1- CONDICIONES ACTUALES DEL EQUIPO U OPERACION
- 2- OBJETIVO O META CON POSIBILIDADES DE MEJORA
- 3- RECOMENDACIONES PARA LOGRAR EL PROGRESO
- 4- BENEFICIOS EN AHORROS REALES RECONOCIDOS

PROCESO APLICABLE A TODAS LAS NECESIDADES TECNICAS Y
PRACTICAS DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCION.

FACTORES A MEDIR EN EL PROCESO DE ANALISIS
PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO

- 1- MATERIALES O REPUESTOS USADOS
- 2- MANO DE OBRA UTILIZADA
- 3- PRODUCCION DE PARTES BUENAS

ESTO DEBE SER ANTES Y DESPUES DE HABER APLICADO EL PROGRAMA.

SU MEDICION PUEDE SER EN PESOS, VOLUMENES, UNIDADES, ETC. LO
QUE LA PLANTA TENGA ESTABLECIDO COMO PATRON DE CONTROL.

1- QUE ES LO QUE SE MIDE EN MATERIALES O REPUESTOS USADOS?

SE MIDEN TODOS LOS ELEMENTOS SUJETOS A CAMBIO POR DESGASTE, FALLA O DEFICIENTE OPERACION:

RODAMIENTOS, COJINETES, CADENAS, COPLA, ENGRANES:
PARTES DE HIDRAULICOS, DE COMPRESORES, DE BOMBAS
Y TODOS LOS ELEMENTOS SUJETOS A DESGASTE Y MANTENIMIENTO, INCLUYENDO LOS LUBRICANTES.

2- EN LA MANO DE OBRA SE MIDEN LAS HORAS-HOMBRE Y SU COSTO, ANTES Y DESPUES DE SIMPLIFICADA.

3- LA PRODUCCION SE MIDE POR RENDIMIENTO DE PARTES BUENAS Y REDUCCION EN LOS PAROS DEL EQUIPO

LO QUE NO DEBEMOS OLVIDAR

NOSOTROS SABEMOS QUE BUENOS SISTEMAS, METODOS Y PRACTICAS DE MANTENIMIENTO Y LUBRICACION SON ESENCIALES PARA LA CONSERVACION DE PARTES CON MAYOR DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS PARA LA PRODUCCION, PERO TODO ESTO DEPENDE EN GRAN PARTE DE LA EFICIENCIA EN LA MANO DE OBRA. LA CAPACITACION EFECTIVA PUEDE SER LA SOLUCION.

LA LUBRICACION TIENE UN GRAN EFECTO EN LOS COSTOS DE OPERACION DE LAS PLANTAS, PARTICULARMENTE EN EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO Y MATERIALES DE REPUESTO O REFACCIONES. TIENE TAMBIEN UNA INFLUENCIA DIRECTA SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCION DEBIDO A QUE LA LUBRICACION ADECUADA MANTIENE A LAS MAQUINAS EN OPERACION CONSTANTE SIN PAROS Y PERDIDAS DE PRODUCCION. POR TODO ESTO, LA LUBRICACION TAMBIEN AFECTA LAS UTILIDADES EN LAS INDUSTRIAS.

CUÁL ES EL TRABAJO DE LUBRICACION?

SELECCIONAR EL LUBRICANTE CORRECTO, APLICARLO EN LA CANTIDAD Y PERIODO CORRECTO, ES IMPORTANTE; PERO MAS IMPORTANTE PUEDE SER LA INSPECCION O REVISION DEL EQUIPO.

LA LUBRICACION NO PUEDE SER EFICIENTE BAJO UNA CONDICION ANORMAL DE OPERACION DEL EQUIPO.

Y LAS CONDICIONES ANORMALES DEBEN REPORTARSE

- PARA IDENTIFICAR LAS FALLAS Y CORREGIRLAS
- PARA ENCAUSAR LA CAPACITACION NECESARIA
- PARA ASEGURAR ALTO RENDIMIENTO EN OPERACION
- PARA BAJAR LOS COSTOS Y AUMENTAR LA PRODUCCION
- PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y LAS UTILIDADES DE LA EMPRESA, CON MAYORES BENEFICIOS PARA EL TRABAJADOR.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO

ANEXOS

FEBRERO, 1985.

Calculation of Optimum Preventive Maintenance Intervals for Electrical Equipment

DOUGLAS J. SHELIGA

Abstract—Formulas to calculate the optimum interval of preventive maintenance and the optimum interval of diagnostic testing of electrical equipment are presented. Each user can calculate his own custom intervals using the formulas which are based on least total annual costs. The user must have his own data base of equipment failures similar to the example presented. Using 10 000 failures of electric utility control and monitoring equipment as a sample, it was found that 25 percent of the failures could have been prevented by preventive maintenance, 65 percent could have been caught by diagnostic testing, and less than 10 percent have failed in the operative mode and could not have been maintained against or caught beforehand. One factor in the formula, which determines the shape of the equipment failure curve, remains to be proven after the next five years of data are collected.

INTRODUCTION

THE PURPOSE of this paper is to present a formula that may be used by anyone to calculate the optimum period or interval of preventive maintenance of electrical equipment. The formula is based on least total annual costs. See Fig. 1. As the interval of preventive maintenance is lengthened, the annual cost of preventive maintenance is decreased. However, as the interval is lengthened, the probability of failure and thus the cost of equipment failure is increased. The sum of the two curves represents the total annual costs of both maintenance and equipment failure. The optimum interval is the minimum cost point of the resultant curve. The formula will yield a preventive maintenance period that will minimize the total costs to keep a piece of electrical equipment functioning. The calculated maintenance interval for each company will be different to an extent. The overheads, extent of maintenance performed; environment, personnel, and application of equipment all vary between electrical equipment users. Thus, each company can determine its own custom maintenance interval. This paper uses electrical utility examples, but the optimum maintenance interval may be calculated by any electrical or mechanical equipment user.

The calculation of a maintenance interval is easy. The gathering of data to plug into the formula is not easy and will require a considerable amount of work. Of prime importance is the gathering of information relating to the history of failures for the item for which the period is being calculated. It is necessary for the formula user to have several years of

Paper IPSD 80-54, approved by the Power Systems Technologies Committee of the IEEE Industry Applications Society for presentation at the 1980 Industry Applications Society Annual Meeting, Cincinnati, OH, September 28-October 3. Manuscript released for publication May 11, 1981.

The author is with Cleveland Electric Illuminating Company, 681 Beta Drive, Mayfield, OH 44143.

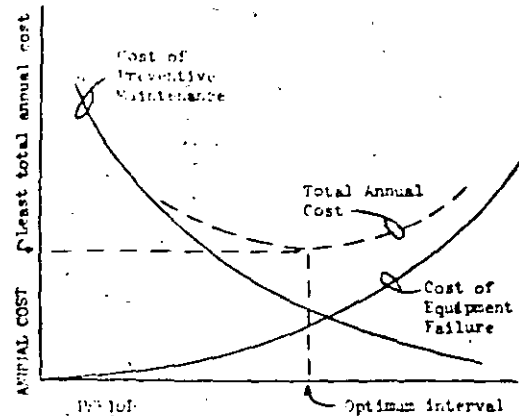


Fig. 1. Total annual costs.

history of failures before he can use the formula. A typical history is shown in Table I. It will be explained later how the history is used.

