



UNIVERSIDAD ANAHUAC
VINCE IN BONO MALUM

881215
L
205

UNIVERSIDAD ANAHUAC
ESCUELA DE INGENIERIA

con estudios incorporados a la
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**CRITERIOS DE REMODELACION DE
INMUEBLES DEL CENTRO HISTORICO DE LA
CIUDAD DE MEXICO**

Tesis para optar por el título de:

Licenciatura en Ing. Civil

que presentan:

Fernando Alberto Amigo Castañeda
José Eduardo De La Parra Cubells
Rafael Carlos García de Alba Figueroa

Asesor de la Tesis: Ing. Gustavo Jiménez de la Cuesta

México, D.F., Agosto de 1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CRITERIOS DE REMODELACION DE INMUEBLES DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE MEXICO

Prólogo

1.- Historia del centro de la Ciudad.

- 1.1.- Epoca prehispánica.
- 1.2.- La Colonia
- 1.3.- El Porfiriato
- 1.4.- Urbanismo y arquitectura de principios del siglo XX a la actualidad
- 1.5.- Centro Histórico actual.
 - 1.5.1.- ¿Qué es el Centro Histórico actual?
 - 1.5.2.- Principales edificaciones (Tipología, estilos, etc.)
 - 1.5.3.- Límites y planeoteca.
 - 1.5.4.- Instrumentos legales de protección (Decretos nacionales e internacionales)

2.- Principales tipos y clases de materiales existentes en los inmuebles del Centro Histórico.

- 2.1.- Materiales Inorgánicos
 - 2.1.1.- Pétreos
 - 2.1.1.1.- Naturales
 - 2.1.1.2.- Artificiales
 - 2.1.2.- Metálicos
- 2.2.- Materiales Orgánicos
- 2.3.- Materiales mixtos

3.- Principales agentes que deterioran los inmuebles del Centro Histórico.

- 3.1.- Contaminación atmosférica
- 3.2.- Humedades
- 3.3.- Agresión humana e ignorancia para el control de los problemas antes mencionados

4.- Criterios generales de limpieza y conservación

- 4.1.- Limpieza y conservación en elementos inorgánicos pétreos
 - 4.1.1.- Métodos de limpieza por lavado
 - 4.1.1.1.- Lavado con riego mínimo
 - 4.1.1.2.- Lanzas de agua
 - 4.1.1.3.- Limpiador por vapor
 - 4.1.2.- Métodos de limpieza mecánica
 - 4.1.2.1.- Aire comprimido y abrasivo
 - 4.1.2.2.- Limpieza abrasiva húmeda
 - 4.1.3.- Métodos de limpieza química
 - 4.1.3.1.- Soluciones a base de ácido fluorhídrico
 - 4.1.3.2.- Hidróxido de sodio (sosa cáustica)
 - 4.1.3.3.- Otros agentes químicos
 - 4.1.4.- Sistemas de limpieza especiales
 - 4.1.5.- Métodos adecuados de limpieza para diferentes materiales y manchas
 - 4.1.6.- Métodos para reparar edificaciones de piedra
 - 4.1.6.1.- Tratamientos de piedras existentes y nuevas
 - 4.1.6.2.- Enlucido de superficies externas de mampostería
 - 4.1.6.3.- Reparación con morteros
 - 4.1.6.4.- Lechado
 - 4.1.7.- Consolidación y conservación
 - 4.1.7.1.- ¿Cuándo se justifica el uso de un consolidante ?
 - 4.1.7.2.- ¿Qué consolidante debe utilizarse ?
 - 4.1.7.3.- Conservación
- 4.2.- Limpieza y conservación de elementos inorgánicos metálicos
- 4.3.- Limpieza y conservación de elementos orgánicos

5.- Identificación y aplicación del proceso de limpieza y conservación propuesto en este trabajo.

- 5.1.- Causas de deterioro *in situ*
- 5.2.- Pruebas de limpieza en áreas pequeñas
- 5.3.- Evaluación de las pruebas
- 5.4.- Agentes de limpieza
- 5.5.- Preparación del sitio
- 5.6.- Equipo adecuado
- 5.7.- Limpieza
- 5.8.- Consolidación
- 5.9.- Conservación
- 5.10.- Evaluación final del trabajo

6.- Principales organismos que intervienen en el rescate del Centro Histórico

- 6.1.- Entidades oficiales y privadas
- 6.2.- Principales acciones para el rescate del Centro Histórico

7.- Trámites y ejemplo de aplicación

- 7.1.- Trámites y especificaciones
 - 7.1.1.- Delegación Cuauhtémoc
 - 7.1.2.- Fideicomiso del Centro Histórico
- 7.2.- Ejemplo de aplicación
 - 7.2.1.- Condiciones de trabajo
 - 7.2.2.- Presupuestos y ruta crítica

Album fotográfico

Conclusiones y recomendaciones

Bibliografía

PROLOGO.-

En el campo de la conservación, conflictos de valores en el terreno de lo estético, histórico o técnico son frecuentemente inevitables. Actitudes y métodos rivales surgen en un tema que está aún desarrollándose y en la esencia de esas diferencias existe con frecuencia una deficiencia de conocimiento técnico.

Un principio rígido y universalmente aceptado es el que todos los tratamientos deben ser adecuadamente documentados. Existe también un acuerdo general en el que las falsificaciones estructurales y decorativas deben ser evitadas. Además se encuentran otros tres principios los cuales, a menos que haya objeciones que las invaliden, deben ser seguidas. El primero es el principio de la reversibilidad de los procesos, el cual afirma que un tratamiento debe ser de tal manera que la pieza de arte, si se desea, sea retornada a su condición de pre-tratamiento aún después de un largo periodo de tiempo. El principio es imposible de aplicar en ciertos casos, por ejemplo cuando la supervivencia de la pieza de arte dependa de un proceso irreversible.

El segundo, intrínseco a todo hecho, es que tanto como sea posible, las partes descariadas o defectuosas de una pieza de arte, deben ser conservadas y no reemplazadas.

El tercero es que las consecuencias del paso del tiempo de los materiales originales (por ejemplo: "la pátina") no debe ser normalmente ocultada o removida. Esto incluye una condición secundaria en el que acreencias posteriores no deben ser retenidas bajo una falsa apariencia de pátina natural.

De acuerdo a palabras de C.H. Smith, la piedra, a pesar de su imagen como un material eterno, tiene una vida limitada. Su desgaste o escariamiento puede ser causado por un número de factores, incluyendo un ambiente contaminado, el cual lleva a una erosión, descascaramiento y exfoliación de la superficie. Eventualmente esto puede dañar la apariencia estética de un edificio o afectar su estabilidad estructural y así, serán necesarias medidas apropiadas para su remedio.

El método tradicional de reparación ha sido el de quitar y renovar todas las piedras desgastadas o defectuosas, pero en el caso de inmuebles históricos este proceso, es en efecto, destructivo tanto por su interés arqueológico como estructural.

Es necesario por lo tanto, tomar una actitud especial hacia la restauración de edificaciones históricas de cantera, la cual debe estar basada en una filosofía considerada cuidadosamente.

La forma de abordar los diferentes casos podrá variar, sin embargo existen algunas consideraciones que deben seguirse, entre las que se encuentran:

- 1.- la edad y el tipo de edificio;
- 2.- la función estructural de la piedra individual en cuestión, y la naturaleza y causa de su defecto;
- 3.- una cuidadosa valoración de la proporción de su desgaste, tomada en un contexto de el edificio como un todo.

La parte esencial a la hora de abordar una construcción histórica necesitada de reparación es el determinar la causa de su desgaste, y donde sea posible, remover o minimizar su efecto. Si la ruptura de la superficie es causada por la contaminación ácida del aire, existe muy poco que se pueda hacer individualmente, sin embargo las acciones gubernamentales en un contexto nacional o internacional pueden ser de una gran importancia.

Posiblemente la lección más importante a observar del trabajo realizado durante los siglos XVIII y XIX es que la mínima cantidad posible de renovación de piedra, cualquiera que sea el material seleccionado para reemplazarla, crea los menos problemas y la mayor preservación del material histórico.

De esta forma, la decisión crucial es la que debe ser hecha por un grupo profesional multidisciplinario, en el sentido de qué reparar y qué dejar intacto, un asunto crítico que debe ser abordado de una manera cuidadosa y organizada y no ser dejado simplemente hasta el último momento y que sea decidido por cualquier persona que se encuentre en el sitio.

Dentro de la problemática que atañe al Centro Histórico de la ciudad de México, es importante resaltar que no sólo se deben abordar los proyectos de remodelación de las edificaciones como un trabajo de fachadismo, sino por el contrario, estudiarlos y resolverlos como un todo, es decir, tomando en cuenta todos los problemas existentes en el entorno que pueden involucrar decisiones de tipo estructural, hidráulico, financiero, organizacional, artístico, histórico, etc. Dentro de este contexto el ingeniero civil, dados sus conocimientos técnicos y humanos aplicables a los diferentes campos, y su formación eminentemente analítica, debe jugar un papel preponderante dentro de la coordinación y dirección del grupo multidisciplinario que se debe formar para la solución integral de los proyectos que en este trabajo se mencionan.

CAPITULO 1

HISTORIA DEL CENTRO DE LA CIUDAD.

1.1.- Epoca prehispánica

La historia de la ciudad antes de la llegada de los españoles, puede ser dividida en dos etapas, la primera que abarca desde su fundación y ascenso de Acamapichtli, época que fue de economía muy pobre basada en la explotación de los productos lacustres, de vida difícil y de recursos escasos, con una organización de corte tribal. La segunda etapa, la que comenzaría con el reinado de Izcóatl en 1433 y abarca hasta la caída de México en 1521.

Durante estos años es cuando el pueblo mexicano experimenta una fuerte consolidación, un vigor y pujanza que dan como resultado la hegemonía de Tenochtitlán sobre un vasto territorio.

La isla original sobre la que se funda Tenochtitlán pudo haber tenido una extensión aproximada de 180 hectáreas, misma que fue creciendo poco a poco mediante la construcción de chinampas (del nahuatl *chinámitl*, seto o cerco de cañas; cercado hecho de palos o varas entretrejidas).

De hecho hubo varios modos de construir suelo artificial tanto para poblamiento como para uso agrícola; uno de ellos lo describe Vargas Machuca en el siglo XVI de la siguiente manera:

dentro de esta laguna vive gran cantidad de indios de esta manera, que hacen sus estacadas y las hincan de tierra, hasta que sube del húmedo del agua buen podazo encima forman y hacen sus casas.

El hecho de construir suelo artificial fue uno de los resultados más espectaculares logrados por la civilización mesoamericana. Estas parcelas hechas verdaderamente "a mano" van a provocar una transformación del ecosistema local de forma tan radical que permiten un incremento demográfico de gran importancia, mismo que dará lugar posteriormente a la expansión imperialista azteca y al florecimiento general de la cultura mexicana.

Tras Izcóatl, sube al poder Moctezuma Ilhuicamina (1440-1468), quien debe hacer frente a dos problemas fundamentales de la ciudad; la dotación de agua dulce y las inundaciones.

Se ocupa primero de la construcción de un acueducto para así satisfacer la demanda de agua dulce, y posteriormente se hace un albardón en la laguna hacia el oriente de la isla. Esta obra fue de gran importancia para la ciudad y en ella participaron no solamente los tenochca sino también los señores y *macchuales* de Tlacopan, Culhuacan, Iztapalapa, Tenayucan y Texcoco; el albardón tenía tres leguas (12 a 16 kilómetros aproximadamente) de longitud y para su construcción los tepaneca, coyohuaque y xochimilca aportaron las estacas y piedras necesarias.

Axayácatl, quien gobierna de 1468 al 1481, somete a Tlatelolco, dando lugar al surgimiento de una unidad con mayor fuerza y solidez tanto política como económica. Tizoc (1481-1486) empieza la construcción del nuevo *teocalli* y Ahuizotl (1486-1502) ya en plan de poderío y refinamiento reedifica y vuelve a trazar por completo la ciudad tras la severa inundación ocurrida en 1499. En esta época, la especialización artesanal y el intercambio entre las diferentes provincias parecen estar presentes definitivamente. Los chalca por ejemplo, debían servir a los mexicanos con materiales de construcción (madera, piedra, tierra), canoas labradas, terrazgueros y peones para sus obras.

De Texcoco, Tacuba, Coyoacán, Azcapotzalco, Chalco y Xochimilco venían especialmente canteros y albañiles. Cada región aportaba determinados materiales, Texcoco piedra pesada y liviana; Azcapotzalco, piedra pesada; Chalco, morrillos y estacas de madera para el cimiento, así como arena de tezontle; Xochimilco, instrumentos para sacar céspedes y canoas para cargar el agua.

La importación de material de construcción a la ciudad, revestía especial importancia ante la ausencia casi total de éste por encontrarse Tenochtitlán en terrenos predominantemente pantanosos.

Estas importantes obras realizadas en la ciudad nos indican ya la presencia de un verdadero urbanismo si para definirlo tomamos en cuenta lo dicho por Sanders que considera que el urbanismo es el proceso mediante el cual una población se concentra en un lugar en donde va a realizar ciertas actividades de producción, distribución de bienes y administración política.

Al lograr Tenochtitlán la organización suficiente para la realización de obras monumentales tales como el albarradón, el acueducto, el templo mayor, toda la red de canales, calles acequias, etcétera, se revela claramente la presencia de las características urbanas. Urbanismo éste, el del altiplano, que se debió en gran parte a la muy favorable agricultura de la región, al eficiente sistema de transporte lacustre y a la muy particular geografía de la cuenca de México, elementos que actuaron como un gran estímulo para el desarrollo de la ciudad.

Hacia finales del siglo XV, bajo el reinado de Ahuizotl el desorden y la improvisación se abandonan en la ciudad para adoptar el planeamiento y la regularización; es a Nezahualcóyotl a quien se encarga formalmente el proyecto y la dirección del acueducto de Chapultepec. La economía basada anteriormente en productos lacustres se va a enriquecer intensamente por medio de la agricultura a base de sementeras lacustres o *chinámitl*. La pobreza va desapareciendo y surge poco a poco la prosperidad, aquellos terrenos marginales y pantanosos se van transformando radicalmente en campos agrícolas muy productivos. A través de las grandes obras hidráulicas, que controlaban los niveles del agua del área, se sientan las condiciones para la construcción de chinampas en las que se llegan a conseguir altísimos niveles de producción agrícola. Sanders calcula que alrededor de diez mil hectáreas de campos chinamperos estaban en plena producción, solamente en la parte sur de la cuenca en tiempos de la Conquista; el mismo autor piensa que alrededor de medio millón de habitantes se pudieron haber alimentado con los productos de estas tierras que anteriormente eran sólo pantanos.

Hacia 1519 aquello que originalmente había sido un pequeño archipiélago formado por cinco islillas menores (Mixiuca, Tultenco, Zoquiapan, Temascaltilan e Iliac) y dos grandes (Tenochtitlan y Tlatelolco) se había convertido a través de doscientos años en un solo conjunto urbano fraccionado por canales y acequias y rodeado totalmente de agua; estaba a su vez, unido a tierra firme por medio de tres calzadas hechas de pilotes de madera, piedra y tierra apisonada. Hacia el norte salía la calzada de Tepeyacac, al poniente Tlacopan y al sur Iztapalapa.

Tlatelolco llegaba por el lado norte hasta la actual calle de Manuel González que es la prolongación al poniente del Canal del Norte y por esta misma más o menos con la Avenida del Trabajo. Al oriente llegaba desde la Avenida del Trabajo hasta su entronque con Héroe de Granaditas; al sur por Héroe de Granaditas y Organo, continuando el límite por una ciénega que es en la actualidad la calle de Mosqueta.

Tenochtitlan, por su parte, se extendía al sur hasta la calle de doctor Lavista, probablemente hasta doctor Liceaga y la calle de Lucas Alamán, que era la orilla de la isla continuando por la calzada de Chabacano y la calle de Morelos; al poniente las calles de Abraham González o Versalles y una línea quebrada que iba más o menos por las calles de Arista, Violeta, Guerrero, Pedro Moreno, Zarco, Moctezuma y Lerdo, uniéndose aquí con la calle de Mosqueta que era el lindero de Tlatelolco.

Se puede ver con esto que tanto Tlatelolco como Tenochtitlan duplicaban su superficie original mediante la construcción de chinampas usadas como tierra urbana, es decir para habitar allí y no para sembrar, como sería el caso de las chinampas de la ribera del lago.

Aunque todos los cálculos tanto de población como de dimensiones son hipotéticos, se ha encontrado evidencia arqueológica en las excavaciones que se han hecho durante la construcción de las obras del Metro que indican la posibilidad de que la ciudad hubiera alcanzado un área mayor que la que se había estimado anteriormente.

La ciudad tenía una forma alargada en dirección norte-sur, con una penetración por el lado norte paralela a la avenida Peralvillo que formaba una lagunilla en el lugar conocido hasta hoy con este nombre.

Según Domingo García Ramos, en el momento del contacto pudo haber tenido la isla un área de 750 hectáreas, es decir, aproximadamente cuatro veces mayor que la isla original.

Aquel conjunto inicial de casas diseminadas dentro de los cuadrantes originales dejaron lugar a un agrupamiento de casas y chinampas distribuidas geoméricamente a través de la isla, asentadas alrededor de un impresionante centro administrativo y ceremonial que se supone fue magníficamente construido.

Urbanización

Aunque de Tenochtitlan tenemos mucha y variada información a través de fuentes de primer orden, dichas crónicas describen con detalle las características principales de la ciudad, como su centro ceremonial, las calles, el abastecimiento de agua, el mercado; poco se dice, sin embargo, de la disposición de las casas de habitación común. Hay fuentes que indican que éstas estaban construidas de manera improvisada, al azar, en desorden. En *Actas de Cabildo* de fecha 9 de Agosto de 1541, a sólo 20 años de tomada la ciudad por los españoles, Ruy González, regidor de ésta, se queja de que " *los indios tienen sus casas cercadas y puestas de arte que la cibdad no se puede andar libremente a pie ni a caballo por donde ellos biben*", lo cual da idea que la disposición de las casas indígenas no seguía el orden acostumbrado dentro de la " *traza* " donde las calles eran rectilíneas siguiendo el patrón renacentista en forma de damero. Francisco Cervantes de Salazar, en el año de 1554, claramente habla de las casas que estaban fuera de la traza, es decir, las de los indios, diciendo que " *están colocadas sin orden*" afirmando que " *es costumbre antigua entre ellos*" el hacerlas así.

El historiador O'Gorman, por su parte, habla de que los indios " *no observaban reglas urbanísticas y poblaban en gran desorden*" y que después de la Conquista continuaron haciendo lo mismo.

Es sumamente difícil precisar cómo sería el patrón de las casas indígenas en el área que luego ocupó la traza española, al centro de Tenochtitlan; tal vez hubo un solo patrón en toda la ciudad; o tal vez, en tiempos prehispánicos hubo diferencia entre un centro ordenado y zonas suburbanas improvisadas; o tal vez, el desorden mencionado por los españoles había sido provocado por el desplazamiento tras la Conquista.

A pesar de este aparente desorden quizás se pueda hablar de sólo uno de los patrones de asentamiento aborigen que responde a necesidades muy concretas de su tiempo y de su espacio. El urbanismo usado en Tenochtitlan así como en el resto del área chinampera tiene antecedentes muy antiguos en Mesoamérica y en el Valle de México, prueba de lo cual es la existencia de Teotihuacan o bien, fuera de la cuenca, las ciudades de Xochicalco en lo que actualmente es el estado de Morelos, Tula en Hidalgo o Chichen-Itzá en Yucatán, todas de trazos axiales y orientaciones precisas.

Dicho urbanismo, ideado originalmente por los sacerdotes-gobernantes con el objeto de colocar el templo en un lugar preponderante, provoca un centralismo que se materializa en la forma de la plaza central, elemento que también tiene una gran antigüedad en el Valle de México. De este punto arrancan todas las calles con cierto orden que se va diluyendo conforme se alejan hacia afuera; se insinúa en todo ello una forma radial que pudo haber sido característica de las ciudades fundadas sobre islas o penínsulas como Mixquic, en el área chinampera (provincias de Chalco y Xochimilco) y que se pudo haber dado en la isla tenochca.

Como es bien sabido, Tenochtitlan estaba dividida por dos ejes centrales que daban como resultado cuatro secciones o cuadrantes; éstos son las zonas que, según la tradición, originaron la ciudad mexicana; surge así una simple subdivisión que implica ya un orden espacial del cual se va a derivar toda la ciudad.

Se podría pensar que a partir del reinado de Itzcóatl, cuando se actúa con mayor organización, el plano toma un carácter más formal, construyéndose la primera calzada, hacia Iztapalapa, que va a abrir el acceso directo a tierra firme. Por otro lado, el carácter chinampero de Tenochtitlán obligaba casi a llevar un orden en la distribución urbana puesto que las chinampas tienden a adoptar una forma regular.

La vivienda indígena

Es difícil determinar el tipo de vivienda que se usó en Tenochtitlan a finales del siglo XV y principios de XVI porque no existe evidencia material de ello y la información arqueológica sobre áreas habitacionales es bastante escasa; además, las fuentes documentales se refieren poco a la arquitectura doméstica.

Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los sistemas de construcción de vivienda indígena rural en todo el mundo son muy conservadores, usándose generalmente técnicas que se transmiten de generación en generación y que sufren pocos cambios a través de los años. Por lo tanto se podría deducir que las casas tenochcas podrían ser similares a aquéllas, al menos las de las áreas periféricas de la ciudad, en donde se cree que había mayor ruralización. A pesar del severo cambio ocurrido en Tenochtitlan a partir de 1521, parece que la vivienda indígena no sufre modificaciones de consideración y subsiste dentro del marco citadino en forma casi idéntica a la prehispánica.

La construcción se hace tanto ayer como hoy, usando los materiales locales y tratando de resolver las necesidades impuestas por el medio ambiente. Pero además de las condiciones climáticas, por importantes que éstas sean, influyen en la construcción diversos factores, como por ejemplo, la disponibilidad de materia prima, o bien la reglamentación de la ciudad, la situación económica o social del que construye, en todo lo cual intervienen ya razones de índole social, político e ideológico; así vemos que la vivienda es un verdadero reflejo del desarrollo y de la forma de vida de un pueblo, de sus relaciones sociales, de su idiosincrasia. Partiendo de la base que nos indica el que la nación mexicana había llegado a un sistema de fuerte o marcada estratificación socioeconómica, podemos deducir que la ciudad capital del imperio, reflejando dicha situación debe haber sido una ciudad heterogénea desde el punto de vista doméstico, es decir, si había diferentes clases sociales en la Tenochtitlan de los días anteriores a la Conquista, éstas deben haber vivido de maneras distintas.

De esta manera, la estratificación social se manifiesta con cierta claridad a través de las casas en las que habitan los integrantes de una sociedad, sea ésta urbana o no. La forma en la que se proyecta una casa, sus dimensiones, su decoración, la planta general de las distintas áreas, los materiales usados en la construcción, la cantidad de trabajo y de material invertidos en la obra son elementos que definen y que marcan claramente las diferencias o las desigualdades entre una clase pobre y una rica, entre un *pilli* y un *macehualli*, entre una sociedad estratificada y una de corte igualitario.

El *Códice Florentino* describe los diferentes tipos de casas refiriéndose no sólo a la capital tenochca sino también a distintas regiones del imperio mexicana, y probablemente también a lugares independientes y lejanos. Dichas diferencias en la construcción vistas por Sahagún se originaban desde luego y en primera instancia en el medio ambiente, pero también en el factor económico-social. La posesión y características de los inmuebles estaba rigidamente reglamentada y se derivaba directamente de la posición social (nobleza) y de la actuación en la guerra. Dice Durán que: "*salió ordenado que ninguno fuese osado a edificar casa con altos, sino solo los grandes señores y valientes capitanes so pena de la vida*".

Es decir, que las casas de dos pisos eran única y exclusivamente para los señores, considerándose la posesión de una de ellas como símbolo inequívoco de alto rango, ya que incluso iba la vida de por medio en la supuesta violación de dicha regla. Continúa fray Diego Durán:

... y que ninguno osase poner xacales puntiagudos ni chatos ni redondos en sus casas, sino solo los grandes señores, so pena de la vida, porque aquellos eran particular grandeza y merced de los señores, concedida de lo alto por los dioses solo a ellos.

Los dioses directamente daban ciertos privilegios "arquitectónicos" única y exclusivamente a los grandes señores; es así que la construcción juega un papel importante en la rígida pirámide social azteca, siendo un claro elemento de rango y jerarquía.

Por su parte fray Bernardino de Sahagún detalla veintiseis tipos de vivienda diferentes, dentro de una amplia gama de categorías:

<i>tlatocacalli</i>	casas del señor
<i>tecpilcalli</i>	palacios de personas principales
<i>taçocalli</i>	casas suntuosas de muchos edificios
<i>tlapancalli</i>	casa de azotea
<i>calpixcacalli</i>	casa fuerte para guardar las cosas de los señores
<i>çaçan ie calli</i>	casas comunes
<i>pochteca calli</i>	casas de mercaderes
<i>nelli calli</i>	casa bien hecha
<i>maceoal calli</i>	casa de villanos
<i>tecoio calli</i>	casa pequeña como pocilga
<i>lcno calli</i>	casa humilde
<i>colotic calli</i>	choza o cabaña
<i>xacalli</i>	casa pajiza
<i>çaça ie xacalli</i>	otra manera de choza

<i>tlapicacalli</i>	casa donde se esconden los guardas de los maizales
<i>tecoio xacalli</i>	otra manera de choza puntiaguda
<i>xacal tetzoiotl</i>	casa de tablas
<i>xacal mimilli</i>	otra manera de casa pobre
<i>quauh xacalli</i>	otra manera de casa de tablas
<i>ipal cacalli</i>	otra manera de casa de tablas
<i>calnepanollo</i>	casa con sombrero
<i>tlallan calli</i>	casa hecha a mano debajo de la tierra
<i>calhuinilaxtli</i>	casas continuadas unas con otras
<i>caliaoalli</i>	casa redonda sin esquinas
<i>chanlli</i>	casa generalmente

No señala Sahagún distinciones entre lo que serían las casa de la ciudad y las rurales; únicamente observa diferencias de categoría; en el nivel más alto se encontrarían quizás la *tlatocailalli*, que era "buena hermosa, preciosa casa"; recordemos que el palacio de Moctezuma II ocupó según cálculos de Calnek una superficie de 2.4 hectáreas, o sea 24 mil metros cuadrados, siendo una estructura arquitectónica grande, compleja y lujosa, con salas, patios y corredores. Según Cortés, tenía: "sus casa de aposentamiento tales y tan maravillosas que me parecía casi imposible poder decir la bondad y grandeza de ellas,... en España no hay semejanza".

Sahagún habla también de los que "habitaban en barcas" o sobre "armazones de madera enclavados en el lago", según el *Códice Florentino*, durante el sitio: "... los que tenían casas en el agua, unos de ellos se fueron en canoas, otros salieron apeando por el agua, otros nadando, y llevaban sus haciendas y sus hijos acuestas salían muchos de noche y otros de día".

Moya Rubio afirma que muchos habitantes de Tenochtitlán vivían en canoas o en trajineras al estilo de los *zampanes* de Hong Kong o de Singapur. Según las fuentes, después de la severa inundación sufrida en la ciudad en 1499, gran parte de sus habitantes vivían en canoas, situación que bien pudo haberse prolongado hasta la llegada de los españoles.

Es importante hacer notar que la voz náhuatl *acalli* tiene una etimología (*atl* = agua, *calli* = casa) que podría en algunos casos, indicar ese tipo de habitación.

A través de la información arqueológica recabada en la actual ciudad de México, se sabe que las construcciones estaban formadas, por lo general, de una sola pieza que servía para todos los propósitos: dormir, comer, descansar, etcétera, es decir que no había espacios especializados; la cocina, por ejemplo, consistía en un brasero primitivo al aire libre en el piso dentro de la vivienda y eran básicamente tres piedras sueltas en donde se formaba el fuego y sobre las que se colocaba el comal (*comalli*) para hacer las tortillas, o bien las ollas o las cazuelas.

Parece ser que hubo variedad en las construcciones, siendo el techo un elemento indicativo de la calidad de las mismas. Las más humildes estaban construidas con techos de paja (*xacalli*), mientras que los de una posición más acomodada vivían en casa de argamasa barata con empalizadas (*çaçan ie calli*). Había también viviendas de adobe con techos de vigas (*tlapan calli*, *tlaçoçqlli*, *tlatocacalli*).

Se supone a través de todo lo anterior que los materiales usados pueden haber sido los siguientes:

Vegetales

- a) La madera. Una de las riquezas de la Cuenca de México en el siglo XVI estaba constituida por las enormes zonas madereras, habiendo en ellas ciprés, cedro, pino, encino, roble y *ayacáhuatl*; Sahagún nos habla de este último como de una madera muy estimada, menciona también el ciprés silvestre como una madera preciosa para edificios, habla de *oiameñ* como un pino para sacar resinas y de los fresnos llamados *ylin*.

Las zonas aledañas proveían a la isla de material de construcción como la piedra, cal, tezontle, etcétera. Además Tenochtitlan recibía periódicamente por concepto de tributos las siguientes cantidades consignadas en el *Códice Mendocino*: 1,200 vigas grandes de madera; 1,200 tablones o tablas gruesas; 1,200 tablones angostos llamados morillos, llegaban a la ciudad cada ochenta días provenientes de trece pueblos de diferentes regiones: Quaquauecan, Tecpan, Chapulmaloyan, Tlalatlauco, Açaxochic, Ameyalco, Acotepec, Uitzquilocan, Coatepec, Quauhpanoayan, Tlatlaxco, Chichiquautla y Uitzitzilapan. Estos datos nos indican la enorme cantidad de madera usada en la ciudad.

La madera se usó en los muros de las casas, en los techos y como cimentación a base de pilotes introducidos en la tierra en gran cantidad, costumbre de origen prehispánico que después fue practicada con éxito por los españoles en Tenochtitlán durante el siglo XVI.

- b) El *carrizo*. Que se encuentra por lo general en los márgenes de los ríos o en la ciénaga y que se usaba en las armaduras de los techos o en los muros de las casas.
- c) El *otate* y el *junquillo*. Usados de la misma manera que el carrizo.
- d) La *penca de magüey*. La cual recortada y prensada sirve para cubrir paredes y techos y también para canales, típica del altiplano.
- e) Las *espinas de magüey*. Usadas como clavos o tachuelas.
- f) El *quiote*. De *quiottl*, tallo del magüey utilizado como viga.
- g) El *ramazón* o *ramas* y los *esquilmos de las cosechas*. Usados ambos para cubrir pared y techos una vez secos.

- h) **La tableta o el tejamanil.** Tablones de madera delgada usada en las cubiertas de los techos y la tableta en los muros.
- i) **Troncones o morillos.** Piezas de madera larga usadas como columnas o bien como vigas para los techos.

Minerales

- a) El **tezontle** (*teçontli*, piedra tosca, llena de agujeritos y liviana) fue usado desde el gobierno de Ahuizotl, cuando las grandes obras en Tenochtitlan para la construcción de los templos, muy útil por su ligereza y dureza combinada sobre todo en un subsuelo tan deficiente como el de la isla sobre el que los materiales de mucho peso eran poco prácticos. Derivado del tezontle, se utilizaba también la arena de tezontle conocida como *tezontalli*, "polvo de toba volcánica, con que se hace argamasa". "... *Ay una tierra vien conozida que se llama teçontalli quees y se usa para mezclar con la cal y hazela muy fuerte venderse mucho aqui en México para los edificios*".
- b) La **cantera**. Labrada en bloques y que posiblemente fue muy usada en la ciudad prehispánica puesto que los canteros tenochcas así como los de Texcoco eran bien conocidos por su experiencia en labrarla.
- c) El **recinto** (piedra volcánica labrada). Tallado en las escalinatas y también de gran uso como se puede ver en los restos arqueológicos.
- d) La **piedra**. De distintas calidades y medidas, usadas en la mampostería de los muros, en los cimientos y también en los pisos.

Manufacturados

- a) El **adobe**. Tradicionalmente usado en las construcciones prehispánicas y aún después de la Colonia e incluso hasta la actualidad; el uso del ladrillo y de la teja no se generalizó en México sino hasta 1580; Sahagún habla del adobe: "... *una tierra que se llama atçatl que es blanca y blanquecina, que tiene greda mezclada: por tiempo se buelve enfreda, hazen della adones; no es buena para otra cosa*".

El adobe, material típico del altiplano, consistía en bloques hechos a mano con una mezcla de barro y agua, agregándoles a veces paja para darle mayor consistencia; según Pomar, la mayor parte de las casas de Texcoco eran de adobe, material de gran durabilidad, puesto que había edificios de más de doscientos años hechos de adobe y en buenas condiciones.

Aglutinantes

- a) El *barro*. Mezclado con agua y algunas veces con paja para obtener mayor consistencia, fue usado también en el aplanado de las paredes y en algunos techos.
- b) La *cal*. En su estado natural se encuentra mezclada con otras sustancias.
- c) El *lodo*. Mezclado con agua para unir y asentar piedras en el terreno, revocar las paredes hechas con varas, dando buen resultado puesto que no se desprende ni agrieta con los cambios de temperatura.
- d) *Resinas*. Como el *oiamettl*, usados en la impermeabilización de las azoteas.

Vemos con todo lo anterior que la construcción doméstica de la mayor parte de los tenochcas es realmente sencilla, poco desarrollada y bastante perecedera; sólo las grandes pirámides, palacios y algunos otros edificios tenían más firmeza, resistencia y durabilidad. Acerca de la construcción de las pirámides nos comenta Ignacio Marquina lo encontrado por él en el Templo Mayor de Tenochtitlan: "... tanto la alfarda como los escalones estaban cubiertos por un concreto de cal, tezontle y otros materiales que tuvimos que romper con marro y cuña de acero pues su dureza era tal como la del concreto de cemento usado actualmente; a veces se presentaba la apariencia de granito natural".

Aunque es sumamente aventurado hacer afirmaciones concretas sobre las distintas clases dentro de la ciudad, sí se puede suponer que las formaciones sociales deben haber sido de mayor complejidad que la simple división *pipiltin versus macehualtin* que predomina en las zonas rurales.

1.2.- La Colonia

Pasada la guerra de conquista y terminado el sitio de Tenochtitlan, se presenta ante los españoles el reto de organizar el nuevo reino. Así se inicia el reparto de la riqueza estable, mecanismo que por medio de mercedes y gratificaciones concede diversos bienes, a los conquistadores en un principio y después también a los nuevos pobladores.

Las ciudades por regla general, nacían como villas e incluso como asentos, y si prosperaban solicitaban obtener la categoría de ciudad, como el caso de Segura de la Frontera (Oaxaca), fundada por Cortés como villa y elevada posteriormente a ciudad por Carlos V en 1532. El caso de México, por el contrario, nace desde un principio como gran ciudad.

A pesar de los múltiples inconvenientes que presentaba la isla, las razones urbanísticas pasaban a un segundo plano por causa de orden político-militar; es decir, para evitar un posible renacimiento de Tenochtitlan, en caso de dejarla libre, Cortés decide fundar la nueva capital de México, sobre la isla destruida.

Varias personas deben haber intervenido en la organización y la traza de la nueva ciudad, desde luego; Cortés como capitán general y como camandante del grupo, tiene siempre la última palabra, y así le encarga a uno de los conquistadores de nombre **Alfonso García Bravo**, " *por ser como era muy buen jumétrico y que tiene muy buena habilidad y experiencia...*" el trazo de la nueva ciudad.

García Bravo, nacido a fines del siglo XV en el pueblo de Rivera, España, debió sin duda alguna haber tenido algunos estudio de topografía, pues todos los conquistadores coinciden en reconocer sus habilidades de "jumétrico"

Como hombre de su tiempo, seguramente García Bravo venía influenciado con la idea netamente renacentista; por lo que trazó un villa regular en forma de damero, con manzanas alargadas dispuestas de oriente a poniente, tomando para ello como base el trazo de las calzadas prehispánicas y los espacios abiertos de la parte central.

Los límites de la traza original al parecer, ya que existen dudas acerca de este tema, eran al norte la calle de Apartado-Perú; al oriente la de la Santísima, al sur San Jerónimo y al poniente el actual eje Lázaro Cárdenas.

Dentro de estos límites van a vivir los españoles, mientras que los indios quedarán asentados fuera de la traza en cuatro barrios o *calpulli* principales: en el noreste el barrio de San Sebastián Atzacolco; en el sureste San Pablo Zoquiapan; en el suroeste San Juan Moyotlán y en el noroeste Santa María Cuepopan.

Así, la ciudad queda enérgicamente separada: españoles dentro de la traza, indios fuera de ella.

Al sur de la Plaza Mayor, Cortés destinó seis solares para las casas de Cabildo, para la carnicería y para la cárcel; éstas se encontraban en la manzana que hoy en día está entre la Plaza de la Constitución, la avenida 20 de Noviembre, la calle de Venustiano Carranza y la de 5 de Febrero.

Cortés tomó para sí mismo dos magníficas propiedades en el centro de la ciudad: las llamadas Casas Viejas de Moctezuma, que comprendían una superficie aproximada de 25 solares, y las casas nuevas de 24 solares; ambos predios fueron asimismo espléndidamente contruidos, siguiendo en dimensiones a los dos palacios que se hallaban en el sitio antes de la conquista.

La dimensión de los solares fue muy amplia; en un principio se habla de 70 pasos equivalentes aproximadamente, según en 1543 señala el Cabildo a 150 pies.

Si se toma en cuenta que un pie equivalía a 28 centímetros, serían entonces 42 mts.; y si esta fuera la medida de frente y el fondo del solar fuera aproximadamente igual, se tendría que la superficie total de la propiedad era posiblemente de 1,764 metros cuadrados.

Se cree que las construcciones fueron también bastante grandes; la casa principal daba hacia la calle, con una fachada de piedra y la de de los criados se encontraba en la parte de atrás; las casa de la época se hacen con torres, troneras, almenas y arcos en un estilo netamente militar.

En las construcciones de la época colonial se emplearon cimientos de mampostería en construcciones livianas, un emparrillado de madera en edificios de peso intermedio (que equivale a las losas de cimentación actuales) y pilotes bajo el emparrillado en las construcciones más pesadas. Los tres procedimientos se siguieron utilizando en el siglo XIX. Los de piedra generalmente con paramentos verticales y pocas veces escalonados o piramidales.

Persistían muchas veces entre los constructores conceptos erróneos sobre la función del cimiento, pues lo hacían de gran altura y poco ancho en vez de repartir la carga al máximo de superficie con un mínimo de altura.

En los muros se utilizaron principalmente adobe, piedra y ladrillo. A pesar de que en la arquitectura virreinal se utilizó muchas veces el ladrillo como recubrimiento de muros y pisos, es extraño el escaso empleo que se hizo del tabique como material estructural.

Exceptuando las iglesias, el envigado fue el sistema de cubierta común hasta que se popularizó el fierro. Sobre las vigas se apoyaban tablas o piezas de barro cocido y sobre éstas un terrado o relleno ligero, como la arena de tepetate, y el material de recubrimiento del siguiente piso.

Se amplía el uso de la piedra en diversas partes del edificio, tanto en estructura como en molduras y ornamentación. El uso del tezonite se mantiene constante, empleándose en forma de mampostería y sillares para cimentaciones, muros y arcos. La cantera sigue siendo material básico en el labrado de piezas para la sustentación y decoración de los inmuebles, tales como columnas, jambas, dinteles, arcos, cornisas, etc. El basalto, por su dureza y resistencia, generalmente se empleó en la cimentación, rodapiés y pavimentos así como en base de arcos y pilastras.

Se sigue empleando la cal como aglutinante en los morteros, para unir los materiales pétreos y como recubrimiento en forma de aplanado; en pintura para protección y ornamentación del inmueble. Comunmente era utilizado con arena, baba de nopal y tierras vegetales como colorante.

En techos exteriores, el relleno servía, como hoy, para formar las pendientes y se recubría con ladrillos que finalmente eran sellados con cal.

Las piezas de barro que cubrían el espacio entre las vigas eran generalmente soleras de unos 50 cm. apoyadas de viga a viga, o dos capas de ladrillos pegados por los cantos formando la llamada *bóveda catalana*.

El uso de la teja como material de impermeabilización fue común en los pueblos. Entre las vigas inclinadas y la teja se utilizaron los mencionados ladrillos o tablas y en algunas zonas el tejamanil.

1.3.- Transformaciones (El Porfiriato como exigencia capitalista)

Desde mediados del siglo XIX, las medidas políticas aplicadas con la Reforma prepararon el camino para la implantación del capitalismo en México; se redistribuyó la propiedad, pasando las grandes extensiones propiedad del clero y corporaciones civiles a laicos capacitados económicamente para adquirirlas, siendo beneficiados principalmente los comerciantes. De esta manera se favoreció la concentración de grandes fortunas en grupos minoritarios.