What is the definition of preventive maintenance? Preventive maintenance is the maintenance carried out at predetermined intervals intended to reduce the probability of failure or performance degradation of an item. There are two facets of this definition that need further exploring.

The first is the maintenance activity that should be performed. It is not intended to answer this question fully here. However, in general, the answer is cleaning, lubricating, aligning, tightening, and checking calibration. It will be shown from a cost standpoint that electrical equipment need only be maintained if it is first used in a hostile environment, subject to moisture, dirt, shock, vibration, heat, personnel rough handling; and secondly, if it is often functioning, causing wear. These are mechanical problems. As will be seen shortly, there are no cost savings to do maintenance for any other reason.

The second facet of the definition is the probability of failure or performance degradation of an item. There are many ways a piece of equipment containing many components can fail. The subject can boggle the mind. At this point, the goal of a least cost maintenance program must be remembered. Also, the goal of the preventive maintenance program must be a realistic one. It must be realized that all failures cannot be prevented. For example, a coil that shorts between windings or a capacitor that breaks down to the case cannot be foreseen. It would be useless to set up a program to try to catch these failures.

Most electrical components have a particular failure rate and a certain portion of them should be expected to fail. *Military Handbook 217B* discusses component failure rates in

TABLE I
COMPLETED TROUBLE REPORT FOR FIRST SIX MONTHS, 1978

EQUIPMENT				COMPONENT				TROUBLE		RA	LOCATION
NAME	TYPE	DESN	MFG	STATUS	CATEGORY	DESCRIPTION	CATEGORY	EXPLANATION		CIRCUIT	STA
RELAY-CUR	IAC	50QT	GE	INOOPERATIV	R	CONTACT QUICK TRIP	PART MISSING	BURIED UP	RC	L-4-LT-L	LT
RELAY-CUR	SC	50-QT	W	CALIBRATION	D	ADJUSTMT	PICK UP		CP	H-6-AL-P	AL
RELAY-CUR	SC	50-LO	W	MISOPERATE	D	INDICATR TARGET	ALIGNMENT		CP	H-9-AL-P	AL
RELAY-CUR	SC1	50QT	W	PART INOPR	X	INDICATR C50QT TARGET	PART MISSING		CP	H-10-SC-P	SC
RELAY-DIF	BDD	87L	GE	INTERMITTN	I	HARDWARE STUDS 6&7 CO	PART DAMAGE	THREADS	RC	4-IN-T	IN
RELAY-DIF	SLD	87L	GE	MISOPERATE	X		UNKNOWN		NO	21-NF-JR	JR
RELAY-DIR	CR		W	NORMAL		C TARGET			NO	H-43-MA-B	MA
RELAY-DIR	CR	67	W	PART INOPR	R	AUXRELAY SEAL IN UNIT	ALIGNMENT	INSTALLAT.	RC	4-AN-T	AN
RELAY-DIR	CR	67	W	MISOPERATE	R	CONTACT C CR RELAY	ELECTRICAL		CP	43-KH-B	KH
RELAY-DIR	CR	67	W	INOOPERATIV	X	CONTACT C TRIP CONTACT	CONTACT	WELDED	CP	2-20-T	EC
RELAY-DIR	CR	67	W	INOOPERATIV	X	HARDWARE C SPRING	ALIGNMENT	BROKEN	XX	2-DI-T	EC
RELAY-DIR	CR	67	W	INOOPERATIV	R	WIRE TRIP WIRE	OPEN CIRCUIT	BROKEN	CP	AF-1-BUS	CL
RELAY-DIR	CR6	67	W	INTERMITTN	R	CONTACT C DIRECTIONAL	PART LOOSE	BRCKT. SCRW	RC	H-41-MH-B	MH
RELAY-DIR	IBC	67	GE	CALIBRATOR	R	HARDWARE C DIRECT. YOKE	PART DAMAGE	BROKEN	RC	H-41-FR-B	FR
RELAY-DIR	IBC	67	GE	CALIBRATOR	R	HARDWARE A DIRECT. YOKE	PART DAMAGE	BROKEN	RC	H-41-FR-B	FR
RELAY-DIR	IBC	67	GE	CALIBRATOR	R	HARDWARE B DIRECT. YOKE	PART DAMAGE	BROKEN	RC	H-41-FR-B	FR
RELAY-DIR	IBC	67	GE	CALIBRATOR	R	HARDWARE C DIRECT. YOKE	PART DAMAGE	BROKEN	RC	H-42-FR-B	FR
RELAY-DIR	IBC	67	GE	CALIBRATOR	R	HARDWARE A DIRECT. YOKE	PART DAMAGE	BROKEN	RC	H-42-FR-B	FR
RELAY-DIR	KH2	67	W	INOOPERATIV	X	ADJUSTMT SENSITIVITY	PICK UP	TOO LOW	CA	H-44-IA-B	IA
RELAY-DIS	HZ4	21	WEG	MISOPERATE	R	B&C BEARINGS	CLEARANCE		RC	Q-1-MF-NF	NF
RELAY-DIS	KD-1	21	W	CALIBRATOR	R	ADJUSTMT 0-0 UNIT	PICK UP	TOO HIGH	CA	3-MF-T	MF
RELAY-PRESS	SPR	63	W	PART INOPR	R	AUXRELAY 63SPK	CONTACT	NOT MAKING	XX	L-71-KH-B	KH
RELAY-PRESS	SPR	63	W	NORMAL	R	HARDWARE HANDLE-VALVE	PERSONNEL	BROKEN	XX	H-45-IT-B	IT
RELAY-PRESS	SPR	63	W	NORMAL	R	HARDWARE RESET BUTTON	FOREIGN MATTR	RUSTED	CP	H-43-IT-B	IT
RELAY-PRESS	SPR	63	W	INTERMITTN	R	NONE DC GROUND	GROUND	DC GROUND	XX	2-EL-T	EL
RELAY-PRESS	SPR	63	W	PART INOPR	R	PLUG MALE PLUG J	PART LOOSE	UNSOLDERED	CP	71-KX-B	KX
RELAY-PRESS	SPR	63	W	NORMAL	R	WIRE 180	WIRING	NOT CONTEC	CP	L-72-KH-B	KH
RELAY-RECL	NLR	79	GE	NORMAL	D	AUXRELAY NLR	NONE		NO	R-19-M-1-X	MM

depth. These failure rates appear to be constant failure rates over the life of the components and cannot be related to maintenance. There is no maintenance program that will catch this type of failure before it occurs. About the only way to mitigate this type of failure is to buy equipment containing the more expensive components that have been through screening, burn-in, and temperature cycling, etc., tests. It is also a very complex procedure to sum component failure rates to arrive at an electrical equipment failure rate. Rather than trying to anticipate component failure rates, the actual equipment failure history will be used. Since all failures cannot be foreseen, the maintenance program should only be based on the past failures that could have been avoided by specific preventive procedures.

The IEEE Dictionary defines three failure periods: the early failure period, the constant failure period, and the wear-out failure period. They are illustrated in Fig. 2. The early failure period should have no effect on the solution of an optimum maintenance period. As a side thought, it may be advisable to do the first maintenance on an item that would be normally put on a two-year period in six months rather than wait the full two years. An early failure may be caught on an item with an important function.