Durante el periodo que Porfirio Díaz ejerció el poder en nuestro país (1877-1911), hubo una fuerte expansión del capitalismo a nivel mundial. México, tanto por sus recursos naturales como por una clara postura del dictador, se integró a este desarrollo del mercado internacional abriendo sus puertas tanto al capital extranjero como a la ideología de las potencias dominantes, estableciéndose una relación de dependencia en lo económico así como en el mundo de los valores.

El fenómeno político y económico que conocemos como Porfiriato, se vio reflejado también en la producción arquitectónica, pues la dependencia con el exterior y el ingreso de capital extranjero produjeron cambios en el uso del suelo, especulación con zonas urbanas y creación de nuevos fraccionamientos para albergar a los representantes de la nueva burguesía.

La ciudad de México, al ser capital de la República va a representar más claramente el proceso, las tendencias y condiciones dentro de las cuales se desarrolló la arquitectura y el urbanismo de esta singular época y que refleja las contradicciones de la sociedad porfiriana. Particularmente, la colonia Juárez es el fraccionamiento más representativo de la élite porfirista. La arquitectura desarrollada en ella, tuvo como punto de referencia a la arquitectura europea - se trataba de vivir aquí como en Europa-.

La capital manifestó su crecimiento desde 1890 extendiéndose hacia el barrio de Santa María, al poniente y hacia Arcos de Belén al sur.-De 1895 a 1905 la actividad constructiva se acrecentó haciendo evidentes los profundos y favorables cambios que se producían en el hábitat de la burguesía capitalina y en los edificios institucionales y privados, en contraste con el empeoramiento de las viviendas de las clases bajas.

Desde el punto de vista mundial, la década de los noventa corresponde a un periodo de auge intenso y relativa estabilidad en la cual se producen poderosos impulsos favorables al intercambio comercial y al crecimiento industrial, de manera que los países hegemónicos ejercen fuertes presiones para colocar sus productos e invertir sus capitales en la explotación de recursos.

En ese entonces, el Estado considera que la vinculación con el exterior significaba para el país un impulso en nuestra economía y de esta manera facilita ampliamente las vías de acceso al capital extranjero así como a la inmigración y colonización.

Los intereses del capitalismo europeo, principalmente el inglés, cedieron poco a poco ante la poderosa influencia financiera y comercial de los Estados Unidos, al mismo tiempo que el intercambio con Francia cobraba importancia, subiendo su participación en la exportación entre 1889 y 1911. Hacia finales de la época porfirista, el capital extranjero en México se encontraba distribuido de la siguiente manera: un tercio en ferrocarriles; 24% en minas y metalurgia; 15% en bonos de la deuda pública; 7% en servicios públicos y entre 3% y 6% en bienes raíces, bancos, comercio, industria y petróleo respectivamente, siendo el 38% del total de origen norteamericano.

Entre 1858 y 1910, la población urbana aumentó 2.3 veces su número, de 200,000 a 471,000 habitantes, a causa de la inmigración y el crecimiento natural y por consiguiente se acentuó la demanda habitacional en todos los sectores.

La población se distribuye en diferentes zonas de acuerdo a su poder adquisitivo; al noreste y norte el proletariado, los estratos medios se concentran en parte del oeste y noroeste, la burguesía se establece básicamente al suroeste de la ciudad.

Por su rápido crecimiento, la ciudad demandó de servicios e infraestructura tales como teléfonos, drenaje, dotación de agua potable y pavimentación, etc., trabajos que, a partir de 1882, se emprendieron, principalmente por compañías extranjeras que poseían la técnica, importándose también, la mayor parte de los materiales.

En ese entonces, el Estado destinaba una gran parte del presupuesto municipal (21%) a paseos y obras de embellecimiento, principalmente en la zona oeste de la ciudad.

Algunos de los elementos básicos de transformación en la estructura urbana de esta época son la apertura de algunas calles sobre la traza colonial así como la ampliación y prolongación de algunas de las avenidas.

Durante el Porfiriato queda terminado el proyecto de Maximiliano de 1860 que consistía en unir la ciudad, con la creación de Paseo de la Reforma, con el castillo de Chapultepec.

El centro político, conserva un emplazamiento que ha tenido por siglos y, una significación muy arraigada que es la articulación a la zona comercial de base capitalista extranjera, es decir el Zócalo, Palacio de Gobierno y Ayuntamiento, y a las calles céntricas del suroeste como 20 de Noviembre, 5 de Mayo, 16 de Septiembre y las de San Francisco y Plateros (actual Madero).

La prolongación de estas calles más allá de San Juan de Letrán había sido posible al desecarse las acequias y destruirse los puentes, integrando toda la zona poniente de la ciudad. De esta forma se crean las zonas residenciales elitistas, siendo la más importante la que hoy constituye la colonia Juárez por estar dirigida al sector capitalista, además de esta ubicada en la confluencia de dos Paseos, el de Reforma y el de Bucareli, ejes de comunicación de mucha importancia. En estas avenidas se refleja la incorporación de ciertos valores de vida aristocrática ya que mantienen junto con su función básica, una simbólica, como elementos de uso casi exclusivo de un grupo social para exhibirse; son los paseos de moda así como la Alameda y el bosque de Chapultepec son los puntos de reunión de la vida elegante.

Lo que se identifica como el "México moderno" se identifica también con lo bello. Lo nuevo, el suroeste de la ciudad, tiene entonces todos los atributos de belleza, lo que acreditaría su validez y, en términos generales, la de toda la transformación urbana.

En algunas crónicas urbanas, es posible encontrar, que lo que es esencialmente un síntoma de desigualdad social, o sea, los barrios miserables, se califican de antiestético, y se ofrecen como alternativa los barrios bien equipados y modernos, logros de "gente progresista y con iniciativa" en una manipulación muy sutil de la realidad.

Al finalizar el siglo XIX, la población había crecido más del doble, lo que originó un considerable problema de vivienda, sobre todo en las capas más bajas de la sociedad. En el centro de la ciudad, el valor del terreno aumentó y los propietarios de vecindades y casas de alquiler cargaban a la renta todo el peso del impuesto predial, de manera que frecuentemente se doblaba el costo de las mismas.

Para 1900, una tercera parte de la población vivía en cuartos de vecindad, construcciones que llegaban a alojar entre seiscientas y ochocientas personas.

Amplias zonas estaban densamente pobladas y bajo claras condiciones de miseria, con construcciones sumamente deterioradas y ausencia total de servicios. En el caso de vecindades céntricas, existía un serio problema de ventilación e iluminación, los pisos de madera estaban apollados, los techos eran bajos y la humedad se extendía por todos los muros; las condiciones de los albañales eran pésimas. En los barrios populosos el problema era aún mayor.

Más de la mitad de las habitaciones registradas por el censo de 1910, fueron catalogadas como chozas. Este tipo de construcción, por lo general de adobe y tejamanil, de una sola pieza donde se come, duerme y cocina en ínfimas condiciones de higiene, se alquilaba a prorrata entre varios inquilinos, la mayoría proletarios con ingresos mensuales que variaban entre dos pesos cincuenta centavos a tres pesos.

A partir de 1884, se formaron una gran cantidad de colonias, muchas de ellas para los estratos bajos. Al noreste de la ciudad se crearon seis fraccionamientos para obreros y gente de escasos recursos, las colonias Morelos, La bolsa, Díaz de León, Maza, Rastro y Valle Gómez, en torno a construcciones como el Rastro, la Penitenciaría, la estación Hidalgo y las vías del ferrocarril; hacia el poniente se desarrolló la colonia Santa Julia.

El crecimiento hacia el noreste se da con las seis colonias populares mencionadas y, para 1894, la zona norte se ha poblado ya con colonias como la Santa María y la Guerrero. Al poniente se inicia con capital francés la urbanización de la San Rafael para la clase media, vendiéndose los primeros predios en 1896. Se crearon también al poniente y al sur otras colonias como la Santa Julia, popular y muy extensa, y otra más al sur.

El oriente de la ciudad, por estar próximo a la laguna de Texcoco, está formado por terrenos áridos y salitrosos, es propenso a las inundaciones y el aire está enrarecido por los malos olores del canal del desagüe; además se encuentra mal comunicado y poblado por arrabales.

En los últimos años del siglo XIX, el crecimiento en la dirección poniente y surponiente, se caracteriza por ser la zona de asentamiento de la burguesía, se trata de terrenos altos, de rica vegetación y aire puro.

Existía un marcado desequilibrio entre la escasez y condiciones de la vivienda popular y el impulso desmedido de creación de fraccionamientos para la burguesía, ya que se promovieron un gran número de colonias de este tipo que rebasaron la demanda real, fraccionándose amplias zonas que tardarían mucho tiempo en poblarse, como fueron la Roma y la Condesa.

1.4.- Urbanismo y arquitectura de principios del siglo XX a la actualidad

En el siglo XIX y principios del XX surgen nuevos materiales y procedimientos de construcción aunque se prolongan también las técnicas coloniales. Hay conocimientos con base científica en lo que se refieren a estabilidad y cálculo como no habían existido anteriormente en México, pero también una ingenua fe en la experiencia de los maestros de obras, una mal entendida economía de ahorrar honorarios de profesionales y, una ignorancia desesperante de muchos arquitectos- tanto del país como extranjeros- en lo referente a cimentaciones y temblores, que trajo serias consecuencias.

Ciertas afirmaciones en el sentido de que la relación existente entre carga excesiva, terreno débil y cimiento angosto eran la causante de hundimientos en edificios, fueron una novedad en el siglo XIX.

A principios del siglo XX los arquitectos europeos, como Bernard y Boari diseñaron obras importantes en México; sin embargo, ante el desconocimiento de los problemas específicos del subsuelo mexicano fueron sorprendidos por los contratistas que propusieron grandes moles de fierro para la cimentación, hundiéndose éstas por su propio peso. Hennebique, que vino al país dos veces, tuvo oportunidad de hablar con Bernard sobre la cimentación del palacio legislativo y se dio cuenta que era un buen arquitecto pero un mal constructor.

Desde el año de 1880 se empiezan a construir casas de campo en el Paseo de la Reforma, y como después se estaba perdiendo el ambiente campestre, en 1889 se decretó la exención de impuesto predial por cinco años a quienes dejaran al frente de sus casa un jardín de por lo menos ocho metros. En 1892 se ha construido parte de la colonia Juárez y se ha trazado la colonia Hidalgo (de los Doctores) y Santa Julia.

En 1900, el Teatro Nacional, que se encontraba en el tope de 5 de Mayo con Bolívar, es demolido para prolongar 5 de Mayo hasta San Juan de Letrán. Se forma aquí una plaza frente a la cual se construirá el nuevo Teatro.

El plano de la ciudad publicado en el año de 1903 por Antonio García Cubas contiene proyectos para las colonias Obrera, Esperanza, Roma, Hipódromo, Condesa y Cuauhtemoc, pero no todas se realizaron con los trazos originales. Para 1908 ya era definitivo el trazo de las colonias antes mencionadas. Los contratistas de la colonia Condesa fueron Porfirio Díaz hijo y Ramón Alcázar.

Al noroeste de la ciudad nacen y crecen las colonias Ferrocarrilera y Romero Rubio, y por el suroeste la Escandón, que une ya la ciudad con la municipalidad de Tacubaya. Al terminar el régimen porfiriano, parte del límite sur de la ciudad es el río de la Piedad, hoy Viaducto.

La transformación de la arquitectura mexicana desde fines del siglo XVIII hasta 1920 fue paulatina. *Grosso modo* se puede decir que el uso de elementos clasicistas en la arquitectura virreinal, se prolonga hasta el siglo XIX, se le unen entonces otros elementos también clásicos no empleados anteriormente y la tendencia sigue como predominante hasta 1880. Por otra parte surgen esporádicamente desde 1800 brotes eclécticos, neogóticos, de otros retornos, que se hacen cada vez más frecuentes.

Durante los primeros años del siglo XX hubo varias construcciones que utilizaron las estructuras de fierro, como el Palacio de las Bellas Artes, el Legislativo, el Correo Central; la Secretaría de Comunicaciones; la Mutua, en San Juan de Letrán, etc.,

El primer gran impulso de las obras de concreto armado lo dio la empresa que representaba a Hennebique en México. Sin embargo a pesar de la propaganda que se realizó con toda honestidad haciendo ver las ventajas del sistema, pasaron varios años para que empezaran a realizar construcciones.

En cuanto a recubrimientos, los más empleados en muros fueron el aplanado y la piedra; en los pisos, el ladrillo y la piedra. Los aplanados martelinados con pasta de cemento y polvo de mármol se empiezan a usar antes de 1910. La piedra se usa como recubrimiento en cientos de variedades y donde la economía lo permite.

Aproximadamente de 1920 a la fecha, el centro de la ciudad de México y más específicamente, los límites que se conocen ahora como el Centro Histórico, no ha sufrido variaciones de gran importancia en cuanto a vitalidad, exceptuando la avenida 20 de Noviembre que rompió en parte con la unidad visual en la plaza del Zócalo, ni en cuanto a nuevas construcciones que pudieran haber cambiado la fisonomía propia que desde el siglo XVI y posteriormente durante el porfirato tomó.

Es importante mencionar que situaciones de diferentes índoles como políticos (rentas congeladas, altos impuestos); técnicos (hundimientos), fortuitos (terremotos) y de ignorancia; resultaron en su época, en problemas de falta de mantenimiento a las edificaciones, problemas estructurales graves que requirieron y siguen requiriendo pronta solución como por ejemplo el caso del hundimiento de la Catedral y el Sagrario, así como situaciones de mal mantenimiento por no tener, quienes realizaron las obras, los conocimientos técnicos necesarios.

1.5.- Centro Histórico actual

1.5.1 Qué es el Centro Histórico actual?

Definir el Centro Histórico de la Ciudad de México es muy difícil, por no decir imposible, ya que en él convergen multitud de intereses sociales, culturales, históricos, económicos, arquitectónicos, populares, técnicos (ingenieriles), etc. Cada uno de los cuales tiene una definición propia de su Centro Histórico, sin embargo, definiéndolo meramente en base a su tamaño podemos decir que el Centro Histórico de la Ciudad de México comprende 668 manzanas, que contienen 1436 edificios civiles con valor histórico, 67 edificios religiosos, 19 claustros, 78 plazas, 26 fuentes o monumentos decorativos y conmemorativos, 12 edificios que contienen pinturas murales del estilo que se gestó en el mismo Centro Histórico y que han formado la corriente pictórica más importante del siglo XX.

El Centro Histórico es un lugar del que debemos enorgullecemos todos los mexicanos, ya que es el conjunto monumental más importante de América; forma parte de nuestras raíces y es el lugar donde se desarrollaron gran cantidad de hombres que a través de sus ideologías y hechos fueron parte importante de nuestra historia formando nuestra identidad nacional.

Como se ha mencionado anteriormente, el Centro Histórico de nuestra ciudad tiene su origen en una leyenda o profecía del mismo Quetzalcoatl, pero no fue fundada la ciudad sino hasta el año 1325 D.C. Este lugar fue donde se ubicó el recinto ceremonial de Tenochtitlan y la sede de los emperadores aztecas.

Posteriormente, fue el casco de la antigua Ciudad de México, desde la época colonial hasta nuestros días, así como la sede de virreyes, gobernantes y presidentes. Aquí se estableció el primer virreinato de América, el primer arzobispado, el primer hospital, la primera imprenta, la primera universidad y la primera casa de moneda de América.

La Ciudad de México fue el crisol de todo tipo de influencias arquitectónicas, europeas, indígenas, orientales; y debido a eso podemos encontrar estilos que van desde el Prehispánico o Indigenista, pasando por el Gótico, Renacentista, Barroco, Neoclásico, Art-Nouveau, Art-Deco, Neocolonial, hasta la arquitectura moderna de nuestros tiempos.

Siempre se ha caracterizado el Centro Histórico por su vida, en él se han desarrollado todo tipo de acontecimientos y vicisitudes, además de cataclismos ocasionados por la naturaleza o por el hombre.

Después del descubrimiento de la piedra de la Coyoxauhtli a un costado de la Catedral y de Palacio Nacional, se inician las excavaciones del Templo Mayor bajo la presidencia del Lic. José López Portillo quien decide expedir un decreto el día 11 de abril de 1980 donde se nombran las edificaciones con alto valor histórico que se encuentran dentro del área de 9.1 km² que comprende el Centro Histórico, y a las cuales nombra Patrimonio de la Nación. Además en dicho decreto se da el nombre de Centro Histórico.

En 1987 se recibe el reconocimiento internacional por parte de la UNESCO, al ser declarado nuestro Centro Histórico de la Ciudad de México patrimonio de la humanidad.

Actualmente continúa la evolución constante del Centro Histórico; en los últimos dos años se han invertido en la zona 859 millones de nuevos pesos para la regeneración de 472 edificaciones, de las cuales la iniciativa privada es dueña del 86% de las mismas. El uso de los edificios reparados marca una clara tendencia de desarrollo, pues el 56% de ellos tienen vocación comercial, el 14% de vivienda, 12% oficinas, 9% recintos culturales y religiosos, 6% restaurantes y bares, y hoteles 3%.

Calles como la de Tacuba presentan en la actualidad una imagen urbana diferente a la de hace un año. Se cambiaron banquetas, se reparó el pavimento del arroyo, se instalaron 1900 postes para el alumbrado público. Hay un nuevo programa de mercados populares por medio del cual se pretende reubicar a los vendedores ambulantes. También se están cambiando los basureros, anuncios y puestos de periódicos para darle una adecuación y homogeneidad al entorno.

Se promocionan además nuevos esquemas para la recuperación de los edificios, uno de los cuales es el llamado Sistema de Transferencia de Potencialidad de Desarrollo, que en los últimos años ha generado más de 29 millones de nuevos pesos los cuales se han canalizado directamente a la regeneración del Centro Histórico.

En la actualidad si uno camina por las calles del Centro, puede sentir su vitalidad, casi en cada cuadra se encuentran edificios en proceso de recuperación donde intervienen todo tipo de disciplinas, de las cuales la Ingeniería Civil es de las más importantes, ya que en muchos casos el paso de los años o las modificaciones insensatas, además de los usos inapropiados, han dañado las estructuras de los edificios, llegando en algunos casos a convertirlos en verdaderos peligros para sus ocupantes y para la ciudadanía.

1.5.2.- Principales edificaciones (Tipología, estilos, etc.)

Dentro del Centro Histórico de la Ciudad de México es posible encontrar un sinnúmero de edificaciones que guardan un gran valor histórico o artístico y entre los cuales se pueden distinguir las diferentes épocas de su construcción y las tendencias, ya sean políticas o sociales por las cuales fueron construidas de tal manera.

Dos virreyes fueron excepcionales por su buen gobierno, sobre todo para la Ciudad de México, que los honra recordándolos con dos calles que llevan sus nombres: Juan Vicente Güemes Pacheco y Padilla, segundo Conde de Revillagigedo, y Francisco Antonio María de Bucareli.

Durante el Gobierno del primero la ciudad fue saneada en su aspecto físico, la policía, moralizada, las calles, empedradas e iluminadas; dio fin a los espectáculos bochornosos que causaban los borrachos, los sinvergüenzas fueron encerrados en las cárceles y terminó con los abusos que se cometían por parte de la Iglesia, tocando las campanas de los templos a diferentes horas.

En su gobierno, las procesiones de Semana Santa y de Corpus Christi se volvieron realmente piadosas, al desaparecer las diversiones profanas que las acompañaban. Los animales que vagaban por las calles -perros, vacas, borregos, etcétera- fueron confiscados o muertos, pues eran portadores de gran número de enfermedades. Así, una ciudad que se había convertido en un muladar se volvió bella y agradable.

Cosa parecida hizo el virrey Bucareli, además de ensanchar la ciudad por el oeste, donde desecó pantanos y creó el pasco que lleva su nombre.

En 1783, Carlos III expidió la Real Cédula por la cual quedó erigida La Academia de las Nobles Artes de la Nueva España. Entre los maestros notables que vinieron a impartir sus conocimientos se encontraban don Rafael Ximeno y Planes, como maestro de pintura y el notable escultor Manuel Tolsá, que venía para enseñar escultura y arquitectura. Fue precisamente Tolsá quien introdujo en México el estilo neoclásico, el cual gustó tanto, que a fin de emplearlo se destruyeron muchas creaciones del barroco.

Entre las edificaciones más importantes, existentes en la actualidad, dentro del Centro Histórico de la Ciudad de México, se pueden mencionar las siguientes:

Catedral Metropolitana

Este monumental edificio de bellas y elegantes proporciones domina el Zocalo. Sede y símbolo del poder eclesiástico en México presenta un selecto compendio de la evolución de las artes plásticas en la Nueva España.

En los albores de la Colonia fabricaron los españoles una primera catedral, entre 1524 y 1532, con material del Templo Mayor azteca y ubicada aproximadamente en el ángulo suroeste del actual atrio.

Sirvió hasta 1626, en que fue derribada cuando la nueva ya se encontraba en construcción. A la usanza medieval, los cimientos se excavaron profundos, con un sótano para criptas sepulcrales.

El proyecto original se respetó en esencia, pero experimentó algunas modificaciones posteriores. La superestructura se ha atribuido al arquitecto Juan Miguel de Agüero, quien siguió la cimentación ya terminada pero substituyó la techumbre de madera con bóvedas y cúpulas de piedra.

Sufrió una infinidad de tropiezos, particularmente de orden económico y político, lo cual frenó la obra. Hasta 1791, el escultor Manuel Tolsá se hizo cargo de la obra. Dio unidad y armonía al edificio.

Podría describirse como una estructura de gravedad en que las fuerzas horizontales son resistidas por los muros laterales. Dicha solución y el continuo proceso de mantenimiento le hizo posible resistir una intensa historia sísmica, dos grandes inundaciones y enormes deformaciones diferenciales.

En 1573, el alarife mayor Claudio de Arciniegas inició la construcción, que está constituida por una retícula de estacones de madera de 20 a 25 cm. de diámetro, de 2.2 a 3.2 mt. de longitud, espaciados a cada 60 cm. y un firme de mortero de cal y arena de 30 cm. de espesor. Este firme recibió a los pilotes y constituyó la transición al pedraplén que se utilizó para distribuir las cargas, cuyo espesor varía entre 0.9 y 2.0 mt de mortero de cal y arena con roca basáltica y algo de tezontle. En él se apoyan las contratraves de mampostería de 3.6 mts de peralte y 2.0 mt. de ancho que reciben los muros y en sus cruceros a sus columnas. Los espacios limitados entre ellas se rellenaron con tierra.

Entre 1672 y 1907 se hundió quedando en este último año un diferencial entre el presbiterio y la torre poniente de 1.53 mt. Para entonces la velocidad de hundimiento era de 0.25mm/mes. De 1907 a la fecha, la velocidad de hundimiento a disminuido y aumentado dependiendo de varios factores como por ejemplo la perforación de pozos, bombeo, asentamientos, recimentaciones, etc., alcanzando desde 0.4 mm/mes hasta 33.3 mm/mes durante el periodo comprendido entre 1938 y 1956.

En la actualidad se enfrenta a un importante hundimiento por lo cual se inició en octubre de 1991 la obra de corrección del comportamiento de las cimentaciones, ya que estudios realizados, demostraban que en un periodo de aproximadamente 60 años se tendría el doble del hundimiento del diferencial actual, haciendo imposible cualquier trabajo de rescate.

Sagrario Metropolitano

Armonizando sus proporciones con la Catedral se yergue este excepcional monumento, cuyas portadas figuran entre las obras maestras del churrigueresco mexicano. El peculiar tratamiento y disposición de la estructura combinan con fuerza inusitada amplios muros de tezontle y elaborados detalles en cantera y hacen de este edificio una obra sin paralelo.

Se inició su construcción el 14 de febrero de 1749, de acuerdo a la excepcional traza en forma de cruz latina de Lorenzo Rodríguez, con cúpulas en el crucero, soportada en columnas de sillares; las cuatro esquinas están apoyadas en muros. Este monumento se adosó al muro oriente de la Catedral y se comunicó. Se terminó en 1768.

El maestro mayor Rodríguez inició su construcción aprovechando la franja del pedraplén y estacones de la nave de Catedral que no se llegó a construir. La completó de manera similar, con estacones de 10 cm. de diámetro y longitud de 1.8 a 2.0 m.

En la década de 1940 se intentó recimentar con pilotes de madera y se reforzó el piso de la feligresía con una losa de concreto soportada en traves de acero. De 1960 a 1964 se intentó recimentarlo con pilotes de concreto en tramos.

Al igual que la catedral, en la actualidad se encuentra en obra de recimentación así como de conservación con los métodos que se mencionan en el presente trabajo.

Palacio Nacional

Sede del poder ejecutivo, sus recias líneas arquitectónicas proporcionan una impactante imagen, como de fortaleza por los gruesos torreones que ciñen las esquinas.

Al establecerse la ciudad colonial, Hernán Cortés reservó para sí los dos amplios terrenos en donde estuvieron las casas de Moctezuma. En uno inició la construcción de un gran palacio, pero éste prontamente le fue requerido por las autoridades. Cortés decidió entonces fincar una nueva construcción, aún más grande y ostentosa que la anterior, en los terrenos que hoy ocupa el Palacio Nacional.

Al paso del tiempo, el creciente aparato gubernamental encontró insuficiente el inmueble en el que inicialmente se había alojado. Ya muerto Cortés, en 1562 su hijo Martín, agobiado por las deudas, vendió casas y terrenos a la Corona para que ahí se instalaran definitivamente la residencia de los virreyes y las oficinas del gobierno novohispano.

Sufrió prácticamente desde el siglo XVI de adaptaciones ininterrumpidas, ampliaciones, demoliciones y añadidos.

Los cambios en la fachada y estructura fueron menores hasta 1926, en que se le agregó el tercer piso.

Edificios del Departamento del Distrito Federal

Sede del Departamento del Distrito Federal

Su construcción se inició en 1935, para lo cual hubo de demolerse el viejo Portal de las Flores. Destacan los sobrios detalles ornamentales de cantera en marcos, pretilos de ventana y pilastras almohadilladas; el hierro forjado en los barandales centrales y la solución de las esquinas del tercer piso, con sus estípites.

Edificio del Ayuntamiento

Es el más antiguo de los dos edificios del Departamento del Distrito Federal. En sus terrenos se instalaron las casas del Consistorio y el Ayuntamiento de la ciudad, en una construcción hecha hacia 1532. Incendiadas aquéllas por una turba en 1692, se reconstruyó el edificio hacia 1722.

Colegio de San Ildefonso

Se trata de una de las más notables construcciones del virreinato lo mismo por su vastedad y por el señorial ordenamiento de sus tres grandes patios, que por su historia, secularmente ligada a la docencia en México.

La portada principal pertenece a la entrada del Colegio Chico; es la más antigua y se construyó entre 1712 y 1718. Sus tres cuerpos destacan el bello trabajo realizado en la cantera, con gran profusión de molduras y decoraciones lineales en cornisas y pilastras.

Gran Hotel de la Ciudad de México

Lujoso edificio cuya fachada principal recuerda las épocas del porfiriato en que todo era boato y gusto por lo extranjero.

Construido en las postrimerías del siglo XIX, fue proyecto de los ingenieros Daniel Garza y Gonzalo Garita. Terminado en 1899, representó todo un alarde de técnica constructiva, ya que se utilizó el entonces novedoso sistema de estructuras de vigueta de hierro reforzadas con concreto. Aunque inicialmente se pensó en destinarlo a oficinas y comercios, finalmente fue ocupado por un connotado almacén de la época, El Centro Mercantil, hasta 1959.

Después de rematada la excepcional escalera de hierro forjado del patio interior, el edificio fue adaptado para servir de hotel, respetándose en gran parte su fisonomía.

Su fachada principal es de estilo ecléctico afrancesado con reminiscencias griegas.

Destacan las grandiosas columnas que señalan los ejes principales de la composición, rematadas por cabezas de leones.

A la esquina y la fachada hacia el Zócalo en épocas posteriores se les añadió tezontle para incorporarlas al aspecto general de toda la plaza.

Antigua Universidad

Sencillo inmueble del siglo XVIII, estilo barroco sobrio, ocupa el histórico sitio en donde se estableció inicialmente la Real y Pontificia Universidad de México en 1553. Alberga locales comerciales y un restaurante.

Casas del Mayorazgo de Guerrero

Magníficas casonas barrocas que forman un sobrio y majestuoso conjunto de tezontle y cantera. Su aspecto actual data del siglo XVIII y parecen reflejo la una de la otra, pues torreones y portadas, sin ser idénticos, siguen un mismo modelo.

Palacio de Bellas Artes

Majestuoso edificio, desde su inauguración ha sido escenario para los acontecimientos artísticos y culturales más importantes del país.

Es uno de los pocos edificios que puede apreciarse por sus cuatro costados, como si se tratara de una enorme escultura, casi toda de mármol de Carrara, sustentada por una estructura de acero. Según el proyecto de Boari, el volumen del escenario iba a estar rematado por cuatro monumentales pegasos que se encargaron al artista español Agustín Querol. Debido a los problemas de hundimiento se decidió colocarlos primero en el Zócalo y desde 1928, en el lugar donde hoy ocupan enfrente del edificio.

Palacio de Minería

Monumental y armonioso edificio, el mejor ejemplo de arquitectura neoclásica de la ciudad, fue construido por Manuel Tolsá para albergar el Real Seminario de Minas. De éste derivó la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional con sede aquí hasta 1954, en que se trasladó a la Ciudad Universitaria.

El inmueble padeció de problemas de cimetación desde su construcción, lo cual condujo a una restauración íntegra, terminada en 1976. Sirve como sede de varias asociaciones y acoge actividades académicas y culturales de diversa índole.

1.5.3 Límites y Planeoteca.

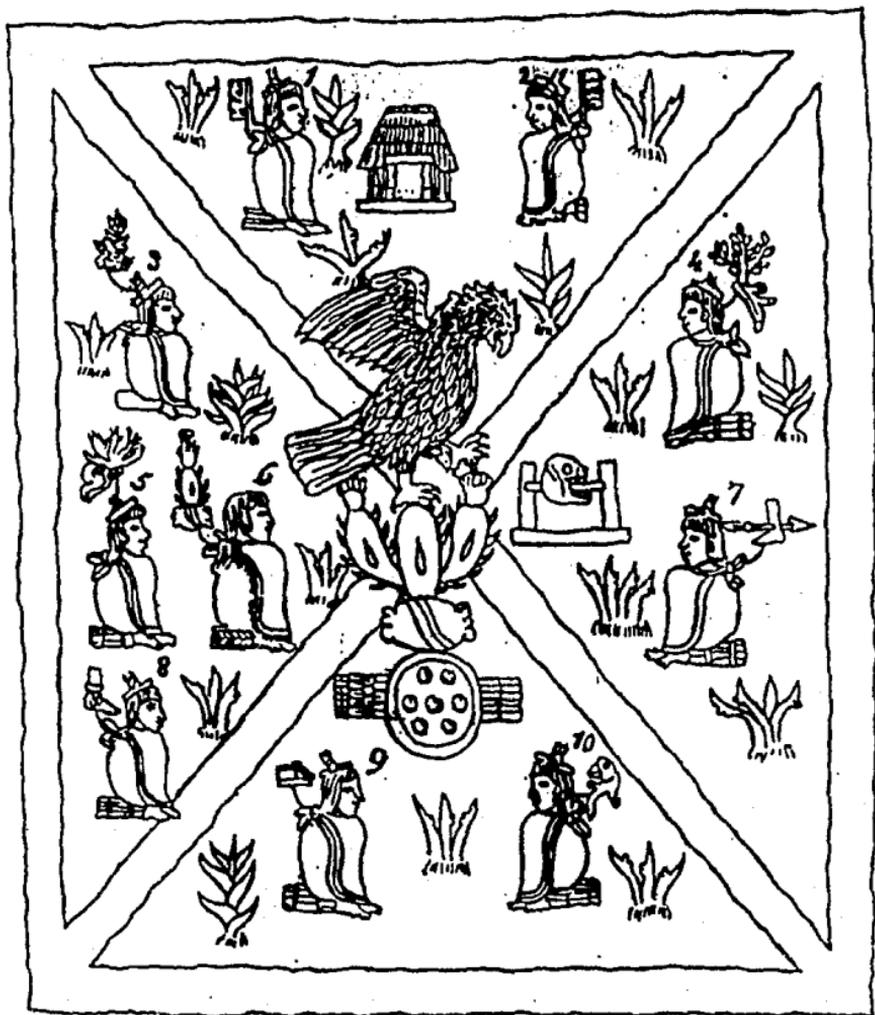
Si nos remontamos en la historia, recordaremos que los primeros límites que tuvo lo que hoy es nuestro Centro Histórico datan obviamente de la fundación de Tenochtitlan en el año 1325, y estaban comprendidos por la pequeña isleta en la que los aztecas vieron un águila sobre un nopal comiéndose una serpiente; cumpliéndose así la profecía del lugar donde se establecería la tribu mexicana.

Aquella primera ciudad fue creciendo encontrándose limitada por sus calzadas; la de Tepeyac al norte, la de Iztapalapa al sur y la de Tlacopan (Tacuba) al oeste.

El plano más antiguo de la Ciudad de México se encuentra en el llamado Códice Mendocino, nombrado en honor del ilustre virrey Don Antonio de Mendoza, que lo mandó dibujar a los indios que aún tenían presentes los conocimientos y los jeroglíficos de sus antepasados.

Este Códice representa la fundación de México, la isla rodeada de agua que atraviesa la población en forma de cruz en cuyo centro está posada el águila sobre el nopal; abajo del nopal se encuentra un Chimalli o escudo para indicar que ésta será la divisa de la nación, arriba se puede ver el primer Teocalli, levantado en honor de Huitzilopóchtli (hecho de carrizos y zacate); a la derecha se ve un Tzanpanco o palizada donde se colocaban los cráneos de los sacrificados. Todo el campo se encuentra sembrado de plantas, tulares y carrizales, cañaverales; y los cuatro espacios triangulares señalan los cuatro barrios primitivos de la ciudad, Moyotla (San Juan), Teopan (San Pablo), Atzacualco (San Sebastián), Cuepopan (Santa María); así también aparecen diez figuras humanas que representan a los fundadores de Tenochtitlan.

Este es el plano más antiguo de la Ciudad, con sus canales, plantas acuáticas, así como con el templo y el Tzanpanco, primeras construcciones con las que los aztecas honraron a sus dioses.



CÓDICE MENDOCINO. — FUNDACIÓN DE MÉXICO.

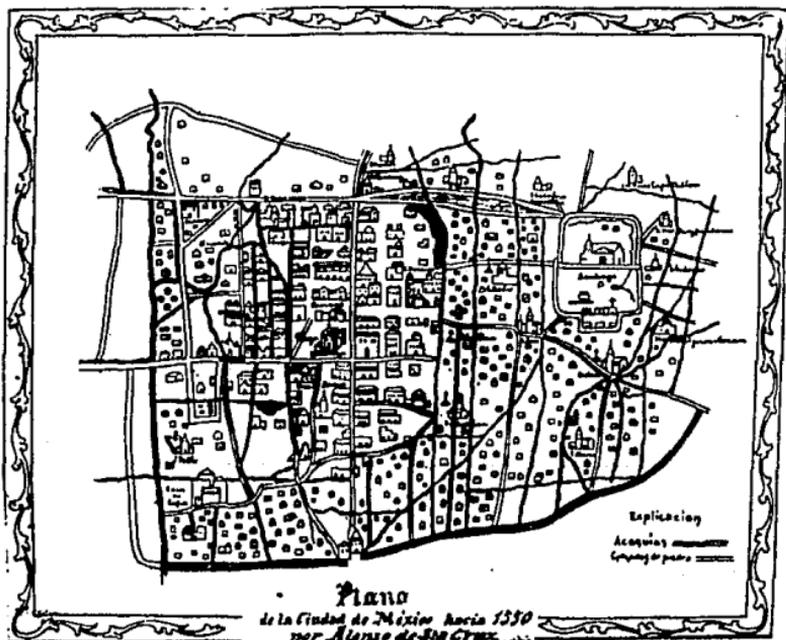
Lámina del Códice Mendocino

El siguiente plano nos muestra a la antigua Tenochtitlan tal y como la observaron los conquistadores en el año de 1520. La ciudad azteca surge en medio de sus lagos y se comunica con los pueblos vecinos por medio de sus calzadas, mencionadas anteriormente. Al este se halla el albarradón construido durante el reinado de Netzahualcoyotl, para defender a la ciudad de las inundaciones del lago. El Teocalli mayor rodeado por un muro se puede ver al centro de la ciudad; al oeste se observa la calzada al lado de la cual venía el acueducto que surtía de agua dulce la ciudad y que provenía de los manantiales de Chapultepec. Se pueden observar los grupos de árboles (oyamel) que rodeaban a la ciudad de Tenochtitlan.



México Antiguo (siglo XVI)

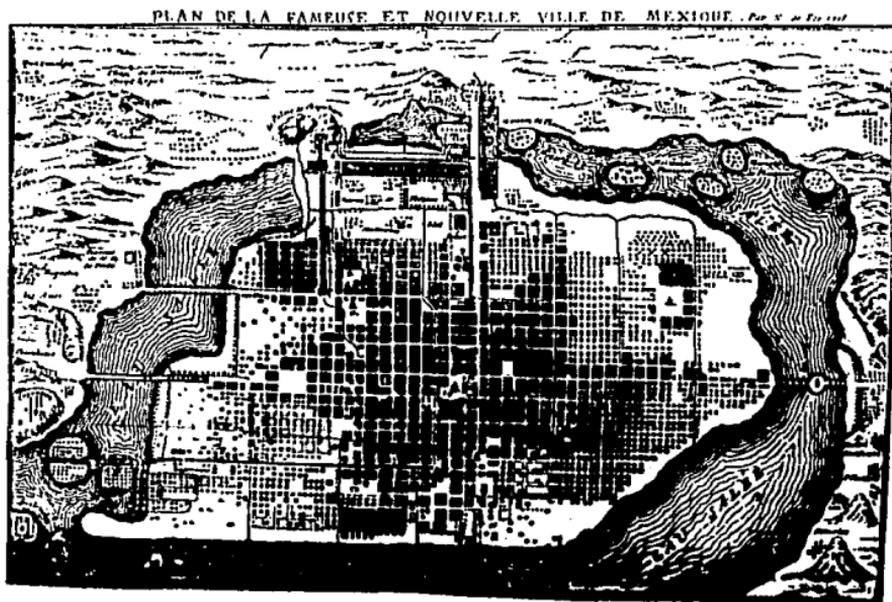
En el siguiente plano, dibujado por Alonso de Santa Cruz hacia el año de 1550, varios años después de la conquista, se puede observar el albarradón de San Lázaro hacia el este. Es importante hacer notar que este plano, como todos los de su época adolece de una buena orientación. La iglesia mayor que corria del este al oeste, ocupa parte del atrio de la catedral actual. Hacia el norte se observa la iglesia de Santa Lucía, antes ermita, y que fue el lugar al que fue conducido Cuauhtémoc a presencia de Cortés después de ser capturado prisionero. Hacia el este se ve el albarradón de San Lázaro interrumpido por un edificio, el que mandó construir Cortés para albergar sus bergantines; de dicho edificio parte hacia el oeste una calle recta que se prolonga hasta la plaza principal pasando por la calle de Santa Teresa.



Plano de Alonso de Santa Cruz

Hacia el año de 1715 se publica en París un Atlas donde aparece un plano de la Ciudad dibujado por N. de Fer. En este plano se puede encontrar a la ciudad aún rodeada por las aguas de los lagos, distinguiéndose las aguas dulces de las saladas; se observan también las diferentes minas de cantera de donde se extraían las piedras para las construcciones.

El plano de de Fer tiene el mérito de ser el primer plano de su género, dejando a un lado la imaginación y tratando de ser objetivo, tiene el norte a la derecha, el sur a la izquierda, el este en la parte inferior y el oeste en la superior como se acostumbraba en aquella época; sin embargo también tiene varios errores y omisiones.