The constant failures and wear-out failures are the ones of concern here. Most constant failures happen suddenly and most wear-out failures happen gradually. The IEEE defines sudden failure as a "failure that could not be anticipated by prior examination or monitoring" and a gradual failure as a

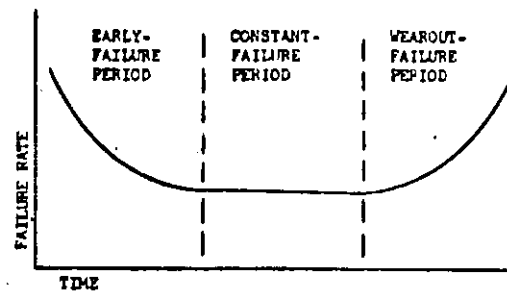


Fig. 2. Failure rate curve.

"failure that could be anticipated by prior examination or monitoring."

These failures can have two effects on the electrical equipment. First, they can cause the equipment to operate falsely. A good example is a static protective relay that will trip a circuit breaker on a sunny day when there is no primary circuit fault. Second, these failures can cause the equipment to fail (an operation failure). An open coil on a tripping relay will prevent the relay from operating on a stormy day with a fault on the line. A false operation as used here is when the primary or secondary function of a piece of electrical equipment is enabled, permanently or momentarily, by a component failure or a component level drift. An operation failure as used here is when the primary or secondary function of a piece of electrical equipment is disabled, permanently or momentarily, by a component failure or a component level drift. Table II shows the estimated effectiveness of a superior

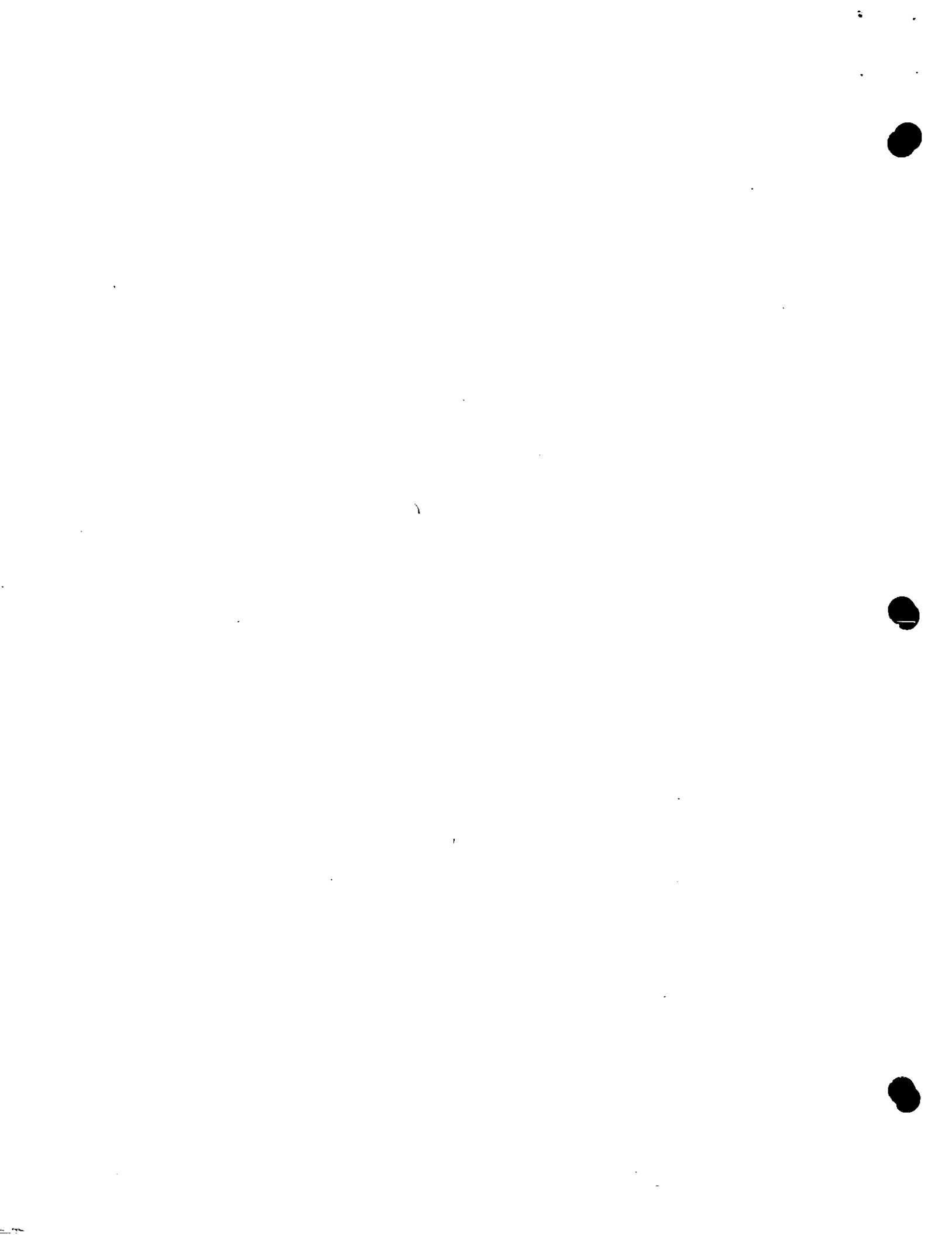


TABLE II
MAINTENANCE EFFECTIVENESS

FAILURE DESCRIPTION	ESTIMATED EFFECTIVENESS OF PREVENTIVE MAINTENANCE	
	SUDDEN	GRADUAL
FALSE OPERATION	X	0 TO 100%
OPERATION FAILURE	X	0 TO 50%
		UP TO 100%

maintenance program against the above failures. There is usually no way to maintain against a sudden failure causing a false operation. Thus the data pertaining to this type of failure should not be used.

There is less than a 50 percent chance of catching a sudden failure causing an operation failure. In the case of equipment that must function often, such as daily, hourly, or less, the chance is about 0 percent. In the case of a protective relay that may function once in five years, there is an even chance the failure will be caught by maintenance. If the failure occurs before maintenance and the maintenance occurs before a fault, it will be caught, otherwise not. A shorter preventive maintenance period is not the answer. Cleaning the relay more often will not prevent a sudden failure. However, in the case of an important relay, frequent diagnostic checks (checking the relay function) would be a help, but would still not be nearly 100 percent effective. These data pertaining to sudden operation failures should also be eliminated from the usable data.

The collection of data of 10 000 failures of electrical control and monitoring equipment by the Cleveland, OH, Electric Illuminating Company (CEI) has yielded the following results. Only about 25 percent of equipment troubles are of the type that can be prevented. And it is only to those 25 percent that the formula for optimum preventive maintenance interval applies. Of the other 75 percent, 10 percent are of the nature of equipment failing in the operative mode. That is, the equipment will operate when it should not, and there is nothing that can be done to prevent or foresee the failure. An example is a circuit breaker tripping because of a capacitor shorted in a relay. No reasonable test program or amount of money can be used to prevent this occurrence. Therefore, it should be expected and accepted that these troubles will occur.

What about the remaining 65 percent of the failures? They are of the type where the equipment fails in the inoperative mode waiting for an external influence to call upon it to operate. This brings about the question of diagnostic testing as a means of uncovering these failures before they can create other problems. As long as the external influences are infrequent in terms of months and years (as faults that cause protective relays on a power system to operate) there is a chance to discover and repair the failure through diagnostic testing. The calculation of optimum diagnostic testing intervals will be covered later.

OPTIMUM PREVENTIVE MAINTENANCE INTERVALS

The prevention of gradual failures that cause both false

ventive maintenance program. Once again, the gradual failures are the result of moisture, dirt, shock, vibration, heat, personnel, and continuous functioning which causes wear.

The formula for the optimum maintenance interval is derived from the formulas of the curves in Fig. 1. The curve for the cost of preventive maintenance is relatively easy to derive. The shorter a maintenance interval is, the more spent in preventive maintenance dollars per year. Typically, if the maintenance interval is cut in half, the maintenance cost per year will double. In other words, the dollars are inversely proportional to the interval as

$$A = M/P$$

where A is the annual cost to maintain one unit of electrical equipment, M is the cost to maintain one unit of electrical equipment whether it be incurred once a month or once every five years, and P is the maintenance interval in years.

The curve for the cost of equipment failure is less straightforward. By taking the average cost per failure, which will be discussed later, and multiplying it by the failure rate which is failures per unit per year, the result is again cost per unit per year. These are the same units as in A above. Thus,

$$B = F \times \lambda$$

where B is the annual cost of failure of one unit of electrical equipment, F is the average cost of a single failure whenever it occurs, and λ is the number of failures per unit per year.

The parameters M and F in the above two equations will be derived later. The parameter λ needs some discussion now. λ is the failure rate. If it were constant, the curve of B would be a straight line. The curve of B should increase with time and thus be a function of time (maintenance interval). A good approximation of λ is

$$\lambda = \lambda_b \times P^2$$

where λ_b is the base failure rate in failures per unit divided by (year)², and P is the period or maintenance interval in years.

The choice of exponent for P is 2. If it were 1, the curve of cost of preventive maintenance in Fig. 1 would be a straight line through the origin, which does not appear to be typical of gradual failure rates. If the exponent were 3, the curve would rise too sharply. At the Cleveland Electric Illuminating Company, the exponent of 2 is presently an acceptable approximation, and the optimum maintenance intervals so derived are acceptable. Most of the CEI maintenance intervals using the exponent of 2 had little change in an expected direction. There were a few items whose interval changed significantly. The electrical industry can modify the exponent 2 in the future, but the new value will probably be close to 2. Values of exponents of 1.5 and 2.5 will change the optimum maintenance interval by approximately -10 percent and +10 percent, respectively, for intervals calculated in the five-year range. For intervals in the two-year range, the exponents 1.5 and 2.5 will change the interval by -4 percent and +3.6 percent. The exponent of 2 is presently accept

tenance intervals in five years. If the same intervals are calculated, the exponent will be assumed accurate.

The base failure rate λ_b will be used in the final formula. It is equal to

$$\lambda_b = \lambda/P^2$$

where P is the present maintenance interval in years, and λ is the average failure rate for the maintenance interval P and is calculated from the history data as

$$\lambda = N/Q$$

where N is the average number of failures per year of all of the same type or group of electrical equipment in service, and Q is the quantity of that type of electrical equipment in service.

As an example, if ten amplifiers in service for five years have 20 failures, Q equals 10 and N equals $20/5 = 4$. λ will equal $N/Q = 0.4$, and if the maintenance interval is six months, the λ_b will equal $0.4/(1/2)^2 = 1.6$.

The total annual cost (T) is the sum of the annual cost of preventive maintenance and the annual cost of failure, or

$$T = A + B = (M/P) + (F\lambda_b \times P^2).$$

Once again, this formula represents the total cost curve in Fig. 1. To find the least total annual cost point on the curve, the above formula should be differentiated with respect to P , set to zero, then solved for P . Thus

$$\frac{dT}{dP} = \frac{d}{dP} (M/P + F\lambda_b P^2)$$

$$0 = -MP^{-2} + 2F\lambda_b P$$

$$P = \sqrt[3]{\frac{M}{2F\lambda_b}}$$

This is the formula to use to solve the optimum preventive maintenance interval. All that needs to be done is to plug in values for M , F , and λ_b . This formula solves the value of P that corresponds to the least total annual cost point on the curve in Fig. 1.

M , the cost to maintain one unit of electrical equipment, is

$$M = H_M \times OH \times W.$$

F , the cost of the average failure, is

$$F = H_F \times OH \times W + C.$$

λ_b , the base failure rate, is

$$\lambda_b = \lambda/P_p^2 = N/QP_p^2.$$

The parameters in the above equations for M , F , and λ_b are defined as follows.

H_M is the total man-hours to maintain one unit of electrical equipment including travel time and time spent by others such as switching time by operators.

OH is the appropriate overhead rate in per unit plus one. If the overhead rate is 90 percent then OH equals 1.9.

W is the average wage rate adjusted to include overtime when necessary. The wage rate should also be adjusted if different classifications of personnel are used for maintenance and troubleshooting.

H_F is the average total man-hours to repair a single failure, including travel and time spent by others, such as switching time. This time and H_M above are the cumulative time of all personnel involved in correcting the failure.

C is the nonlabor cost associated with the failure. It is the sum of the following.

- 1) The average loss of revenue per equipment failure. A question of customer reliability arises with the use of loss of revenue costs. It is discussed below. Increased costs of using less efficient generation during equipment failure should be included.
- 2) The average cost of replacement parts both of the failed part and of any other damaged part associated with the failure.
- 3) All other costs associated with the failure, including potential safety hazards, high voltage, overloading, and reduced system reliability.

P_p is the present period or present maintenance interval associated with the time over which the failure history data were collected.

N and Q are defined above.

With M , F , and λ_b equations substituted in the formula for optimum maintenance interval, P becomes

$$P = \sqrt[3]{\frac{H_M \times OH \times W \times Q \times P_p^2}{2N(H_F \times OH \times W + C)}}$$

Table III is a worksheet for use in calculating the optimum maintenance interval.

If the optimum maintenance interval were based solely on least cost, customer service reliability would suffer. It would not be difficult to imagine the average residential customer experiencing outages of several hours per month. Since customer reliability is of prime importance, a factor that will adjust the optimum maintenance interval accordingly must be used. The most straightforward way to do this is to multiply the average loss of revenue per failure by the factor. This will adjust the cost of customer outage up and subsequently reduce the optimum maintenance interval. An approximate value of the factor is 10. The average loss of revenue per equipment failure which is a part of parameter C in the optimum maintenance interval formula should be multiplied by 10. Thus, customer service reliability will be accounted for in the formula.