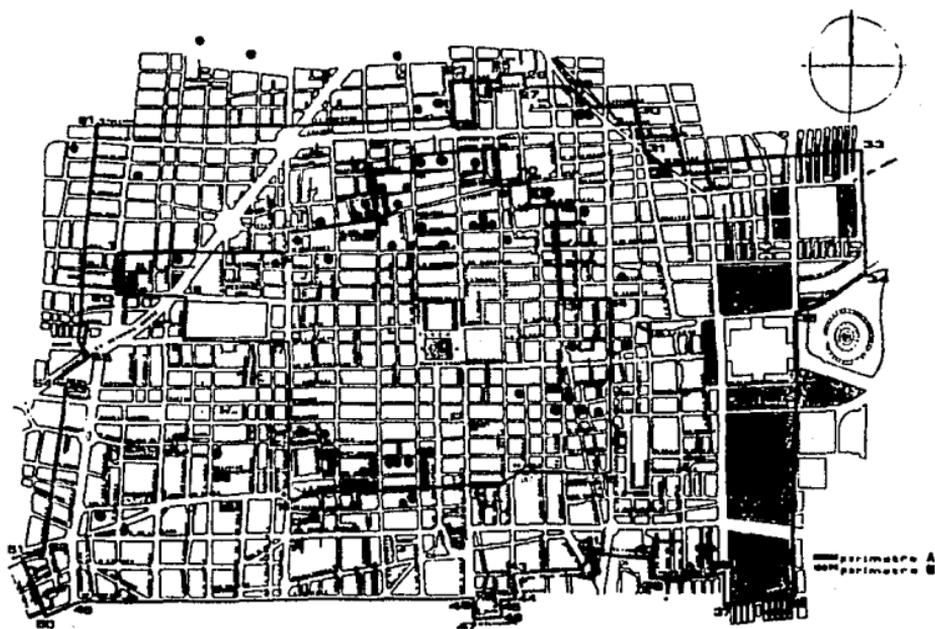


Plano de N de Fer

A continuación se ve el plano del Centro Histórico actual, donde se puede apreciar la división en los dos perímetros el A y el B, de que consta; así mismo abarca las delegaciones políticas de Cuauhtémoc y Venustiano Carranza.

El perímetro A tiene una superficie de 3.1 km² aproximadamente, y el área que contiene más inmuebles y monumentos históricos está delimitada al oriente por la avenida Circunvalación, al sur por José María Izazaga, al poniente por San Juan de Letrán (Eje Lázaro Cárdenas) incluyendo la zona de la Alameda, San Fernando y la Santa Veracruz, y al norte por la calle de República de Perú hasta la zona de Santa Catarina.

El perímetro B corresponde al crecimiento de la ciudad hasta fines del siglo XIX.



GRAFICA 1: LOCALIZACION DE LOS 68 MONUMENTOS REHABILITADOS

zona de monumentos

**centro historico
ciudad de mexico**

1.5.4 Instrumentos Legales de Protección

Las leyes y decretos que protegen nuestros monumentos y patrimonio históricos han sido resultado de hallazgos arqueológicos que han motivado a nuestras autoridades a conservarlos. Tal es el caso del primer decreto que se emitió en el año de 1790 a partir del descubrimiento de grandes piezas (entre ellas la Piedra del Sol) en la plaza mayor de nuestra capital. Esto motivó la formación de una junta de antigüedades en 1808; la fundación del Museo Nacional en 1825 y un primer texto legal relacionado con el decreto de 1790 donde se prohibía la exportación de antigüedades en el año de 1827. Cinco años después, en 1832, aparece una segunda ley con el fin de evitar el saqueo de las zonas arqueológicas y la exportación de obras de arte.

En 1830 se funda el Archivo Nacional, en 1834 el Museo Nacional Mexicano; sin embargo no es sino hasta mediados de siglo que se puede apreciar la posición del Estado frente a lo que se considera patrimonio de la Nación, pues en los años de 1856 y 1857 se emite y aplica la ley de desamortización de bienes y sobre todo en la Constitución de 1857 se establece la figura de la expropiación para preservar los bienes históricos.

Es importante hacer notar la esencia de los distintos instrumentos legales de protección en orden cronológico, pues a lo largo de dos siglos se puede ver como se fue desarrollando una conciencia de identidad y protección de nuestro patrimonio histórico. Los temas que se van manejando y discutiendo y que van surgiendo desde los primeros documentos de orden legal, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. La primer preocupación nace a partir de hallazgos arqueológicos y de objetos y edificaciones relacionados con nuestra historia.
2. Existe una preocupación también, por la elaboración de inventarios de los bienes culturales y artísticos y de las antigüedades.
3. Como consecuencia de esas preocupaciones nace una reglamentación, o mejor dicho, un ordenamiento para regular el comportamiento social hacia estos monumentos históricos, apareciendo como consecuencia la vigilancia y supervisión de dichos monumentos y por ende, las sanciones para los trasgresores.

En los años posteriores a la Constitución de 1857 se empieza a desarrollar una interacción de fuerzas entre el gobierno y los propietarios (entre ellos la Iglesia), apareciendo las figuras de expropiación y nacionalización. Así también se empiezan a crear apoyos económicos, exenciones fiscales y subsidios. Se comienza a invertir en los edificios y monumentos para realizar obras de rescate, labor en la cual intervienen diferentes disciplinas con gente calificada, entre las cuales empiezan a sobresalir los ingenieros civiles como líderes en las obras de reconstrucción.

Podríamos mencionar que **continúa** la toma de conciencia sobre la necesidad de conservar los monumentos **arqueológicos** e históricos, lo que conlleva a una preocupación de la sociedad por instrumentar **resoluciones** legales que los protejan. Resultado de la cual es el instrumento de protección **que** aparece en el año de 1868, donde una resolución del **ministerio** de justicia **prohíbe** que **excaven** en el suelo mexicano en busca de restos **arqueológicos**, quienes no **dispongan** del **permiso** del gobierno.

Posteriormente en 1897, se **establece** como propiedad de la Nación, los monumentos **arqueológicos**.

En 1958 se le atribuye a la **Secretaría de Educación Pública** la responsabilidad de formular el **Catálogo de Monumentos de la Nación**, función que se mantiene en la ley orgánica de la **Administración Pública Federal** de 1976.

En las leyes promulgadas en 1970 y 1972 se **hace referencia** a la necesidad de que los **antropólogos** intervengan en **los rescates arqueológicos**; así como se señalan las funciones y actividades que serán **responsabilidad** del Instituto Nacional de Antropología e Historia y del Instituto Nacional de Bellas **Artes**.

En la actualidad los tres **principales** organismos gubernamentales que protegen y regulan el **Centro Histórico de la Ciudad de México** son:

1. Secretaría de Desarrollo **Social** (SEDESOL), que en coordinación con el Departamento del Distrito Federal (**D.D.F.**), **vigila** y **protege** los bienes propiedad de la Nación.
2. Instituto Nacional de **Antropología e Historia** (INAH), que regula las edificaciones anteriores al año de 1900.
3. Instituto Nacional de **Bellas Artes** (INBA), que regula las edificaciones y monumentos históricos, posteriores a 1900.

Cabe mencionar que **faltando** sólo siete años para el final del siglo **XX**, se empieza a comentar la posibilidad de **que** un nuevo organismo se pueda hacer responsable de todas las edificaciones **posteriores** al año 2000, lo que complicaría aún más las acciones de rescate, por lo que **creemos** y **sugerimos** que todo el Centro Histórico debe ser coordinado, **reglamentado** y **vigilado** por **un** solo y **único** organismo legal de protección.

Decretos Internacionales

Entre los organismos internacionales los que más se han interesado por la conservación de los bienes históricos y culturales de la humanidad, podemos señalar a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y al (ICOMOS).

Entre los documentos internacionales más antiguos se encuentran la Carta de Atenas, formulada en 1931 y la Carta de Venecia, formulada en 1964. En ellas se trata el problema de desplazamiento de monumentos, se atribuye al interés colectivo prioridad sobre cualquier otro, y se asignan las responsabilidades de los bienes muebles e inmuebles que forman un patrimonio cultural a una comisión y no a una sola persona.

La UNESCO ha realizado muchas convenciones y recomendaciones internacionales, entre las cuales podemos mencionar:

- Convención para la protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado, La Haya (1954).
- Sobre los principios internacionales que deberán aplicarse a las excavaciones arqueológicas (1956).
- Sobre los medios eficaces para hacer los museos más accesibles a todos (1960).
- A la protección de la belleza y del carácter de los lugares y paisajes (1962).
- Sobre las medidas encaminadas a prohibir e impedir la exportación, importación y transferencia de propiedad ilícita de bienes culturales (1964).
- Sobre la convención de los bienes culturales que la ejecución de obras públicas o privadas pueda poner en peligro (1968).
- Convención sobre medidas que deben adoptarse para prohibir e impedir la exportación, importación y la transferencia de la propiedad ilícita de bienes culturales (1970).
- Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (1972).
- Sobre la protección, en el ámbito nacional, del patrimonio cultural y natural (1972).
- Salvaguarda de los conjuntos históricos y su función en la vida contemporánea (1976).
- Sobre el intercambio internacional de bienes culturales (1972).
- Sobre la participación y contribución de las masas populares en la vida cultural (1976).
- Sobre los bienes culturales muebles (1978).
- Sobre la salvaguarda y conservación de las imágenes en movimiento (1980).
- Incorporación a la lista de Patrimonio de la Humanidad del Centro Histórico de la Ciudad de México (1987).

CAPITULO 2

PRINCIPALES TIPOS Y CLASES DE MATERIALES EXISTENTES EN LOS INMUEBLES DEL CENTRO HISTORICO

El conocimiento de las características de los materiales utilizados en la edificación nos permite una mejor comprensión de los sistemas constructivos.

Una vez entendidos éstos, será más accesible la información que se recomienda para intervenir un inmueble con valor histórico. Para fines prácticos, los materiales se clasifican en dos grupos, según su origen: inorgánicos y orgánicos.

Los materiales inorgánicos se subdividen igualmente en dos grupos : los pétreos y los metálicos.

Los materiales orgánicos sin de origen vegetal o animal.

La tabla No. 1 presenta un resumen de la clasificación de los materiales que se usan y se usaron en la construcción con mayor frecuencia y cuyas características principales se mencionan más adelante.

2.1.- Materiales Inorgánicos

Estos son los de origen mineral, y como se mencionó, se dividen en dos grupos: los pétreos y los metálicos.

Los pétreos son aquellos en cuya composición química intervienen elementos como: oxígeno, silicio, aluminio, calcio, magnesio, sodio, potasio, cloro; y que, asociados éstos, forman silicatos, óxidos, carbonatos, fosfatos, sulfatos y aluminio-silicatos.

Los metálicos son aquellos en cuya composición química intervienen elementos como: hierro, estaño, zinc, cobre, plomo, y que asociados forman aleaciones como el bronce, latón y soldaduras.

2.1.1.- Pétreos

Este grupo se subdivide en dos tipos de materiales: naturales y artificiales, siendo los primeros los que para su uso sólo se requiere su extracción y corte, y los segundos, los que requieren de una manufactura determinada.

2.1.1.1.- Naturales

Roca, el primer material de construcción tomado de la corteza terrestre, ha sido usado desde los primeros tiempos por su conveniencia, durabilidad e impacto visual. Su uso empezó cuando el hombre dejó su estilo de vida nómada y comenzó a construir asentamientos permanentes.

Mucha de la historia de las civilizaciones del mundo está grabada en piedra. En muchos casos es casi la única evidencia tangible de una ocupación pasada.

Los egipcios fueron los primeros en usar la piedra en grandes cantidades para construcción. Se estima que las pirámides contienen más de dos millones de bloques de rocas calcáscas, cada una pesando aproximadamente 2.5 toneladas.

La piedra fue considerada tan importante que en algún tiempo las canteras fueron propiedad de la realeza.

Definiciones.-

Piedra es el término usado para una roca que puede ser sacada de la cantera, cortada y trabajada a un tamaño o forma especificada para ser usada en una construcción ya sea como una unidad estructural o como decoración únicamente. En este sentido, el término roca es definido en un diccionario como la parte sólida de la corteza terrestre y el término piedra está definida como cualquier pieza de roca la cual ha sido desprendida de la corteza terrestre. Todas las rocas son agregados de minerales. Por lo tanto materiales como, arena, carbón y arcilla son reconocidos geológicamente como rocas.

Los minerales, en una estricta definición científica, son sustancias inorgánicas naturales con formas cristalinas simétricas las cuales reflejan las estructuras atómicas internas y las cuales tienen una composición química definida. Más de 2500 minerales han sido clasificados y nombrados, y muchos de ellos son raros, sin embargo sólo alrededor de veinticinco, ya sea individualmente o en asociación, forman el grueso de las rocas usadas en construcción.

Clasificación.-

A pesar de la aparentemente gran variedad de rocas, cualquiera de ellas puede ser colocada dentro de uno de tres grupos existentes; todas las rocas dentro de cualquiera de los grupos tienen características comunes las cuales son únicas para ese grupo. Los grupos son ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Rocas ígneas.-

Las rocas dentro de la litósfera (la cubierta sólida externa de la tierra, la cual incluye la corteza) son normalmente sólidas; éstas se funden únicamente cuando hay un decremento en la presión o existe una adición de otro material. El material de roca fundido entonces formado, es llamado *magma* y puede ser originado a diferentes niveles dentro de la tierra. Es esencialmente una mezcla de fluido de silicato con vapor de agua y otros volátiles. En condiciones geológicamente favorables, el magma puede salir hacia la corteza. Durante el enfriamiento, a cualquier nivel de la tierra, ésta forma rocas ígneas; parte del magma puede haber fluido hacia la superficie como *lava* durante una erupción volcánica y la roca resultante es conocida como roca ígnea *volcánica* o *extrusiva*. El magma que se enfría y consolida dentro de la tierra es llamado roca ígnea *intrusiva* o *plutónica* y es vista únicamente cuando la roca circundante se ha desgastado; no importa dónde hayan sido encontradas, las rocas ígneas tienen características directamente relacionadas al enfriamiento y consolidación del magma.

Las rocas ígneas son esencialmente un conjunto de silicatos; cuando son analizadas químicamente, la proporción de dióxido de silicio (SiO_2) presente, puede ser usado como una base para su clasificación.

Aquellas rocas conteniendo un alto porcentaje de dióxido de silicio (SiO_2) son llamadas ácidas; el término *ácida*, se refiere a la composición química de la roca y no implica que la roca tenga una cualidad corrosiva. Las rocas que contienen un bajo porcentaje de SiO_2 son conocidas como *básicas* o *ultra-básicas*; el término *básico* y *ultra-básico*, se refiere únicamente a su composición química y no a su origen.

A continuación se describen las rocas de uso más frecuente en la construcción durante el período comprendido entre los siglos XVI y XIX;

Granito:

Es una roca formada por cristales de cuarzo, feldespato y mica; es una roca compacta, de textura cristalina, de gran dureza y resistencia; en su textura granular predomina el color claro y sólo los ferromagnesianos aparecen aisladamente como puntos negros, brillando la mica; según su composición existen rojizos y verdosos.

Masa volumétrica (peso):

2600 - 3000 kg/m³

Resistencia a compresión:

500 - 800 kg/cm²

Uso:

Como piedra para labrar: en general en forma de placas para recubrimientos y pavimentos.

Tipos:

Por su constitución se distinguen los siguientes: granito negro, egipcio mosqueado, gráfico y porfídico.

Localización

Jajala, Hgo.

Ojo Caliente, Zac.

El Peñón, Dgo.

Chiluca (variedad de traquita hornbléndica):

Roca de tipo ígneo, su origen se debe a la formación de lava traquita con piedra pez, compuesta por feldespatos.

Etimológicamente proviene del nahuatl:

Chilli - Chile

Chilohcan ohtili - camino

Can - locativo

"En el camino de los chiles"

Su estructura es compacta y granulosa, con una porosidad que permite gran absorción de agua.

El color más común es el gris que va de claro a oscuro con moteados negros, dependiendo de la cantidad de cristales de hornblenda que contenga.

Masa volumétrica (peso):

2000 - 2600 kg/m³

Resistencia a compresión:

300 - 500 kg/cm²

Uso:

En general se usa tanto en estructura como en recubrimientos y ornamentación.

Localización:

Atizapán de Zaragoza, Mex.

Ajusco, D.F.

Echegaray, Mex.

Pachuca, Hgo.

La Villa, D.F.

Chimalhuacán, Mex.

San Juan Teotihuacán, Mex.

Salazar, Mex.

Otumba, Mex.

Basalto - recinto (variedad de la dolerita)

Roca volcánica de color negro o verdoso, muy dura y resistente al salitre y la intemperie; compuesta por feldespatos y piroxena o augita. Las formadas en la parte superior de las corrientes de lava son vesiculares, es decir, llenas de pequeños orificios o vesículas formadas por el escape de gases.

Masa volumétrica (peso):
2450 - 2850 kg/m³

Resistencia a compresión:
600 kg/cm²

Uso:
En construcción de cimientos, muros, rodapiés y pavimentos.

Localización:
Cascada de Regla, Hgo.
Salto de San Antón, Mor.

Tezontle:

Variedad de lava volcánica, de apariencia esponjosa, proviene de una roca ígnea de tipo andésico y basáltico; su composición es a base de óxido de aluminio, óxidos de silicio y óxido de hierro, lo que influye en la variación de su color, que va desde el rojo oscuro, rojo amoratado y café hasta el negro.

Posee una **textura porosa** que la caracteriza haciéndola muy ligera, sin que pierda por esto su resistencia.

Sus características más relevantes son: peso reducido, adherencia con los morteros, resistente al salitre y a los agentes atmosféricos.

Masa volumétrica (peso):
1315 kg/m³

Resistencia a compresión:
45 - 75 kg/cm²

Tipos:
Tezontle rojo
Tezontle negro

Usos:

En mampostería, muros, recubrimientos, como aglutinantes en morteros y rellenos.

Localización:

Cerro de Santa Martha, D.F.

Cerro del Peñón, D.F.

Montañas de la Mesa Central de la Altiplanicie Mexicana.

Piedra braza:

Roca ígnea del grupo de las lavas de gran dureza y resistencia a los agentes atmosféricos; presenta una textura compacta y una fractura lisa conoidal de color gris oscuro, que en ocasiones será rojiza dependiendo del contenido del hierro.

Masa volumétrica (peso):

1800 kg/m³

Uso:

Como piedra en cimentaciones de mampostería, muros y pisos.

Toba (cantera):

Una de las tobas que se emplea con mayor frecuencia en la construcción es la llamada cantera; roca ligera y porosa, al momento de ser extraída es bastante blanda, por lo que se puede trabajar con facilidad, sin embargo, adquiere mayor dureza, posteriormente. En estas formaciones el agua no interviene como agente sedimentario.

La más común en el Valle de México es la cantera color gris.

Masa volumétrica (peso)

2000 kg/cm³

Resistencia a compresión:

100 - 250 kg/cm²

Uso:

En estructura, como piedra decorativa y en recubrimientos.

Localización:

Santiaguillo, Mex.

Tepeyac, D.F.

Chimalhuacán, México.

Echegaray y Los Remedios, Mex.

Puebla, Pue.

Rocas Sedimentarias.-

Los procesos geológicos de desgaste y erosión producen sedimentos, materia prima de las rocas sedimentarias. Todas los tipos de rocas cuando son expuestas a la atmósfera son susceptibles al desgaste, ruptura mecánica o química de la roca, y de erosión.

Las rocas sedimentarias pueden clasificarse en dos grandes grupos. Uno se compone de material que ha sido transportado por el agua, viento o hielo al área de deposición.

Este material se denomina detritus y las rocas que forma reciben el nombre de rocas detriticas sedimentarias.

El otro grupo se compone de material formado por la precipitación química de materiales por medio del agua, o por la acumulación de residuos orgánicos de plantas y animales. Como en los lagos y mares donde se formaron estos depósitos pudo haber ríos que desembocaran ahí y transportaran material detritico, en muchos de ellos se encuentra una mezcla de detritus y diversos materiales formados químicamente que debieron haber actuado como cementantes del detritus transportado desde otros lugares, para convertirlo todo en una masa sólida. Por lo tanto hay muchos tipos intermedios entre rocas sedimentarias detriticas y el grupo orgánico de origen químico.

La caliza es una roca sedimentaria muy importante, tiene numerosos usos, especialmente en la industria de la construcción. La caliza está compuesta principalmente por CaCO_3 y una cantidad menor de otros minerales como: arcilla, cuarzo, dolomita, sulfuros u óxidos de hierro, carbón, asfalto y, con mucha frecuencia, conchas de animales como: caracoles, almejas, estrellas de mar, etc. Muchos restos de organismos son tan pequeños que para observarlos se requieren potentes microscopios; a dichos restos de organismos se les denomina microfósiles y son un elemento clave para determinar la edad de algunas calizas.

Esta roca, por lo general, es dura, compacta, pero con frecuencia causa problemas a los ingenieros civiles por las siguientes razones:

La caliza se disuelve con gran facilidad, de modo que el agua de lluvia que cae sobre la misma se filtra rápidamente hacia abajo de la superficie donde abre canales de solución, cavidades y cavernas, los cuales paulatinamente son agrandados por la acción del agua subterránea. La escasez de agua superficial con arroyos y ríos es un rasgo característico de las regiones donde abundan calizas. los canales formados por la acción del agua debajo de la superficie son de tamaño, forma y distribución irregulares y, a menudo, causan problemas durante los trabajos de construcción porque no se localizan en forma fácil durante el levantamiento y su localización no es definitiva.

Durante las excavaciones uno se puede encontrar con grandes cavernas que deben ser rellenadas, con lo cual aumentan los costos de operación. Las presas para almacenar agua que se construyen en calizas pueden ocasionar problemas después de unos cuantos años de servicio cuando el agua almacenada se filtra en la roca madre, debido a la enorme presión de la carga hidráulica. A menos que el lecho del depósito se impermeabilice mediante algún procedimiento, por ejemplo, inyecciones de selladores, la filtración debajo del depósito alcanza tal magnitud que el agua no se puede retener por más tiempo.

Conforme a su tamaño, las rocas sedimentarias se pueden clasificar de manera general en:

TAMAÑO EN MM	SEDIMENTO	TIPO DE ROCA SEDIMENTARIA
--------------	-----------	---------------------------

Mayor de 500	Roca de acarreo	Conglomerado y/o brecha rocosa
500 - 256	Guijarros	Conglomerado guijarroso
256 - 64	Cantos rodados	Conglomerado de cantos rodados
64 - 4	Granillo	Conglomerado de granillo
4 - 2	Confitillo	Conglomerado de confitillo
2 - 1	Arena muy gruesa	Arenisca de grano muy grueso
1 - 0.5	Arena gruesa	Arenisca de grano grueso
0.5 - 0.2	Arena mediana	Arenisca de grano mediano
0.2 - 0.1	Arena fina	Arenisca de grano fino
0.1 - 0.05	Arena muy fina	Arenisca de grano muy fino
0.05 - 0.004	Limo	Lutitas
0.004 - a más fina	Arcilla	Lutitas arcillosas

Arenisca:

Formada por granos de arena cementados por materiales silizosos, calcáreos, arcillosos, ferruginosos, etcétera.

Las areniscas con cementante silicio son muy duras y difíciles de labrar. En general son afectadas por el salitre que las pulveriza. Existen diferentes variedades de color.

Masa volumétrica (peso)

2000 - 2500 kg/m³

Resistencia a compresión:

450 - 570 kg/cm²

Uso:

Como mampostería, en sillares para la construcción, para peldaños de escaleras y pisos, siendo las apropiadas las piedras silíceas más duras.

Tepetate:

Se denomina así a dos clases de tobas: la pomosa (que contiene piedra pómez) y la calcárea (contiene en su cemento carbonato de cal).

Las tobas sedimentarias son tobas formadas por fragmentos de origen volcánico, que han sido arrastrados y depositados por el agua; puede decirse que son conglomerados de origen volcánico; por la naturaleza de sus componentes pueden ser porfídica, basáltica, traquítica, arcillosa, arenosa, cenicéfera, pomosa y calcárea.

El tepetate es un material poroso y absorbente de color blanquecino o amarillento, la huella que deja en la superficie, al corte, le da apariencia de "tejido de petate", de donde proviene su nombre.

De poca cohesión, por lo que no se puede labrar con aristas vivas, sólo se le puede dar forma aproximada de paralelepípedo, en cuanto pierde su humedad se vuelve terroso.

Masa volumétrica (pcso)

1200 kg/m³

Resistencia a compresión:

9 - 11 kg/cm²

Uso:

Muy empleado como elemento de edificación debido a su ligereza en sillares de muros.

Tipos:

Arcilloso, contiene grano fino y es pesado. Caliche, de grano más grueso y ligero, contiene carbonato de cal, lo que le da mayor consistencia.

Localización:

Tajo de Nochistongo, Mex.

Echegaray, Lechería, Naucalpan, Mex.

Tacubaya, D.F.

Arcilla:

Las arcillas son sedimentos geológicos, resultantes de la disgregación de las rocas por la acción atmosférica; se caracterizan por su tamaño de partícula; se sitúan generalmente entre 2 y 5 micras; formadas por sílice, alúmina y agua, conteniendo, en ocasiones, arena, óxido de hierro, magnesio y carbonatos de calcio que, en diferentes proporciones, le dan diferentes características físicas.

Este material tiene la propiedad de formar una pasta dúctil cuando está húmeda, y adquiere consistencia pétreca cuando está seca o se le somete a cocción, en cuyo caso, pierde la propiedad de ablandarse al humedecerse.

Usos:

Se usan en la elaboración de adobe, tejas, ladrillos y como componente de mezclas.

Arenas:

Constituidas por granos sueltos, incoherentes, que provienen de la disgregación de las rocas naturales por procesos mecánicos o químicos y que, arrastrados por el aire, o el agua se acumulan en lugares determinados.

Artificialmente se obtienen por trituración y molienda de las rocas.

De acuerdo con su origen, las arenas toman los nombres de silíceas o cuarzosas, calizas y graníticas arcillosas, de acuerdo con su dureza y estabilidad química. Las arenas silíceas son las mejores para la construcción.

Las arenas de naturaleza calcárea, si provienen de las calizas duras, son recomendables como agregado en los morteros.

Las arcillosas se pueden emplear si la cantidad de arcilla es inferior a 3%, pues alteran el fraguado y la plasticidad de los morteros.

Rocas Metamórficas.-

Las rocas metamórficas se forman a partir de otras clases de roca por la acción del calor y la presión, por separado o actuando en forma simultánea.

Este tipo de rocas presenta las características estructuras internas originadas por la alineación de los minerales, por efecto de las presiones anisotrópicas a las rocas, mientras estaban siendo sometidas durante la modificación de su estado original. La composición química de la roca no se transforma durante el proceso de metamorfismo, pero los elementos se vuelven a combinar de manera distinta para formar nuevos materiales y, a menudo, al aplicar presiones muy altas a las rocas, ésta reduce su volumen.

Existen dos grupos de rocas metamórficas: 1) *las foliadas*, que se caracterizan porque los minerales no se distribuyen al azar, sino presentan determinada orientación y algunas veces se separan en grupos de diferentes clases, formando bandas contrastantes; un buen ejemplo es el *gneiss* donde se alternan bandas de cuarzo, con otras de feldespato de color claro y mica oscura; 2) *las masivas* o no foliadas, con una textura en donde los minerales están orientados al azar, a diferencia de las rocas conformadas por presiones constantes por haber sido sometidas a campos de presión uniforme.

Las rocas metamórficas tienen una composición química y mineral similar a la de varias clases de rocas ígneas, pero los minerales están distribuidos según ciertos patrones que dan la clave para distinguir las rocas metamórficas de las ígneas. A menudo la roca tiene vetas bien marcadas que en cierta forma determinan las propiedades mecánicas de la masa rocosa; a veces la presencia de estas vetas es muy importante, por ejemplo, el clivaje de las pizarras determina la resistencia de la roca.

El gneiss tiene una composición mineral parecida a la del granito, por lo general se compone de: cuarzo, feldespato mica y hornblenda, pero estos minerales no están distribuidos al azar como en el granito, sino que se agrupan en bandas de un solo tipo de minerales; en este caso la estructura es foliada. Así se forma la veta característica que puede influir en la resistencia de la masa de roca.

La roca metamórfica empleada en construcción es la caliza cristalina, que comúnmente se llama mármol.

Mármol:

Es una roca caliza cristalina constituida esencialmente por calcita y minerales adicionales, tales como mica, grafito, óxido de hierro, etc., que le proporcionan sus diferentes colores. Entre sus características destacan **textura compacta, dureza; cuando se pulle adquiere brillo.**

Masa volumétrica (peso):

2600 kg/m³

Resistencia a compresión:

565 - 1125 kg/cm²

Uso:

Como revestimiento de muros, interiores y exteriores, lambrines, pisos, pilastras, columnas, escaleras y esculturas.

Localización:

Tepochico, Mamulique y Puebla, Pue.

Pachuca, Hgo.

Dinamita, Dgo.

2.1.1.2.- Artificiales (Manufacturados)

Dentro de esta clasificación se agrupan todos aquellos materiales de origen mineral que ha intervenido el hombre en su elaboración. Se subdividen en dos grupos: los manufacturados en frío, como el adobe; y los fabricados por cocción como la teja, ladrillo, vidrio y cemento.

A continuación se hace una breve descripción de sus formas y características, así como el proceso para su elaboración.

Fabricados en frío:

Son aquellos en los que se utiliza el agua para formar pastas que en contacto con el medio ambiente, se solidifican.

Adobe:

El método más común para su elaboración es:

1. La arcilla del banco elegido se seca al sol y se disgrega; posteriormente se humedece para limpiarla de sales.
2. Se amasa con pies descalzos, manos, patas de alguna bestia, azadón, etc., hasta convertirla en una pasta uniforme y moldeable.
3. A esta pasta se le agrega arena, fibras vegetales (hoja de pino, caña, paja, zacate, etc.), pelo de animal y estiércol, logrando con ello un material adherente de mayor resistencia a la tensión y menor contracción al secado.

Las proporciones de la mezcla deben ser aproximadamente:

Arcilla	-	3 partes
Arena	-	1 parte
Fibras vegetales y animales	-	3/4 partes
Agua	-	la necesaria.

4. Una vez lista la mezcla se dejará fermentar 2 días mínimo para colocarla en moldes o gaveras de madera de medidas variables.
5. Las piezas elaboradas se dejarán secar de uno a dos días en esta posición.
6. Una vez desmoldados, se colocarán de canto durante un periodo aproximado de 3 semanas, al final de las cuales el material debe poseer una resistencia adecuada para su estibación. Tarda aproximadamente 4 meses en estar seco, y listo para su uso.

Fabricados por cocción:

En éstos, la acción del fuego modifica el estado natural de diversos materiales, cambiando su cohesión molecular y dándoles mayor resistencia.

ladrillo:

Se fabrica con arcillas que tienen determinadas proporciones de arenas, margas arcillosas, fangosas e incluso calcáreas. La arcilla que se prefiere es la que posee arena con cuarzo y sílice, de la que se obtienen mejores elementos cerámicos. Cuando la arcilla empleada en su fabricación es demasiado plástica, las piezas sufren una contracción acentuada, deformándose durante la cocción resultando un producto quebradizo que, para evitarlo, se le agrega a la masa arena o margas calcáreas, sin que la proporción exceda de 1/5 a 1/4 del total.

Cuando en la masa se encuentran piritas y fragmentos calcáreos, se forman durante la cocción silicatos dobles de fierro y calcio, muy fusibles, que deforman los ladrillos y los cubre de un barniz que les resta adherencia a las mezclas. En cuanto a las piedras de cal, al cocerse los ladrillos resulta cal viva que se hincha cuando éstos se humedecen y los destruye, ésto se comprueba humedeciéndolos en agua caliente y examinándolos al día siguiente.

Para su elaboración se puede seguir el siguiente método:

1. Una vez elegida la arcilla para su preparación, se le agrega agua y se amasa con los pies desnudos, quitando los guijarros, a la vez que se le va mezclando la arena o marga necesaria para su mejoramiento. Algunos fabricantes acostumbran mezclarle estiércol que los hace porosos y de mala calidad.
2. La masa obtenida se moldea en pequeñas cajas sin fondo, colocándose sobre un lecho de arena para que la arcilla no se adhiera al suelo. Estos moldes reciben el nombre de gaveras, y tienen 2, 4, 6 u 8 compartimentos, correspondiendo cada uno al tamaño de un ladrillo; sabiendo que por lo general la cocción de las arcillas produce en éstas una contracción aproximada de 1/5 a 1/8, lo que debe considerarse en la hechura de los moldes. Las dimensiones típicas de los ladrillos son:

0.07 x 0.14 x 0.28 m.

0.025 x 0.14 x 0.28 m.

Dentro de las gaveras, el material se comprime perfectamente cuidando que no queden intersticios; se enrasa y se retira el molde unos minutos después, dejando las piezas en el suelo hasta que su dureza permita apilarlos para su secado.

3. Durante este tiempo es conveniente protegerlos de la lluvia y del sol intenso, que los agrieta; este secado dura de 2 a 3 meses; una vez secos pasaran a la cocción en los hornos.
4. Ya en el horno, la disposición de los ladrillos será en capas sucesivas encontradas para que el fuego y la cocción sea uniforme.
5. Una vez lleno el horno, se enciende éste muy lentamente con objeto de que un calor suave termine de secar el material; poco a poco se va avivando el fuego hasta que los ladrillos hayan alcanzado su cocción; se detiene el fuego y se tapan todos los orificios, no descubriéndose hasta que se considera que se ha enfriado todo el material, ya que un enfriado brusco traería como consecuencia un producto frágil y quebradizo al alterar su estructura molecular.
El tiempo que dura la cocción es de 1 a 10 días, dándole de 4 a 5 días de enfriamiento; el tiempo de cocción varía según el combustible empleado.

El material resultante debe ser homogéneo en su masa, color y textura, carente de grietas, sonoro al golpe, de color rojo oscuro y con una absorción de 15-20%.

6. Dependiendo de las medidas del producto, se le dan diversos usos en la construcción; por ejemplo, ladrillo, tabique, solera y cuarterón.

Teja:

Es un elemento de barro de formas diversas y que se utiliza en techumbres.

Las tejas pueden ser planas o curvas, siendo las más comunes la árabe y la de gancho.

Estos elementos son fabricados con arcillas ricas en cuarzo y sílice que les proporcionan un mejor resultado al cocido.

Para su elaboración es necesario que:

1. Una vez elegido el banco de arcilla a utilizar, la mezcla se prepara de forma similar a la utilizadas para la fabricación del tabique.
2. Cuando se requiera un material vitrificado se le agregarán a las mezclas margas calizas y creta que aumenta su fusibilidad.
3. La arcilla amasada en estado plástico se vierte en una gavera que, dependiendo de la calidad del barro, varía de 1 a 2 cm de espesor, con dimensiones de largo y ancho según las medidas de las tejas a fabricar. La gavera con el material se colcará en una cama de arena y se deslizará sobre un molde de madera cóncavo, el cual posee una agarradera que permite su retiro al fraguar.

4.- Una vez secado el material, el tiempo de cocción oscila entre 1 y 2 días, según el combustible utilizado y su enfriamiento, de 2 a 3 días; para un mayor vitrificado se aumenta el tiempo de cocción.

En otros casos se les aplica un braniz para obtener un vidriado que les proporciona mayor impermeabilidad.

Vidrio:

Es un cuerpo sólido, transparente y frágil que se obtiene de la fusión de una mezcla de arenas silíceas (72%), carbonato, sulfato de sodio (14%), y estabilizadores tales como carbonato de calcio, alúmina y magnesia que le dan su resistencia.

Cristal:

El cristal es un complejo material hecho por el hombre. El ingrediente básico es sílice natural en forma de arena, el cual se funde con otros fluidos alcalinos como la sosa y otros ingredientes como la cal y pedacera de vidrio. Es incoloro y muy transparente, susceptible de colorearse.

Cal:

Se obtiene por calcinación de las piedras calcáreas formadas por carbonato de cal, casi puro, y que abandonan su ácido carbónico. El producto obtenido toma el nombre de cal viva (óxido de calcio). La preparación de las mezclas de cal exige la hidratación de esta sustancia hasta formar con ello una pasta y, en ciertos casos, sólo un polvo; a esta operación se le llama extinguir o apagar la cal. Se pueden seguir varios métodos:

- a) Extinción ordinaria.- Se hace una arteza en la cual se vierte la cal en piedra, se le agrega agua batiendo con un rastrillo; se deja reposar la pasta unas 48 horas como mínimo. Las cales grasas rinden de 2 a 3 1/2 volúmenes por cada uno de cal viva empleada y las magras e hidráulicas de 1 a 1 1/2 volúmenes. Para su uso deberá pasar por un cribado previo, que elimina impurezas y grumos.
- b) Extinción por aspersión o inmersión.- Consiste en agregar a la cal la cantidad de agua necesaria para su hidratación, pero sin dejar que llegue a formarse una pasta.

Cal aérea:

Es una cal que se endurece al aire, por la absorción del ácido carbónico de la atmósfera que forma una combinación de hidrato y carbonato de calcio.

Dependiendo de la pureza de la roca caliza se obtienen cales de diversas cualidades.

Cal hidráulica:

Se endurece tanto al aire como bajo la acción del agua o de la humedad. Estas se obtienen a partir de rocas calizas arcillosas, es decir, que contienen sílice y alúmina; hay menos desprendimiento de calor teniendo un fraguado lento. Requiere de un proceso industrializado.

Cemento:

Se le llama así al polvo proveniente de una fusión de materiales arcillosos y piedras calizas con óxidos de calcio, silicio, aluminio y fierro, con un agregado de yeso (sin calcinar) y agua.

El poder cementante de este producto es mayor que el de las calces hidráulicas, gracias a su rápido fraguado y alta resistencia a la compresión.

Los tipos portland son cementos hidráulicos elaborados con materiales cuidadosamente seleccionados bajo un sistema de regulación exacta, utilizándose materiales calcáreos y arcillosos.

Algunas veces se utiliza como ingrediente la escoria de altos hornos.

La materia prima se tritura, pulveriza y se mezcla en proporciones adecuadas para efectuar una composición química correcta, virtiéndose en hornos rotatorios, en donde calcina (a temperaturas mayores a 1400 °C) hasta formar una escoria de cemento (clinker); ésta se enfría y pulveriza, agregándole yeso en pequeñas cantidades para regular el tiempo de fraguado. La pulverización de este producto da como resultado el cemento portland.

Existen diferentes tipos de cemento: común, modificado, de alta resistencia y fraguado rápido, de bajo calor, contra sulfatos y cementos especiales (cemento blanco y cemento impermeable).

Yeso:

Proviene de la calcinación del sulfato de calcio hidratado; por medio de calentamiento se elimina parcial o totalmente el agua de cristalización. Es un polvo blanco que fragua rápidamente al contacto con el agua; si es excesiva, retarda el fraguado hasta el grado de impedir su aplicación.

2.1.2.- Metálicos

Los metales se dividen en dos grandes categorías, ferrosos (contienen hierro) y no ferrosos (no contienen proporción apreciable de hierro). Los metales no ferrosos usualmente son más resistentes a la corrosión. A continuación describiremos brevemente los metales más comúnmente usados en las construcciones del Centro Histórico de la Ciudad de México.

Hierro (Fe)

El hierro es un metal de color gris oscuro, es el cuarto elemento más abundante de la superficie terrestre. El hierro lo encontramos en la tierra en diferentes formas, y para reconocerlo como el metal que usamos, se requiere procesarlo; el hierro es la materia prima principal de una variedad de productos que utilizamos en la construcción, tales como el hierro forjado, el hierro colado, el acero, el acero inoxidable, etc.

Fierro Fundido y Fierro Forjado

Las principales propiedades del fierro forjado son las siguientes:

1. El fierro forjado es la forma más pura del hierro. contiene menos del 1% de carbono.
2. Tiene un alto contenido de silicato ferroso, de 1% al 4%. Esto existe como una asociación puramente física, no es una aleación como sucede en el acero.
3. La estructura interna del fierro forjado es fibrosa y es capaz de resistir la tensión.
4. Resiste bastante bien la corrosión.
5. Es un metal relativamente suave y maleable, sin embargo también duro y resistente a la fatiga.
6. Es fácil de trabajar, ya sea forjado, laminado o doblado. Se puede trabajar en frío o en caliente.
7. El acero forjado se puede soldar con calor, por ejemplo, si se calientan dos piezas hasta ponerse blancas y se juntan, quedarán unidas.

En las construcciones coloniales, el fierro forjado tuvo principalmente usos decorativos, en barandales, puertas, rejas; pero también tuvo uso semiestructural en clavos, bisagras y amarres de vigas. Posteriormente, a partir del siglo XVIII, fue utilizado estructuralmente en vigas debido a su resistencia, especialmente a la tensión.

Las principales propiedades del fierro fundido son las siguientes:

1. Es una aleación de hierro y carbono. Tiene un contenido de carbono que llega hasta el 5%, su presentación más tradicional es la del fierro gris fundido (conocido también como fierro gris)
2. El fierro fundido se puede volver a fundir fácilmente, pero no puede forjarse o trabajarse mecánicamente, ni en caliente, ni en frío.

3. Su estructura es cristalina por lo que es quebradizo y no resiste la tensión. Las piezas hechas en hierro gris se fracturan casi sin deformación previa bajo tensión; sin embargo, resisten muy bien la compresión.
4. El hierro fundido, generalmente tiene buena resistencia al fuego y a la corrosión.
5. En el hierro gris, el contenido de carbono se puede ver en forma de hojuelas distribuidas en todo el metal.

El hierro gris se empezó a usar estructuralmente hasta fines del siglo XVIII, en forma de vigas y columnas. Las vigas eran comúnmente en sección "I" o en sección de "T" invertida.