Another method of accounting for customer service reliability is to plot the total annual cost curve first (without using the multiplying factor of 10). On the same graph, plot the value of $N = \lambda_b Q P^2$, which is a plot of the average number of failures per year. Using the graph, a managerial decision

TABLE III
OPTIMUM PREVENTIVE MAINTENANCE INTERVAL CALCULATION WORKSHEET

Equipment type	
H_M = _____ hours/unit	The sum of the following hours to maintain one unit of equipment. 1. On-the-job maintenance hours of all personnel. 2. Total travel time. 3. Total time spent by others, such as switching time.
OH = _____	The appropriate overhead rate in per unit plus one. If the overhead rate is 90% then OH is 1.9.
W = _____ dollars/hour	The average wage rate of personnel adjusted to include overtime where necessary. Wage rate of maintenance personnel may be different from trouble shooting personnel.
Q = _____ units	The quantity of equipment in service over the period of time, the failure history data was collected.
P_p = _____ years	The present period or maintenance interval over the period of time the failure history data was collected.
N = _____ units/year	The average number of preventable failures per year of equipment.
H_F = _____ hours/unit	The average cumulative time to repair a single failure, including: 1. On-the-job hours to correct the failure. 2. Total travel time. Do not use if failure is corrected during routine maintenance. 3. Total time spent by others such as switching time.
C = _____ dollars/unit	The non-labor costs associated with the average failure including: 1. The average loss of revenue associated with the failure multiplied by 10, if necessary. 2. The average cost of replacement parts of both of the failed part and any other damaged part associated with the failure. 3. All other costs associated with the average failure including potential safety hazards, high voltage and overloading.
P_0 = _____ years	$P_0 = \sqrt[3]{\frac{H_M \times OH \times W \times C \times P_2}{2N(H_F \times OH \times W + C)}} = \text{the optimum maintenance interval}$

can be made as to what maximum total annual costs are acceptable for a minimum value of N . The corresponding value of P (interval) on the graph will be the desired interval.

The Cleveland Electric Illuminating Company's method of compiling failure history data is shown in Table I. It is one page of a semiannual report. This system has been in operation for seven years, and it is possible to compile all the data in one report. The data are listed by equipment type. There are several ways to divide the data into categories in order to calculate preventive maintenance intervals: One is to group together all the equipment with the same function, such as all directional relays. Another is to group together all the same type of equipment, such as CR or IBC relays. A third way is to group equipment by use such as distribution feeder relays or generator relays. The user shall use his own discretion. CEI uses a combination of the above as shown in Table IV.

Once the group of data is known, the process of weeding out the unwanted data begins. First, all failures found during initial testing are thrown out. Then duplicate data, those marked "trouble still exists" and later corrected by another tester, must be eliminated. Next, all data where no troubles were found on a suspected failure are removed. And finally, all data pertaining to nonpreventable failures are eliminated.

From the remaining data, N , the average number of failures per year, can be determined by adding up the number of failures left and dividing that number by the period of time the report covers. The period of time should be a minimum of two years; the longer the better. Table I does not list the time to repair the failures, but the computer has that information stored. That average time can be determined, and a percent travel factor can be used to multiply the time and time spent by others can be added in to arrive at H_F . The remaining parameters in the equation for optimum maintenance interval can be determined by the user. The parameter C needs some

good estimating. An error of 20 percent will affect the formula by only about 6 percent (for typical calculations that were made). Table IV lists the old intervals and the proposed new intervals of preventive maintenance as determined by the Cleveland Electric Illuminating Company.

OPTIMUM DIAGNOSTIC TESTING INTERVAL

Diagnostic testing is done on equipment that seldom functions like a protective relay on a power system. There is no advantage to testing done on a piece of equipment that operates most of the time, because the type of failures of concern here causes the equipment to be inoperative. This would surely be noticed.

The object of diagnostic testing is to catch sudden failures of the operation failure type. This type of failure has a constant failure rate (which is here called α) according to *Military Handbook 217B*. These failures can be expected to occur constantly over the life of the equipment.

The formula used to calculate the optimum diagnostic testing interval is slightly different than the one used to calculate the optimum preventive maintenance interval. Both formulas are based on the least total annual cost to the company.

The annual cost associated with performing diagnostic tests is M/P , which is similar to the M and P explained previously under preventive maintenance calculations. All annual costs used here have units of dollars per unit year. M/P is the curve in Fig. 3, which is the cost of diagnostic testing. The annual cost associated with repairing the failures is $F\alpha$ where F is

$$H_M OH W + C_1$$

where H_M , OH , and W are the parameters associated with

TABLE IV
OPTIMUM MAINTENANCE INTERVALS

	TEST INTERVAL IN MONTHS			
	OLD PREV. MAINT.	CALCULATED PPREV. MAINT.	CALCULATED DIAGNOSTIC	PROPOSED NEW PREV. MAINT.
BATTERY CHARGERS	12	18	-	18
OSCILLOGRAPHIS	1	1	-	1
PA AMPS @ EL	1	1	-	1
PA SPKR & HDST @ EL	6	6	-	6
PA @ SERVICE CTRS.	3	6	-	6
PA @ OTHER PLANTS	2	4	5*	4
RECLOSERS - VSA & ITE	36	36	-	36
RECORDING INSTRUMENTS	2	3	①	3
REGULATION - FEEDERS	12	18	18*	18
REGULATION - BANKS	6	12	11*	12
REGULATION - PLANTS	6	9	9*	9
RELAYS - 5KV FEEDERS	36③	120	18②	120
RELAYS - OTHER DISTR.	24	84	24④	72
RELAYS - TRANS. & SUBTR.	24	72	36*	36
RELAYS - 132 & 345 WPLTS.	12	48	19*	24
RELAYS - PLANT AUX.	24	120	84*	84
RELAYS - GENERATOR	12	24	-	24⑤
RELAYS - OTHER PLANT	12	48	81*	48
RELAYS - CUSTOMER	24	84	84*	84
RELAYS - ? JUMPER	12	36	30*	30
RELAYS - SPR	12	18	17*	18
RELAYS - FAULT PRESS.	24	20	20*	24
RELAYS - TEMPERATURE	36	60	60*	60

- * No diagnostic testing program will be instituted.
- ① No diagnostic testing done because operators constantly watch instruments.
- ② Diagnostic test period increased from 1 year to 1.5 years.
- ③ Just doing diagnostic testing now, no preventive maintenance.
- ④ Institute diagnostic testing for second and fourth years and preventive maintenance for sixth year.
- ⑤ Usually done with generator off line.

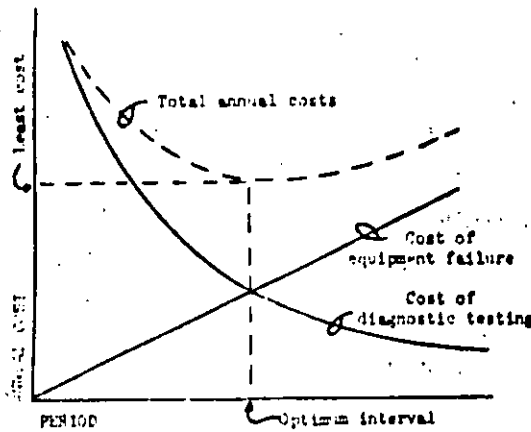


Fig. 3. Total diagnostic testing costs.

diagnostic testing, which again are similar to the definitions for preventive maintenance. C_1 is the cost of replacement components only and not of other damaged parts or other intangible costs, and α is the failure rate, which is a constant. As it turns out, $F\alpha$ is a constant annual cost and is a horizontal line (not shown) on the graph of Fig. 3. It will have no effect on a calculation of optimum diagnostic interval as will be shown.

As diagnostic testing is done more often, more failures will be caught before they can affect company operation. When a failure effects company operation, additional dollars (other than repair costs) are forfeited through loss of revenue, damage to equipment other than the failed component, and other intangible costs (these costs are called C_2 , C_3 , and C_4 below, respectively). Thus, less dollars would be spent annually as more and more failures are caught before they can adversely affect company operation.

The annual cost associated with costs other than repair

costs is

$$(C_2 + C_3 + C_4)\alpha f(P)$$

where $(C_2 + C_3 + C_4)\alpha$ is the maximum annual cost of the failure, not including cost of repair. It would occur if no operation failures were caught and repaired beforehand. $f(P)$ needs to be defined and is some function of P that as of this time has not been resolved. It will be a curve that increases with time or period. For purposes of illustration a straight line is chosen in Figs. 3 shown as the cost of equipment failure.

The total annual cost T (see curve of Fig. 3) of diagnostic testing is

$$T = M/P + F\alpha + (C_2 + C_3 + C_4)\alpha f(P).$$

$F\alpha$ has no effect on the determination of an optimum P because it is eliminated as T is differentiated with respect to P . Once $f(P)$ is known the whole equation for T can be differentiated, set equal to zero, and solved for the optimum diagnostic testing interval as was done for the optimum preventive maintenance interval. Table IV is the summary of old and new diagnostic and preventive maintenance intervals. $f(P)$ was set equal to P as an exercise.



Douglas J. Shellig received the B.E.E. degree from Cleveland State University, Cleveland, OH, in 1969.

He has been with the Cleveland Electric Illuminating Company, Mayfield, OH, for 18 years. He spent four years in the Field Testing Section as a Relay Tester and 12 years as an Operations Engineer.

DIRECTORIO DE ALUMNOS DEL CURSO "MANTENIMIENTO INDUSTRIAL APLICADO"
IMPARTIDO EN ESTA DIVISION DEL 18 DE FEBRERO AL 1o. DE MARZO DE 1985.

- 1.- ALVAREZ DE LA RIVA DANIEL ELEAZAR
KIMEX, S.A.
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
KM. 26.5 AUTOPISTA MEXICO QUERETARO
379-80-11
SUR 111-A No. 758
COL. SECTOR POPULAR
DELEGACION IZTAPALAPA
09060 MEXICO, D.F.
- 2.- AMADOR GARCIA FERNANDO
DIREC. GRAL. CONSTRUC. OPERAC. HIDRAUL.
JEFE UNIDAD DEPTO. ESTUD. DE APOYO
SAN ANTONIO ABAD No. 231-7o. PISO
COL. OBRERA
DELEGACION CUAUHEMOC
06800 MEXICO, D.F.
FRAGATA No. 169
COL. SAN MIGUEL XALOSTOC
ECATEPEC DE MORELOS, EDO. DE MEX.
55390 EDO. DE MEXICO
569-35-39
- 3.- ARRIOLA SARIANA GUILLERMO
PROQUIVENTEX DIV. AGROINDUSTRIAL
SUBDIRECTOR TECNICO
HAMBURGO No. 18-2
COL. JUAREZ
DELEGACION CUAUHEMOC
03600 MEXICO, D.F.
592-58-33 ext. 104
COYOACAN No. 15-2
COL. MERCED GOMEZ
DELEGACION ALVARO OBREGON
01600 MEXICO, D.F.
680-77-63
- 4.- ARROYO MANZANO ALEJANDRO
PETROQUIMICA DE MEXICO, S.A.
ENCARGADO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
PASEO DE LA REFORMA No. 195-12o. PISO
COL. CUAUHEMOC
535-50-05
MAYAHUEL 1 No. 6
COL. UNIDAD INDEPENDENCIA
DELEGACION MAGDALENA CONTRERAS
10100 MEXICO, D.F.
595-39-69
- 5.- BASURTO GARDUÑO JOSE
CALLE OTE 241 B No55
COL. AGRICOLA ORIENTAL
08500 MEXICO, D.F.
558-67-93
- 6.- BENAVIDES PADILLA MARIO ALBERTO
DIRECCION GRAL. DE OBRAS
INGENIERO RESIDENTE
AV. REVOLUCION No. 3045
DELEGACION COYOACAN
550-52-15 ext. 4755
JOSE MARTI No. 11=13
COL. TACUBAYA
DELEGACION BENITO JUAREZ
- 7.- CACHO GUTIERREZ GUADALUPE
CENTRO DE CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO
TEXTIL
ASESOR
RETORNO No. 30
COL. SAN JUAN TOTOLTEPEC
DELEGACION NAUCALPAN DE JUAREZ
373-65-06 EDO. DE MEXICO
AV. AUR 4 No. 229
COL. AGRICOLA ORIENTAL
DELEGACION IZTACALCO
08500 MEXICO, D.F.
558-11-42

- 8.- CAMACHO MEDINA EMILIO
U. N. A. M.
RESIDENTE
AV. REVOLUCION No. 2045
DELEGACION COYOACAN
550-52-15 ext. 4764
- 9.- CARRERA CONTRERAS JOSE JAVIER
COLGATE PALMOLIVE, S.A. DE C.V.
JEFE DE TURNO
PRESA DE LA ANGOSTURA
COL. IRRIGACION
557-00-22
- 10.- CASTAÑEDA MAYEN HUMBERTO
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
JEFE AREA MECANICA
EJE CENTRAL LAZARO CARDENAS No. 152
COL. SAN BARTOLO ATEPEHUACAN
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
567-66-00 ext. 20154
- 11.- CASTRO ALEGRIA VICTOR MANUEL
AXIS INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
GERENTE DE MANTENIMIENTO
KM. 48.5 CARRET. FED. MEXICO PACHUCA
COL. TECAMAC
91771-6-25-41
- 12.- CERVANTES JAUREGUI DAVID
DIREC. GRAL. OBRAS UNAM
COORDINADOR MATNO. DEL CTRO. CULTURAL
655-13-44 ext. 2090
- 13.- CORTES GOMEZ EDGAR ERNESTO
REICHHOLD QUIMICA DE MEXICO, S.A.
SUPERVISOR DE PROYECTOS
NORTE 45 No. 731
COL. INDUSTRIAL VALLEJO
DELEGACION AZCAPOTZALCO
567-19-00
- 14.- FOMAT MACIAS JOSE DE JESUS
LINGO BRONCE, S.A.
JEFE MANTO. MECANICO DE PLANTA
COL. TULTITLAN
565-81-44
- 15.- FRANCO ZERTUCHE VALDEMAR
BANCO INTERNACIONAL, S.N.C.
JEFE DE DEPARTAMENTO
REFORMA No. 156-5o. PISO
COL. JUAREZ
DELEGACION CUAUHTEMOC
06600 MEXICO, D.F.
566-00-25
- AV. VERACRUZ MANZ. 73 L-3
COL. SAN JERONIMO
DELEGACION MAGDALENA CONTRERAS
10200 MEXICO, D.F.
- COPILCO No. 178 EDIF. 21-1102
COL. COPILCO UNIVERSIDAD
550-33-26
- PONIENTE 141 No. 742
COL. MEXICO NUEVO
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
399-02-56
- MARGARITAS No. 309
COL. VILLA DE LAS FLORES
COACALCO EDO. DE MEXICO
874-02-67
- 1o. DE MAYO No. 6-23
COL. NATIVITAS
DELEGACION BENITO JUAREZ
03500 MEXICO, D.F.
- RIVA PALACIO No. 80-15
TLAINEPANTLA DE MEXICO
565-26-81
- TLACOTAL No. 2404
COL. GABRIEL RAMOS MILLAN
DELEGACION IXTACALCO
08730 MEXICO, D.F.
657-54-63
- EDIFICIO IGNACIO RAMIREZ ENTRADA "C"
DEPTO. 210
COL. U. NONOALCO-TLATELOLCO
DELEGACION CUAUHTEMOC
06900 MEXICO, D.F.
591-85-13