Diferencias entre el hierro forjado y el hierro fundido.

Para poder distinguir si una pieza está hecha en hierro forjado o fundido debemos fijarnos primeramente en su aspecto y su función. El tipo, diseño y función estructural son el mejor método para su identificación. El acero forjado se utilizó principalmente para trabajar en tensión, mientras que el hierro gris trabaja en compresión.

Las piezas de hierro fundido son por lo general de apariencia más masiva, y constantemente se les pueden encontrar en forma repetitiva; fijándose con detenimiento se podrá encontrar la marca del molde o "flasheado".

El hierro forjado a su vez, se le reconoce porque muchas veces son diferentes partes atornilladas o soldadas con calor, método que nunca se utiliza en el hierro gris; además su superficie es laminada o golpeada, mientras que la superficie del hierro gris se puede identificar por innumerables pequeños hoyos. Al hierro forjado se le pueden quitar "astillas" con un cincel, mientras que el hierro gris se descascara. La estructura cristalina o fibrosa se puede reconocer en las fracturas.

Acero Inoxidable

El acero inoxidable, es un acero que contiene al mismo tiempo, cromo (12-17%) y níquel (6-14%). Los aceros inoxidables que contienen alrededor del 18% de cromo y del 8% al 12% de níquel, son los más comúnmente usados. Aunque los aceros inoxidables no se encuentran comúnmente en los edificios históricos, es apropiado mencionarlos, pues su gran resistencia a la corrosión los hacen importantes en los trabajos de reparación y conservación.

Plomo (Pb)

El plomo es un metal gris, es el más suave, más denso y uno de los metales más durables que se utilizan en la construcción; el plomo siempre es muy puro, es muy maleable, y tiene un punto de fusión muy bajo (327°C). La principal presentación del plomo en la construcción, fue en hojas (láminas), que se utilizaron en los techos, como impermeabilizantes, en forma de tuberías y desagües, como recubrimiento y como soldadura.

El plomo es el más suave de los metales comunes y en su forma refinada es muy maleable, siendo capaz de darle diferentes formas a temperatura ambiente. Es por ello que la lámina de plomo puede ser fácilmente manipulada con herramientas de mano sin correr el riesgo de provocar una fisura o fractura. La lámina de plomo puede tomar las formas más complicadas, razón por la cual, se utilizó como impermeabilizante, sobre todo en aquellas zonas donde se tenía que hacer un trabajo in situ para moldear la lámina y darle formas para proteger piedra trabajada, techos con cambios de pendiente constantes. etc.

El principal uso del plomo en los edificios se daba por tanto, como cubierta de techos, pero también se le utilizó en tuberías, bajadas de agua, canalones. Bien colocada la vida útil de la lámina de plomo es de 150 años; y además puede ser colocada en cualquier tipo de pendiente, repararse fácilmente y fundirse. El método tradicional de fabricación, fue la fundición en arena.

Cobre (Cu)

En su presentación sin oxidación, el cobre puro es un metal de un color rojo salmón. El cobre puro es fuerte, dúctil y maleable, lo que le permite ser estirado, aplanado y llevado a diferentes figuras como lo son la lámina y el alambre.

El cobre es un material muy durable y resistente a la corrosión, sin embargo es atacado por los alcalies, tales como el amoníaco y varios compuestos sulfurosos que combinados con agua forman ácido sulfúrico. El cobre no es usualmente sujeto a corrosión galvánica, pero otros metales como el hierro, acero, zinc, aluminio o acero galvanizado, pueden corroerse en contacto con el cobre. El contacto directo entre el cobre y otros metales debe evitarse.

Si el cobre se deja a la intemperie en una región sin contaminar, se pondrá al principio de un color rojizo, y gradualmente se irá oscureciendo el color hasta llegar a ser de un color café oscuro; en una región ligeramente contaminada el cobre irá adquiriendo un color verde al cual se le llama pátina, y que está formado por carbonatos de cobre. El desarrollo de la pátina depende de las impurezas en la atmósfera y esas varían en cada localidad. Sin embargo, en zonas altamente contaminadas, el cobre puede adquirir colores que varían desde varios tonos del verde, al azul, café o negro.

Aparte de los diferentes colores, el efecto último sobre el cobre también puede ser diferente. En algunos casos la corrosión continuará, mientras que en otros se formará una sólida base protectora. En un medio ambiente urbano o industrial, la contaminación existente normalmente causa una mayor corrosión.

En el cobre también podemos encontrar el verdigris, el cual no se debe confundir con la pátina, pues el verdigris es causado por una reacción química del cobre con ácido acético y en contraste con la pátina, el verdigris es soluble al agua. Visualmente el verdigris se puede reconocer por su llamativo color verde.

Bronce (Aleación de cobre)

El bronce es cobre aleado con estaño (Sn), y algunas veces con cantidades menores de otros elementos. El bronce fue ampliamente utilizado en fundiciones (cañones, campanas, esculturas) y en elementos arquitectónicos decorativos, como lo son las puertas.

Latón (Aleación de cobre)

El latón es una mezcla de cobre y zinc (Zn). La proporción del cobre puede variar desde el 90%, hasta menos del 60%, afectando las propiedades y el color del material. El cobre se ha usado muy extensamente en fundiciones.

Níquel (Ni)

El níquel es un metal blanco, muy duro y brillante. Se encuentra poco en las construcciones y solo en aleaciones tipo la alpaca o plata alemana (63% cobre, 7-30% níquel, resto zinc).

Estaño (Sn)

El estaño es un metal blanco, conocido desde épocas antiguas. Es suave, dúctil, maleable y tiene un punto de fusión muy bajo (232°C). Debido a su alta resistencia a la corrosión, se utilizó en acabados electrolíticos sobre fierros y aceros, además de usarse en decoración de linternas, espejos, marcos, etc.

Zinc (Zn)

Es un metal blanco plateado, suave y quebradizo, particularmente en temperaturas bajas. En su estado puro, se utilizó como impermeabilizante en techos y elementos decorativos; sin embargo se le puede encontrar más abundantemente en aleaciones como el latón.

El zinc es un metal no ferroso que inicialmente tiene un acabado brillante, durante los primeros tres a seis meses de estar expuesto a la atmósfera se forma una pátina color gris oscuro principalmente formada por carbonatos de zinc. Esta película es protectora y está bien adherida. El contacto del zinc con la mayoría de los metales es inofensivo, sin embargo, el cobre o aleaciones ricas en cobre pueden causar corrosión electroquímica en el zinc, ya sea por contacto directo o por el agua que corre y que lleva solución de cobre. El contacto entre cobre y hierro también debe evitarse

Aluminio (Al)

El aluminio es un metal blanco y muy ligero, con una gran resistencia a la corrosión. Se utilizó muy poco en la construcción, hasta este siglo.

2.2.- Materiales orgánicos

Dentro de los materiales orgánicos más importantes usados en las construcciones de gran valor histórico, se puede mencionar la madera.

La madera es la materia prima más variable y adaptable que el hombre tiene a su alcance. Se le encuentra en una variedad muy amplia de usos, y aunque la tecnología moderna ha desarrollado materiales como el plástico, concretos, aceros, cerámicas, etc., ninguno de ellos ha podido desbancar a la madera del interés del hombre. Esto es debido a la combinación de cualidades que tiene la madera y que provienen del crecimiento natural de un árbol viviente que la va formando.

Cada pedazo de madera que vemos sirvió para cargar ramas y hojas, siendo además el medio para que la savia alimentara dichas ramas; por lo que el material debe ser fuerte y al mismo tiempo liviano pues al secarse la madera sus células quedan llenas de aire. La madera está compuesta de tejidos vegetales, por lo que es suave si se le compara con las piedras o los minerales, y esta característica la vuelve mucho más fácil de trabajar ya sea con herramientas mecánicas o manuales.

La madera abunda y además es barata. Los árboles crecen en casi cualquier región, con excepción de los desiertos y los picos de las montañas muy altas. Es un recurso natural renovable, pues los árboles crecen por sí solos, pero es un recurso que se debe cuidar pues el proceso de crecimiento de un árbol puede ser muy lento. Un roble por ejemplo, tarda cien años en crecer a un tamaño que convenga cosecharlo.

Aunque la madera es básicamente la misma, cada fragmento muestra la variabilidad encontrada en todos los materiales naturales. No hay dos pedazos de madera idénticos en el mundo. Las diferencias se encuentran en la apariencia, dureza, color, tamaño, veta, etc.

Propiedades Físicas

Las propiedades físicas de la madera dependen de la aceleración en su crecimiento, edad, tipo de terreno donde se desarrolló el árbol y de la parte del árbol del que provenga.

Características Físicas

Las principales características físicas de la madera, son las siguientes:

Humedad, la madera es higroscópica, lo que significa que absorbe y desprende agua.

Densidad, es la relación entre la masa y el volumen, en el caso de la madera su densidad media es de 1.5 aproximadamente.

Contracción o dilatación, debido a que la madera absorbe o desprende humedad experimentará encogimientos o hinchamientos según el grado de humedad que posea.

Endibilidad, es la capacidad de la madera de poderse separar en cortes paralelos al sentido de la fibra.

Conductibilidad, la madera seca no es conductora de calor, ni de electricidad.

Durabilidad, en general la madera es un material de larga vida en condiciones favorables, ya sea en contacto constante con la humedad, bajo el agua o en un medio seco. Lo que afecta a la madera es el cambio de humedad y sequía, lo que estimula el crecimiento de bacterias que la dañan rápidamente.

Principales tipos de madera

Los principales tipos de madera utilizados en el Centro Histórico de la Ciudad de México, provienen de árboles que se pueden agrupar en dos grandes familias:

Gimnospermas; son árboles de madera blanca, tienen hojas verdes durante todo el año, son árboles de crecimiento rápido, de madera blanda (poco densa). A esta familia pertenecen las coníferas, entre las cuales encontramos:

El pino, existen varias especies, su color es variable y va del blanquecino, al amarillo y al rojizo. De madera resinosa, se caracteriza por la aparición de anillos anuales de color rojo. Se le encuentra a alturas de 800 a 3900 metros sobre el nivel del mar. Actualmente es la madera de mayor uso en la construcción.

El oyamel, es otra conífera que crece a una altitud entre los 2600 y 3500 metros sobre el nivel del mar. Sus características principales son: madera porosa y seca, color blanquecino y su peso es de 600 a 800 kg/m³. Tiene troncos largos y rectos que llegan a tener 20 metros de longitud; la madera de estos árboles es resistente y labrable. De los árboles jóvenes (15 a 20 años), se pueden obtener morillos, cintillas, tejamanil y vigas; mientras que de los adultos se obtienen vigas, tablas y tablones.

El cedro, existen dos tipos, el cedro blanco y el rojo. Su madera es suave, fácil para trabajar, homogénea. Tiene gran durabilidad ya que es una madera poco atacable por los insectos.

Angiospermas, llamadas también latifoliadas. Son árboles de crecimiento lento, corpulentos, de madera compacta y resistente. Se les conoce también con el nombre de maderas duras. Generalmente son de hoja caduca. Entre las variedades de árboles que se encuentran en esta clasificación podemos mencionar:

El encino, es un árbol de madera compacta y dura, de color parduzco que oscurece al contacto con el aire, es poco atacado por los insectos, resistente al exterior y de uso preferente en obras hidráulicas. Esta madera sumergida en el agua, casi obtiene la dureza de una piedra. Su dureza depende también del tipo de terreno en que creció el árbol, en terrenos flojos y húmedos, el encino proporciona una madera de un peso específico de 3/4 con respecto al del agua; en terrenos pedregosos los árboles son más duros y pesados llegando a un peso específico de 9/10. Por su dureza esta madera se utiliza en elementos que requieren de una gran resistencia, por ejemplo, en estructuras y pisos. Alcanza alturas de 20 mts. por un metro de base.

El fresno, es una madera de color claro con vetas amarillentas o rosadas, es fuerte y elástica, presentando el inconveniente de que se pica por los nudos. Estos árboles alcanzan alturas de 20 mts., por lo que pueden proporcionar piezas rectas y de gran longitud.

El olmo, es una madera parduzca y fibrosa, muy resistente para obras hidráulicas. Crece hasta una altura de 14 mts. aproximadamente, con un tronco de 70 a 80 cm. de diámetro.

El sabino, es una madera rosada utilizada por los indios para pilotes y estacados, por su buen funcionamiento y durabilidad en este tipo de obras. Llega a tener 15 mts. de alto y de 60 a 80 cm. de diámetro.

Usos de la Madera

La madera tiene un uso muy amplio en las construcciones. De manera temporal, se le encuentra en cimbras, cerchas y moldes; en forma permanente se le utiliza en viguerías, apoyos, cimentaciones, pilotes, techumbres; y formando parte de los acabados, se le encuentra en recubrimientos de pisos, muros y techumbres, de barandales, etc.

2.3.- Materiales mixtos

Aplanados y pintura a la cal.

Los aplanados a la cal originales que todavía se pueden encontrar en algunos edificios del Centro Histórico tenían elementos orgánicos en su composición. Anteriormente era mucho más económico utilizar elementos y materiales de construcción que estuvieran en los alrededores del sitio donde se iba a levantar una edificación; esta situación actualmente sigue teniendo una gran importancia, sin embargo debido a los medios modernos de transporte ya no ocupa el sitio primordial que ocupaba en la época colonial.

Es debido a esa facilidad, que los constructores españoles e indígenas utilizaban la baba del nopal como elemento de cohesión de los diferentes materiales utilizados en los aplanados.

Un aplanado típico se formaba a partir de una parte de cal mas tres partes de arena, que a su vez se mezclaban con agua en la que estaba disuelta la baba del nopal; esta agua se preparaba macerando pencas de nopal y dejándolas reposar en recipientes conteniendo agua, la baba del nopal macerado escurria mezclándose con el agua y después de dejarla reposar por lo menos 24 horas, dicha agua se colaba y se le agregaba a la mezcla de cal y arena, formándose así una pasta que se utilizaba para cubrir y proteger los muros.

Dicha pasta tenía ventajas sobre los aplanados en base a cemento, pues el cemento forma una capa muy dura e impermeable, que impide descubrir las grietas que se producen en los muros y no permite la salida de la humedad.

Al guardar la humedad dentro de ellos, va provocando que los muros se destruyan poco a poco, además de dañar también a los demás aplanados y a la pintura.

Los aplanados a la cal eran y son más baratos que los aplanados base cemento. El método adecuado para repararlos es el siguiente:

- Se debe desprender todo el aplanado viejo, suelto o en mal estado, y lavarse el muro.
- Preparar la pasta en base a cal y aplicarla con cuchara de albañil, sobre el muro, para que se pegue.

- **Dejar secar por algunos días** hasta que se agriete o reviente.
- **Aplicar otra capa de pasta** formada con arena más fina (cernida), y aplanar con una pequeña llana igualando la **textura original**.

Pintura a la cal.

También la pintura original de los edificios coloniales, estaba hecha a base de cal. Como es sabido, la función principal de la pintura, además de ser estética, es la de protección de los aplanados; cuando la pintura se cae, los aplanados quedan indefensos y son dañados más fácilmente por la lluvia, el sol y el viento.

Como ya se mencionó, los edificios antiguos estaban pintados originalmente con pintura preparada a la cal. Hoy en día lo común es pintar con pintura vinilica, ya que poca gente sabe preparar la pintura a la cal.

Sin embargo, como en el caso de los aplanados, la pintura a la cal, presenta varias ventajas sobre la pintura vinilica:

- La pintura a la cal permite que los aplanados respiren, dejando salir la humedad, mientras que la pintura vinilica no lo permite ocasionando deterioros de los muros y aplanados.
- Es más duradera, pues forma una capa que resiste por más tiempo que la vinilica.
- Es opaca, no brilla tanto como el esmalte o la pintura vinilica.
- Es más económica, pues al prepararla se ahorra más de la mitad del costo de la vinilica.

Anteriormente dicha pintura a la cal se preparaba utilizando también como elemento de cohesión la baba del nopal, pero actualmente es mucho más sencillo utilizar un sellador vinilico.

Para preparar la pintura a la cal, se deberán seguir los siguientes pasos:

- Llenar con cal (de preferencia de terrón), una cubeta hasta la mitad.
- Agregar agua limpia hasta casi llenar la cubeta.
- Agregar un poco de sellador vinilico (alrededor de 15 ml. o el contenido de 10 corcholatas); o en su defecto, haber macerado nopales dejándolos reposar en agua, como en el caso del aplanado, para utilizar dicha agua mezclada con la baba del nopal en lugar del agua limpia del punto anterior.
- Revolver bien todo con un palo.
- Agregar color con anilinas vegetales, tierras naturales o color para cemento, hasta llegar al tono deseado. Teniendo buen cuidado en apuntar las cantidades utilizadas para poder igualar el tono en las subsecuentes mezclas.
- Aplicar muestras en el muro, dejando secar para elegir el tono final.
- Deberán aplicarse por lo menos dos capas de pintura. Quitando primero el polvo o capas de pintura suelta o estrellada preexistentes sobre el muro.

Impermeabilizaciones.

En la gran mayoría de las edificaciones del Centro Histórico se utilizó como impermeabilizante una mezcla de jabón de lejía y alumbre (sulfato doble de alúmina y potasa), protegido con enladrillados o entortados; fueron contados los edificios en que se utilizaron láminas de plomo o zinc para su impermeabilización.

Dicho impermeabilizante de lejía y alumbre se puede preparar de la siguiente manera:

1. Se debe poner a hervir 100 litros de agua en un tambo (llenarse hasta la mitad) y agregarse 19 kilos de jabón de lejía, batiendo lentamente hasta que se disuelva completamente.
2. Esta mezcla se debe aplicar en caliente con escoba, sobre toda la superficie a impermeabilizar, habiendo tenido buen cuidado de barrerla y limpiarla previamente. Se debe esperar a que seque esta aplicación.
3. En otro tambo se deberán hervir también 100 litros de agua agregando 8 kilos de alumbre molido en vez de lejía. Se aplicará de la misma forma, encima de la capa seca del jabón.
4. Se deberán colocar por lo menos 3 capas de cada una de las mezclas. Esta impermeabilización durará en promedio dos años si se deja totalmente a la intemperie; si a esta impermeabilización se le protege con enladrillados o entortados puede tener una vida útil de 5 a 10 años.

Es importante revisar periódicamente el estado de la azotea, sobre todo antes y durante la época de lluvias, asegurándose de que su superficie esté en buen estado, tanto el enladrillado, como el enlechado o el entortado. Si hay ladrillos rotos o despegados, o el entortado o enlechado está estrellado se deberán de reparar de inmediato. También se deberán barrer las azoteas constantemente y revisar las bajadas de agua, para evitar que el agua se encharque y no pueda desaguarse bien. Se deberá evitar el utilizar las azoteas como bodegas, pues los muebles, botes y basura que ahí se acumula pueden provocar encharcamientos y que vayan apareciendo diferentes tipos de plantas. Cuando aparezca cualquier tipo de plantas sobre alguna de las partes del edificio, deberán quitarse inmediatamente, pues causan humedades y otros daños. Deberán arrancarse de raíz, y después resanarse el sitio empleando el mismo tipo de material con que se construyó el techo, muro o piso.

Para quitar hongos, líquenes y musgos, se lavará dicha superficie con agua y jabón neutro, tallando con un cepillo de raíz y después enjuagando con agua limpia.

INORGANICOS	PETROSOS	NATURALES	IGNEAS	GRANITO TRAQUITA (CHILUCA) DOLERITA (BASALTO, RECINTO) LAVA (ESCORIA VOLCANICA, TEZONTLE) TOBA IGNEA (CANTERA)	
			SEDIMENTARIAS	ARENISCAS TOBA SEDIMENTARIA (TEPEHATE) ARCILLAS ARENAS CALIZA NO CLASTICAS (SEDIMENTO QUIMICO) CALIZA INCRUSTANTE (TRAVERTINO)	
			METAMORFICAS	CALIZA CRISTALINA (MARMOL)	
			FABRICADO EN FRIJO	ADOBE	
METALICOS	ORIGEN VEGETAL	MADERAS	ARTIFICIALES	FABRICADO POR COCCION	LADRILLO, TEJA, VIDRIO, CAL, CEMENTO, YESO
				METALES HIERRO ZINC COBRE ESTAÑO PLOMBO	ALEACIONES LATON BRONCE
				DURAS	ENCINO, ROBLE, FRESNO, SABINO NOGAL, ALNUEHETE
ORGANICOS	ORIGEN ANIMAL	ESTIERCOL, CRINES, CEBU, CEPA, COLA, HUEVO, JABON	BLANDAS	PIÑO, CEDRO OYAMEL, ALNUEHETE	

CAPITULO 3

PRINCIPALES AGENTES QUE DETERIORAN LOS INMUEBLES DEL CENTRO HISTORICO

3.1.- Contaminación atmosférica

Cuando un químico es colocado en el lugar equivocado o en la concentración equivocada, se le llama contaminante. Hay ocasiones en que dicho contaminante es inofensivo, y hay ocasiones en que le puede causar daño al hombre o al medio ambiente.

La contaminación atmosférica es causada por todos esos contaminantes que llegan a la atmósfera ya sea provenientes del mar o de la tierra (usualmente como gases o partículas), y que después directa o indirectamente degradan los sistemas físicos o biológicos de la tierra. Estos contaminantes al estar en la atmósfera están en su fase gaseosa, que al volverse en fase líquida ocasiona que se precipiten de regreso a la superficie de la tierra, ocasionando la lluvia ácida.

Los daños causados por los gases o partículas contaminantes y la corrosión causada por la lluvia ácida afectan a los materiales usados o creados por el hombre, ya sean piedras, metales, telas, impermeabilizantes, etc.; pero tienen un efecto aún más siniestro sobre los sistemas biológicos vivientes que rodean al hombre.

Frecuentemente se encuentra que los sistemas biológicos resultan más afectados por los contaminantes, que los efectos que éstos producen sobre los materiales no vivientes, aún en casos en que la menor concentración de contaminantes no tiene ningún efecto sobre esos materiales no vivientes, puede causar graves alteraciones en los ecosistemas.

Los contaminantes primarios en el aire son el dióxido de azufre, la mayoría de los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, los hidrocarburos sin quemar que son directamente emitidos hacia la atmósfera y diferentes tipos de plaguicidas como el D.D.T. (diclorodifeniltricloroetano).

Los contaminantes secundarios son el ozono e irritantes fotoactivados como el nitrato peroxiacético, que se forma como consecuencia de las reacciones en la atmósfera entre los contaminantes primarios y una fuente luz.

La lluvia ácida es resultado de que el vapor de agua en la atmósfera recolecta las partículas suspendidas y gases de los contaminantes primarios y los regresa a la tierra en forma de lluvia. El método básico para detectar la existencia de una lluvia ácida, descansa en medir el pH de la lluvia y compararlo contra el pH de la lluvia en lugares no contaminados.

El pH normal de la lluvia varía entre 4.5 y 5.6, dependiendo de la estación del año y de variaciones locales, lo que nos lleva a definir como lluvia ácida a aquella que pueda tener valores de pH menores a 4.5.

Es importante hacer notar que no todos los contaminantes atmosféricos son ocasionados por el hombre, pues en ocasiones fenómenos naturales (erupciones, incendios, polvaredas, etc.) pueden también contaminar la atmósfera.

Como mencionamos anteriormente, la lluvia ácida puede afectar a todo tipo de material, incluyendo el empleado en las construcciones, ennegreciendo piedras y metales, depositando aceite en las superficies, deteriorando la madera e inclusive pudiendo causar el llamado cancer de la piedra, que ocasiona que las piedras se vayan desintegrando paulatinamente, como si se fueran descascarando.

El costo económico de controlar o remover dichos contaminantes de las construcciones para evitar mayores daños es enorme.

3.2.- Humedades

La humedad es probablemente la causa de mayor daño a los edificios antiguos. Excesiva humedad proveniente de la lluvia, de la condensación y de la humedad del piso, pueden causar daños que pueden variar desde manchar o humedecer los acabados de las paredes o los recubrimientos, hasta dañar severamente por deterioro los componentes estructurales. En casos extremos, la humedad pone en peligro los muros, sean de tabique o de piedra amenazando seriamente la estabilidad de una construcción.

Desde tiempos ancestrales los constructores han tratado de controlar los daños a las construcciones ocasionados por la humedad. Vitruvius (siglo I A.C.) recomendaba el uso de muros dobles con una cavidad intermedia para minimizar la penetración de la lluvia y el uso de morteros en base a cementos hidráulicos naturales para reducir las humedades en los muros exteriores. Sin embargo, no fue sino hasta el siglo XIX en que se empezaron a lograr avances reales en los controles de la humedad, y esto fue atribuible a las nuevas tecnologías en los sistemas de drenaje. También se dieron cuenta que la humedad que subía por los muros se debía a una acción capilar y empezaron a colocar láminas de piedras muy densas (como el granito) para evitar dicha acción. Al mismo tiempo, se empezaron a probar diferentes técnicas para impermeabilizar los muros exteriores, como fue el impregnar los tabiques y piedras con soluciones a base de grasa de animal o de silicatos insolubles de cal (estas técnicas incrementaron los problemas, en lugar de reducirlos). Pero a pesar de muchos intentos fallidos, se lograron importantes avances para finales de siglo.

A principios del siglo XX se patentaron diferentes sistemas, tratamientos y materiales impermeables y por primera vez, se hizo un estudio científico sobre la humedad, que aportó una comprensión básica de problemas como la capilaridad. Al final de la Segunda Guerra Mundial y hasta nuestros días, la industria de la construcción ha entrado en una era de materiales sintéticos y de alta tecnología, caracterizándose por constantes innovaciones y nuevos sistemas, aunque muchos de ellos han demostrado, con el paso del tiempo, ser poco efectivos en el tratamiento de las humedades; razón por la cual, es recomendable usar únicamente aquellos materiales y métodos que han sido utilizados extensamente y han demostrado su eficacia, sobre todo si se pretenden utilizar en edificios históricos.

Humedades en las paredes

Causas principales de la humedad

La humedad siempre esta presente, en cierto grado, en los materiales de construcción. No necesariamente los daña. El punto en que la humedad se vuelve excesiva y ocasiona daños varía dependiendo del material. La humedad en los materiales de construcción se vuelve excesiva cuando tiene la suficiente cantidad para volverse perceptible, ya sea a la vista o al tacto, o que pueda causar deterioros a las decoraciones y eventualmente, a las construcciones. Las causas más comunes de la humedad en exceso son la lluvia, los mantos de agua subterráneos y la condensación. Los defectos en los diseños de las construcciones y la falta de mantenimiento agravan los efectos de estas causas. Un conocimiento mayor de estas causas nos pueden ayudar a diagnosticar y resolver los problemas de humedad.

La lluvia

Las lluvias ligeras seguidas por periodos de sol, normalmente no causan problemas de humedad en los edificios, pero lluvias más fuertes y prolongadas pueden ocasionar que la humedad penetre más en las construcciones evitando que en los periodos de sol, sequen las construcciones completamente. La penetración más seria en los muros, se da normalmente en las juntas entre los ladrillos o piedras, donde el mortero se ha deteriorado con el paso del tiempo. Las pequeñas hendeduras son muy eficientes en atraer las humedades al interior de los muros. Por tanto, lo más común es que la humedad penetre a través de las juntas y no de los elementos de construcción.

En los edificios históricos, los muros son generalmente mas anchos (mayores de 20 cm.) por lo que raramente la lluvia llega a penetrar hasta la superficie interior, complicando la tarea de detectar este tipo de humedades. Las marcas en forma de mancha en una pared interior son un signo seguro de penetración por lluvia. La humedad al estar dentro del muro, puede crear condiciones para dañar los elementos de albañilería y los morteros.

La lluvia también puede ocasionar problemas en las bases de las construcciones, si se permite que se formen charcos que puedan salpicar contra las paredes.

Agua subterránea.

Los mantos de agua subterránea son otra fuente común de la humedad dañina. En algunos edificios los niveles de los mantos freáticos están a unos cuantos metros o centímetros de la superficie. La altura de estos mantos varía dependiendo de las estaciones y las lluvias; durante épocas de lluvias constantes estos suelos se saturan pudiendo llegar a coincidir los mantos de agua con la superficie, y en tiempos pasados, incluso, ocasionando inundaciones.

La absorción del agua subterránea por los materiales de construcción porosos siempre es posible en edificios construidos en pisos húmedos ya sea por mantos freáticos altos o por lluvias continuas. Condiciones similares de humedad en los terrenos se pueden atribuir en ocasiones, a tuberías rotas, drenajes tapados, etc. La absorción o capilaridad ocurre en sentido vertical y horizontal; de hecho, la humedad viaja dos veces más en sentido horizontal que en sentido vertical. El hecho de que la humedad suba por los muros es generalmente identificable, a través de una mancha horizontal o "marca de marea". Dicha mancha se forma en el punto en que se logra el equilibrio entre la capilaridad y la evaporación, dejando por tanto, acumulaciones visibles de sales cristalizadas. Abajo de dicha marca, la humedad sube por capilaridad; es común que esta área se sienta húmeda (mojada).

Condensación

La condensación ocurre cuando el aire húmedo es enfriado llegando al punto en que el vapor de agua (gas) se transforma en agua (líquido). Por tanto es posible evitar la condensación, controlando la temperatura del aire o la humedad relativa.

En materiales como el vidrio, la condensación se verá como gotas de agua, pero en los marcos de las ventanas o en los alféizares de madera, dicha agua a través del tiempo (3 a 5 años) va a ocasionar daños en los recubrimientos (barnices, pinturas) llegando hasta a pudrir la madera. En materiales porosos como el yeso, la condensación ocurre en el interior del material, pudiendo llegar a niveles que puedan dañar dichos acabados o a los elementos empotrados en ellos (como vigas de madera). En climas extremos, la condensación interna puede causar que las piedras o tabiques se fracturen.

Defectos de diseño de los edificios y problemas de mantenimiento

Las causas más comunes de humedad en exceso, se debe a defectos de diseño y a falta de mantenimiento. Los techos mal diseñados pueden causar que no se drenen adecuadamente; los parapetos pueden tener una impermeabilización defectuosa, así como las bases de los muros, ocasionando humedades.

Los problemas de humedad debidos a falta de mantenimiento, pueden también ser muy destructivos; pero a diferencia de los problemas de diseño, éstos pueden ser fácilmente remediables. Tuberías tapadas, vidrios rotos, impermeabilizaciones intemperizadas son fáciles de arreglar. Aunque hay ocasiones en que el mantenimiento equivocado es el que ocasiona los problemas; como puede suceder si se utiliza demasiada agua para limpiar los pisos, o se plantan arbustos junto a los muros que se riegan demasiado, etc. Problemas adicionales pueden causar las reparaciones o alteraciones; como pueden ser cambios en los techos, anexos, bloquear sótanos, puertas o ventanas, etc. Y por último el añadir sistemas de calefacción o enfriamiento que alteren el equilibrio del edificio y ocasionen condensación.

Movimiento de la humedad en los edificios

Una vez que la humedad excesiva ha penetrado en el edificio debido a cualquiera de las fuentes anteriores, las propiedades intrínsecas de los materiales van a promover la migración de dicha humedad. Porosidad y permeabilidad son factores importantes en dicho movimiento.

Porosidad

La porosidad de un material esta dada por la razón del espacio poroso de un material entre el volumen total. Normalmente se expresa en porcentaje, por lo que también se puede definir como el porcentaje del volumen de un material que no es sólido.

Permeabilidad

La permeabilidad de un material sólido, esta dada por las interconexiones entre sus poros, o la cantidad de líquido que puede pasar a través de el.

Niveles de contenido de humedad

La concentración de la humedad en los materiales, determina la migración y el grado de deterioro. Hay tres niveles de contenido de humedad que varían desde el mayor hasta el menor y que son:

Nivel de saturación

Un material ha llegado al nivel de saturación cuando cada poro, o más específicamente, cada poro interconectado esta lleno de agua. La saturación en los muros puede causar daños considerables, sin embargo son pocos los muros que llegan hasta el nivel de saturación. Tuberías rotas o drenajes tapados son excepciones que pueden causar saturación

Nivel crítico de agua

Si el nivel de humedad de un material saturado es reducido hasta el nivel en que la capilaridad apenas es posible, hemos llegado al nivel crítico de agua. Por tanto, en los muros afectados por humedades (causadas por capilaridad) los materiales deben estar en o arriba de su nivel crítico de agua. Las manchas y los daños estructurales suceden cuando la humedad esta por arriba del nivel crítico de agua.

Nivel de humedad higroscópico

El nivel de humedad higroscópico es aquel en que los restos de humedad en los materiales están detenidos en los pequeños intersticios de los poros. Este nivel depende del nivel de humedad del aire y es considerado el nivel natural de humedad de los materiales.

La humedad es algo que nunca se podrá quitar completamente de un edificio, ni es aconsejable que se haga. Los materiales no se deterioran ni muestran ningún daño en el nivel de humedad higroscópico.

Se debe hacer hincapié en que los cambios en los niveles de contenido de humedad de los materiales no varían de extremo a extremo con gran rapidez o regularidad. Pueden pasar varios años para que la humedad de un muro saturado baje al nivel higroscópico después de haber sido solucionada la causa de la saturación.

Movimiento de la humedad y las sales

Como un líquido (agua) o como un gas (vapor de agua), la humedad está constantemente en movimiento. Como un líquido, se mueve por capilaridad a través de los poros (más lejos en poros más pequeños que en los de mayor diámetro, y de puntos de baja concentración de sal a puntos de alta concentración). El vapor de agua se mueve de los espacios calientes de un poro a los espacios fríos, y de los poros pequeños a los grandes.

La humedad presente en los materiales de construcción siempre trae consigo sales solubles e insolubles. Estas sales incluyen muchos cloruros, sulfatos y carbonatos. Las sales más comunes son cloruro de sodio, carbonato de calcio y sulfato de magnesio. Ellas provienen de los mismos materiales (especialmente de los morteros y las piedras calizas), del aire, de la lluvia y del agua subterránea. Cuando el agua en una solución salina se evapora, se forman cristales de sal; cuando la sal se cristaliza, se expande. Este incremento en el tamaño normalmente no causa problemas, si esto sucede en la superficie del material, pero también ocurre en el interior de los materiales porosos, donde estas fuerzas expansivas se contraponen a las fuerzas internas llegando a ocasionar fracturas en los materiales.

Ya que el agua y el vapor se mueven hacia áreas de evaporación y de mayor concentración de sales, la humedad subterránea será atraída por la acción capilar hacia las superficies de los muros, depositando nuevos cristales de sal debido a la evaporación. Por tanto, encontraremos dichas sales acumuladas en los puntos de evaporación.

Hay evidencia que sugiere que los movimientos del agua hacia los lugares con mayor concentración de sales ocasiona que la humedad vaya subiendo por los muros al seguir absorbiendo cada vez más humedad del suelo. Esto ayuda a explicar porqué la humedad sigue subiendo en los edificios en que no se han aplicado ningún tipo de medidas correctivas.

Daños típicos causados por la humedad en los diferentes materiales.

Los materiales de construcción difieren marcadamente en su habilidad para resistir los daños causados por la humedad. Un nivel de humedad que a un material le puede causar solo una pequeña mancha, o un daño menor, en otro material puede ocasionar deterioros importantes, fracturas o pudrición

Madera

Cuando el contenido de humedad en la madera excede el 20%, se forma el moho y comienza a pudrirse. Las vigas empotradas en paredes húmedas, pueden debilitarse seriamente, y los paneles decorativos, frisos, pisos y adornos pueden ser tan dañados que sea necesario su cambio.

Tabiques

La humedad no daña necesariamente los tabiques, de hecho, la mayoría de los tabiques pueden permanecer sumergidos por décadas sin resultar afectados. El daño ocurre, sin embargo, cuando las fuerzas expansivas de las sales internas y las heladas sobrepasan la fuerza interna de los tabiques, ocasionando fracturas. La cristalización de las sales superficiales, no necesariamente afecta a los tabiques, pero donde hay sales superficiales también hay sales internas las que son una causa potencial de daño. Hay que notar que las fracturas debidas a las sales internas necesitan años o décadas para que ocurran, pero las fracturas debido a heladas pueden pasar de un momento a otro si las condiciones están dadas.

Piedras, yesos, morteros, estucos.

Como los tabiques, estos materiales pueden ser afectados por las fuerzas internas de las sales y las heladas. Pero además como estos materiales contienen calcio (con excepción de algunas piedras o cementos), son susceptibles a ser dañados por el contacto continuo con el agua. Los carbonatos y sulfatos de calcio son solubles, debilitando los materiales a su salida y ocasionando fracturas, sin embargo algunos de estos materiales requerirían de cientos de años para que esto ocurriera .

Acero y fierro

Estos materiales son muy susceptibles al deterioro en contacto con la humedad, y tienen que ser adecuadamente protegidos para evitar la oxidación y corrosión que les provoca un contacto prolongado con la humedad.

Recubrimientos

La pintura, la cal, el papel tapiz, y otros recubrimientos pueden ser manchados por la humedad, esto es una molestia y ocasiona constantes labores de mantenimiento. Pero el daño es más visual que físico. En algunos otros recubrimientos como los mosaicos, el daño puede ser causado por las sales internas.

Procedimiento de diagnóstico

El diagnóstico incluye dos etapas: primero, la identificación del problema, incluyendo su naturaleza y extensión; segundo, la diagnosis da una valoración sobre la causa del problema. Por lo tanto, el diagnóstico identifica la causa y el efecto de cada problema; usualmente comienza con la apreciación del efecto que siempre es el aspecto más notable del problema. Después de cuidadosos estudios para diagnosticar los problemas de humedad, se pueden escoger tratamientos específicos. Es esencial obtener un diagnóstico adecuado para poder escoger el tratamiento adecuado que cumpla también con los requisitos de costo y practicabilidad. Un diagnóstico equivocada puede llevar a soluciones poco efectivas o hasta dañinas. Generalmente se requieren varias semanas para poder encontrar las causas de la humedad con certeza en construcciones pequeñas, sin embargo, si la construcción es grande o compleja, la investigación para el diagnóstico puede durar hasta un año. Los pasos adecuados para lograr un buena diagnóstico son los siguientes:

Primer paso: *Antecedentes.*

Antes de pensar en aplicar soluciones a los problemas es esencial identificar las características de los materiales que definen principalmente el edificio histórico. Además es importante conocer los esfuerzos anteriores que se han realizado en dicho edificio, para tratar los problemas de humedad.

Segundo paso: *Inspección del edificio.*

Se debe inspeccionar el edificio anotando todas las evidencias de humedades (normalmente esta inspección se debe realizar cuarto por cuarto). Se debe comenzar por el interior del edificio, midiendo las temperaturas interiores y los índices de humedad relativa en el ambiente. Posteriormente se deberá realizar una inspección en el exterior, verificando el buen estado del techo, bajadas de agua, drenajes, drenes, etc.; se deberá también anotar la presencia de lugares húmedos en el terreno, en los alrededores del edificio. Habrá que también medir la temperatura exterior y la humedad relativa.

Tercer paso: *Diagnóstico preliminar.*

Al obtener los datos anteriores, un especialista con experiencia podrá tener información suficiente para diagnosticar problemas concretos, como los que derivan de falta de mantenimiento y tomar las medidas adecuadas para resolverlos. Pero en el caso en que las causas de la humedad no sean tan obvias, serán necesarios estudios más profundos para lograr un diagnóstico adecuado.

Cuarto paso: *Estudios detallados.*

Para identificar la causa o causas de problemas complejos de humedad, puede ser necesario llevar a cabo estudios físicos, pruebas o monitoreos a largo plazo; el objetivo inicial será identificar si las humedades se deben a problemas del subsuelo, a la lluvia o a la condensación.

Si aún quedan dudas, dichos estudios deberán repetirse a los seis meses y si es necesario, a los doce meses.

Quinto paso: *Diagnóstico final.*

La información recopilada en los pasos anteriores debe permitir al especialista identificar las causas precisas de las humedades, identificar la severidad y extensión del problema, identificar las características del edificio y su entorno e identificar que problemas necesitarán mayores estudios. Una vez hecha la diagnosis final podrán seleccionarse los tratamientos adecuados para cada problema.

Tratamientos para los problemas de humedad más comunes

Es recomendable ser conservador en el tratamiento de problemas de humedad en los edificios históricos. Dichos edificios se han adaptado a su entorno a través del tiempo y por tanto una intervención imprudente puede crear situaciones que alteren el delicado equilibrio existente entre el edificio y el entorno. También se debe tomar en consideración, que para que algunos tratamientos den resultado debe dejarse pasar el tiempo. Como ejemplo se puede mencionar que en una pared muy húmeda pueden pasar varios años de aplicado el remedio, antes de lograr que dicha pared se seque.