- 16.- GARCIA BECERRA JOAQUIN
NACIONAL DE ENVASES PLASTICOS
ASESOR TECNICO
CALZADA DE LAS ARMAS No. 12
COL. IND. LAS ARMAS
DELEGACION TLALNEPANTLA MEXICO
572-09-11
- JUAN BENITO DIAZ DE LA CAMARRA
U. EL ROSARIO
DELEGACION ATZCAPOTZALCO
382-37-72
- 17.- GODINEZ PANIAGUA VICTOR
OPERADORA VIPS, S.A. DE C.V.
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
AV. UNIVERSIDAD No. 936-A
COL. STA. CRUZ ATOYAC
DELEGACION BENITO JUAREZ
534-83-80
- 18.- GOMEZ VARGAS GERARDO
SERVI EQUIPOS HOLER, S.A.
RESIDENTE DE OBRA
INSURGNETES SUR No. 724-2o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03100 MEXICO, D.F.
543-96-99
- EMILIO CARRANZA No. 71
COL. SANTIAGO TEPALCATLALPAN
DELEGACION XOCHIMILCO
676-48-67
- 19.- GONZALEZ MARTINEZ ALEJANDRO
3 M MEXICO, S.A. DE C.V.
ING. DE PROYECTOS
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON No. 516
COL. CARRERA LARDIZABAL
07070 MEXICO, D.F.
577-21-00
- TAPICERIA No. 67
COL. 10 DE MAYO
DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA
789-06-09
- 20.- GONZALEZ MARTIN MANUEL
INSITUTO MEXICAO DE COMERCIO
EXTERIOR
JEFE DEPTO. DE INGENIERIA Y CON.
ALFONSO REYES No. 30
COL. CONDESA
DELEGACION CUAUHTEMOC
06140 MEXICO, D.F.
- FRESAS No. 5 DEPTO. 4
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03210 MEXICO, D.F.
559-99-69
- 21.- GUADARRAMA ZARAGOZA RANULFO
OPERADORA VIPS, S.A. DE C.V.
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
AV. UNIVERSIDAD No. 936-A
COL. STA. CRUZ ATOYAC
DELEGACION BENITO JUAREZ
539-83-80
- CORONA No. 100
COL. INDUSTRIAL
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07800 MEXICO, D.F.
537-55-51
- 22.- HERNANDEZ ARREDONDO BERNARDO
DU PONT, S. A. DE C.V.
SUPERVISOR DE MANTO.
HOMERO No. 206
COL. CHAPULTEPEC MORALES
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
11570 MEXICO, D.F.
250-90-33
- ANDRES GONZALEZ No.10
COL. UNIDAD FOVISSSTE
DELEGACION ZARAGOZA
09180 MEXICO, D.F.

- 23.- HERNANDEZ MANRIQUE CARLOS
DIREC. GRAL. OBRAS UNAM
RESIDENTE
AV. REVOLUSION No. 2045
COL. CIUDAD UNIVERSITARIA
DELEGACION COYOACAN
550-57-70
- CORUÑA No. 216-5
COL. VIADUCTO PIEDAD
DELEGACION IZTACALCO
574-82-61
- 24.- HERNANDEZ RIVERA JORGE
DIREC. GRAL. OBRAS UNAM
RESIDENTE
AV. REVOLUCION No. 2045
- TOTONACAS MZ. 62 LOTE 4
COL. AJUSCO
DELEGACION COYOACAN
677-31-69
- 25.- TUIT CANUL JOSE ALEJANDRO
TORNILLOS Y TUERCAS ESTRELLA
JEFE DE PRODUCCION
AVE. 11 No. 714 LOCALES 55-59
COL. NICOLAS TOLAUTINO
DELEGACION IZTAPALAPA
670-77-41
- ORIENTE 164 No. 307
COL. MOCTEZUMA
DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA
- 26.- JIMENEZ OVALLE JAIRO E.
SERVIEQUIPOS MOLER, S.A.
GERENTE DE EJECUCION DE OBRA
INSRUGNETES SUR No. 724-2o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION ALVARO OBREGON
03100 MEXICO; D.F.
543-96-99
- CANAVERALES No. 70-48
COL. EXHADA DE VILLA COAPA
671-39-15
- 27.- LEON ORIZABA FELIPE
CONVERPAC, S.A.
ING. DE MANTENIMIENTO
BENISMO PEREZ No. 18-A
FRACC. IND. NVA. XALPA
8-02-39 y 8-03-10
- NETZAHUALCOYOTL No. 24
COL. ARAGON LA VILLA
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
781-38-62
- 28.- LOPEZ MONTES CARLOS SERVANDO
FAC. EST. SUP. CUAUTITLAN
ASISTENTE DE PROFESOR "B"
RANCHO ALMARAZ
COL. ROMERO RUBIO
- ACEANO PACIFICO M-16 L-17
COL. PRADOS DE SANTA CLARA
55450 MEXICO, D.F.
- 29.- LOPEZ SALDAÑA JESUS ISAIAS
D. D.F. S. G. D. U. E. DIREC.
GRAL. DE EST. PROSPECTIVOS
JEFE DE OFICINA PROYECTOS COORD. ADMVA.
PLAZA DE LA CONSTITUCION
Y PINO SUAREZ 4o. PISO
COL. CENTRO
DELEGACION CUAUHTEMOC
06000 MEXICO; D.F.
518-34-48 y 521-75-90
- MAYORAZGO No. 8
VILLA COAPA
DELEGACION TLALPAN
14390 MEXICO, D.F.
594-36-41

- 30.- MAGALLANES ESTRADA EDUARDO
BANCO INTERNACIONAL
TECNICO A.
REFORMA No. 156-5o. PISO
COL. JAUREZ
DELEGACION CUAUHEMOC
06600 MEXICO, D.F.
566-00-25
- SERAFIN OLARDE No. 161-6
COL. INDEPENDENCIA
DELEGACION BENITO JUAREZ
03630 MEXICO, D.F.
539-19-11
- 31.- MARTINEZ LOPEZ JOSE ANDRES
- 32.- MATUTE ESCORCHE PABLO RAFAEL
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MEXICO
ING. INDUSTRIAL
SADI CARNOT No. 57
COL. SAN RAFAEL
DELEGACION CUAUHEMOC
06400 MEXICO, D.F.
- STA. MA. LA RIBERA No. 107-B
COL. STA. MA LA RIBERA
DELEGACION CUAUHEMOC
06400 MEXICO, D.F.
547-02-93
- 33.- MEDINA MIRELES EDUARDO
PRODUCTOS ESPECIALES METALICOS, S.A.
SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO
BLVD. JOSE LOPEZ PORTILLO No. 8-A
COL. TULTITLAN
565-86-55
- RETORNO 206 No. 10
U. MORELOS
582-99-83
- 34.- MONTESINOS VALENCIA F. ALVARO
FACULTAD DE INGENIERIA
- CALLE LA PAZ No. 4
COL. CHIMALHUACAN
EDO. DE MEXICO
- 35.- NAVARRETE ESTRADA HILDEBERTO
S. C. T. DIREC. GRAL. DE AEROPUERTOS
JEFE DE SECCION
CHIAPAS No. 121
COL. ROMA
574-83-70
- CHIHUAHUA No. 92
COL. PROGRESO TIZAPAN
DELEGACION ALVARO OBREGON
01020 MEXICO, D.F.
548-89-91
- 36.- PALMA ESCANDON SERGIO
ESTRELLA DE ORO, S.A. DE C.V.
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
TLALPAN No. 1125
COL. ROSEDAL
DELEGACION OCOYOACAN
548-20-85
- CALIFORNIA No. 35-A
COL. PARQUE SAN ANDRES COYOACAN
04040 MEXICO, D.F.
549-60-23
- 37.- PINEDA SAUCEDO SAUL
REICHHOLD QUIMICA DE MEXICO, S.A. DE C.V.
JEFE DE MANTENIMIENTO
NORTE 45 No. 731
COL. INDUSTRIAL VALLEJO
03300 MEXICO, D.F.
567-19-00
- AV. GRANJAS No. 121-2
COL. JARDIN AZPEITIA
DELEGACION AZCAPOTZALCO
02530 MEXICO, D.F.
556-52-95
- 38.- RAMIREZ OROPEZA JOSE CARLOS
DIREC. GRAL. OBRAS
RESIDENTE
AV. REVOLUCION No. 2045
CIUDAD UNIVERSITARIA
- CALLE 5 No. 90
COL. ESPARTACO
DELEGACION COYOACAN
04870 MEXICO, D.F. 677-44-79