Los edificios históricos no deben ser campos de prueba de nuevos tratamientos, el objetivo debe ser el proteger y preservar dichos edificios para las generaciones posteriores, razón por la cual se recomienda utilizar sistemas y materiales probados para la solución de los problemas. Si hay varias causas de las humedades que obliguen la aplicación de diferentes tratamientos, primero se deberán atacar los problemas de lluvia y condensación antes de poder dedicarse a los problemas causados por el agua subterránea. Esto se debe a que las medidas contra la lluvia y la condensación pueden alterar el índice de humedad relativa produciendo correspondientemente, una reducción de la absorción del agua del subsuelo.

Penetración del agua subterránea.

Un sistema común utilizado en casas o pequeños edificios, son los drenes. Estos se colocan alrededor de la construcción usualmente llenos de arena, tezontle o grava y con una pendiente que aleje del edificio el agua que cae de los techos y de la lluvia, reduciendo por tanto la cantidad de agua alrededor de los muros. Cuando están adecuadamente instalados, los drenes funcionan bien, reduciendo, pero no eliminando los problemas de humedad debidos a agua subterránea o drenajes de lugar. Se debe tener especial cuidado con edificios que tengan pilotes de madera; y al hacer los drenes se deberán proteger los posibles indicios arqueológicos.

Otro sistema común es impermeabilizar las bases de los muros, este sistema lleva más tiempo y es más laborioso y costoso. Se deberá remover una o dos hileras de tabique en la base del muro para colocar capas de material impermeable que eviten que la humedad pueda subir a través de los muros. Si están adecuadamente instalados estos sistemas, evitarán la capilaridad vertical de la humedad en los muros al formar una barrera impermeable.

En Europa se han desarrollado sistemas químicos y de electro-osmosis, uno de ellos es el sistema Massari, que crea una ruta húmeda al usar resinas de poliéster que forman una capa impermeable, esto se logra taladrando hoyos en las paredes en los cuales se inyectan la resina. En otros casos se inyectan a hiladas de tabiques (cuando son porosos) con soluciones acuosas de silicatos o con soluciones con silicón y aluminio; si el material no es poroso, dichas soluciones se inyectan en las juntas de los morteros. También hay sistemas que utilizan silicón congelado que meten dentro de los agujeros taladrados, o mezclas de mortero con silicón que inyectan en dichos agujeros.

Penetración por lluvia.

Como regla general, cuando la penetración por lluvia ocurre, la humedad penetra por las juntas y no por los elementos de albañilería (piedras, tabiques). Tomando eso en cuenta, los tratamientos se deben enfocar a dichas juntas. El sistema más elemental es el de reparar dichas juntas con un nuevo mortero; otro sistema comúnmente usado, es el de aplicar algún acabado repelente al agua a los muros exteriores (como cubrir los exteriores con una capa de silicón transparente), aunque esto tiene un éxito limitado pues su vida útil no llega a los diez años, lo que obligaría a aplicaciones continuas. Otro sistema sería el de aplicar pinturas asfálticas o aluminizadas, pero esto puede no ser compatible con el carácter del edificio y además su vida útil promedio es de siete años.

Hay antecedentes históricos, en los que se han aplicado aplastados de cemento, azulejos y otros recubrimientos que han cambiado la apariencia de los edificios, actualmente esto sólo se debe hacer en casos extremos y se debe dejar un espacio entre el muro y el recubrimiento el cual reducirá la penetración de la humedad.

Penetración por salpicaduras.

Las salpicaduras y los charcos pueden ser causas de problemas, especialmente en los edificios del Centro Histórico, pues están rodeados de banquetas y pavimentos que a veces no tienen las pendientes adecuadas. Lo ideal sería dejar un dren de 50 cm. de ancho alrededor del edificio, llenándolo de grava, lo que evitaría la formación de charcos. Como en gran mayoría de casos eso es imposible, se debe dar mantenimiento constante a las coladeras, pavimentos y banquetas para evitar la formación de dichos charcos.

Penetración por condensación interior.

La condensación ocurre cuando el aire húmedo entra en contacto con superficies más frías como las ventanas y los muros, ocasionando manchas y moho. Para eliminar esto se debe controlar el contenido de humedad del aire utilizando extractores o deshumidificadores, esto puede aumentar los costos de operación del edificio, pero se compensará con la reducción en el costo de mantenimiento.

Incrustaciones de sal.

Las sales siempre aparecen donde hay humedad y evaporación. La forma de quitarlas varía desde métodos sencillos, como el de cepillar (raspar) los muros, hasta métodos más caros y complicados como pueden ser la aplicación de nuevos recubrimientos que vayan sustituyendo los acabados dañados o poner paneles o dobles muros que cubran los muros húmedos. Hay que hacer notar que estos procedimientos no solucionan la causa de fondo, por lo que en ocasiones se puede incrementar el daño con el paso del tiempo.

Conclusión

La gran mayoría de los problemas de humedad pueden ser diagnosticados y tratados adecuadamente. En el pasado, las soluciones eran dadas por los vendedores de los productos, no siendo siempre las más adecuadas. Actualmente nos debemos familiarizar con estos problemas y con las soluciones para poder tomar acciones adecuadas. Existe la necesidad de que ingenieros, constructores y propietarios de edificios en el Centro Histórico tomen conciencia de dichos problemas de humedad y se comprometan más en la rehabilitación de dichos edificios.

3.3.- Agresión humana e ignorancia para el control de los problemas antes mencionados.

Entre las principales causas de deterioro de los edificios del Centro Histórico y en detrimento del ambiente urbano podemos encontrar a la agresión humana, que en la mayoría de los casos es consecuencia de la ignorancia; esta agresión humana ciudadana se manifiesta primordialmente de cuatro maneras, que atacan en forma directa a las edificaciones del Centro Histórico; ellas son:

- *Ambulantaje.*

Al pensar en el significado de la palabra "*ambulantaje*" nos remitimos mentalmente a un serio problema de tipo económico y político. Dejando a un lado los aspectos sociales y los daños que estas personas ocasionan al medio ambiente urbano, se cree que aunque ensucian un poco las calles no pueden afectar seriamente la fachada y estructura de los inmuebles y ahí yace nuestro gran error de concepción, pues actualmente al caminar por las calles del Centro Histórico que no han sido liberadas del ambulantaje podemos constatar visualmente el gran daño que le están causando a los inmuebles.

Es penoso ver edificios y palacios de los siglos XVI y XVII rodeados de suciedad y con clavos, armellas y cuñas clavadas en las fachadas para detener los tenderetes de los puestos. Estas piezas ajenas a las piedras las van deteriorando, pues además de oxidarse y mancharlas, en muchos casos las rompen, siendo necesario otro clavo en otro lugar de la fachada; también con las tensiones que reciben de parte de las cuerdas que sostienen, se van aflojando las piezas de cantera o tezontle de las fachadas, hasta que se sueltan, causando daños irreversibles que quedarán plasmados en el edificio por el resto de su existencia.

El daño además no termina con esa agresión directa a la piedra, pues otro perjuicio tan importante como el ya mencionado, es aquél causado por la contaminación que producen los puestos de comida que están al aire libre sobre la banqueta, ya sean puestos de fritangas, de elotes, de plátanos, etc. Las paredes de los edificios aledaños a dichos puestos se encuentran ennegrecidas y grasosas, ya que el aceite, el hollín y la grasa quemada penetran por los poros de las piedras afectando su aireación y matándolas lentamente, siendo éste uno de los problemas más difíciles de solucionar pues la grasa penetra hasta el fondo de los poros impregnando las piedras.

Por último es importante mencionar que estos puestos de ambulantes son fuente importante de basura y desperdicios que son arrojados a las alcantarillas pluviales, tapándolas constantemente y ocasionando que la red de alcantarillado y drenaje del Centro Histórico no funcione correctamente, causando encharcamientos los que a su vez con el tránsito vehicular salpican las paredes de las edificaciones creando humedades y formando un medio adecuado para el crecimiento de líquenes, musgos y flora urbana dañina.

- *Marchas, pintas y plantones.*

Siendo el Zócalo de la Ciudad de México el lugar preferido para terminar o iniciar todo tipo de marchas y manifestaciones políticas, el Centro Histórico se ve expuesto a todos los tipos de vandalismo y reacciones que los manifestantes o el gobierno realizan. Los vandalismos más común son las famosas pintas de protesta y los graffitis que realizan los manifestantes sobre los edificios que circundan el Zócalo; existen inmuebles de tan alto valor histórico que portan en sus fachadas gran parte de la historia de la Ciudad a través de los siglos, pero que en los últimos años han sido objeto de tantas agresiones (a través de pintas) que ahora también cargan la historia política y social de las últimas décadas pintada en diferentes capas sobre sus fachadas.

Hay edificios como el Palacio Nacional y el del Departamento del Distrito Federal que tenían pintas y graffitis sobre sus muros, de manifestaciones anteriores a 1968 y que a lo largo de los años acumularon más de 60 capas de pintura.

Los datos estadísticos nos informan que durante el año de 1992 hubo en promedio tres manifestaciones diarias en la Ciudad de México, con las incontrolables consecuencias de cierres de calles y aumento del tráfico vehicular, resultando también una mayor emisión de monóxido de carbono por los automotores y una mayor contaminación atmosférica. En capítulos anteriores mencionamos los efectos de los hidrocarburos, contaminación atmosférica y lluvia ácida sobre los edificios.

En cuanto a los plantones de los manifestantes, son tan usuales que se han vuelto una escena común en el Zócalo, con el consiguiente deterioro de la plaza, pues en la misma forma que los ambulantes, estas personas clavan todo tipo de sujetadores en las losas de la plaza y, cuando los dejan, a lo largo del edificio del Departamento del Distrito Federal, con los cuales sostienen sus casas de campaña, sus cocinas, etc., realizando todas sus actividades y necesidades en forma abierta y con los perjuicios a los servicios e inmuebles ya mencionados.

- *Propaganda y carteles.*

Toda la ciudad de México y particularmente el Centro Histórico se ve constantemente amenazado por la cantidad desordenada de propaganda y carteles que cubren las fachadas y los muros de los edificios, propaganda que habla de eventos, restaurantes, fiestas, masajistas, ofertas, etc. Propaganda que en muchos de los casos es pegada directamente a los muros y en forma tan constante que forman verdaderas costras de papel y pegamento que van deteriorando paulatinamente a las piedras pues restringe su capacidad de aireación y en ocasiones, con humedad, se llegan a consolidar de tal manera que se unifican a la piedra teniéndose que adoptar los métodos abrasivos para poder limpiarlas. Además existe también un gran volumen de posters en los que se anuncian cabarets, peleas de box, bailes, lucha libre, etc., los cuales son fijados a la piedra en ocasiones con grapas o cintas adhesivas que también lastiman a las piedras al retirarse, pues afectan la pátina noble permitiendo el ingreso de infecciones o humedades.

- *La ignorancia.*

La ignorancia es la parte medular de todos los problemas antes mencionados y de muchos problemas por mencionar, pues es la causa de muchas de las acciones que deterioran los inmuebles, las gentes desconocen los efectos de muchos de sus actos, ellas sólo satisfacen una necesidad momentánea de expresar su inconformidad, de satisfacer sus necesidades, de proteger y fomentar sus actividades, sin pensar en los daños que al patrimonio nacional ocasionan muchas de sus acciones

Sin embargo, aún más grave y potencialmente mucho más peligrosas son las acciones de los "técnicos" y personal "capacitado" para solucionar estos problemas, pues a estas personas se les entrega toda la confianza, la libertad y los medios para que efectúen las labores de reparación, consolidación y conservación de los edificios. Encontrándose en muchos casos a verdaderos charlatanes con título, que sintiéndose capacitados a reparar edificios históricos por el hecho de estar en el campo de la construcción o de la historia, perpetran verdaderas salvajadas sobre las piedras sin intentar seguir un proceso científico de recuperación. Mencionaremos los casos más comunes, desde los más sencillos hasta algunos de los más graves:

- El sacar un clavo o una armella de una pared externa dejando el orificio al descubierto ocasiona un lugar en el cual el agua penetrará más fácilmente causando humedades.
- El tapar o reparar con cemento ese tipo de agujeros, grietas o piezas rotas va a ocasionar nuevas grietas y rupturas pues además de no permitir la aireación de la piedra, va a trabajar en forma independiente en su expansión y contracción a la de la piedra original.
- El tratar de tapar grafitis o pintas cubriéndolos con más capas de pintura es un error muy común que ocasiona deterioro en las piedras, pues a pesar de ser materiales inertes necesitan transpirar y dejar salir la humedad y las sales, permitiendo a los cristales el acomodo natural. La pintura puede asfixiar la roca acelerando su decadencia y causando en muchos casos un daño irreversible, además de alterar su imagen y presencia originales.
- El limpiar una superficie de piedra mediante el tallado o desvastado puede ser uno de los errores más graves, pues es el equivalente a quitarle su piel a la piedra dejando expuesta al intemperismo y medio ambiente una nueva capa más vulnerable y frágil.
- El limpiar manchas usando productos demasiado fuertes trae como consecuencia el que junto con la mancha salga también la pátina noble que ha logrado la piedra a través del paso del tiempo, ocasionando un problema parecido al del punto anterior.

Como nos hemos dado cuenta la forma de evitar todos los problemas antes mencionados se resume en la palabra EDUCACION, mediante un nivel razonable de educación disminuiríamos en gran parte todos estos problemas que aquejan a nuestro Centro Histórico pues el ambulante desaparecería o trabajaría en una forma ordenada, las pintas y grafitis no existirían, habría un manejo adecuado de los desperdicios y de la basura, y nuestros trabajadores técnicos y dueños de inmuebles sabrían aplicar los métodos adecuados en las diferentes intervenciones en los inmuebles o por lo menos sabrían que esas intervenciones requieren de especialistas para poder acudir a ellos. En fin, con educación no sólo mejoraríamos al centro de la ciudad sino al país entero.

CAPITULO 4

CRITERIOS GENERALES DE LIMPIEZA Y CONSERVACION

4.1.- Limpieza y conservación en elementos inorgánicos pétreos.

En la serie de *Ciencia para Conservadores* del Consejo de Manualidades se define la suciedad como un "material que se encuentra en el lugar equivocado" y continúa clasificándola en dos categorías:

- 1.- **Materia extraña**, no forma parte del objeto original, tal como tizne, grasa y manchas, pero la cual se ha fijado en éste.
- 2.- **Productos de alteración** del material original como sulfato de calcio en la superficie de una piedra caliza. Un producto de alteración se forma a través de la combinación química del material original con productos químicos del ambiente.

Resulta aparente de estas definiciones de clasificación que la eliminación de suciedad que es un "producto de alteración" requiere de la eliminación de alguna porción de la superficie. Incluso la eliminación de "materia extraña", si se trata demasiado, puede ocasionar pérdidas cuando, por ejemplo, la suciedad rellene grietas muy finas en una superficie deteriorada. Toda la limpieza de edificaciones de mampostería debe, por consiguiente, involucrar la consideración de algunas posibles pérdidas inmediatas o inducidas que pueden ser ocasionadas por la limpieza, contra las pérdidas posibles a largo plazo que estén asociadas con dejar sola a la suciedad.

La limpieza de las construcciones se realiza principalmente por razones estéticas, aunque en algunas ocasiones hay fundamentos prácticos sólidos para la remoción de la suciedad cuando, por ejemplo, ocurre una descomposición alrededor de incrustaciones, grietas o cuando juntas abiertas se están oscureciendo. A pesar de que éste es un tema bastante subjetivo, probablemente es verdad que, conforme las técnicas de limpieza han mejorado y las superficies limpiadas de las edificaciones se han vuelto más familiares, existe menos oposición a la limpieza, por lo menos en el Centro Histórico, que la que había hace diez o quince años.

A menudo existen buenas y prácticas razones para limpiar edificaciones con mampostería extremadamente manchada como parte de un programa general de mantenimiento y reparación. Las grietas de relleno sucias y uniones abiertas son, bolsas oscuras de deterioro, incrustaciones severas en piedras calizas protegidas o mármol, alteran las superficies en las cuales se forman y propician su deterioro.

Cualquiera que sea la decisión final en torno a la limpieza y mantenimiento, debe ir precedida de una investigación cuidadosa. Existen tres niveles de investigación que pueden ser adecuados:

- 1.- Una inspección relativamente superficial de los puntos de ventaja existentes. Esta investigación identificará el tipo y condición generales de la obra.
- 2.- Una investigación preliminar, diseñada para determinar el método de limpieza y para evaluar con un tanto de exactitud el grado de reparación y reemplazo de piedras que estará involucrado y la apariencia que tendrá la edificación después de la limpieza.
- 3.- Una investigación detallada, que posiblemente involucre una muestra de limpieza de prueba deberá llevarse a cabo para asegurar que se anticipen todos los problemas que sean posibles, los cuales están involucrados en la preparación de la edificación y los elementos para el trabajo de limpieza.

Al final de la investigación, se deberán hacer y contestar las siguientes preguntas :

- 1.- ¿ Está la construcción sucia y, en caso afirmativo, es nociva o totalmente desfigurativa la presencia de la suciedad? ¿ Es peor la apariencia desaseada de la construcción de lo que será la apariencia limpia?
- 2.- ¿ Cuáles son las piedras y demás materiales de la construcción?
- 3.- ¿Cuál es la naturaleza de las manchas? ¿ Son éstas evidencias de tratamientos anteriores, como aceite o pintura?
- 4.- ¿ Qué tanta limpieza es deseable? ¿ Qué tanta suciedad se puede eliminar de manera segura? ¿ Qué tanto afectará la eliminación de la suciedad la apariencia de la construcción en la actualidad y en los años futuros?
- 5.- ¿ Cómo afectará la limpieza las propiedades de desgaste de las piedras?
- 6.- ¿ Qué método o combinación de métodos podrían emplearse para eliminar la suciedad? ¿Cómo funcionarán estos métodos y qué riesgos pueden estar involucrados para los operarios y el público, así como para la edificación?
- 7.- ¿ Qué trabajo de corrección, en forma de reparaciones para las piedras y uniones, deberá incluirse ? ¿ Qué métodos de limpieza son adecuados para remover los depósitos de polvo de las superficies particulares en cuestión y ¿Están disponibles las capacidades y la experiencia necesarias para ejecutar el trabajo correctamente y sin provocar daños?
- 8.- ¿ Cuáles tratamientos de superficies, en dado caso, como biocidas, repelentes al agua o consolidantes, deberán aplicarse después de la limpieza y a qué áreas?

Los métodos de limpieza de las obras de albañilería pueden resumirse como sigue:

- Lavado:** Principalmente en piedra caliza, mármol, granito pulido y ladrillo denso.
- Mecánico:** Principalmente en areniscas, pero a menudo como método suplementario sobre caliza y mármol.
- Químico:** Principalmente en areniscas, trabajo en ladrillo, terracota, pero en ocasiones como un método suplementario para la caliza y el mármol.
- Técnicas especiales:** Tales como el de compresas o cataplasmas, láser y que son útiles para cualquier material.

4.1.1.- Métodos de limpieza por lavado

Cualquier edificación de piedra caliza manchada presentará efectos de lavado regular por las lluvias en sus superficies expuestas. A diferencia de la arenisca, el lavado por la lluvia inhibe la formación de suciedad en la piedra caliza.

La suciedad que se forma en la piedra caliza y el mármol tiende a ser soluble en agua. El lavado, ya sea con cubeta y cepillo, múltiples rocíos, lanzas de agua o compresas húmedas, son por lo tanto, métodos bien establecidos de limpieza para estas superficies.

El lavado es un método muy sencillo en principio. Requiere únicamente de algunos medios razonables para colocar suficiente agua en contacto con los depósitos de suciedad para lavarlos directamente o para suavizarlos lo suficiente para permitir su liberación mediante el cepillado. La mayoría de los problemas asociados con el lavado tienen que ver con la saturación.

Desafortunadamente, gran parte de los sistemas de limpieza con rocío no son lo suficientemente versátiles para manejar en forma efectiva los diferentes grados de manchado, que por lo general, se encuentran en una edificación con aberturas, proyecciones u ornamentación con molduras. Una hilera de chorros colocados a lo largo de la viga horizontal, o con sus mangueras enroscadas a lo largo de una polea del andamiaje, puede limpiar una superficie plana en un lapso de dos horas, pero una pieza de cornisa labrada con suciedad incrustada bien puede requerir de dos a tres días de rocío, antes de limpiar la piedra.

A menos de que exista alguna disposición que modifique el programa de lavado para evitar la saturación general innecesaria, pueden existir ciertas consecuencias como:

- 1.- Aparecerán manchas de un color café desde claro hasta oscuro.
- 2.- La liberación de pequeñas hojuelas de la piedra.
- 3.- El material débil de una unión puede haberse desgastado.
- 4.- Se puede presentar la penetración del agua a través de las uniones defectuosas, o a través de las grietas y llegar hasta las conexiones de hierro, yeso, extremos de vigas, maderas de unión, conexiones y accesorios eléctricos de los tableros.
- 5.- El desarrollo de algas desfigurativas verdes, rojas o naranjas en las superficies acabadas de lavar, pueden notarse especialmente en las áreas de captación planas o inclinadas.

4.1.1.1.- Lavado con riego mínimo (aspersión).

Los programas exitosos de lavado son claramente aquellos con la suficiente versatilidad para utilizar la mínima cantidad de agua durante el tiempo mínimo, exactamente en donde se requiere y en ningún otro lugar. Esto se puede lograr de diferentes maneras.

Tradicionalmente, los **chorros de agua** atados al andamio han sido prendidos y apagados conforme lo dicte la respuesta de la superficie, pero es difícil de controlar en la práctica y los grupos de chorros tienden a dejarse prendidos mientras siga habiendo polvo en las áreas más reacias. Un limpiador experimentado se pondrá a trabajar con pequeños cepillos cerdosos de alambre de bronce o latón fosforado tan pronto como sea posible, para reducir el proceso de saturación.

Nunca deben usarse cepillos de acero, debido a su acción áspera, y en general su diseño inadecuado y el riesgo de dejar fragmentos de acero sobre la superficie de construcción, lo que después producirá manchas de óxido pequeñas pero intensas.

La condición ideal para el lavado es una **neblina húmeda persistente** sobre la cara manchada de la construcción, evitando el efecto de impacto que las grandes gotas de agua tienen cuando se suministran mediante chorros gruesos. Para lograr la neblina o "niebla", los chorros deben ser atomizados a partir de toberas finas situadas a por lo menos 300mm de la cara de la construcción. Para atomizar el agua, se requiere de la presión de agua suficiente y de orificios lo suficientemente pequeños. En la práctica, esto es rara vez fácil, ya que incluso en un andamio con una cubierta bien apretada, las corrientes de aire pueden alejar la neblina de la construcción y la efectividad del sistema depende por lo tanto en qué tan exitosamente pueda contenerse la neblina.

4.1.1.2.- Lanzas de agua

Las manchas ligeras, especialmente en donde una alta proporción son orgánicas, pueden removerse en ocasiones mediante lanzas de agua sin un reblandecimiento previo mediante rociado de agua. Se puede usar alternadamente en combinación con rocíos de agua y limpieza mecánica o química. Es probable que las presiones se ubiquen en el rango de los 56-85 kg/cm² (800 y 1200 psi) y la lanza se especificará usualmente como de "volumen bajo y alta presión".

Una técnica que se introdujo hace aproximadamente diez años, mezcla la arena fina con el agua en una fuente; la distribuye a través de una lanza a presiones comparativamente bajas de entre 1 y 2 kg/cm² (18 y 30 psi). El agua que lleva el abrasivo posee una ligera acción productora de escoria. El abrasivo se puede reducir para permitir el enjuagado con agua sola. Al igual que el soplado con arena húmeda, éste también limpiará la arenisca.

El daño potencial debido a un lanceo imprudente o descuidado es no obstante, un factor que debe tomarse en consideración, especialmente con lechos suaves, arenosos o de arcilla y de arena.

4.1.1.3.- Limpiado por vapor

El vapor fue usado muy ampliamente antes de la última guerra mundial cuando cayó en descrédito debido en parte a que la sosa cáustica, añadida al agua de la caldera para evitar la formación de sarro, se depositaba sobre la superficie limpiada y permanecía allí para provocar descomposición.

Debido a que el vapor se condensa tan rápidamente, el método es apenas algo más que un lavado con agua tibia con secado rápido.

El agua caliente no es más eficaz que la fría para la remoción del polvo atmosférico así que su uso no tiene mucho sentido. Sin embargo una combinación de vapor y alta presión ha probado ser exitosa en la remoción de chicle pisoteado en el pavimento, y el agua caliente junto con un jabón de pH neutro es útil en donde hay polvo grasoso.

4.1.2.- Métodos de limpieza mecánica

Cepillado, rozado, limpieza en círculos y pulido.

La limpieza mecánica remueve el polvo mediante la abrasión de la superficie. La forma más sencilla es el **cepillado en seco**, técnica que removerá la tierra adherida superficialmente y la materia orgánica. Un método más áspero es el **raspado** de la superficie con una herramienta adecuada como un rastrillo de albañil, utilizado en ocasiones para remover pintura en superficies planas.

En el pasado la limpieza más nociva en esta categoría ha sido indudablemente el uso de una herramienta de potencia con un conjunto intercambiable de cabezas, incluyendo los cepillos de alambre suaves, cabezas y discos de carburo de silicio (esmeriles).

La superficie se talla para eliminar las imperfecciones y es, en efecto, desvestida. En la mayoría de las situaciones, ésta es una técnica que deberá evitarse, salvo que existan manchas muy duras en una superficie o que la pintura que no ceda a los solventes, se tenga que eliminar.

Estos equipos mecánicos han sido sustituidos en gran medida por el uso de aire comprimido y abrasivos.

4.1.2.1.- Aire comprimido y abrasivo (Sand blast).

Los factores que se relacionan con la limpieza mediante aire comprimido y abrasivo son la presión del aire, el tamaño y tipo de la tobera, el tipo de abrasivo, la cantidad de flujo del abrasivo, la capacidad del obrero y la supervisión de la obra. Cada uno de ellos debe seleccionarse y especificarse para una aplicación particular.

Un sistema de aire abrasivo proyecta el material abrasivo a través de la tobera, en un flujo de aire comprimido. El ensamblado básico del equipo es una compresora, un recipiente para el abrasivo y líneas de suministro de aire y de abrasivo. Las presiones de aire en la boquilla varían en la práctica de 1 a 5.6 kg/cm² (15 a 80 psi) y existen diferentes tamaños de orificios y patrones de boquillas disponibles.

Los abrasivos se seleccionan de acuerdo a la resistencia del polvo a ser removido, pero, en general, los abrasivos "redondos" tales como los barrenos, cuentas de vidrio y algunos tipos de arena, amartillan la superficie; son adecuados cuando es dura y quebradiza sobre un sustrato bastante duro tal como una película de argamasa sulfatada sobre granito. La arena es el abrasivo más barato, pero el más peligroso.

Los factores que deben considerarse cuando se contempla el uso de un sistema de limpieza de este tipo son:

- 1.- La rigidez relativa del abrasivo y la superficie, y el riesgo probable de daño.
- 2.- El tamaño de las partículas del abrasivo. Las partículas gruesas deberán utilizarse para el cortado preliminar y las finas para el terminado.
- 3.- La necesidad de agua para lubricar y amortiguar el efecto del impacto del abrasivo y para reducir el polvo.
- 4.- Los riesgos del polvo para el público y de la penetración a áreas sensibles de la construcción.

4.1.2.2.- Limpieza abrasiva húmeda

El proceso seco puede adaptarse a un proceso húmedo mediante el uso de una pistola de "cabeza húmeda". Hay varios tipos de cabeza húmeda que introducen agua en la corriente de aire y abrasivo, ya sea con un solo chorro o chorros múltiples. Una mezcla de agua y abrasivo tiende a ser menos áspera que el abrasivo seco.

Los problemas relacionados con la técnica del aire abrasivo son los siguientes:

Las superficies que están siendo limpiadas e incluso el abrasivo utilizado pueden variar en dureza. Las piedras menos resistentes, o ciertas áreas de dichas piedras, pueden ser atacadas por la presión del aire y el abrasivo que limpió sin daño un "trazo de prueba".

Las partículas duras de arena y pedernal contienen óxido de silicio, lo mismo que la arenisca y el granito. Los polvos generados durante la limpieza que involucra estos materiales pueden provocar daño pulmonar a largo plazo e irreversible a los obreros no protegidos adecuadamente.

El polvo residual y el abrasivo gastado permanecerán en la construcción dándole una apariencia no natural, a menos que la limpieza sea completada con un lavado de los mismos. Hay poco riesgo de que el agua penetre y de que aparezcan manchas o eflorescencias, aunque el limpiado a chorro con "cabeza húmeda" involucra ciertos riesgos.

4.1.3.- Métodos de limpieza química

Los limpiadores químicos se basan por lo general en álcalis o ácidos. La mayoría contienen sales solubles, y esto significa que deben removerse por completo al final de la operación de lavado. El único limpiador químico del que se sabe no deja sales solubles en la obra de albañilería es el ácido fluorhídrico, pero debido a que es extremadamente peligroso en manos inexpertas, su uso debe dejarse en manos de empresas que emplean a trabajadores calificados.

4.1.3.1.- Soluciones con base en el ácido fluorhídrico (HF)

El ácido fluorhídrico es el agente químico limpiador que normalmente se selecciona para limpiar arenisca y granito sin pulir. Es el método tradicional que se ha utilizado por más de cincuenta años.

El ácido fluorhídrico limpia las areniscas mediante la reacción con el silice que forma el constituyente principal de la piedra. Conforme se disuelve el silice, la suciedad en la superficie pegada a ésta, se afloja y puede eliminarse.

Procedimiento para limpiado con HF:

- 1.- Se deben realizar procedimientos generales para proteger la construcción y cubrir el andamiaje, pero se debe tener particular cuidado para proteger al personal contratado y al público de los derrames o el polvo. Deben mantenerse en el sitio botiquines de primeros auxilios que contengan un gel de gluconato de sodio. Todos los tubos del andamiaje deben estar perfectamente obturados para evitar que quede atrapado ácido o vapor de ácido. El vidrio debe tener dos capas de pintura protectora de latex (algunos solventes son removedores de pintura eficaces) y si la ventana de vidrio es particularmente valiosa, cubrirla con una membrana de polietileno y templetes de dos cabos adheridos con resina. No deben utilizarse los templetes solos sin el latex.
- 2.- Utilizar una forma patentada de ácido fluorhídrico diluido: la concentración debe ser conocida y mostrada en el recipiente (entre 2 y 15 por ciento). No almacenar el concentrado industrial (que puede tener más del 70 por ciento) en el sitio, o permitir la dilución en el sitio. Mantener el ácido en un depósito seguro y adecuadamente etiquetado.
- 3.- Humedecer previamente el área a limpiar con agua limpia. Una manera conveniente de hacer esto es utilizando una lanza de agua de bajo volumen y alta presión; recuerde que el objetivo es proporcionar una superficie húmeda sobre la cual se extenderá el producto químico. Si la superficie está seca, o sólo superficialmente húmeda, el producto químico será absorbido, especialmente en las juntas de argamasa. Una humidificación concienzuda limitará la actividad del producto químico a la superficie manchada.

- 4.- Aplicar el ácido mediante un cepillo a la superficie húmeda, o mediante un chorro de agua a presión. La presión debe ser uniforme y planearse entre características estructurales (por ejemplo, de cornisa a plinto o entre los ángulos internos de los contrafuertes). La tasa de cobertura debería situarse en el orden de un litro por 3.7 metros cuadrados de la superficie. El periodo de contacto con la superficie de la piedra variará, dependiendo de la cantidad y tipo de manchas y de la temperatura ambiente. Se recomiendan los limpiadores de ácido fluorhídrico de patente que tienen un pH de 1-1.5 o pH de 3.5-3.8 con un periodo de contacto de entre 2 y 30 minutos, dependiendo de la temperatura. Pueden ser necesarias repetidas aplicaciones. Jamás debe permitirse que el material de limpieza se seque en la superficie.
- 5.- Ya se ha puesto énfasis en la importancia del lavado concienzudo en el momento adecuado. Esto se logra de manera más efectiva con una lanza de agua de alta presión y bajo volumen (una bomba que produzca, digamos 78Kg/cm² a veinte litros por minuto. Una técnica adecuada es mantener la tobera a aproximadamente 750 mm de la superficie, mientras se pasa la lanza de un lado a otro, en recorridos de 750 mm. Se recomienda un enjuagado que dure 4 minutos de tiempo mínimo por metro cuadrado, y se debe prestar una atención adicional a las trampas de agua, tales como dinteles e hilos, o juntas alteradas por el medio ambiente. No debe permitirse que el agua de enjuague se acumule en dichas trampas pues cuando se evapora el agua, la concentración de ácido aumentará y los depósitos blancos de óxido de sílice coloidal pueden permanecer detrás. Algunos materiales de patente contienen un agente formador de espuma, que identifica la presencia de cualquier ácido residual.
- 6.- Las tablas de andamiaje también deben ser lavadas a conciencia después de cada enjuagado de la construcción y los tapones de los tubos del mismo deben ser revisados.
- 7.- Las aplicaciones posteriores del producto químico deben seguir los mismos procedimientos, tal y como se describen entre los números (3) y (6). Antes de una segunda aplicación debe pasar por lo menos media hora. Si se requieren de múltiples aplicaciones, probablemente el método sea el equivocado.

4.1.3.2.- Hidróxido de sodio (sosa cáustica)

Los agentes de limpieza alcalinos más comunes se basan en el hidróxido de sodio (sosa cáustica).

La limpieza con sosa cáustica de la piedra caliza debería en realidad considerarse sólo como un último recurso, cuando no sea posible la limpieza mediante otro método.

4.1.3.3.- Otros agentes químicos

Acido clorhídrico

El ácido clorhídrico es el otro ácido de uso común para la remoción de manchas y depósitos cementados, y es el que comunmente se utiliza en enladrillados y piedras calizas .

Bifluoruro de amonio

El biofluoruro de amonio se utiliza normalmente para la limpieza del granito.

Hay disponible un limitado rango de otros agentes limpiadores ácidos o alcalinos, pero todos involucran el riesgo de residuos de sal soluble.

4.1.4.-Sistemas de limpieza especiales

Existen varios tipos de sistemas de limpieza que son adecuados para problemas y situaciones específicos.

Jabones

Con frecuencia la grasa, el aceite y la brea responderán bien al tallado con agua tibia y un jabón adecuado, especialmente sobre mármol o piedra caliza. También mediante este método pueden ser limpiados, o parcialmente limpiados, en ciertas ocasiones, la pizarra, el granito e incluso la arenisca.

Cualquiera de los depósitos que puedan ser levantados por un raspador o una espátula deben ser removidos en primer término.

Deben evitarse los detergentes en polvo, debido a los depósitos acumulativos de sales de sodio que pueden formarse, particularmente en las juntas, después de repetidas aplicaciones. La experiencia ha mostrado que un cilohexiloleato de metilo de patente, con un pH de 10.5-11.5, soluble en agua y en una solución alcohólica, tal como el tricloretileno, es capaz de remover una amplia gama de manchas y tiene buenos efectos de penetración en agrietamientos finos y en pequeñas cuarteaduras. El agua a la temperatura del cuerpo produce el efecto óptimo.

Emplasto de Mora

Mora desarrolló un interesante sistema para limpiar la piedra caliza y el mármol que se basa en un agente quelante. Este agente es el ácido diaminotetra-acético de etileno (EDTA). Este ácido suave facilita la disolución de las sales de calcio mediante la formación compleja.

Paquetes de arcilla

Ciertas arcillas constituyen compresas de limpieza muy eficaces. Un polvo de arcilla attapulgita o sepiolita de 50 micrones se añade a la suficiente agua limpia para producir una pasta, espesa y pegajosa. Esta mezcla puede aplicarse a la superficie de caliza o mármol manchados, por sí sola y cubierta con una pequeña película de polietileno. Esta cataplasma puede ser efectiva en el transcurso de unos cuantos días, pero es posible que deba dejarse durante varias semanas.

La estructura de las arcillas les permite contener cantidades considerables de humedad y producir un efecto de succión conforme se van secando.

Hempel desarrolló la idea de un paquete biológico basado en los cuerpos de estas arcillas, lo cual reclama ayudar a la descomposición de las incrustaciones de sulfato en el mármol o piedra caliza mediante la presencia y actividad de microorganismos.

Limpieza ultrasónica

El equipo utilizado por los dentistas para limpiar los dientes, creado hace unos 25 años, también se utiliza en el trabajo de la conservación. Este sistema de limpieza ultrasónica emplea la vibración para lograr su efecto. Principalmente es una técnica de museo, aplicable a objetos relativamente pequeños.

Limpieza láser

Desde 1972 los rayos láser han sido objeto de investigación como medio para la limpieza de piedras, específicamente en el campo de la conservación de esculturas. El atractivo del principio yace en la relativa facilidad con la que incluso la tierra incrustada puede removerse de las superficies más frágiles como resultado de la irradiación láser. Un sólo pulso de láser limpiará un área de 25mm cuadrados.

4.1.5. Métodos adecuados de limpieza para diferentes materiales y manchas

Comúnmente se encuentra que los siguientes métodos son adecuados para los materiales mostrados, siempre y cuando estén disponibles los equipos requeridos.

Arenisca

Limpieza de aire abrasivo
Limpieza con ácido fluorhídrico (4-15 por ciento)

Piedra caliza

Lavado con agua
Lavado con pH neutro
Limpieza de aire abrasivo (a menudo en combinación con el lavado)
Cataplasma de cal

Granito

Pulido -- agua a alta presión o agua tibia y jabón pH neutro
No pulido -- Bifluoruro de amonio (2-10 por ciento)

Mármol

Lavado con agua
Compresas con arcilla attapulgita

La superficie del mármol puede estar dañada o desfigurada de muchas maneras. Una superficie originalmente pulida puede volverse áspera por la exposición a una atmósfera contaminada (ataques de ácido y cristalización repetida de sales solubles), o por contacto con secreciones ácidas de algas y líquenes o madera. Comúnmente las manchas son resultado del contacto con las manos humanas, hierro, cobre, bronce, argamasa (en especial argamasa de cemento), aceites, humo de cigarro y laca.

El mármol puede lavarse con agua limpia de la misma manera que la piedra caliza si la mancha es de un material hollinoso, soluble al agua. La limpieza puede avanzar más fácilmente si se utiliza progresivamente agua más caliente. La cantidad de agua debe mantenerse en un mínimo. En áreas pequeñas puede ser conveniente ablandar la tierra a mano rociando agua y mediante aplicaciones de arcilla absorbente húmeda como la attapulgita o la sepiolita, extendida con palustre sobre la superficie y asegurada con vendas de tela de gasa.

Un jabón pH neutro y agua (1:1) o blanco de España se utiliza para remover la suciedad general más intransigente.

El mármol muy sucio puede limpiarse con una cataplasma basada en un agente quelante de ácido etienodiaminotetracético (EDTA).

El amonio y el bicarbonato de sodio proporcionan una mezcla básica de pH de 7.5 y facilitan la disolución de algunas sales.

Pizarra

Lavado con jabón pH neutro

Terracota y loza

Lavado con agua tibia y jabón pH neutro

HF muy débil (2-5 por ciento) en periodos de permanencia muy cortos (2-10 minutos)

Nota: Es fácil destruir o dañar el lustre con un HF de mediana potencia o con otros productos químicos y herramientas de aire abrasivo. Estos métodos deben evitarse.

Enladrillado

Lavado con agua tibia y jabón pH neutro

Lavado con lanzas de agua de bajo volumen y alta presión (sólo los ladrillos en buen estado y resistentes)

Acido clorhídrico (2-7 por ciento como máximo)

Herramientas de aire abrasivo, en raras ocasiones

Remoción de graffiti (pintura en aerosol)

Aunque por lo general la mayoría de la pinturas utilizadas en los graffiti pueden removerse de la superficie de la obra de albañilería que hace las veces de víctima, es muy difícil remover mediante un solvente el pigmento que ha sido llevado a los poros; en ocasiones la aplicación de un solvente para remover la pintura puede hacer que el pigmento penetre más profundamente la piedra, como por ejemplo, la aplicación de diluyentes de celulosa aplicados a graffiti recién pintados, realizados con pintura de celulosa. Los removedores de pintura con una proporción 1:4 de agua y fosfato trisódico y pastas de hidróxido de sodio en arcilla han sido utilizados con distintos grados de éxito. La técnica consiste en dejar el removedor en contacto con la pintura el tiempo necesario para provocar el reblandecimiento y permitir que el raspado y el cepillado ocurran exitosamente.

Las áreas susceptibles a repetidos ataques de grafitis son tratadas en ocasiones con una "aplicación de barrera" para tratar de prevenir la migración de la pintura hacia los poros de la superficie de la obra de albañilería y facilitar la remoción. Dichas aplicaciones intentan ya sea bloquear los poros, o provocar un bloqueo temporal mediante el reblandecimiento e hinchamiento en la presencia de humedad, o forrar los poros con un revestimiento repelente al agua.

Manchas de cobre sobre piedra caliza y mármol

Tratamiento

Repetidas aplicaciones de la siguiente cataplasma:

- 1.- Añadir 70 gr. de cloruro de amonio a 570 ml de amoníaco concentrado. Añadir agua hasta alcanzar el volumen de 1 litro. A un litro de esta "agua de amoníaco" añadir 37 gr. de EDTA. Añadir arcilla attapulgita para formar una pasta suave.
- 2.- Mojar la superficie con agua limpia, aplicar la pasta y dejar hasta que seque.
- 3.- Remover la pasta con una espátula de madera o no metálica
- 4.- Enjuagar a fondo con agua limpia
- 5.- Repetir los pasos 2, 3 y 4 tan a menudo como sea necesario para levantar o aclarar la mancha.

Para manchas muy pertinaces

- 1.- Mojar la superficie con una solución de una parte de citrato de sodio y 6 partes de agua.
- 2.- Aplicar una cataplasma húmeda de attapulgita, que contiene hidrosulfito de sodio (ditionita de sodio).
- 3.- Eliminar y seguir el tratamiento mediante el lavado con agua limpia en copiosas cantidades.

Nota: Se ha alcanzado cierto éxito mediante el uso de un complejo aminoácido hidrocarboxílico en una solución acuosa.

Manchas de hierro sobre piedra caliza o mármol

Los canalones para recogida de agua y tolvas de hierro, accesorios de techumbre y el andamiaje a largo plazo pueden producir manchas de óxido desfigurativas en la mampostería. El techumbre de cobre y las estatuas y placas de bronce producen un manchado verde. Estas manchas pueden aclararse y en algunas ocasiones eliminarse.

Tratamiento

- 1.- Hacer una mezcla de glicerina (7 partes), citrato de sodio (1 parte) y agua tibia (6 partes)
- 2.- Añadir arcilla attapulgita a la solución hasta que se forme una pasta suave.
- 3.- Aplicar la pasta sobre la superficie manchada y dejar hasta que se seque.
- 4.- Remover la pasta con una espátula de madera o no metálica
- 5.- Repetir los pasos 3 y 4 tan a menudo como se requiera para levantar o aclarar satisfactoriamente la mancha.

Para manchas muy pertinaces

- 1.- Mojar la superficie con una solución de una parte de citrato de sodio y 6 partes de agua.
- 2.- Aplicar una cataplasma mojada de attapulgita, que contenga hidrosulfito de sodio. (ditionita de sodio)
- 3.- Levantar y a continuación lavar con agua limpia en copiosas cantidades

Nota: También se ha logrado algún éxito utilizando un complejo aminoácido hidrocarboxílico en una solución acuosa.

Las manchas de hierro pueden removerse del granito o la arenisca mediante la aplicación de ácido ortofosfórico, o de las piedras calizas, mármoles y areniscas calcáreas mediante soluciones de hidrosulfito de sodio. La piedra debe ser mojada y lavada a fondo después de la aplicación.

Humo y hollin

Tratamiento

Tallar con un detergente de pH neutro. Las manchas más pertinaces pueden ser extraídas de los poros de la obra de albañilería utilizando una cataplasma basada en cloroformo metílico. Otra cataplasma útil contiene fosfato trisódico (Calgon) y polvo blanqueador.

Nota: El cloroformo metílico a menudo es conocido como tricloretoano. Tiene propiedades solventes similares al tricloretileno y al tetracloruro de carbono cuyo uso no se recomienda por razones de seguridad. Se debe tener cuidado con el cloroformo metílico aun cuando es mucho menos peligroso que los otros solventes mencionados. Asegurar una buena ventilación y/o un aparato de respiración.

Asfalto, bitumen, alquitrán y manchas pardas bajo el hollin

Tratamiento

En donde no se provoque daño a la superficie, remover el exceso con un raspador o congelar con hielo o hielo seco y cascarlo con un cincel pequeño. A continuación tallar con agua y un detergente emulsificante y finalmente lavar con esponja o colocar una cataplasma con parafina. Lavar alternadamente con petróleo. La nafta es útil para deshacer el bitumen.

Chicle

Tratamiento

Congelar con hielo seco y remover (las áreas pequeñas). Para áreas grandes en donde se ha apisonado el chicle, utilizar limpieza mediante vapor.

Manchas de madera pardas o grises

Tratamiento

Estas manchas se deben a que el tanino o resina de la madera se difunden por el agua y pueden removerse normalmente tallándolas con una solución de ácido oxálico en agua tibia.

Nota: El ácido oxálico es extremadamente venenoso y debe ser almacenado y manejado con el cuidado necesario.

Grasa, aceite, manchas de comida, huellas de manos

Tratamiento

Una compresa de fosfato trisódico (1 parte), perborato de sodio (1 parte), talco (3 partes) en una solución de jabón de pH neutro en agua.

Hay disponible un limpiador de patente de álcali cáustico desengrasante para deshacer las manchas grasosas de la superficie, particularmente en superficies expuestas a la contaminación de vehículos, y puede utilizarse exitosamente como una preparación preliminar para la limpieza mediante otros métodos. La remoción a fondo es esencial.

Protección de construcciones contra aves

El guano de las aves produce una desfiguración mayor en algunas construcciones y las acumulaciones en las salientes puede también llevar a un deterioro de la superficie de mampostería. El excremento también puede ser un riesgo en la pavimentación. Una construcción limpiada recientemente en una zona frecuentada por estorninos o palomas puede volverse a manchar rápidamente a menos que se tomen las medidas necesarias para controlar la molestia. A continuación se enlistan diferentes métodos para intentar lograr este control.

- 1.- *Colocación de redes.* La malla sintética de un color no molesto puede extenderse sobre lugares de anidamiento potencial, tales como frontones, capiteles, y entabladuras o aberturas uniformes de ventanas. Estas redes deberán ser de malla anudada y sujetarse firmemente en intervalos adecuados a ojillos de acero inoxidable.
- 2.- *Geles.* Se pueden extraer tiras de gel de una pistola y colocarlas donde acostumbra pararse las aves. El objetivo es proporcionar un pedestal inseguro que desanime a las aves que lleguen a posarse.
- 3.- *Picos.* Las púas comúnmente vienen en tiras de aluminio o acero inoxidable, sujeta mediante tornillos de acero inoxidable a través de las lengüetas en la piedra.
- 4.- *Cables de bajo voltaje.* Se corre una pequeña carga eléctrica a través de los cables colocados entre los aisladores a lo largo de las salientes.
- 5.- El más eficaz de los dispositivos contra anidamiento parece ser el cable extendido y torcido de acero inoxidable. Los cables de acero inoxidable finos se suministran para las longitudes intencionalmente hechas que terminan con una bobina apretada en cada uno de los extremos.

Ninguna nota acerca del control de palomas sería completa sin referencia a una solución distintivamente italiana, el Piccioneccelli con olive nere, un platillo de paloma aderezado con pimienta, sal, vino blanco, brandy y aceitunas.

Limpieza y conservación de cristales

Existen tres principios básicos para la conservación de todo tipo de cristal histórico:

- **Mínima intervención.** La conservación de cristales históricos implica el hacer el mayor esfuerzo para mantener los cristales originales, el plomo, la ferramenta y la albañilería que los rodea. Nos basamos entonces en el principio de hacer lo menor posible a los cristales. Los cristales se deberán limpiar in situ y se deberá remover la mugre y productos corrosivos que los dañen. Se deberá evitar al máximo el remover los cristales, esto sólo se debe hacer en caso extremo.
- **Se debe llevar una bitácora,** registrando el estado de los cristales antes de repararlos, de preferencia con fotografías. Además deberá registrarse cada detalle de los procesos utilizados en la conservación.
- **Reversibilidad** de las técnicas. Es el principio más importante, utilizar solamente técnicas que puedan ser reversibles. Esto elimina muchos de los errores del pasado, tales como la aplicación de capas químicas protectoras o el repintado de cristales.

La conservación de los cristales implica también la conservación y mantenimiento de las canillas de plomo y de la ferramenta. Las canillas de plomo mantienen las piezas de cristal en los emplomados de tal forma que el vitral es flexible y responde a la expansión y contracción continua de los cristales debidos a los cambios de temperatura. Sin embargo todo el plomo se va deteriorando con el paso del tiempo, siendo necesario cambiarlo. Esta situación hace que actualmente haya muy pocos vitrales que tengan todavía el plomo original.

La ferramenta de un vitral, es la herrería utilizada para crearlo y darle un uso. Incluye los goznes, las bisagras, los cuadros de herrería que sostienen al cristal, etc. Dichos materiales también deben revisarse continuamente, protegiéndolos para evitar su oxidación y corrosión. Los cristales en sí también se deterioran por diferentes causas, principalmente relacionadas a los métodos de fabricación, a fallas debidas a cambios extremos de temperatura, o a fallas en las herramientas o emplomados. En ocasiones los cristales van perdiendo el color, ésta es una falla en la fabricación y se puede evitar que continúe el deterioro utilizando sistemas como el glaseado isotérmico, que consiste en colocar dos cristales transparentes idénticos en tamaño que cubran las dos caras del cristal dañado y que permitan una ventilación hacia el interior a través del marco. Este sistema está diseñado para evitar la condensación pues las superficies interior y exterior del cristal a conservar quedan en un ambiente isotérmico, no expuestas a variaciones extremas de temperatura creadas por los diferenciales entre el exterior y el interior.

Otro método más económico es el glaseado exterior, que funciona sobre los mismos principios, pero únicamente protegiendo la cara externa del cristal.

Los cristales sufren también otros problemas, que pueden ir desde las roturas hasta la penetración de agua y se deberán de corregir dichos problemas acordes a su naturaleza, y si es posible consultando a un experto en reparación de cristales.

Limpieza de cristales.

Cualquier método para limpiar los cristales, incluyendo el de agua y un frotado suave, pueden ser dañinos para un cristal inestable, por lo que primero se deberá revisar el estado del cristal. Los métodos comunmente utilizados son:

- Agua. Es el más simple y básico agente limpiador. Se recomienda el uso de agua destilada, las aguas duras no deben utilizarse. Telas y cepillos suaves pueden utilizarse en conjunción con el agua para remover la tierra suelta y los excrementos de los pajaros. Chorros de agua a presión o de vapor no son recomendables.
- Agentes químicos. Agentes como el Calgón o basados en diferentes etilenos, han sido utilizados con éxito en diferentes trabajos de limpieza de vitrales. Este método es recomendable a través de una aplicación directa a la pieza a limpiar, y al terminar de limpiar los residuos del agente deben ser totalmente removidos con agua. No se recomienda inmersión total de los cristales en el agente químico.
- Ultrasonido. La limpieza por ultrasonido se utiliza ya en muchos talleres, pero unicamente por operadores experimentados. El tiempo de submersión es critico para el trabajo de limpieza, y nunca debe ser mayor a 6 minutos.
- Cepillos de fibra de vidrio. Es el método seco más adecuado para ser utilizado in situ, requiere de operadores experimentados.
- Rayo laser. Es uno de los más recientes desarrollos y está siendo utilizado con mucho éxito pero es un método muy caro que requiere un entrenamiento muy extenso al operador.
- Lápices de aire. Se utilizan estas pequeñas pistolas de aire para remover costras duras de tierra o suciedad.

Métodos de limpieza que no deben utilizarse:

- No se debe usar ningún método de limpieza si se detecta que el vidrio está descascarándose o si tiene pintura o esmalte suelto por cualquiera de sus caras.
- Los detergentes, blanqueadores, sosa cáustica, limpiadores que contengan amoníaco o ácidos (sobre todo ácido fluorhídrico) no importando en que porcentaje deben evitarse
- Paneles completos no deben sumergirse en ningún tipo de solución química.
- Cualquier método que raspe o raye la superficie del cristal debe evitarse.
- Limpiar con un lápiz de aire, ultrasonido o rayo laser no debe hacerse a menos que el operador sea experimentado.
- Las superficies del cristal limpio, en ningún caso deberán cubrirse con sellador o barniz "protector".

4.1.6.- Métodos para reparar edificaciones de piedra

Una edificación de piedra de cualquier edad y condición requiere de una persona especializada para evaluar su estado real y sus requisitos de reparación y mantenimiento. El objetivo es ayudar al ingeniero para que se familiarice más con el problema de la construcción en piedra y las diversas opciones de reparación y mantenimiento, en vez de discutir asuntos de investigación e inspección generales.

Existen muchos peligros asociados con la interferencia innecesaria o incorrecta con estructuras o superficies de mampostería, al igual que existen asociados con la negligencia. Aunque el problema de la interferencia no es nuevo, está presentando una tendencia a sustituir a la negligencia como el enemigo principal de las edificaciones históricas de piedra en las áreas de mayor afluencia del mundo. Algunos ejemplos típicos de la intervención dañina incluyen:

- 1.- Introducción de relleno masivo de concreto o vigas en mampostería agrietada pero estable.
- 2.- Introducción de grandes cantidades de lechada de cemento.
- 3.- Introducción de grandes cantidades de políéster o lechado de resina epóxica.
- 4.- Reemplazo innecesario de piedras desgastadas y bastante deterioradas.
- 5.- Ensanchamiento de los grosores originales de uniones y el astillamiento de aristas mediante el uso de discos para cortar y cincelos triangulares.
- 6.- Colocación superficial de uniones con mortero rico en cemento o con base de resina.
- 7.- Alteración de los perfiles originales de unión.
- 8.- Daño por limpieza abrasiva con aire o limpieza con disco.
- 9.- Daño residual asociado con limpiadores ácidos o alcalinos.
- 10.- Uso de tratamientos superficiales inadecuado, como repelentes al agua, consolidante o recubrimiento antigraffiti del tipo incorrecto.

En algunos casos el trabajo realizado no será nocivo físicamente, pero cuando las piedras son reemplazadas innecesariamente, o cuando se alteran los perfiles originales de las uniones, esto tendrá un efecto devaluatorio en la edificación.

Los puntos claves para obtener una buena conservación de la mampostería indudablemente son la experiencia en el reconocimiento y diagnóstico de problemas, la especificación competente, la mínima intervención física y las máximas habilidades técnicas en el lugar. Claramente, estos elementos deseables necesitan la participación de más de una disciplina, pero es probable que la disciplina central coordinadora será la del ingeniero civil.

Más adelante, el plan de acercamiento del ingeniero civil respecto a una edificación de mampostería se sugiere en forma de varias opciones de acción. Sin embargo durante una etapa temprana, a menos de que el problema sea muy simple, el ingeniero deberá involucrar al arqueólogo, historiador de arte, ingeniero **especialista**, arquitecto, químico analista, técnico en mampostería y conservador de piedras y **esculturas**.

La necesidad de examinar minuciosamente y registrar todo antes de que cualquier cosa se altere o repare es de **suma importancia**. En algunas situaciones es posible que no haya dinero disponible para realizar algún trabajo por muchos años. En estos casos el registro debe tener una **prioridad elevada**. La fotografía, la fotogrametría y monitoreo son importantes, y en algunos casos son críticos, pero también lo es la elaboración de dibujos, la toma de moldes y piezas fundidas, así como la fabricación de modelos exactos de los perfiles originales.

A pesar de existir algunas técnicas de registro bastante sofisticadas, y de que en algunas partes del mundo de la conservación existe un respaldo técnico tan especializado que la simple observación del lugar se relega, nunca existirá un sustituto para la observación cercana del lugar que se base en una larga experiencia. Todas las técnicas deben de estar subordinadas y respaldadas por la investigación personal en el lugar.

Los edificios de mampostería de gran valor histórico requieren para su reparación de un acercamiento y tratamiento especiales que demandan una cooperación estrecha entre arqueólogos, ingenieros, arquitectos y canteros.

La inspección y el diagnóstico de la condición se pueden considerar de una manera útil de la siguiente forma:

A) Las paredes (condición estructural)

B) Las piedras (individualmente)

C) Las uniones

A) Las paredes

¿Están ladeándose, pandeándose, volteando, quebrándose? En caso de ser así, las razones deben ser conocidas. ¿Son reales y "latentes" los problemas estructurales, o ya se resolvieron?

Las causas de los problemas pueden ser:

- **Asentamientos desiguales** (inconsistencia en la capacidad de soporte del suelo, asientos mineros, cargas desiguales provenientes de diferentes elementos de la construcción).
- **Desplome de arcos, bóvedas o apoyos** (efectos de la destrucción de soportes esenciales o elementos de contraempuje).
- **Inestabilidad general** (debido a alteraciones estructurales, explosión, terremotos, eliminación de piedras, deslavado del núcleo y uniones en las paredes).
- **Intervención estructural inadecuada** (tensiones ejercidas mediante sujetadores y amarres, colocación de pilares innecesario, lechados fuertes con base de resina o de cemento).

El trabajo de reparación para paredes debe estar precedido de una investigación y exploración detallada del lugar, incluyendo el monitoreo exacto. El trabajo no debe de ser visualmente impertinente y no debe originar nuevos problemas en la obra. El trabajo de reparación puede incluir:

- Apuntalamiento subterráneo transversal.
- Colocación de pilotes.
- Relleno a través de las fisuras.
- Inserción de vigas superiores ocultas en las paredes, vigas de sujeción, vigas angulares.
- Inserción de arquivates y sistemas colgantes para arcos.
- Junteo con argamasas.

B) Las piedras

¿ Están astilladas, oxidadas, quebradizas, polvosas, desfiguradas por la suciedad y corrosión diseminada ? En caso de ser así, las razones deberán de entenderse, utilizando análisis de laboratorio en caso necesario.

Las causas de los problemas pueden ser:

- **Ataque ácido en la matriz de aglutinamiento de las piedras** (Especialmente las areniscas calcáreas, dolomíticas, arcillosas y ferruginosas, y el mármol).
- **Formación superficial de sulfato en las piedras calizas** (Especialmente en zonas protegidas)
- **Formación de óxido en el contorno de las areniscas** (Especialmente en zonas de saturación)
- **Cristalización de otras sales** (Asociada con creciente humedad, lechado de cemento, piedras incompatibles).

- **Congelamiento**
- **Daño por incendio**
- **Deterioración de lechos suaves**
- **Deterioración de respiraderos y vibraciones**
- **Soporte incorrecto**
- **Oxidación de grapas de hierro**
- **Fisuras por compresión**
- **Manchado y eflorescencia después de la limpieza, decoloración, corrosión y astillado asociado con los tratamientos superficiales (Especialmente los tratamientos tradicionales de bloqueo de poros).**

Es posible que sea necesario el estudio de las secciones delgadas y análisis de sales; también se debe realizar la identificación del tipo de piedras y algún tratamiento o manchado inusual. Un registro en alzado con detalles del perfil a gran escala es necesario, en el cual cada piedra se pueda identificar y hacer referencia. Este registro puede ser una investigación medida, fotografía corregida o investigación fotogramétrica. Se deberá registrar todo el trabajo y tratamiento. El trabajo de reparación puede incluir:

- **Modificación del ambiente externo (proporcionar protección contra la intemperie, trayectoria nueva de los canales de agua, introducción de membranas a prueba de humedad, eliminación de la suciedad)**
- **Modificación del ambiente interno (humedad, controles de temperatura, restricción en el número de visitantes).**
- **Corte y reemplazo o colocación de una nueva fachada con las piedras correspondientes (para los perfiles originales).**
- **Corte y llenado con mortero (reellenos con base de cal para piedras calizas; reellenos con base epóxica o acrílica para areniscas, etc.; los reellenos de sujeción son permeables y no ejercen ninguna presión).**
- **Piedras fracturadas por perforación, lechado y empernado.**
- **Proporcionar yeso débil de protección (La preparación de estos yesos está diseñada para absorber la humedad y sales en solución sin una falla rápida)**
- **Proporcionar yeso sacrificial**
- **Limpiar y desalar parcialmente (Los paquetes de lixiviación de pulpa de papel, arcilla attapulgita o sepiolita y solventes).**
- **Usar un repelente al agua (Silicona o repelentes con base de estearato muy rara vez son útiles. El diagnóstico competente de la causa de humedad es esencial).**

- Usar un consolidante
Por ejemplo agua de cal para piedras calizas. Los alcoxisilanos son consolidantes prometedores; tetraetoxisilano (teos-etil-silicato) brinda una buena penetración y consolidación **sin la repelencia al agua**. Etiltrimetoxisilano (Eteos) consolida e imparte una repelencia al agua. La resina acrílica se puede agregar a ambas para impartir una dureza superficial. metiltrimetoxisilano (Mtmos) generalmente se usa en conjunción con un catalizador como una resina acrílica o jabón de plomo. A pesar de ser principalmente adecuados para las areniscas, los consolidantes de alcoxisilano se han usado convenientemente en piedras calizas síliceas y arcillosas y aún en piedras calizas de magnesia.

NOTA: Los consolidantes no deben utilizarse a menos de que la causa del deterioro y de que los constituyentes de la piedra se hayan entendido por completo. Se deberán primero considerar todas las demás opciones.

C) Las uniones

¿Están parcial o totalmente abiertas, bastante deterioradas, flojas o polvosas? ¿ Se han vuelto a colocar en un mortero inadecuado o impermeable?

Las causas de los problemas pueden ser:

- **Carbonación deficiente del mortero**
- **Saturación y congelamiento**
- **Cristalización de sales solubles** (de agregados contaminados, ambientes marinos, humedad creciente, humos).
- **Encogimiento y agrietamiento** (de mezclas húmedas o el uso de fuertes cales hidráulicas/cementos o mastique de aceite).
- **Alojamiento de abejas y ataque de pájaros a la mampostería.**
- **Crecimiento establecido de hiedra.**

Los trabajos para la reparación y conservación de las uniones son el tipo de trabajo que únicamente se debe realizar cuando la ausencia o falta de mortero está afectando en forma adversa a las paredes o piedras, o cuando el mortero fuerte y firme está ocasionando deterioro o es visualmente destructivo. El mortero original deberá analizarse con tamiz y el nuevo mortero deberá incorporarse a los agregados correspondientes y designarse para ajustarse a la condición de las piedras primero y después a la apariencia.

Tratamiento de lugares de alto valor histórico

Las edificaciones de mampostería arruinadas, especialmente aquellas que se clasifican como monumentos antiguos, presentan problemas especiales. Estos pueden ser de considerable

importancia arqueológica e histórica, los cuales se perderían en forma total o parcial si continuara el descuido o por otro lado, si se llevaran a cabo reparaciones deficientes e inadecuadas o restauraciones ignorantes.

Los lugares de importancia arqueológica pueden estar constituidos por paredes parcialmente en ruinas, o de un lugar abierto o arbolado con toda la mampostería sobreviviente debajo del nivel moderno del suelo, o en forma más común, una combinación de ambos.

El desarrollo de las áreas internas de la ciudades frecuentemente exhibe restos aún más problemáticos en el curso de la arqueología del rescate. Por lo general, debido a los programas de edificación, ninguna otra cosa más que el registro y eliminación de descubrimientos puede llevarse a cabo; excepcionalmente, el valor de un lugar descubierto es tal que las modificaciones de la edificación propuesta son posibles.

4.1.6.1.- Tratamientos de piedras existentes y nuevas

La buena práctica de la mampostería no siempre está en armonía con los objetivos de la conservación de piedras. El cantero capacitado y el propietario de una edificación antigua de piedra puede estar de acuerdo con el reemplazo de todas las piedras extremadamente dañadas o desfiguradas: el planteamiento del cantero puede estar en las mejores tradiciones de reparación y mantenimiento, y es posible que el propietario desee observar una edificación completa y primitiva. Sin embargo la conservación se trata de un mínimo reemplazo y una mínima restauración.

Corte de piedras existentes

Dentro del contexto de la conservación se debe lograr un balance moderado y sensible entre las restauraciones extensas y especulativas del siglo XIX y la opinión-reacción que para insertar alguna nueva piedra del todo en una pared antigua es una degradación y deshonestidad.

1. *El valor de las piedras.* El valor intrínseco de cualquier piedra labrada en una construcción varía de acuerdo con la edad de la edificación y la calidad y condición del detalle.
2. *La función de las piedras.* La función de cualquier piedra que se encuentra bajo consideración para su reemplazo, deberá haberse entendido claramente. Las piedras deterioradas que desempeñan un papel estructural y de las cuales depende la estabilidad y supervivencia de las demás piedras u otros elementos de la estructura, posee una prioridad clara para el reemplazo, casi indiferente de su valor intrínseco. Las piedras típicas en esta categoría son las piedras angulares, almohadones de arco y bóveda y costillas deterioradas.

Las piedras que desempeñan un papel de protección brindan otra función esencial. Algunos ejemplos de esta categoría incluyen las albardillas, pilares y vertientes de plinto y moldeo de etiquetas. El reemplazo de estas piedras, en caso de que estén deterioradas, es esencial para la supervivencia de las piedras que se encuentran debajo de ellas.

3. *La medición del tiempo para su reemplazo.* El gasto de un andamiaje es en sí, un impulso para reemplazar las piedras que ya están llegando a su límite y que pueden o no sobrevivir hasta el siguiente acceso del andamiaje en veinte, cincuenta o cien años.
4. *Trabajo de reparación alterno.* Las alternativas para sacar piedras siempre deberán considerarse primero.

Piedras de reemplazo.

Las nuevas piedras deberán corresponder a las originales de la manera más cercana posible. En muchos casos se tendrá que encontrar una piedra substituta. En estos casos se necesita un tanto de conocimiento de las características de las piedras originales y de las nuevas.

Cuando sea posible se deberá corresponder al terminado original, salvo que, por razones de exactitud histórica, la piedra de reparación se deje deliberadamente para un perfil más sencillo o con un terminado distintivo.

En algunas ocasiones, el perfil original puede no determinarse fácilmente, especialmente cuando ha existido un deterioro excesivo o cuando ha habido una sucesión de reparaciones o reemplazos probablemente durante varios cientos de años.

El hacer una copia de una copia es casi siempre un error, debido a que los detalles pueden reducirse o volverse menos exactos. Un perfil puede dibujarse en el lugar directamente sobre un inserto de zinc o plástico duro en donde éste se pueda deslizar hacia el interior de una unión cuidadosamente aserrado con una pequeña sierra para mampostería.

En circunstancias excepcionales puede ser necesario tomar un molde en arcilla y producir una buena pieza fundida de la cual se pueda tomar el perfil.

Colocación de nuevas piedras

Las piedras se pueden elevar a su posición con la mano, montacargas o con un malacate manual, dependiendo de su peso y ubicación en la edificación. La cavidad o lecho abierto para recibirlas deberá limpiarse cuidadosamente y se deberá esparcir una cama de mortero sobre la piedra antigua humedecida. La nueva piedra también deberá humedecerse para evitar el riesgo de deshidratación del mortero. El mortero puede ser una cama gruesa de 12 mm con tierra gruesa y arenisca para ajustarse al mortero original, o no más que una masa con mastique de cal de cantero.

Los orificios para el vaciado del lechado y los orificios de comprobación (puntos de salida para indicar el flujo del lechado) se dejan en las uniones. El lechado deberá ser de cal con una escoria baja en sulfato o cal y un aditivo puzolánico; éste no debe ser un lechado de cemento, el cual es quebradizo cuando se coloca, extremadamente duro y notable por producir manchas de sales alcalinas.

Revestimiento de piedras

La eliminación de la fachada original de la superficie de una pared de piedra antigua es un proceso drástico y uno que es bastante extraño para los principios normales de conservación. A pesar de que se debe resistir a la práctica mientras exista alguna esperanza de conservación de la fachada original, existen ciertas circunstancias en las que se puede justificar, por ejemplo, cuando la superficie de las piedras se ha desfigurado extremadamente por el salpicado, astillado o por la mala calidad de reparaciones superficiales.

4.1.6.2.- Enlucido de superficies externas de mampostería

Si existe una profunda certeza de la existencia de un enlucido exterior durante el período de edificación, entonces el enlucido con un material adecuado puede justificarse en bases históricas, visuales y de mantenimiento. La construcción de paredes de gran parte de las edificaciones de iglesias que se cubrieron para conservar las paredes a prueba de la intemperie. El enlucido puede haber fracasado y no haber sido reemplazado, o puede haber sido quitado violentamente y todas las uniones laboriosamente afiladas sin saber el diseño original e intención o simplemente por preferencia visual. A menudo existe la tentación de retirar el enlucido de paredes antiguas, especialmente cuando son extensas, cuando se ha realizado un parchado espantoso en un mortero denso; de hecho si una pared antigua se ha enlucido con un mortero impermeable rico en cemento, a menudo es una práctica sensata el retirarlo y reemplazarlo con un enlucido de cal más permeable.

Igualación de enlucido

Es necesario realizar un estudio cuidadoso acerca de lo que sobrevive del yeso original, o probablemente original. Si la evidencia es leve, puede ser difícil saber si existió un enlucido delgado o uno grueso o si, como es a menudo el caso de las piedras descubiertas o difícilmente revestidas, las uniones de mortero gruesas sencillamente se extendieron como una pasta acuosa sobre la mayoría de la superficie de la piedra. En estos casos, la línea de cualquier piedra angular revestida en relación a la mampostería de relleno puede servir de guía, al igual que para las demás edificaciones de edad y construcciones similares en el área.

En algunos casos, el enlucido puede haberse aplicado sobre piedras revestidas así como en el relleno, a pesar de que por lo general no sobre molduras. Es posible obtener algo de ayuda de las pinturas o impresos antiguos. Las áreas sobrevivientes del enlucido pueden analizarse para determinar las relaciones entre el aglutinante y el agregado y para ayudar a la identificación de los agregados para fines de correspondencia. Sin embargo, el diseño de un nuevo enlucido a pesar de intentar ser una buena copia visual del antiguo, deberá basarse más en la buena práctica conocida en vez de los resultados del análisis. Las muestras del nuevo enlucido deberán colocarse en la pared y ser aprobadas al momento de estar secas para el color y la textura.

Pintura del enlucido

Si el color de un enlucido puede lograrse en forma satisfactoria como el resultado de la selección de agregados, esto es obviamente preferible a la introducción de alguna forma de pintura. Cuando el color aplicado es necesario para seguir las condiciones existentes, el nuevo enlucido deberá secarse por completo antes de la aplicación. Bajo condiciones promedio de secado, la protección del trabajo contra la lluvia y la luz directa del sol, un enlucido de 25mm de grosor se tardará aproximadamente cuatro semanas en secar. Los sistemas de pintura que pueden aplicarse al nuevo enlucido inmediatamente después de este periodo son:

- Lavados con cal
- Pinturas protegidas con cal
- Pintura al temple (dependiendo del tamaño)
- Pintura al temple (dependiendo del aceite)
- Pinturas de cemento
- Emulsiones
- Pinturas de silicato

Estas pinturas también tienden a ser las más adecuadas para igualar los ejemplos anteriores sobrevivientes. Las pinturas que proporcionan un recubrimiento duro e impermeable, especialmente aquellos que se rocían, siempre deberán evitarse para edificaciones históricas en base a la apariencia y debido a que ningún recubrimiento puede nunca ser completo. El agua y la sal atrapadas detrás de una película rígida de pintura darán como resultado la pérdida de adhesión y pueden incrementar la humedad en una construcción y el riesgo de deterioro persistente debajo de la pintura.

4.1.6.3.- Reparación con morteros

La reparación de piedras con morteros, o la reparación con pastas como comúnmente se conoce, es útil para conservadores de piedras como una alternativa del corte y perforación con nuevas piedras. Desafortunadamente la reputación de tales reparaciones ha sufrido una especificación inadecuada, mal uso y un manejo inexperto. La reparación con pastas se considera como una opción barata para la reparación con piedras, pero la economía se relaciona muy a menudo con mano de obra de mala calidad. La reparación con pastas preparada y colocada en forma adecuada no es barata, salvo que su uso puede algunas veces significar la anulación de los artículos caros como soportes temporales para los reemplazos de piedras en bóveda y arco o para reducir la cantidad de corte requerido.

Las reparaciones con pastas son de interés e importancia particulares para conservadores debido a que la técnica frecuentemente permite la retención de más material original con mucho menos perturbación que sería posible para la ejecución de reparaciones convencionales de mampostería. En este respecto, la descripción familiar del método como una "reparación odontológica" es muy apta. La remoción cuidadosa del material deteriorado, la limpieza y esterilización de la cavidad y la colocación, compactación y terminado de la amalgama son comunes para la reparación tanto de dientes, como de piedras. La analogía puede extenderse más, si se lleva a cabo el llenado descuidado de cavidades preparadas imperfectamente, se habrán gastado mucha energía y material y el fracaso ocurrirá en un tiempo pronosticablemente corto.

El criterio que a continuación se presenta afectará la decisión para realizar una reparación de pastas:

1. ¿Permitirá el uso de mortero la retención de más material original que si se utilizara piedra?
2. ¿Evitará el uso de mortero la afectación de las áreas críticamente frágiles?
3. ¿Evitará el mortero la remoción de los elementos estructurales tales como dovelas de bóveda u otras dovelas de arco?
4. ¿Se desempeñará satisfactoriamente el mortero en el contexto destinado, es decir, será capaz de deteriorarse en la forma adecuada?
5. ¿Son las áreas que se repararán lo suficientemente pequeñas para ser reparadas con mortero? ¿Sería el enlucido más apropiado o se debería aceptar el reemplazo mayor de una piedra con una piedra similar?

6. ¿Brindará el mortero una reparación visualmente mejor que la nueva piedra dentro del contexto de un marco suavizado y deteriorado?
7. ¿Se tienen disponibles las habilidades para producir reparaciones con mortero de alta calidad?

Si después de considerar los factores anteriores, se decide proceder con las reparaciones de mortero, total o parcialmente; es necesario poner en operación los siguientes procedimientos:

1. Elaborar una lista de las piedras que se repararán con mortero o con piedra.
2. Elaborar muestra del mortero para igualar las diversas condiciones de deterioro en la edificación. Las piedras deterioradas presentan una variedad sutil de colores que debería igualarse en las reparaciones. Gran parte de la reparación con pasta sufre de una uniformidad no natural. Las reparaciones deberán prepararse como muestras en una pieza de piedra o loseta, no en un moldeo de madera.
3. Cortar las áreas dañadas.
4. Lavar y esterilizar la cavidad con agua y formalina.
5. Saturar la cavidad con agua utilizando rocíos manuales para evitar la deshidratación del mortero de reparación.
6. Colocar el mortero seleccionado de reparación, compactando en capas que no excedan 9 mm de grosor en ninguna aplicación. Dejar que cada una de las capas se seque antes de rehumedecer y colocar la siguiente capa.
7. En cavidades que excedan de 50 mm de profundidad y que se extiendan sobre un área superficial cuadrada de más de 50 mm, perfore y sujete con refuerzos no ferrosos o de acero inoxidable. Estos pueden variar entre pernos sencillos y armaduras. Los materiales más comunes son el cobre, fierro, bronce y alambre de acero inoxidable. Después de perforar para recibir el refuerzo, se perforan los orificios con un mortero epóxico antes de soportar el alambre, se deberán dejar 18 mm de cobertura para cualquier refuerzo.
8. La reparación podrá terminarse directamente en el perfil requerido utilizando una madera o una talocha cubierta de fieltro o con una esponja húmeda o trapo grueso.

Las reparaciones con mortero se deberán proteger de la luz directa del sol, así como de otras condiciones de secado rápido. Esto puede lograrse con pedazos de lana de algodón húmedos en reparaciones a pequeña escala, o con bolsas húmedas en áreas más grandes.

El tener cuidado, durante la preparación y después de la colocación de la reparación, evitará uno de los problemas más comunes asociados con este tipo de trabajo: la aparición de fisas grietas por encogimiento durante el secado.

Las diferentes mezclas no siempre proporcionan una gran variedad en el color requerido: En esta situación, se pueden agregar polvos de piedra a la superficie de la reparación antes de que se inicie el secado.

A pesar de que no se deberán usar reparaciones de pastas para áreas con exposición extrema, puede ser posible usarlas en comisas si también se proporciona un guardaagu de plomo. Una cantidad limitada de experiencia indica que las reparaciones con pasta de elementos expuestos como antepechos, puede funcionar bien si subsecuentemente son tratadas con un consolidante de silano catalizado.

4.1.6.4. Lechado

El lechado es la introducción de un agente aglutinante en forma líquida dentro de la mampostería o el suelo. El primer uso registrado de lechado fue en 1876. Anteriormente se utilizaban pastas acuosas de cal en Francia (por Bengay en 1802). En el año de 1886, el lechado a presión se utilizó en la actividad minera en Francia. En 1896, el belga, Albert François, desarrolló un método de perforación e inyección desde dentro de un eje, proceso que se llegó a conocer como el proceso de cementación de François.

El lechado a mano o con máquina ha sido un método tradicional para consolidar la obra de los monumentos.

Lechado de paredes de mampostería

La consolidación de mampostería histórica a menudo involucra la necesidad de estabilizar paredes mediante el llenado de los huecos dentro de su espesor. Esta operación se necesita más comúnmente cuando las paredes gruesas de construcción de doble capa final, con relleno de mampostería concentrada, han estado sometidas a la filtración de agua durante muchos años. La tendencia de esta acción de lavado es ocasionar que el mortero (a menudo de mala calidad en los rellenos) se desintegre y ya sea que se lave de las uniones abiertas, o se acumule como relleno suelto en la base de la pared o muelle. Esto algunas veces ocasiona el pandeo, agrietado y desplazamiento de las piedras. Las juntas desintegradas siempre deben ser raspadas y comprobadas con aguja para localizar vacíos, y se debe "sonar" golpeando con un martillo para verificar si no hay huecos. La remoción de piedras de superficie selectas y la perforación de muestras muy profundas de, digamos 100 mm de diámetro son otras maneras de investigar el núcleo.

La variedad de mezclas de enlchado es tan grande como la variedad de morteros de cimentación y el relleno, aunque hasta épocas comparativamente recientes los lechados simples, conformados tan sólo por cemento Portland ordinario y agua, eran de uso universal. Estos no se recomiendan. Grandes cantidades de este tipo de enlchado pueden crear problemas considerables para la obra de albañilería antigua debido a la formación de materiales parcialmente solubles tales como el calcio y el hidróxido de sodio durante la reacción de endurecimiento. Estas pueden causar manchas oscuras, eflorescencias y fallas de superficie locales debido a tensiones de cristalización. Aunque dichos enlchados tienen la atracción del bajo precio y la sencillez, el camino más seguro y sencillo es eliminarlos del trabajo en el material histórico.

El relleno de grandes huecos con un enlchado simple de cemento no es muy eficiente; además del problema de la sal soluble hay dificultades asociadas con la movilidad pobre, el alto encogimiento y el resquebrajamiento final.

Uno de los materiales de enlchado más útiles es indudablemente la ceniza combustible pulverizada de sulfato ("ceniza voladora") el cual, durante las últimas décadas ha sido utilizado cada vez en mayor medida junto con el cemento o la cal viva, o ambos, y otros aditivos que proporcionan masa o ayudan a la movilidad y la suspensión. La cal viva no hidráulica no puede ser utilizada sin un dispositivo auxiliar de colocación. La ceniza y la cal viva combinadas pueden producir un lechado móvil de fuerza baja a mediana, que frecuentemente es justo lo que se requiere para llenar huecos de las paredes dobles con centro de escombros. La ceniza reactiva es un aditivo puzolánico que, además, favorece la penetración.

La bentonita es otro aditivo relativamente barato que ayuda a mantener el material de cemento/ceniza/cal viva en suspensión, evitando el 'desalojamiento' durante el proceso de enlchado.

En muchos casos el uso de lechada líquida evita el desmantelamiento y la construcción nueva de obras de albañilería defectuosas.

Se podría decir que existen en realidad cuatro diferentes métodos básicos de enlchado:

1. Enlchado a mano
2. Sistemas de gravedad.
3. Sistemas bombeados en forma manual o mecánica.
4. Sistemas con vacío (aspiración)

La selección de un sistema se dicta por la naturaleza y condición de la mampostería. El enlchado local puede realizarse muy eficientemente a mano. Esta técnica es adecuada para vacíos pequeños y aislados o grietas finas y frecuentemente se lleva a cabo junto con el enjuntado y el relleno. El sistema de gravedad es particularmente adecuado cuando la mampostería es muy vulnerable al movimiento bajo presión. Los sistemas bombeados de diferentes clases pueden utilizarse para manejar la mayoría de los problemas de lechado. Los sistemas de vacío pueden ser útiles cuando se sospecha que existen fracturas finas y pequeños huecos de óxido.

4.1.7.-Consolidación y conservación

La idea de un tratamiento de la superficie que consolidará una piedra o material frágil, es muy atractiva para cualquiera que enfrenta los problemas de conservar ya sea una pequeña superficie de un gran valor intrínseco o grandes áreas en donde el reemplazo a plena escala parece ser la única opción. Una plétora de afirmaciones publicitarias, pseudociencia, prejuicios en pro y en contra del uso de consolidantes se combinan para hacer cada vez más difíciles las decisiones y especificaciones. Después de siglos de error y fracaso en el área, existen buenas razones para dudar si puede haber una solución práctica al problema de desacelerar significativamente el deterioro de ladrillos y piedras; al mismo tiempo, se supone una responsabilidad en el retirarse del problema. En algunas ocasiones, el hacer nada es buena práctica; a veces no hacer nada implica ser culpable de negligencia. Por lo tanto, es esencial cierta apreciación del potencial y las limitaciones de los consolidantes disponibles.