- 39.- RANGEL CUENCA JORGE
BANCO DE MEXICO
ING. EN MANTO.
CALZADA LEGARIA No. 691
COL. IRRIGACION
DELEGACION MIGUEL HIDALGO
11500 MEXICO, D.F.
557-21-00
- CALLE SUR 105 No. 424
COL. HEROES DE CHURUBUSCO
DELEGACION IXTAPALAPA
09060 MEXICO, D.F.
582-84-84
- 40.- RIVERA BRISEÑO JUAN MANUEL
SUBDELEGACION TLTELOLCO DEL CUAUHEMOC
SUBJEFE DE CONSERVACION Y SERVICIOS
REFORMA NORTE No. 668
COL. TLATELOLCO
DELEGACION CUAUHEMOC
529-85-00
- OCEANO PACIFICO No. 92-2A-2-1
COL. LOMAS LINDAS
DELEGACION ATIZAPAN
54500 MEXICO, D.F.
526-37-93
- 41.- RIOS PONCE AZARIEL
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA
JEFE DE MANTO.
4 SUR No. 104
PUEBLA, PUE.
- E. ZAPATA No. 35
PUEBLA, PUE.
- 42.- RODRIGUEZ PEREZ JUAN MANUEL
POLICYD, S.A. DE C.V.
INGENIERO EN PLANEACION PROGRAMAC. MANTO.
AVE. LA PRESA S/N
ZONA INDUSTRIAL
COL. SAN JUAN IXHUATEPEC
NAUCALPAN DE JUAREZ
586-08-88
- 1er. ANDADOR DE JOAQUIN COLOMBRES 4-A
COL. UNIDAD EJERCITO DE OTE II
DELEGACION IZTAPALAPA
586-08-88
- 43.- RODRIGUEZ PINEDA URBANO
INDUSTRIAS NOVAPACK, S.A. DE C.V.
SUPERINTENDENTE DE MANTO.
FF. CC. DE CUERNAVACA No. 645
COL. OLIVAR DE LOS PADRES
DELEGACION ALVARO OBREGON
01780 MEXICO, D.F.
595-46-11
- FF. CC. DE CUERNAVACA No. 645
COL. OLIVAR DE LOS PADRES
DELEGACION ALVARO OBREGON
01780 MEXICO, D.F.
595-46-11
- 44.- RODRIGUEZ CORREA ANTONIO
OPERADORA VIPS, S.A. DE C.V.
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
AV. UNIVERSIDAD No. 936-A
COL. STA. CRUZ ATOYAC
DELEGACION BENITO JUAREZ
534-68-31
- LA VIO No. 264
COL. NUEVA STA. MARIA
DELEGACION AZCAPOTZALCO
02800 MEXICO, D.F.
556-16-56
- 45.- RUIZ MARTINEZ ROBERTO
OPERADORA VIPS, S.A. DE C.V.
SUPERVISOR DE MANTO.
AV. UNIVERSIDAD No. 936-A
COL. STA. CRUZ ATOYAC
DELEGACION BENITO JUAREZ
534-83-80
- 46.- SANCHEZ DE LA TORRE MARCO ANTONIO
S.E.D.U.E.
INGENIERO PROYECTISTA SUBJEFE
AV. PASEO DE LA REFORMA No. 77-90. P
COL. TABACALERA
DELEGACION CUAUHEMOC
06330 MEXICO, D.F.
- SANTURCA No. 1022
COL. SAP. ZACATENCO
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07360 MEXICO, D.F.
586-14-23

- 47.- SILVA GARCIA HUGO DONACIANO
INDUSTRIAS MURGUIA
TECNICO DE MANTENIMIENTO
PROGRESO No. 4-3a. SECCION
COL. ALCE BLANCO
FRANCISCO I MADERO No. 154
COL. EMILIANO ZAPATA
CUAUTLA MOR.
2-40-51
- 48.- TENORIO SANCHEZ SALVADOR BASILIO
DIREC. GRAL. RECLUSORIO
CENTRO DE READAPTACION SOCIAL
JEFE DE MANTENIMIENTO
EDISON No. 176
COL. SAN RAFAEL
DELEGACION CUAUHTEMOC
06000 MEXICO, DF.
592-63-47
CORONAS No. 81
COL. SIMON BOLIVAR
DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA
15410 MEXICO, D.F.
551-96-15
- 49.- VALDES ACOSTA FERNANDO
BODEGAS RURALES CONASUPO, S.A.
SUBGERENTE DE MANTO. EQUIPO INST.
EJE CENTRAL LAZARO CARDENAS No. 23
COL. CENTRO
518-48-12
SAO PAULO No. 224
COL. VALLE DORADO
DELEGACION TLALNEPANTLA
- 50.- VARGAS SANCHEZ JOSE RAFAEL
EDIFICIO 74-B-202
COL. LINDAVISTA VALLEJO
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07720 MEXICO, D.F.
567-38-00
- 51.- VAZQUEZ ROJANO FRANCISCO MAURICIO
DIREC. GRAL. AEROPUERTOS
JEFE DE SECCION
CHIAPAS No. 121
COL. ROMA
AV. MOCTEZUMA S/N CALLE ZAPOTECAS
MZ. 30 LOTE 18
COL. AJUSCO
DELEGACION COYOACAN
04300 MEXICO, D.F.
- 52.- VEGA TINOCO ARGELIO
INDUSTRIAS IEM, S.A. DE C.V.
SUPERVISOR DE MANTO.
VIA GUSTAVO BAZ KM. 11.5
TLALNEPANTLA
569-69-00
ORIENTE 95 No. 2604
COL. JOVITA
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
537-33-88
- 53.- VELAZQUEZ CORDOVA MARIO E.
INGENIERIA MEXPER PROYECTOS E INST.
GERENTE TECNICO
CTA. CERRADA DEL RETOÑO No.111-3er. PISO
COL. DEL RETOÑO
DELEGACION IZTAPALAPA
524-11-19
AV. UNIVERSIDAD No. 1900-50-2
DELEGACION COYOACAN
04310 MEXICO, D.F.
658-62-08