4.1.7.1.- ¿Cuándo se justifica el uso de un consolidante?

Todos los materiales de las obras de albañilería sufren los procesos de avejentamiento y deterioro. Algunos se alteran lentamente, de forma que rara vez provocan alarma y son visualmente placenteros; otros, después de un cambio lento, comienzan a degradarse más dramáticamente, conforme las matrices de cementación fallan o las capas exteriores de la superficie se descantillan, se cubren de ampollas o se descaman cuando las acumulaciones de sales solubles crean tensiones internas durante el curso de la humidificación y el secado cíclicos. Siempre hay una solución sencilla-- reemplazar el material agotado; pero, desde luego, el objetivo primero del conservador es conservar. Todos los medios establecidos, y los que prometen, para extender las superficies de las obras de albañilería históricas, deben, por lo tanto, ser de interés.

Hablando en términos generales, los consolidantes sólo deben considerarse bajo las siguientes circunstancias:

- 1.- Cuando las superficies de la obra de albañilería u obras esculpidas se están deteriorando de manera obviamente inaceptable y fácilmente cuantificable.
- 2.- Cuando las causas del deterioro han sido adecuadamente identificadas y comprendidas.
- 3.- Cuando no hay maneras prácticas para mejorar suficientemente la situación mediante la modificación de las piedras víctimas (tales como barreras de humedad físicas, planchas de escurrimiento, cubiertas, controles de humedad, reparaciones de juntas, puntadas, etc.)

- 4.- Cuando quien las especifica y las aplica conoce y comprende las propiedades del consolidante propuesto, sus partes constituyentes y la técnica de consolidación, y se han tomado en cuenta previa y adecuadamente todos los tratamientos alternativos posibles y el desempeño en el laboratorio y en el campo del consolidante escogido a la fecha.
- 5.- Cuando se han hecho registros completos del tema antes del tratamiento y se han atendido las necesidades para registrar todos los pasos del tratamiento y establecer las necesarias inspecciones de mantenimiento periódicas.
- 6.- Cuando los conservadores o quienes los aplican, están disponibles y son capaces de llevar a cabo la labor, teniendo en mente que son probables otras actividades de conservación.

4.1.7.2.- ¿Que consolidante debe utilizarse ?

Los intentos por consolidar o "preservar" no son de ninguna manera nuevos, pero el análisis científico de los mecanismos de descomposición y los "preservativos" no tienen más de cien años.

Los tratamientos más comunes del último siglo, de los cuales aún quedan rastros y deben reconocerse, pueden enlistarse como sigue:

Material	Superficie adecuada
Albúmina de huevo	--
Cal viva de caseína	Piedra caliza y yeso de cal
Cal viva grasosa	Piedra caliza y yeso de cal
Agua salobre	Piedra caliza y yeso de cal
Agua de barita(hidróxido de bario)	--
Laca	--
Aceite de linaza	--
Cera de abejas	--
Cera de parafina	--
Silicofluoruros de zinc y magnesio	--
Silicatos de sodio y potasio	Piedra caliza y estuco de cemento

Los efectos de muchos de estos tratamientos, tales como los sistemas de caliza y de hidróxido de bario se habrán perdido; el huevo y la laca pueden persistir en áreas resguardadas en forma de películas ligeramente decoloradas con escamas; los aceites y las ceras a menudo se decoloran profundamente debido a sus propiedades de atracción de polvo, son ligeramente pegajosos cuando están tibios y pueden quedar marcados por la cristalización de la sal debajo de la delgada capa de superficie; los silicofluoruros (los únicos tratamientos de patente del grupo que caen en esta categoría, conocida alguna vez como "líquidos de piedra" o "fluados") pueden sobrevivir en forma de películas poco atractivas, desiguales y entreverados, acompañado por marcado con hoyos y escamado.

Las lecciones del pasado remoto y del más reciente son claras. El pegado artificial o la impermeabilización o los tratamientos poco profundos de bloqueo de poros son inútiles o peor que inútiles, debido a que exacerbaban la condición que intentan mejorar y dificultan o imposibilitan la aplicación de los tratamientos mejorados posteriores.

De los tratamientos tradicionales, el agua de cal, la caseína de cal, la cal grasosa y el hidróxido de calcio, desarrollan un papel útil, la piedra caliza, los silicatos de sodio y potasio pueden ser utilizados en el estuco de cal, especialmente como vehículo de pigmentación. Los materiales "nuevos" más útiles pueden enlistarse como se hace a continuación:

Material	Superficies adecuadas
Alkoxisilanos Silicato de etilo (ester silicato)	Arenisca y piedra caliza, algunas cerámicas
Trietoximetilsilano Trimetoximetilsilano	Arenisca y piedra caliza, algunas cerámicas
Polímeros acrílicos Metilmetacrilato Acrílicos y siliconesteres	Arenisca y piedra caliza, algunas cerámicas
Epoxiás	Arenisca y piedra caliza, algunas cerámicas
Poliuretanos	Arenisca y piedra caliza, algunas cerámicas
Ceras "micocristalinas"	Arenisca y piedra caliza, algunas cerámicas

Los consolidantes aún cuando se seleccionen cuidadosa y correctamente, no realizan milagros. No debe pensarse como lechadas, llenadores de huecos o puentes, o adhesivos. A menudo se utilizarán sólo como parte de un tratamiento de conservación que incluirá reparación de cavidades, llenado de grietas, apuntalado con alambre de acero inoxidable y la limpieza o colocación de cataplasmas.

Todos los consolidantes, sin embargo, deben aplicarse sólo por personal experimentado que, como calificación mínima, deben ser capaces de analizar la obra con autoridad y conocimiento.

Consolidantes para mampostería de piedra

Recomendados

No recomendados

Silicatos de etilo
Alquil-trialcoxi-silanos
Alquil-aril-polisiloxanos
Resinas acrílicas
Hidrato de bario (barita)

Silicatos de sodio y potasio
Aluminatos de sodio y potasio
Fluorosilicatos de zinc y magnesio
Resinas epóxicas

Consolidantes en uso actual

- 1.- *Monómeros acrílicos*, polymerizados por (a) calor con un catalizador, (b) radiación de rayos gamma.
Polimeros acrílicos, por ejemplo, polímero acrílico disuelto en silano.
- 2.- *Alquil-trialcoxi-silano*, se puede emplear (a) sin catalizador, (b) con catalizador (por ejemplo, hidróxido de potasio y jabones de metal).
- 3.- *Aril-alquil-poli-siloxano*, por ejemplo, fenil-metil-poli-siloxano como solución de xileno.
- 4.- *Silicatos de etilo y éster de silicona*.
- 5.- *Resinas epóxicas*, por ejemplo, Método de Domasowski con soluciones de alcohol-hidrocarburo.
- 6.- *Agua de cal*.

4.1.7.4.-Conservación

¿Repelentes al agua como agentes de conservación ?

Debido a que el agua representa un papel primordial dentro de los procesos principales del deterioro de la piedra, es tentador creer que la aplicación de un tratamiento repelente al agua en la superficie de una piedra deteriorada detendrá los procesos de degradación.

Desafortunadamente, los resultados preliminares a menudo parecen muy prometedores y esto ha llevado a la gente a probar este tipo de tratamiento en los trabajos de piedra de importancia histórica sin esperar los resultados de experimentos a largo plazo en sustratos sin importancia. De hecho, a largo plazo, los tratamientos con base de cera darán lugar a decoloraciones a menudo inaceptables, incluso en áreas rurales. Las sales de cristalización descompondrán la superficie tratada o la escarcha ocasionará que toda la superficie se parta. Los efectos finales pueden ser peores que los resultados por no hacer nada. Aunque los repelentes con base de silicona no tienden a ocasionar la misma clase de decoloración al emplearse en esta forma, las demás consecuencias de su uso tienden a ser insatisfactorias.

¿Consolidantes como Agentes de Conservación ?

Podría argumentarse razonablemente que debido a los procesos de deterioro claramente debilitaron el trabajo de mampostería, particularmente superficies expuestas cercanas, cualquier tipo de tratamiento con repelente al agua deberá ir precedido por un tratamiento que ayude a restablecer la rigidez del área afectada y posiblemente le brinde a las regiones firmes, una mejor fuerza para resistir los agentes de desgaste. De hecho Edy y Rafa incluyeron agua de cal y también éster de silicona en sus experimentos para este fin.

El agua de cal es una solución muy diluida de hidróxido de calcio que, al absorber el gas de dióxido de carbono proveniente de la atmósfera, se convierte en carbonato de calcio, el componente principal de la piedra caliza. La idea es que el carbonato de calcio formado del agua de cal se cristalizará en lugares críticos en una piedra caliza y la reforzará.

Debido a que el hidróxido de sodio posee una baja solubilidad, muchos de los recubrimientos de agua de cal siempre serán necesarios para lograr algo considerable en la forma de reforzar, aún cuando los cristales se formen en los lugares más favorables en la piedra. No existe valor alguno al aplicar agua de cal en una piedra caliza.

¿Es imposible la conservación de piedras mediante la aplicación superficial?

Las propiedades demandadas de un agente de conservación de piedras perfecto son muchas y conflictivas. Por ejemplo se requiere un agente contra el agua para evitar la penetración de la humedad, pero al mismo tiempo, éste debería dejar que se escapara el agua que ha ganado su acceso en algún punto sin protección.

Una causa común de falla es que, aún en materiales porosos, y bajo las condiciones más favorables, el agente de conservación penetra exclusivamente a una profundidad relativamente pequeña y se forma una capa superficial que difiere en las propiedades físicas del material subyacente; las tensiones peligrosas tienden a presentarse y por consiguiente la capa puede resquebrajarse.

¿Es imposible la conservación de piedras mediante la aplicación superficial? Probablemente no, si se pudiera encontrar un material adecuado que lograra una impregnación profunda y conveniente, formará una barrera contra el movimiento del agua pero no contra el vapor de agua, y que no introdujera directamente o como una reacción del producto, las sales solubles en el trabajo de mampostería.

Tratamientos basados en la cal

Hay mucho que decir respecto al punto de vista que la composición de un tratamiento superficial debe ser similar a la de la piedra que se va a conservar. En la práctica, rara vez es posible lograr esto, pero el uso del agua de cal y el lavado de cal en la conservación de las piedras calizas, parece en principio ser un planteamiento ideal.

Parecen estar involucrados tres mecanismos a saber, la consolidación de la piedra caliza cerca de la superficie por el agua de cal, la sujeción de partículas sueltas de piedra en la superficie mediante el mortero de cal, y la protección sacrificial de la piedra caliza mediante el lavado con cal.

El *agua de cal* es una solución de cal apagada (hidróxido de calcio, Ca(OH)_2) en agua.

El *mortero de cal* es una pasta espesa de hidróxido de calcio, con o sin la adición de alguna arena inerte como un relleno.

El *lavado de cal* es una pasta acuosa de cal apagada, arena fina y polvo de piedra en agua al cual se le agregó la caseína.

Los rellenos de mortero de cal y los recubrimientos sacrificiales de lavado de cal parecen ser materiales útiles de conservación para utilizarse en las piedras calizas.

Filosofía de conservación mediante la aplicación superficial

Idealmente, cualquier tratamiento superficial que se aplique a un trabajo de mampostería de mérito artístico o histórico deberá ser reversible. Ningún tratamiento actual es perfecto y, a juzgar por el pasado, en el futuro se desarrollarán mejores. Es casi inevitable que mientras más eficaz y más duradero es un tratamiento para resistir las fuerzas que tienden a destruir la piedra, menor será la probabilidad de que el tratamiento pueda eliminarse sin dañar o producir una seria decoloración en la piedra. Las resinas acrílicas parecen estar acercándose al ideal debido a que normalmente son removibles con solventes orgánicos, pero en la actualidad no se ha comprobado que sean tan buenas en una consolidación profunda como **tratamientos basados en monómeros de silano**.

Todavía no se han desarrollado métodos seguros para remover los tratamientos con silano una vez que se han polimerizado. Idealmente ningún conservador debería cometer ningún error irreversible con algún tratamiento, pero desafortunadamente los errores sí ocurren.

4.2.- Limpieza y conservación de elementos inorgánicos metálicos

Deterioro de los metales

El deterioro de los metales es el resultado de los cambios físicos, químicos, y electroquímicos, o una combinación de ellos. A los cambios químicos y electroquímicos se les reconoce normalmente como corrosión.

Cuando a los metales se les coloca en contacto con otros materiales (albañilería, etc.) y con la atmósfera, los metales comienzan a intemperizarse. La tendencia común de los metales es la de revertir a su estado original en forma de óxidos. Por esta y otras razones con el tiempo requerirán eventualmente de trabajos de conservación, reparación, protección y reemplazo para que puedan seguir ejerciendo las funciones para las que fueron originalmente construidos.

Corrosión

La corrosión es la reacción química existente entre un metal y otra sustancia. La oxidación, es la corrosión más común y se da con metales en contacto con el agua o con el aire; la corrosión es un proceso complejo que se ve afectado por las condiciones ambientales. En ocasiones, la corrosión forma una capa superficial impermeable que protege al metal, impidiendo que la corrosión siga, como sucede con el cobre y el aluminio. Pero en otras ocasiones la corrosión continúa debajo de la capa del óxido, como sucede con el fierro.

La corrosión puede atacar un elemento arquitectónico o decorativo de metal en diferentes maneras. Un agente corrosivo puede atacar una superficie metálica en forma pareja, o en áreas selectas, dependiendo de la exposición y homogeneidad del metal. También puede corroer específicamente zonas del metal que han trabajado más allá de su límite, y que están sujetas a tensión, ocasionando resquebrajaduras y fisuras. La corrosión atmosférica es la causa de corrosión más común que sufren los metales; la humedad que contienen los gases y las partículas del aire ocasiona, en conjunto con la temperatura, una reacción química que puede afectar el rango de corrosión estándar.

Existe también la corrosión electroquímica, que es aquella relacionada con la corrosión debida al contacto de un metal con otro, o en ocasiones, con el mismo metal. La tendencia de un metal a la corrosión, se incrementa cuando está en contacto con otro metal más bajo en la Tabla de Elementos, y eso sucede a través de un líquido conocido como electrolito. El electrolito permite el flujo de electrones de un metal menos noble, hacia un metal más noble. El metal menos noble, funciona como ánodo y sufre la mayor corrosión, mientras que el metal más noble funciona como cátodo siendo corroído en menor grado. El electrolito puede provenir de la lluvia o de la condensación, y puede ser ácido, alcalino o una sal.

Procesos de deterioro mecánicos

Existen varios procesos puramente físicos, que pueden ser causa de deterioro de los metales.

Abrasión, que causa una constante remoción de la superficie del metal, que en algunos casos es protectora.

Fatiga, es la falla del metal que ha sido tensionado repetidas veces más allá de su límite elástico.

Deformación, es una distorsión permanente de un metal que ha sido trabajado más allá de su límite plástico, en muchas ocasiones debido a su propio peso.

Calor, usualmente en la forma de fuego, que causa que los metales sobrepasen su límite plástico ocasionando deformaciones y fallas.

Habiendo tenido la oportunidad de conocer las características generales de los metales, es conveniente entrar al estudio específico de la reparación y mantenimiento de los metales usados en el Centro Histórico.

Mantenimiento esencial en el hierro

El hierro sufrirá corrosión en presencia del agua y el oxígeno. El mantenimiento preventivo es esencial y se centra en evitar que estos dos elementos entren en contacto con la superficie del hierro. Esta tendencia a la corrosión hace esencial que los trabajos preventivos se lleven a cabo con periodicidad y atención.

Los pequeños defectos en la pintura deberán repararse tan pronto sean notados, para evitar el desarrollo de la oxidación bajo la pintura.

Los huecos en las piezas fundidas no deberán llenarse con concreto, ya que su encogimiento durante el curado, puede dejar ranuras que retengan el agua, ofreciendo excelentes condiciones a la oxidación.

Fallas estructurales

Las piezas de fierro gris que son repetidamente cargadas mas allá de su límite elástico se fracturarán. El fierro forjado es más resistente, y se deformará, a veces considerablemente, si es que se carga mas allá de su límite elástico.

Grafitización del hierro fundido

Esta es una forma de corrosión que afecta al hierro gris al remover su matriz férrica. Es una forma de corrosión anaeróbica (ocurre sin necesidad del oxígeno) en suelos o aguas ácidas, especialmente en el mar. El cambio en dimensión y textura que acompañan la grafitización es virtualmente nula, por lo que es difícil de reconocer, pudiendo ser un peligro oculto ya que afecta sus características mecánicas. El área grafitizada en ocasiones se puede ver como una superficie negra con pequeñas ampollas; esa superficie se puede romper fácilmente con un cuchillo mostrando el material interior desmenuzándose.

Cristalización del hierro fundido

Las piezas de hierro fundido pueden cristalizarse con la edad, llevándolas a ser quebradizas. Se piensa que esto puede estar relacionado con un exceso de fósforo en el material fundido. Esa dureza quebradiza también puede deberse al tipo de enfriamiento después de la fundición.

Corrosión

La corrosión del hierro se debe a la formación de óxido ferroso (herrumbre) debido a la reacción del hierro con el oxígeno y el agua, para que haya oxidación deben hallarse los dos elementos simultáneamente (excepto en el caso de grafitización. La corrosión usualmente se previene a través de la aplicación de una capa que separe el hierro del agua y el oxígeno) Prevenir la penetración del agua y su retención es primordial en este aspecto. Las capas se pueden aplicar en varias manos reduciendo así la posibilidad de oxidación, buscando que el hierro quede completamente aislado de los demás elementos.

Reparación del hierro forjado y del hierro fundido

Como con todos los materiales utilizados en edificios históricos, las piezas en hierro pueden tener una importancia que irá en proporción a su edad, a sus méritos, a su diseño, a su belleza, a su importancia tecnológica, asociación con personas o hechos, etc., y todo esto se debe estudiar y comprender antes de tomar una decisión con respecto a emprender los trabajos de reparación, mantenimiento o conservación.

El principal objetivo de cualquier trabajo deberá ser el detener el proceso de deterioro y estabilizar el estado de las piezas. La reparación es ya la segunda opción y se deberá aplicar cuando los trabajos de conservación no aseguren la vida de la pieza a mediano y largo plazo. Las reparaciones deberán basarse en el principio de mínima molestia.

Al estudiar las piezas de fierro gris o fierro forjado, se deberán tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Si las piezas forman parte de una estructura, deberá estudiarse cómo fueron puestas y de qué forma debían haber trabajado.
- De qué forma está trabajando la estructura actualmente.
- Si las piezas son primarias.
- Las condiciones de la estructura como un todo y las condiciones de las partes, así como el estado de las juntas, soldaduras, tuercas y tornillos, etc.
- Se deberán tomar niveles para revisar los posibles movimientos de la estructura, los cuales nos indicarán qué piezas son las más trabajadas.

Una vez terminado este análisis se podrá tomar alguna de las siguientes opciones:

- Si la estructura ya tiene un nuevo punto de equilibrio y sus miembros no están cargados más allá de su capacidad, lo recomendable es no intervenir dicha estructura, haciendo únicamente trabajos de conservación.
- Se puede optar también por reducir las cargas, para ello se pueden colocar nuevas vigas, reforzar columnas, aligerar los pesos muertos y vivos, etc.
- Se puede cambiar el régimen de tensión, introduciendo barras de tensión que reduzcan la tensión sobre ciertas piezas.
- También se puede decidir reforzar la estructura y, por último se puede desmantelar y volver a reconstruir, reparando y conservando las partes que sean necesarias.

Hay también otros métodos que se utilizan para reparar las piezas in situ, como son la soldadura. La soldadura del fierro forjado es sencilla y económica; por el contrario, soldar fierro gris es difícil, aunque posible si lo realizan profesionales con experiencia. No siempre es posible asegurar el éxito de esta soldadura, por lo que debe haber cuidadosa supervisión. Durante la soldadura el metal se calienta mucho, corriendo el peligro de recristalizarse si el calor aplicado es exagerado. Este tipo de soldadura es caro, por lo que mejor se recomiendan reparaciones en frío.

Las fracturas del fierro fundido, se pueden reparar o estabilizar con diferentes métodos:

- Colocando amarres o tirantes alrededor de la fractura.
- Colocando tornillos en ambos lados de la fractura.
- Colocando clavos o pernos fijos en uno de los extremos.
- Poniendo rellenos de epóxicos basados en partículas de hierro.
- Sustituyendo las piezas seriamente dañadas con nuevas fundiciones.

Limpieza y preparación de superficies

En los inmuebles del Centro Histórico, el hierro se pintaba primordialmente buscando una protección contra la oxidación, y ya en segundo término, buscando un efecto decorativo. Se aplicaban diferentes capas:

Base, principalmente se utilizaba una hecha con óxido de plomo y de color rojo o naranja. También se utilizaron óxido de hierro (de color rojo-café), polvo de zinc, aceite de linaza, petróleo y brea.

Capa intermedia, esta capa o capas eran aplicadas para darle mas espesor al recubrimiento, dificultando a la humedad y al aire el atravesar las capas.

Acabado, esta capa superior es la primera defensa contra la humedad y el medio ambiente y además determina la apariencia final del hierro.

El hierro en interiores, era protegido principalmente a base de aceites o ceras.

Debido a lo anterior, es recomendable hacer un análisis de las diferentes capas de pintura como parte de la preparación de un programa de repintado. Las muestras se pueden obtener raspando la pintura con una navaja o papel lija, analizando las muestras posteriormente.

Es importante una correcta preparación de la superficie, pues es la principal causa de falla. Aún las mejores pinturas pueden fallar en una superficie mal preparada, mientras que las pinturas más corrientes y baratas pueden funcionar bien en una superficie correctamente preparada. La preparación de la superficie es esencial para lograr una buena adhesión, para lograr ésto, la superficie debe estar libre de contaminantes como la grasa, jabones, sales solubles, óxido, etc. Se debe eliminar también las trazas de pintura vieja, las escamas y el polvo.

Cuando la pintura vieja está ampollándose o descascarándose debe removerse. Normalmente no es necesario quitar todas las capas de pintura, pero sí se debe llegar a capas firmes donde no haya trazas de que la pintura está levantándose. Una pintura sana se puede repintar con una pequeña lijada y agregando una o dos capas de pintura nueva.

Las áreas descascaradas también se pueden lijar, asegurándose que bajo la pintura no se encuentre ningún área con corrosión. Las nuevas capas de pintura se deben traslapar por lo menos 50 mm. con las áreas de pintura existente, por lo que las pinturas deberán ser compatibles.

En el caso del hierro forjado se llegan a formar escamas como resultado del sistema de fabricación. Esas escamas deberán de quitarse, aunque hay evidencia que indica que esas escamas se vuelven una protección contra el medio ambiente. El óxido debe removerse completamente antes de aplicar nuevas capas de pintura, el óxido que permanece se convertirá en una fuente de promoción de mayor oxidación, por lo que debemos de cuidar de removerlo totalmente.

Otros agentes importantes son las sales solubles, que son sulfatos de hierro y ácido clorhídrico y también deben ser totalmente removidas.

Para seleccionar el tipo de pintura a utilizar, debe tomarse en cuenta que en la actualidad hay una gran variedad de pinturas que se pueden aplicar al hierro gris y al hierro forjado y que van más allá de las pinturas tradicionales basadas en aceite (esmaltes). Es por esto que, escoger una pintura puede significar una mayor protección al hierro, en particular, en zonas donde el medio ambiente sea más agresivo.

El plomo rojo sigue siendo considerado como uno de los mejores pigmentos inhibidores primarios (primers); el fosfato de zinc es uno de los nuevos productos con poca toxicidad y excelentes resultados inhibidores.

Las pinturas que se utilizan para proteger productos de hierro, son de cuatro tipos: oleo-resinosas, aceites alcalies, aceites de uretanos y esteres epóxicos (alcoholes). Están listadas en función al incremento de protección contra la humedad.

También se pueden proteger los derivados del hierro, con acabdos electrolíticos, como son el niquelado, cromado, tropicalizado, etc.

Sin embargo, antes de decidir el sistema de protección a utilizar debe considerarse el valor histórico y arqueológico del recubrimiento existente, el valor de la pieza a recubrir, el tipo de medio ambiente al que estará expuesto, el lapso entre mantenimientos, las condiciones en que se aplicará el acabado y la posibilidad de contar con personal capacitado.

La pintura no se deberá aplicar en superficies húmedas, a menos que esté específicamente diseñada para ello, la condensación debe eliminarse de toda superficie. Es recomendable no aplicar las pinturas en épocas de lluvia, de niebla o épocas muy húmedas. La causa más frecuente de pobre adhesión de la pintura es la humedad, o el agua depositada en la superficie, o también la lluvia o rocío que dicha superficie reciba antes de secarse adecuadamente.

El espesor de la capa de pintura recomendable es de 125 a 250 micras, que equivale a cuatro capas de pintura, con dos capas de primer.

El cobre

El cobre fue utilizado principalmente en techos y como impermeabilizante, su costo inicial era considerablemente alto, pero la durabilidad y confiabilidad de su servicio, compensaba con creces el precio. Por lo que fue utilizado principalmente en áreas grandes como lo fueron las iglesias y los edificios públicos.

En los techos se utilizó en forma de teja de lámina de cobre, y este método se ha utilizado por más de 2000 años, inclusive el techo del Partenón fue originalmente construido con tejas de cobre.

Si el techo de cobre es correctamente calculado y colocado, se puede augurar un largo periodo de servicio. Cuando el diseño o la mano de obra estuvieron fallos, se encontrarán problemas que pueden variar entre que se encuentre una gotera, hasta que se caiga el techo.

Ocasionalmente se pueden encontrar fallas fortuitas causadas por lluvia, por accidentes o hasta por objetos que caigan de edificaciones adyacentes.

Cuando un techo cubierto con cobre falla, es necesario realizar una inspección exhaustiva de la superficie, los signos visibles de deterioro y daño, no siempre indican la extensión total del daño existente bajo la superficie. Al realizar esta inspección es recomendable llevar un micrómetro para revisar el espesor de las láminas. Se deberá tener mucho cuidado de que la superficie no esté mojada, pues la superficie de cobre se vuelve extremadamente resbalosa y si es posible dicha inspección se deberá posponer para otra ocasión.

Las causas principales de falla de un techo de cobre son principalmente de origen mecánico, por corrosión o por deterioro o falla de la subestructura.

Daño mecánico: desplazamiento por el viento, excesivo movimiento térmico, no haber previsto los movimientos térmicos, daño accidental.

Corrosión: lluvia ácida, agua de lluvia proveniente de otras superficies metálicas, concentración de gases.

Deterioro de la subestructura: comejenes y otros insectos que dañen la base de madera, condensación, base de madera podrida.

Las reparaciones tradicionales de techos de cobre, incluyen el cambio de piezas, la soldadura, agregar nuevas piezas y disminuir su largo para evitar las fallas de origen térmico, el asegurar las piezas para que no sean llevadas por el viento y por supuesto la pátina. Hay que estar conscientes que la pátina no siempre se forma, y cuando lo hace tarda de 10 a 30 años dependiendo de las condiciones atmosféricas y de contaminación de dicho lugar, es por ello que se han encontrado varios métodos para formar una pátina artificial que pueda proteger al cobre, pero ninguno de ellos trabaja consistentemente en grandes áreas.

El plomo

El plomo expuesto al medio ambiente se intemperiza en dos etapas. En la primera etapa se forma una delgada capa de carbonato de plomo que le da una apariencia de color gris claro, esta capa no está firmemente adherida y se puede lavar. Posteriormente, se transforma en una pátina de sulfato de plomo que es el resultado de la reacción con el bióxido de carbono, y en áreas contaminadas, con el bióxido de azufre de la atmósfera lo que forma una pátina de color más oscura y permanente. La parte inferior del plomo que no está expuesta a la atmósfera no desarrolla esta pátina protectora de sulfato de plomo y por lo tanto queda sujeta a la corrosión por condensación.

La lámina de plomo tiene un alto índice de expansión que siempre debe tomarse en cuenta. Las principales causas de falla de techos de plomo son:

- El uso de láminas desproporcionadamente largas en comparación con su espesor.
- El uso de un número excesivo de fijaciones.
- Falla de las fijaciones.
- Agua ácida proveniente de techos cubiertos de hongos.
- Contacto con materiales incompatibles.
- Reparaciones defectuosas previas.
- Condensación bajo las láminas.

Cuando la falla de un techo de lámina de plomo ocurre debido al pobre diseño o construcción, normalmente es debida a fatiga, al tamaño de las láminas o a la restricción al movimiento ocasionado por un método incorrecto de fijación.

La fatiga ocurre debido a que las láminas de plomo expuestas a los cambios de temperatura se expanden y contraen constantemente, y si no se les dejó suficiente juego, al contraerse se formarán bordes que con el paso del tiempo se abrirán dejando grietas. Esto sucede principalmente en los techos que tienen el largo de las láminas desproporcionado o fallas por excesivo número de fijaciones.

Generalmente un techo de plomo se deberá reparar y no reemplazar, a menos de que el plomo tenga fallas o corrosión en gran escala. Si la grieta o corrosión se localiza en la superficie, esa sección puede ser removida y otra nueva insertada derritiendo el plomo en los bordes con acetileno o equipo de soldar, pero nunca se debe usar soldadura pues tiene diferente índice de expansión termal y eventualmente se fracturará.

Es poco común que los techos de plomo necesiten limpiarse, sin embargo deben mantenerse limpios de excremento de paloma. Se puede utilizar un cepillo con agua tibia y jabón neutro, también existen geles especiales para limpiar plomo.

En los últimos tiempos se le han encontrado al plomo efectos dañinos sobre la salud, por lo que se ha eliminado de cerámicas, pinturas, etc. Y en ocasiones, cuando ha sido necesario reparar un techo de plomo se ha optado mejor por sustituirlo, en esos casos se han considerado como alternativas el aluminio, el zinc, el acero inoxidable, aceros tropicalizados, o el cobre.

No todos estos metales son considerados sustitutos satisfactorios del plomo. Lo ideal sería un material visualmente similar y con una actuación y características parecidas al plomo, a continuación haremos una evaluación de materiales sustitutos:

El cobre es muchas veces sugerido como sustituto cuando se va a reemplazar totalmente el techo, pero el color del cobre nuevo o intemperizado es totalmente diferente por lo que muchas veces no lo hace un sustituto adecuado.

La brillantez del aluminio tarda de 10 a 15 años en opacarse y empezar a parecerse al plomo. Además no se considera aceptable en medio ambientes contaminados, pues se incrementa mucho el riesgo de corrosión.

El zinc ya se ha utilizado como una alternativa barata del plomo. Su problema es que es mucho menos maleable que el plomo y requiere insertos de metales duros para proteger detalles.

Existen aceros inoxidable con un acabado más opaco que el tradicional, pero siguen siendo más brillantes que el plomo y además no sufren gran cambio con la intemperización por lo que no son recomendables. Además son duros y poco moldeables a las superficies.

El acabado de los aceros tropicalizados por lo general es también demasiado brillante y su vida útil es menor que la de cualquiera de los otros metales sustitutos.

El zinc

El zinc es susceptible a la corrosión causada por la condensación, las láminas de zinc expuestas a ella desarrollan la llamada oxidación blanca, que va desgastando y debilitando el material de zinc.

Los techos de zinc pueden también ser reparados, aunque los métodos utilizados no son tan sencillos como en el caso del plomo. Una lámina de zinc parcialmente dañada puede ser parchada con zinc, el cual se suelda traslapando los bordes y utilizando la soldadura especial recomendada para este tipo de trabajos. Los techos de zinc se dejaban sin pintar, y está costumbre es la más adecuada, ya que las capas de pintura bloquean los espacios anticapilares en las juntas ocasionando que el agua entre.

4.3.- Limpieza, conservación y consolidación de elementos orgánicos

Madera utilizada en edificios históricos

Valor histórico de la madera.

La conservación de la madera en un edificio histórico, presenta problemas técnicos y de enfoque. El valor histórico de un edificio puede depender de la forma en que se utilizó la madera para su construcción y decoración; en este sentido, para que un edificio mantenga su interés histórico, es necesario realizar todo tipo de esfuerzo para preservar la madera dentro de su contexto original, o si esto es estructuralmente imposible, repararla de tal forma que evidencie de que manera fué utilizada la madera inicialmente. La conservación y la reparación, son por tanto dos diferentes campos. La conservación implica tomar pasos que aseguren que la madera original será protegida de futuro deterioro; mientras que la reparación se puede definir como reparar la madera de tal forma que le permita ejecutar de nuevo la función para la que fué diseñada originalmente.

Edificios con estructuras de madera

En la mayoría de los casos las estructuras de madera que se encuentran en una construcción son hechas para sostener los techos o los entrepisos. Siempre hay ciertos lugares, donde las fallas pueden aparecer como resultado del deterioro de la madera. Los síntomas son generalmente la deformación del marco o el agrietamiento o desplazamiento de acabados o paneles en las paredes internas o externas, la causa de lo cual es comúnmente un miembro roto o cortado de dicha estructura. Las fallas en los techos provienen generalmente de deterioro o descomposición de la madera, provocado por alguna falla en los materiales del techo (humedades), una inspección minuciosa del techo podría revelarla. Pero en otros casos, no tan obvios, la verdadera falla puede provenir de los muros que soportan dicho techo, pues en algunos casos se empiezan a abrir o a pandear ocasionando que la estructura no trabaje como fué diseñada.

Reparación de estructuras de madera

La reparación de cualquier estructura de madera, ya sea la de todo el edificio, o solamente la del techo, lleva como primer paso apreciar y entender dicha estructura como un todo. La falla de cualquier miembro de dicha estructura, va a ocasionar esfuerzos en los miembros restantes, de ahí la importancia de descubrir porque falló un miembro, antes de emprender su reparación. Generalmente es razonable asumir que el diseño original era correcto, por lo que si se puede llevar a cada miembro a ejecutar su función original, la estructura volverá a ser una entidad estable. Asumir lo anterior nos evitará el entrar a grandes reparaciones, preservando la validez histórica del edificio.

Toda estructura tiene miembros de compresión y miembros de tensión, el proceso de reparación de cada uno de ellos es diferente.

En la reparación de un elemento de compresión puede ser necesario cortar una sección deteriorada, insertando madera nueva, para poder restaurarle el área de compresión completa a la sección. Se debe tener cuidado de que los cortes vayan en el sentido del grano de la madera. Es necesario además, que la inserción se ajuste y tenga un contacto pleno con las demás piezas.

En la reparación de un elemento de tensión se requiere otro criterio, aunque el objetivo será también restaurar el área de la sección. La madera posee una fuerza tensil sorprendentemente alta, que depende de la continuidad de su estructura granular. Una grieta ancha a lo largo del grano, por ejemplo, no reducirá significativamente su fuerza tensil, mientras que un nudo o el agujero de un taladro sí la afectaría. Por eso, si el elemento no resiste la fuerza de tensión, deberá de ser cambiada la parte dañada en su totalidad. El uso de refuerzos de acero se comentará más adelante.

La falla en las juntas de los miembros de la estructura, puede ser tan peligrosa como las fallas en los mismos elementos, y además son lugares particularmente vulnerables al ataque de insectos u hongos. La reparación de las juntas usualmente requiere de desarmar y volver a armar sustituyendo las partes deterioradas.

Deformación de las estructuras de madera

Una estructura puede llegar a tener deformaciones considerables, como consecuencia de la deformación de algunos de sus miembros, esto es debido a que comúnmente se construyen con madera verde. Sin embargo, esto no es peligroso mientras que las juntas permanezcan sanas y sólidas. Pero es recomendable revisar todo tipo de deformación, pues puede ser un signo de una falla, lo cual no se puede descartar hasta no haberlo estudiado y convencerse de que esos temores son infundados.

En el caso de traveses de madera, la deformación puede haberse suscitado desde el inicio, y como tal, no necesitan ser reparadas.

Reparación de piezas de madera talladas.

El valor y el interés de un tallado puede ser tal, que anteponga su conservación a toda costa, aún si ese miembro está gravemente deteriorado. La conservación debe primero eliminar la causa del deterioro, en el caso de que forme parte de una estructura se buscará eliminar la carga sobre esa pieza, de tal forma que ese miembro tallado solo trabaje cargando su propio peso.

Tratamientos en las maderas

Los hongos que pudren la madera son los principales depredadores de ella. Los hongos obtienen su comida orgánica de las partes vivas o muertas de otras plantas o animales. Para que puedan crecer los hongos en una fuente de comida adecuada, es necesaria la presencia de humedad mayor al 20%, la presencia de aire y la presencia de una temperatura apropiada. La temperatura óptima para la mayoría de estos hongos es entre 20 y 22 C.

Los efectos sobre la madera se pueden encontrar con una inspección visual, comúnmente hay un cambio de color y de peso, además de que la madera se empieza a partir a lo largo del grano.

Procedimiento para tratar madera infectada.

1. Descubra toda la madera para determinar la extensión y el tipo de ataque.
2. Identifique y localice las fuentes de humedad, y lleve a cabo los trabajos necesarios para terminar con ellas.
3. Corte la madera infectada y quemela.
4. Cuidadosamente remueva todo el desperdicio que pueda estar infectado, como lo es el aserrín.
5. Provea ventilación adecuada.
6. Aplique un preservativo orgánico a la madera sana situada alrededor de la madera infectada.
7. Asegúrese que la madera nueva ha sido tratada por inmersión con ese preservativo orgánico.
8. Trate áreas específicas con pasta fungicida.

Control ambiental en edificios históricos.

El impacto del tratamiento anterior en un edificio histórico que ha sido infectado puede ser considerable en términos de destrucción y también en problemas asociados con el secado de la madera ocasionando la aparición de sales. Por lo que el procedimiento para tratar madera infectada solo puede seguirse en algunos pasos, pues en cuanto respecta a la remoción de madera algún compromiso es en ocasiones necesario. En algunos casos este compromiso se ha obtenido a través de un control y monitoreo ambiental.

El rol del agua en crear condiciones favorables para el ataque fungicida o de los insectos es bien conocido. Por lo que el mejor remedio para evitar dichos ataques yace en mantener los límites de humedad dentro de unos parámetros seguros. La madera no se deteriorará debido a ataques fungicidas si se le mantiene con un contenido de humedad menor al 20%. Los contenidos típicos de humedad de la madera son del 12 al 18% en planta baja, del 10 al 15% en plantas altas y del 12 al 25% en techos.

Crear condiciones para el control ambiental es el medio para contener la propagación de los hongos, y con excepción de la destrucción o esterilización total es uno de los mejores métodos para evitar o eliminar dicho problema. Cuando la humedad ha sido erradicada de un edificio, la observación de las zonas vulnerables a través de monitores de humedad in situ, nos deberán dar la suficiente información para mantener esas zonas libres de infección. Este método previene la destrucción inútil de maderas y yesos, y con mantenimiento y supervisión adecuados es mejor garantía que los métodos tradicionales. El peligro de este método reside en el factor humano, pues si las inspecciones no son llevadas a cabo periódicamente y tomándose las acciones preventivas, el potencial de la pérdida es considerablemente mayor que el de utilizar desde un inicio el método tradicional de tratamiento.

Insectos destructores de la madera.

En el mundo el insecto que causa la mayor cantidad de daño a la madera, es la termita, aunque no es el único insecto que lo hace, por ejemplo los escarabajos del tipo coleóptero también la atacan.

Procedimientos para atacar la madera infectada por insectos.

- 1.- Descubra toda la madera para determinar la extensión y el tipo del ataque.
- 2.- Aspire el aserrín y desperdicios de la madera.
- 3.- Corte los pedazos de madera severamente deteriorados y reemplácelos con madera nueva tratada
- 4.- Aplique a la madera tratada un insecticida líquido, hasta que se sature.
- 5.- Trate ambas caras de la madera antes de colocarlas.

Insecticidas depositados con humo

Desde hace varios años insecticidas de contacto han sido colocados en áreas inaccesibles a través del humo. Este sistema ha demostrado su eficacia en el control de insectos siempre y cuando los tratamientos se lleven a cabo en una base anual.

Este tratamiento debe aplicarse en días sin viento y con la temperatura menor a 15 C. Cuando es encendida la hoguera, se levanta una columna de humo la cual durante su movimiento ascendente coloca el insecticida en la parte inferior de la madera, y tan pronto llega el humo al techo se empieza a enfriar ocasionando que baje el humo y deposite el insecticida ahora en la parte superior de la madera. El edificio deberá quedar cerrado por lo menos doce horas.

Preservadores de la madera.

Los preservadores son de tres tipos:

- a) De alquitrán, por ejemplo la creosota.
- b) De solventes orgánicos como el pentaclorofenol.
- c) De origen hidrico, como el arsénico cuprocromico.

Estos preservadores se pueden aplicar en diferentes formas:

1. Con cepillo o aspersión.
2. Con el uso de emulsiones espesas, especialmente para vigas o maderas de sección gruesa.
3. Con la inserción de barras de insecticida en agujeros pretaladrados.
4. Con inyecciones de insecticida clavadas en nipples plásticos que deben haber sido colocados con anterioridad.

Tratamientos de madera expuesta a la intemperie.

Los puntos que corren más peligro de deterioro en madera expuesta a las inclemencias del tiempo son aquellos donde se unen piezas horizontales y verticales, donde están los clavos, en las juntas entre paneles, etc. Una superficie de madera en la intemperie no debe sellarse, pues eso tendería a dirigir y retener el agua en las juntas, pudiéndose volver un fuerte factor de deterioro; se debe proteger la madera con un preservador claro que no tenga propiedades selladoras (como el aceite de linaza). El rellenar las juntas o las grietas de la madera puede también ser dañino, pues normalmente se acaba reteniendo agua; sólo cuando la hendidura es de tal forma que dirija el agua hacia el interior de la madera, es cuando deberá rellenarse con mastique o algún tipo de resina.

Cuando la madera exterior se usaba en decoración, como en las cornizas, o puertas principales, etc.; en una gran cantidad de edificios era pintada, por lo que se deberá hacer un análisis para determinar cual era el color original antes de repintarla, debiéndose tener mucho cuidado en que estos elementos queden con ventilación.

CAPITULO 5

IDENTIFICACION Y APLICACION DEL PROCESO DE LIMPIEZA Y CONSERVACION PROPUESTO EN ESTE TRABAJO

5.1.- Causas del deterioro in situ.

El deterioro de los inmuebles dentro del Centro Histórico de la Ciudad de México se debe principalmente a las siguientes causas:

1. La acción del paso del tiempo sin los mantenimientos adecuados o necesarios.
2. Precipitación de contaminación, en forma de hidrocarburos parcialmente quemados; éstos ocasionan que se vaya formando sobre los elementos constructivos, una capa oleosa que no permite respirar a dichos elementos.
3. La acción de agentes atmosféricos, como la lluvia ácida.
4. La acción de la humedad:
 - a) Nivel freático.
 - b) Falta de mantenimiento en impermeabilizaciones, tuberías y drenajes.
 - c) Agua estancada por coladeras tapadas en la vía pública y que al pasar los automóviles salpican a los edificios; así como coladeras tapadas en las azoteas de los inmuebles.
5. La acción de agentes externos:
 - a) Vandalismo.
 - b) Graffitis y pintas.
 - c) Ambulantaje.
 - d) Mala implantación de accesorios en las fachadas o azoteas de los edificios (anuncios, etc.).
 - e) Guano de aves, especialmente de palomas.
 - f) Cartelones, posters, publicidad.
 - g) Crecimiento de líquenes, musgos y plantas.
6. Ignorancia:
 - a) Modificación de los claros y espacios de los edificios, para acomodar diferentes negocios.
 - b) Mantenimientos defectuosos e inapropiados.
 - c) Abandono.

Todas estas causas ocasionan el deterioro de los inmuebles, pero una de las más dolorosas es la originada por la ignorancia, pues en muchos de los casos se actúa de buena fe, con un costo alto y resultados desastrosos. La ignorancia de la gente no calificada para efectuar la limpieza y conservación de un edificio histórico es algo muy común; estas personas tratando de remediar un problema, utilizan métodos dañinos que en vez de remediar el mal lo exacerbaban, como puede ser pintar una cantera o un tezontle, o resanar con cemento una fachada.

Todas las causas anteriores se reflejan en los edificios de alguna de las siguientes formas:

- a) Ennegrecimiento de las paredes del inmueble
- b) Decoloración de las fachadas por causa de la acción del sol y de la lluvia.
- c) Faltante de piezas, de juntas y hoyos en las fachadas.
- d) Piezas cacarizas, descascaradas y muy intemperizadas.
- e) Cambio de tonos y colores en muros del edificio.
- f) Piezas sueltas en fachadas, por mala fijación de los elementos.
- g) Piezas de muros y techos cuarteadas.

5.2.- Pruebas de limpieza en áreas pequeñas

Debido al valor único de los edificios históricos y a que muchos procesos pueden causar daños irreversibles, es necesario efectuar estas pruebas en áreas pequeñas, aunque sean métodos ya probados, usados en otras construcciones. Se requiere siempre hacer pruebas previas para todos los sistemas de limpieza propuestos, es indeseable generalizar. Es un hecho que existen agentes y técnicas específicas de limpieza que han trabajado efectivamente en proyectos similares, pero esto no es razón para asumir que tales agentes y técnicas deban ser efectivas en el proyecto actual. Mientras que la experiencia es importante para efectuar el calendario de obra, para implementar el proceso de limpieza y para determinar que sistema de limpieza es el más apropiado para la evaluación, esto no substituirá a las pruebas previas. Los programas de pruebas se deben diseñar principiando desde las condiciones de trabajo más nobles (bajas presiones de enjuague), las más bajas concentraciones de químicos, procesos de limpieza prácticos, capaces de lograr los niveles de limpieza requeridos.

Los siguientes factores se deberán de considerar para el diseño de las pruebas:

- a) Las áreas de pruebas deben ser lo suficientemente accesibles para la aplicación y para la evaluación de los agentes.
- b) El programa de pruebas debe emplear las mismas técnicas, procedimientos y equipo propuesto para el proceso general de limpieza, y debe incluir la evaluación de los materiales y técnicas propuestas para proteger las áreas vecinas y las superficies donde no se aplicará el proceso. También deberá considerar el desalojo de los materiales de desecho (aguas residuales).

- c) Las pruebas deben ser realizadas en áreas sin obstrucciones, en lugares con manchas representativas y deben de incluir la evaluación de todos los tipos de piedra que serán tratados.
- d) La cantidad y tiempo de permanencia del agente en las fachadas y en el inmueble.
- e) Determinación de los agentes nocivos que están actuando en las fachadas y muros del inmueble.
- f) La confiabilidad del producto.
- g) La cantidad de los resultados.
- h) Cuando se efectúen pruebas para eliminar capas de pintura, las pruebas se deben hacer en la fachada principal y en los lugares donde existan diferentes tipos de pintura.
- i) Las pruebas previas pueden revelar la presencia de capas de impermeabilizantes (silicones, etc.) u otros tipos de tratamientos de limpieza, que impiden la efectividad del agente químico diseñado para una mancha en particular. La presencia de tal capa (a veces invisible), puede requerir la incorporación de un proceso adicional de limpieza y remoción.
- j) Solamente los paneles secos serán evaluados. La evaluación prematura de las áreas de prueba húmedas pueden causar que se aumenten los parámetros del sistema de limpieza, aumentando la concentración de los químicos, tallando con productos abrasivos, etc., en un intento por mejorar la apariencia mojada. El tiempo requerido para que las piedras sequen totalmente varía dependiendo del tipo de piedra, de su exposición, condiciones climatológicas y otros factores. Por eso es preferible dejar pasar tiempos largos, pero cuando eso no es posible, las áreas de prueba se dejarán secar por lo menos 24 horas.
- k) Los paneles de prueba tendrán un monitoreo total para verificar que estén libres de residuos ácidos o alcalinos.

La ejecución de pruebas, al llevarse a cabo eficientemente, debe determinar el proceso de limpieza, las concentraciones de los líquidos, las presiones de enjuague; los equipos de abrasión, tamaños de lijas y otros factores que permitan obtener el grado de limpieza requerido sin dañar la superficie pétreo o los demás accesorios del inmueble. Para ello se elegirán 3 ó 4 áreas de 2 metros cuadrados, escogiendo los lugares y materiales más representativos del inmueble, en los cuales se aplicará el producto con una máquina de aspersión y se dejará actuar a intervalos de 5, 10 y 15 minutos de activación. Posteriormente se deberá realizar el enjuague para, al final, verificar los resultados. Las áreas de prueba también deberán usarse para determinar el tipo de piedras más adecuado para reemplazar las faltantes o parchar paredes.

5.3.- Evaluación de las pruebas.

Después de 7 días de haber llevado a cabo la prueba, ya estando secas las áreas, se evaluará la eficiencia del producto, revisándose el resultado final de limpieza en cada una de las tres áreas.

Podremos ver que en paredes lisas y no muy sucias, la prueba de 5 minutos es suficiente; pero en áreas de mayor suciedad o más difíciles de acceder, como en el caso de las cornisas, goteros, esquinas del edificio, etc., el mejor resultado se encontrará en la zona de activación de 15 minutos, principalmente si el ennegrecimiento fue debido a hidrocarburos o pintura.

La verificación con el microscopio portátil comprobará que no hubo desintegración de los enlaces intergranulares; habiéndose realizado una limpieza eficiente, lográndose una apariencia limpia, pero respetando la pátina noble del tiempo en los elementos.

Se deberá utilizar también un analizador de sales, para verificar que la cantidad de carbonatos y cloruros contenidos sean menor de 5 ppm en las áreas más sucias.

Por último se llevará a cabo una inspección visual que corrobore que la apariencia de las piedras (cantera, etc.) y de los demás materiales limpiados es agradable, pero conservando la pátina noble del tiempo, sin precipitaciones de sales que alteren la coloración y sin ninguna desintegración de la superficie tratada.

En conclusión, se debe dejar el producto 5 minutos en las áreas menos sucias y quince minutos en las áreas más sucias y contaminadas para obtener los mejores resultados de la limpieza. Esta evaluación previa proporcionará datos cruciales en cuanto a la calidad del agente de limpieza y a su tiempo de activación. Para después extrapolar dichos resultados a todo el inmueble, de acuerdo a las áreas representativas donde se efectuaron dichas pruebas.

5.4.- Agentes de Limpieza.

En capítulos pasados hemos explicado cada uno de los métodos de limpieza que se usan más comúnmente, desde el agua simple, el agua con jabón neutro, hasta la limpieza con ultrasonido o rayo láser. De entre todos estos métodos nos hemos convencido, después de una cuidadosa evaluación, que el método a aplicar más adecuado, es el método de limpieza de aspersión con agua a presión controlada. Pues este método nos permite humedecer y enjuagar totalmente las áreas, sin dañar ninguno de los elementos, ya que aunque la cantidad de agua que se utiliza es grande, esta agua sale con presión suficiente para quitar la suciedad o los productos aplicados, pero no para dañar ni siquiera las piedras más suaves.

Como dijimos anteriormente, una vez que las pruebas de limpieza se han completado, la información derivada de las pruebas se utiliza para desarrollar las especificaciones de los agentes y de los procedimientos para el proceso de limpieza. En nuestro caso, tomamos en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El proceso de limpieza recomendado en las pruebas previas y la evaluación hecha en los diferentes tipos de piedra del exterior, nos llevan a la conclusión de que deberemos usar agentes de limpieza del tipo químico y enjuagados con el método de aspersión a presión controlada de 1.8 kg/cm² (25 psi). Los productos más recomendados están hechos a base de alcoxialkilsiloxanos, los cuales al reaccionar con la superficie y la humedad se transforman en un compuesto siloxano altamente repelente al agua. Estos productos son superiores a los repelentes de silano, acrílico y estereatos metálicos convencionales debido a que permiten una mayor penetración en la obra de albañilería, los poros no se obturan, manteniendo el 99% de la permeabilidad natural del vapor, previniendo el daño ocasionado por la humedad atrapada. Además tienen una mayor resistencia a la alcalinidad de las superficies, permitiendo un buen funcionamiento sobre superficies de argamasa, lechada y concreto, donde otros tratamientos a menudo fallan. A continuación veremos unas ilustraciones donde se muestra como los selladores forman una película sobre la superficie protegiéndola sin bloquear los poros.
- b) Los agentes de limpieza deben ser los adecuados para cada tipo de mancha y tipo de piedra en que se aplicarán. Podrán ser diferentes los agentes aptos para la eliminación de los hidrocarburos, de las pinturas, de las sales depositadas por la lluvia o las humedades, del guano de las palomas, etc. Existen limpiadores hechos a base de ácidos orgánicos e inorgánicos que para la limpieza final, remueven la argamasa, polvo y manchas en los ladrillos, azulejos, agregados expuestos y otros tipos de materiales cuyas manchas no sean de origen metálico. Estos detergentes ofrecen ventajas importantes sobre los limpiadores tradicionales como el ácido muriático, pues sus agentes inhibidores de humidificación permite que el producto permanezca sobre el material durante periodos de tiempo más largos.
- c) En el caso de mármoles y piedras calizas se podrán utilizar cataplasmas de barro, diferentes tipos de aguas tratadas o algún otro método que utilice productos químicos adecuados.
- d) Los agentes de limpieza deberán estar diseñados para ser enjuagados con la mínima presión del equipo de aspersión de agua. Se ocupará agua limpia para premojar las áreas antes de ser tratadas con los agentes limpiadores y para dar un enjuague final para eliminar todos los residuos de las superficies tratadas.
- e) Se proveerán agentes neutralizantes de acuerdo a los monitoreos efectuados antes, durante y posteriores a la aplicación general de limpieza.
- f) Se deberán de utilizar al final consolidadores, que son los productos diseñados para estabilizar los materiales de construcción que se han deteriorado durante años de estar expuestos a los efectos climáticos y a los contaminantes. Los consolidadores están hechos en base a esteres etílicos. Estos consolidadores reemplazan a los materiales de unión naturales perdidos o dañados por influencia del clima, mejorando la integridad de la superficie y el sustrato del material con productos de enlace a base de SiO₂. Estos productos se pueden utilizar en la mayoría de las superficies de albañilería absorbentes (piedra natural, concreto, estuco, ladrillo, argamasa, etc.).

- g) En áreas con pintura o grafitis se utilizarán desmanchadores a base de solventes que proporcionarán una protección invisible en las obras de albañilería. Estos desmanchadores son comúnmente geles que combinan una protección duradera con una barrera de superficie renovable para simplificar la remoción de grafitis subsiguientes. Estos productos protegen a las superficies en contra de grafitis, aceites y agua.

5.5.-Preparación del sitio.

La preparación previa al proceso general de limpieza, incluye:

- a) Todas las juntas y orificios del inmueble se tapan o sellarán temporalmente para prevenir cualquier intromisión de las aguas de lavado dentro del inmueble.
- b) Se verificará el buen estado de todas las tomas de agua, electricidad, mangueras y extensiones eléctricas que se utilizarán durante el proceso de limpieza, debiendo cumplir con las normas NOM (Norma Oficial Mexicana).
- c) Se deberán proveer los tapias adecuados, para evitar que gente ajena al proceso pueda salir lastimada. Además el sitio deberá contar con el andamiaje adecuado y cualquier otro tipo de plataformas que guarden las normas de seguridad y que permitan el acceso a todos los niveles de muros y fachadas.
- d) El personal deberá de contar con todo el equipo de protección necesario para tratar de evitar accidentes, entre este equipo deberán hallarse cascos, lentes de seguridad, impermeables y calzado adecuado, y los equipos necesarios (como líneas de vida) para el caso que trabajen en las alturas.
- e) Todas las superficies que no sean de piedra, los arbustos y plantas cercanas al área de trabajo, y todo material que no sea pétreo ni resistente al proceso, será totalmente protegido mientras se esté trabajando en el área.
- f) Las áreas más dañadas y susceptibles de deterioro durante el proceso deberán ser perfectamente identificadas y protegidas antes de proceder a efectuar el proceso general de limpieza.
- g) Antes de empezar el proceso general de limpieza, y durante el transcurso de la aplicación de dicho proceso, se monitorearán al azar en todas las superficies, los niveles de ph de cada piedra expuesta al proceso, para que después del enjuague se pueda verificar que no quedan rastros de los químicos empleados. Si así fuera, se enjuagarán y/o aplicarán enjuagues neutralizantes tantas veces como las lecturas del ph así lo indiquen, hasta asegurarse que ya no existen residuos en las superficies.
- h) Se deberá llevar una bitácora en que se anoten los diferentes agentes aplicados a las diferentes manchas y tipo de piedras, los ph originales y los ph obtenidos después de las aplicaciones y enjuagues, los tipos de neutralizantes empleados, los problemas encontrados, y en fin todo tipo de información relevante al proceso, que pueda después utilizarse para lograr una correcta evaluación del proceso.

5.6.- Equipo adecuado.

Se empleará el siguiente equipo:

- a) Cepillos de mano y escobas con ángulos redondeados para prevenir rayaduras en la superficie de las piedras. Preferentemente con cerdas de raiz o cerdas plásticas.
- b) Cuñas con bordes redondeados para también prevenir rayaduras en las piedras.
- c) Brochas y pequeños cepillos para eliminar el polvo.
- d) Bolsas de polietileno, masking tape, plásticos y cuerda de nylon.
- e) Guantes de hule resistente, cubetas y aditamentos para manipular los agentes de limpieza.
- f) Brochas de teflón y brochas de raiz.
- g) Equipo de limpieza capaz de generar una presión máxima de 35 kg/cm² (500 psi) de agua fría, con una boquilla de abanico con un ángulo mayor a 15 grados.
- h) Se monitoreará con papeles o detectores, el nivel de ph de la posible alcalinidad o acidez en las aguas residuales.
- i) Tapiales y andamiajes adecuados.
- j) Equipo personal de protección.

5.7.- Limpieza.

El objetivo de limpiar un inmueble es el de eliminar las manchas y la suciedad que deterioran la presencia y existencia de dicho edificio, mejorando su apariencia y restaurándole su valor histórico; es necesario mencionar que al limpiar un edificio histórico, se corre el riesgo de robarle algo de su dignidad ganada con el tiempo, por lo que se deberá tener especial cuidado en no hacerle perder su pátina noble, que representa el proceso natural del intemperismo a través de los años y que es en sí misma de importancia histórica y característica de los edificios de su tiempo. Pero si se debe eliminar la acumulación superficial de suciedad que se puede constituir en un peligro para la vida de las piedras, pues contribuye a la decadencia progresiva de ellas, además de ocasionar una deformación estética.

Como ya se ha comentado, antes de iniciar el proceso de limpieza se deberá preparar el sitio sellando y tapando todas las juntas y aberturas temporalmente, a través de las cuales el agua pueda entrar al interior del edificio; además todas las superficies que no sean de mampostería al igual que la mampostería muy seriamente dañada, serán protegidos con piezas de polietileno u otro método apropiado de protección, antes de iniciar las operaciones de limpieza.

Habrà que eliminar los excesos de polvo de las áreas a tratar, el guano de las palomas, el exceso de chapopote y todo lo que se pueda quitar de la piedra seca, de una manera segura, sin dañarla, utilizando para ello cuñas y cepillos.

Se evaluará el nivel relativo del pH tomando al azar muestras en todas las superficies, y se registrarán los resultados en la bitácora antes de efectuar el procedimiento de limpieza.

Todas las diluciones de los agentes de limpieza serán efectuadas con agua limpia de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las concentraciones ya probadas en las pruebas de área pequeña previas; estas diluciones deberán efectuarse en envases adecuados, para evitar derrames accidentales.

Las áreas manchadas con chapopotes y otros hidrocarburos, se tratarán con un solvente emulsificable, siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante. Después se enjuagaran las áreas con agua limpia, este paso será repetido hasta que se eliminen todos los restos del chapopote y de los hidrocarburos.

Aquellas otras superficies que vayan a ser limpiadas de algún tipo de mancha o suciedad, deberán ser premojadas con agua limpia antes de aplicar el agente de limpieza elegido, en la dilución autorizada, utilizando cepillos densos (como los cepillos de raiz) en la mampostería. El agente de limpieza permanecerá en la superficie de la piedra por el periodo de tiempo previamente autorizado, después del cual se cepillará a mano. Entonces las superficies tratadas serán generosamente enjuagadas para eliminar todos los residuos y depósitos solubilizados. Este paso se repetirá las veces que sea necesario, comprobando que no quedan residuos de químicos con los papeles de medición del ph.

La acidez o alcalinidad relativa de las superficies ya limpiadas deberá ser evaluada y documentada.

5.8.- Consolidación.

El haber desarrollado un proceso de limpieza adecuado, tiene como resultado mejorar la apariencia estética de las mamposterías manchadas y demás materiales, mientras que remueve los contaminantes potencialmente peligrosos de la superficie, permitiendo que las piedras vuelvan a "respirar" evitando así el acumulación de calcio en los poros (cuando las piedras se calcifican, se desmoronan). Una piedra que ha perdido su capacidad de aireación, es una piedra enferma.

Por el contrario, la pátina noble es formada por la oxidación a través del tiempo, la que va formando silices (cristales) que en conjunto crean una capa cementada de silices que evitan la entrada del calcio, es ésta otra de las importantes causas que nos impulsan a enfatizar constantemente la necesidad de proteger dicha pátina noble.

Una vez limpiadas las superficies, se deben de consolidar para evitar que continúe el deterioro de las piedras, especialmente cuando éstas han estado enfermas. Los consolidantes son de tres tipos: siloxanos, metanos y esterres (alcoholes).

Los siloxanos fueron desarrollados durante la Primera Guerra Mundial por los alemanes, en su búsqueda de nuevos explosivos, pero no fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX cuando se empezaron a utilizar de una manera más común en las restauraciones de los edificios y monumentos dañados por el conflicto bélico de la Segunda Guerra Mundial. Tienen como característica principal, que cubren todos los poros de las piedras, sin sellarlas totalmente, pues permite la salida del aire y la humedad sin permitir la entrada.

Los metanos y los esterres se utilizan en diferentes tipos de piedras y problemas, en ocasiones en conjunción con los siloxanos y en ocasiones por separado. Para el buen desempeño de estos productos, es necesario seguir las instrucciones de aplicación al pie de la letra.

5.9.- Conservación.

Una vez ya terminado el proceso de limpieza y consolidado, se presenta ante nosotros una de las labores más difíciles de realizar, que es la labor de conservación.

La extrema dificultad de esta labor consiste en que debe ser constante y perenne, pues es una labor que nunca va a terminar y que exige un esfuerzo de observación y control constante. Actualmente existen una diversidad de dispositivos que nos ayudan al control, como pueden ser los medidores higroscópicos, que nos miden la humedad relativa, o los termómetros ayudados por aires acondicionados y calefactores para mantener las temperaturas adecuadas. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, estos instrumentos no se utilizan pues a más de sus altos costos originales (compra e instalación), requieren en muchos casos de conocimientos avanzados y supervisión constante. Lo cual nos da como resultado que el principal instrumento de conservación, es la observación y revisión continua del edificio por el dueño, encargado o interesado; realizándose labores de conservación y mantenimiento preventivo tan constantemente como sea necesario, para evitar intervenciones a una mayor escala.

Esas labores de conservación y mantenimiento preventivo incluyen pintura y/o aplicación de barniz periódico en el caso de maderas y aplanados, impermeabilizantes en el caso de azoteas y techumbres, revisión de cañerías e instalaciones, revisión y consolidación de piedras en muros y fachadas, y limpieza continua en cada uno de los elementos y áreas del inmueble.

Pero la labor de conservación más trascendente, es la de mantener o volver al inmueble en un espacio vivo. Darle un uso adecuado a sus áreas para que en él se respire vida, se desarrollen actividades, pues el desuso se convierte en abandono.

5.10 Evaluación final del trabajo.

La evaluación final del trabajo es la acción que nos permitirá calificar el grado de éxito o fracaso alcanzado, para ello es importante contar con un album fotográfico que registre el inmueble antes de su intervención, durante el proceso y al finalizarlo. Además dicho album fotográfico deberá continuarse realizando con intervalos de 6 meses, un año, y después cada 3 a 5 años, para poder seguir y comparar el estado de limpieza y conservación del edificio, permitiendo nuevamente calificar el éxito del proceso a un más largo plazo, para poder emplearlo en otros edificios o más adelante a lo largo de los años, en otro proceso de limpieza o mantenimiento.

En dicha evaluación final se calificará la desaparición o disminución de las manchas, manteniendo la protección de la pátina noble; se analizarán los procesos de consolidación de las piedras y elementos enfermos o deteriorados y se registrarán los resultados; y se evaluará la apariencia general del edificio esperando haberle restituido parte de su elegancia y presencia original, pues es normal que suceda que a medida que avanza el proceso de limpieza, el edificio se va descubriendo poco a poco, delineando, transformando, y aumentando su belleza.

CAPITULO 6

PRINCIPALES ORGANISMOS QUE INTERVIENEN EN EL RESCATE DEL CENTRO HISTORICO

6.1.- Entidades Oficiales y privadas

El gobierno mexicano en su preocupación por preservar, mantener y mejorar la imagen urbana del Centro Histórico, que da identidad a nuestra Ciudad de México y a nuestro país, apoyando prioritariamente al comercio establecido en dicha zona, emprendió acciones para restaurar y conservar los edificios históricos, con la participación de los sectores públicos, privados y social, para tal fin creó un convenio donde las partes acuerdan unir recursos y esfuerzos.

Convenio de colaboración que para la restauración y conservación del Centro Histórico de la Ciudad de México celebraron la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); el Departamento del Distrito Federal (D.D.F.); el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes; el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH); el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) y el Fideicomiso del Centro Histórico.

Con el objetivo de alcanzar el mejoramiento urbano del Centro Histórico, que se había venido deteriorando por diversas causas, entre las cuales se puede destacar el comercio popular en la vía pública, la falta de interés de los particulares para darle mantenimiento a los monumentos arquitectónicos, artísticos e históricos que se localizan en esa zona y la falta de recursos financieros para llevar a cabo las obras de rescate.

A continuación enumeraremos las principales entidades oficiales y privadas que intervienen en el rescate del Centro Histórico:

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL)

Dentro de sus unidades administrativas se encuentra la Dirección General de Sitios y Monumentos del Patrimonio Cultural, la que tiene entre otras atribuciones, las de realizar estudios y supervisar las obras necesarias para conservar, restaurar y utilizar adecuadamente los inmuebles de propiedad federal de relevante valor histórico artístico, los sitios y centros históricos y sus espacios públicos, en coordinación con la secretaria de educación pública, según lo establecido en la fracción VII del artículo 25 de su reglamento interior.

Asimismo, dentro de sus citadas unidades administrativas, también cuenta con la Dirección General del Patrimonio Inmobiliario Federal, que tiene entre otras atribuciones, las de administrar, conservar y vigilar los inmuebles de propiedad federal, así como establecer, conforme los programas aprobados, las normas, criterios y políticas de administración, aprovechamiento y explotación de inmuebles federales.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL (D.D.F.)

Es una dependencia del Poder Ejecutivo Federal, de conformidad con lo previsto en los artículos 73, fracción VI, base 1a., de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 5º, 26 y 44 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1º de su Ley Orgánica y 1º de su reglamento interior.

Entre sus programas propietarios se encuentran los concernientes a la restauración y conservación de los inmuebles localizados en el Centro Histórico de la Ciudad de México, declarados monumentos históricos o artísticos por lo que en atención a las instrucciones del Ejecutivo Federal, ha venido elaborando y ejecutando un programa inmediato de mejoramiento del comercio popular, el cual tiene entre sus principales objetivos, propiciar la reubicación de quienes se dedican al comercio popular en la vía pública y propiciar el mejoramiento y desarrollo de la imagen urbana en aquellas zonas que dan identidad a la Ciudad de México, con la participación que corresponde a otras dependencias e instituciones competentes.

Dentro de las unidades administrativas y órganos desconcentrados que lo integran, se encuentran las Secretarías Generales de Gobierno y de Obras, y la delegación Cuauhtemoc; que auxilian al jefe del Departamento del Distrito Federal, en el ejercicio de sus atribuciones, de conformidad con lo previsto en los artículos 3º de su Ley Orgánica y 2º de su reglamento interior.

CONSEJO NACIONAL PARA LA CULTURA Y LAS ARTES.

Fue creado como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública, mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de diciembre de 1988, y está a cargo de un presidente, quien tiene facultades para representarlo y tiene otras atribuciones, las de ejercer, conforme a las disposiciones legales aplicables, las que le correspondan a la Secretaría de Educación Pública en materia de promoción y difusión de la cultura y las artes, así como, también conforme a las disposiciones legales aplicables, coordinar las acciones de las unidades administrativas e instituciones públicas que desempeñen funciones relacionadas en las materias antes señaladas.

INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGIA E HISTORIA (INAH)

En los términos previstos por el artículo 3º del Reglamento Interior de la Secretaría de Educación Pública, es un organismo administrativo reconcentrado en la misma, cuya Ley Orgánica publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1939, le otorga personalidad jurídica y patrimonio propios; legalmente lo representa su director general, de conformidad con las facultades y obligaciones previstas en el artículo 7º, fracción I, y tiene facultades para celebrar contratos y realizar toda clase de actos de dominio, al igual que celebrar convenios con personas físicas o jurídicas, en los términos de las fracciones VIII y XI, de este mismo artículo.

Dentro de sus objetivos generales están, entre otros, la investigación científica sobre antropología e historia relacionada principalmente con la conservación y restauración del patrimonio cultural arqueológico e histórico así como el paleontológico, y la protección, conservación, restauración y recuperación de este patrimonio.

Básicamente regula y vigila todas las obras relacionadas con inmuebles catalogados o de alto valor histórico de antigüedad anteriores al año de 1900.

INSTITUTO NACIONAL DE LAS BELLAS ARTES (INBA)

En los términos previstos por el artículo 3° del Reglamento Interior de la Secretaría de Educación Pública, es un Organismo Administrativo desconcentrado de la misma, cuya Ley Orgánica publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de Diciembre de 1946, le otorga personalidad jurídica y patrimonios propios, que su representación legal corresponde a un director general quien tiene a su cargo la conducción de todos los aspectos que en razón de competencia le corresponde atender y resolver.

Tiene dentro de sus finalidades, el cultivo, fomento, estímulo, creación e investigación de las bellas artes en sus diversas manifestaciones, incluyendo la arquitectura.

Tiene atribuciones en materia de conservación y exhibición de los monumentos artísticos, contando para ello con la colaboración de las autoridades estatales y municipales

Dentro del Centro Histórico normatiza los inmuebles catalogados o de alto valor histórico de antigüedad posterior al año de 1900.

FIDEICOMISO DEL CENTRO HISTORICO

Mediante contrato celebrado el 18 de Diciembre de 1990, fue creado el Fideicomiso del Centro Histórico por el Patronato del Centro Histórico, A.C., representado por su presidente, Lic. Antonio Ortiz Mena, en su calidad de fideicomitente y como fiduciaria, Nacional Financiera, S.N.C., en ese entonces representada por su director general, Lic. Juan José Páramo, tiene entre sus fines promover, gestionar y coordinar ante los particulares y las autoridades competentes la recuperación, protección y conservación del Centro Histórico de la Ciudad de México; la promoción y gestión de recursos y apoyos financieros, el desarrollo de proyectos específicos; la promoción y concertación de acciones, el asesoramiento, administración, inversión y, en términos generales, todas las acciones necesarias para lograr el mejoramiento de dicho centro histórico.

En " El Fideicomiso", son fideicomisarios los propietarios, promotores, arrendadores, ocupantes, prestadores de servicios y/o usuarios de inmuebles localizados dentro del perímetro de la zona del Centro Histórico de la Ciudad de México, definido dicho perímetro por el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación en 11 de abril de 1980.

Y de conformidad con la cláusula décima de su contrato de creación, entre las facultades y obligaciones de su comité técnico está, entre otras, las de designar a un director general del Fideicomiso, nombramiento que en la actualidad ha recaído en el Arq. Samuel Valenzuela Arellano, quien cuenta con las facultades y poderes necesarios para representarlo.

PATRONATO DEL CENTRO HISTORICO, A.C.

En Octubre de 1992 se constituyó el Patronato del Centro Histórico, A.C.

Integrado por distinguidos ciudadanos dedicados a diversas actividades: Financieras, comerciales, comunicadores, restauranteros, restauradores, etc..

Todos ellos unidos bajo un compromiso común, ponen todo su esfuerzo para el rescate, salvamento y desarrollo del Centro Histórico de la Ciudad de México.

El Patronato busca sumarse a todos los núcleos de la sociedad para emprender la tarea de conservar el Centro Histórico logrando su recuperación y aprovechamiento en beneficio de los habitantes de la Ciudad de México.

La fundación del Patronato del Centro Histórico, A.C. estará enfocada a la promoción de todo tipo de obras y a la obtención de recursos que en coordinación con las autoridades se canalicen a los proyectos adecuados. A través del Fideicomiso del Centro Histórico que simultáneamente a su creación constituyó apoyo a las gestiones de los aperticipantes para agilizar trámites, gestionar créditos y obtener asesoría técnica para realizar proyectos y obras de alta calidad.

Además, con base en los recursos disponibles y en asociación con organizaciones privadas y sociales puede actuar promoviendo acciones específicas, en zonas o sectores, que sirvan como detonadores para la revitalización del Centro Histórico.

Las finalidades del Patronato del Centro Histórico son las de vigilar y contribuir al mejoramiento, conservación y desarrollo del Centro Histórico de la Ciudad de México; coordinar actividades con organismos nacionales e internacionales, cuyas metas son coincidentes con el objeto social. Celebrar toda clase de convenios y actos jurídicos necesarios para la realización de sus fines; adquirir, arrendar o poseer por cualquier título jurídico, bienes inmuebles y muebles necesarios para la satisfacción de su objeto social, así como afectar dichos bienes en fideicomiso; girar, aceptar, avalar, endosar o negociar títulos de crédito, otorgar avales así como constituir garantías a favor de terceros y suscribir toda clase de documentos necesarios para la consecución de su objeto social.

Esta asociación está integrada por los siguientes órganos.

- 1.- La Asamblea General
- 2.- El Consejo Directivo

La Asamblea General es el órgano supremo de "La Asociación" y tendrá las más altas facultades para resolver todas las cuestiones relativas a la misma. Sus resoluciones obligan a todos los asociados, una vez que sean adoptadas con sujeción a lo dispuesto por los estatutos.

La Asamblea General estará constituida por todos los asociados fundadores de "La Asociación".

El Consejo Directivo se encuentra integrado por las siguientes personas:

Lic. Antonio Ortiz Mena	Presidente
Lic. Tulio Hernández Gómez	Secretario
Lic. Ernesto Fernández Hurtado	Tesorero
Ing. Carlos Slim Helú	Vocal
Lic. Roberto Hernández Ramírez	Vocal
Sr. Vicente Mayo García	Vocal
Lic. Jacobo Zabludovsky Krave	Vocal
Lic. Carlos Payán Velver	Vocal
Sr. Julián Pablos Fernández	Vocal
Sr. Salvador Castillo Torres	Vocal
Arq. Juan Urquiaga Blanco	Vocal
Lic. Leopoldo Solís Manjarréz	Vocal
Arq. Luis Arñal Simón	Vocal
Sr. Fernando Rius Abud	Vocal

En el mes de julio de 1992 se firma un convenio para dar inicio a las obras de remodelación, y a partir del mes de agosto la Secretaría General de Gobierno del Distrito Federal forma una coordinación, la cual va a cuidar que cada una de las dependencias del gobierno de la ciudad lleve a cabo sus responsabilidades, mismas que se encuentran divididas de la siguiente manera:

- Coordinación General de Reordenación Urbana y Vivienda, tiene como responsabilidad revisar la imagen del mobiliario urbano.
- Dirección General de Servicios Urbanos, debe llevar a cabo las obras tanto públicas como privadas.
- Delegación Cuauhtémoc, ejerce la autoridad en los casos que se necesite y lleva a cabo obras tanto públicas como privadas.
- Fideicomiso del Centro Histórico, negocia con los propietarios de los inmuebles proporcionándoles proyectos, asesoría técnica, facilidades en materia de licencias como de incentivos fiscales.

Esta coordinación ha venido trabajando con muy buenos resultados pues además de las obras en las calles de Tacuba y 5 de Mayo, ahora cuenta también con Madero, 16 de Septiembre, Gante y Palma; y próximamente con Motolinía y Cuba.

6.2.- Principales acciones para el rescate del Centro Histórico.

Además de las acciones de índole políticas y prácticas (otorgamiento sencillo de licencias, etc.) , se han ejecutado una serie de acciones de índole fiscal con el objetivo de estimular a los propietarios de los inmuebles a intervenir sus inmuebles.

Principales incentivos fiscales (para inmuebles catalogados):

- Reducción de la depreciación inmobiliaria de 20 a 10 años, es decir el 10% anual en lugar del 5%.
- Si se trata de una deducción anticipada se autoriza el 77% de la inversión en un año en vez del 51%.
- Los donativos que se realicen para la conservación del Centro Histórico son deducibles de impuestos.
- El D.D.F. otorgará un subsidio equivalente al 100% por concepto de:
 - * Impuesto Predial.
 - * Impuesto sobre adquisición de inmuebles.
 - * Contribución de mejoras.
 - * Derecho de expedición de licencias.
 - * Inscripción en el Registro Público de la Propiedad.

Estos incentivos fiscales serán para inmuebles catalogados que obtengan el certificado de restauración expedido por la Coordinación General de Reordenación Urbana y Protección Ecológica del Departamento del Distrito Federal.

Sistema de Transferencia de Potencialidades.

Es otra acción emprendida por el D.D.F. que promueve la inversión de los particulares en los inmuebles del Centro Histórico y que se basa en las siguientes premisas:

- El Centro Histórico cuenta con una capacidad de infraestructura de 6 niveles de construcción.
- La Ley Federal de Monumentos solo permite en el Centro Histórico 4 niveles de construcción.
- El programa parcial delegacional autoriza una intensidad de construcción equivalente a 4 niveles.

Por lo que basándose en estas aparentes contradicciones el gobierno del D.D.F. ha estipulado lo siguiente:

- El D.D.F. reconoce el potencial de construcción no utilizado por una finca patrimonial, permitiendo la transferencia del potencial no construido a un inmueble de otra zona de la ciudad.

- El inmueble receptor pagará los derechos correspondientes a través del Fideicomiso de Transferencia de Potencialidad
- Los fondos recabados por este concepto se destinarán a la restauración de las fincas patrimoniales que transfirieron su potencialidad

Reubicación del Comercio Ambulante.

Una de las acciones más importantes de rescate del Centro Histórico fue dada en mayo de 1993 con el inicio de la reubicación del comercio ambulante. Durante dicho evento se reubicaron a 665 vendedores ambulantes, "liberando" así las calles de Gante, Palma, Mesones, El Salvador, etc

En el Centro Histórico cunde la esperanza de que sea el principio del fin de la cultura de la ilegalidad, derivada del imperio de los líderes del ambulante que medran con la venta de espacios en la vía pública. La recuperación económica del comercio establecido se promoverá al desaparecer la competencia desleal.

Se trata sin duda de uno de los programas del D.D.F. de mayor alcance social, económico y de recuperación del pasado ilustre de nuestra ciudad. La capital mexicana será objeto de una metamorfosis equivalente a la que se llevó a cabo en los años 50, con la limpieza de los puestos del Portal de Mercaderes.

Es un esfuerzo que no debe cejar a pesar de las muchas presiones, pues conlleva el futuro ilustre de nuestro Centro Histórico de la Ciudad de México.

CAPITULO 7

TRAMITES Y EJEMPLO DE APLICACION

7.1.- Trámites y Especificaciones

Como es de todos conocido, antes de iniciar una obra es necesario obtener los permisos adecuados satisfaciendo los requisitos que nos piden nuestras autoridades, este proceso se vuelve aún más crítico cuando se trata de intervenir un edificio catalogado por el INAH o el INBA, considerándose así como un edificio histórico. Es por esta razón que procederemos a dar una descripción detallada de los permisos necesarios para intervenir un edificio situado en el Centro Histórico de la Ciudad de México.

7.1.1 Delegación Cuauhtémoc

Instructivo para el trámite de ampliación y/o modificación y/o cambio de uso de una construcción ubicada en el Centro Histórico.

1.- OBJETIVO.-

La solicitud de AMPLIACION procede para autorizar una construcción, además de la existente ya aprobada.

La solicitud de MODIFICACION procede para autorizar una nueva distribución a un proyecto aprobado.

La solicitud de CAMBIO DE USO procede para autorizar un uso diferente al original aprobado para la construcción.

2.- SITIO DE TRAMITE.- Presentar expediente integrado en la "ventanilla única" de la Subdirección de Licencias y Uso de Suelo, en el edificio delegacional.

3.- SOLICITUD.- Adquirir en papelerías el "formato único de licencia", indicando en el espacio respectivo si será "ampliación y/o modificación y/o cambio de uso". aclarando además, si se trata de condominio.

4.- DOCUMENTACION NECESARIA.- A la forma única de licencia firmada por el propietario, el director responsable de la obra (D.R.O.) y corresponsables en su caso, deberá anexar los siguientes documentos:

a) CONSTANCIA DE USO DE SUELO, ALINEAMIENTO Y NUMERO OFICIAL vigente (original y copia).

b) Tres tantos de PROYECTO ARQUITECTONICO, firmados por el propietario, el D.R.O. y corresponsables en su caso, diferenciando las áreas que se amplían y/o modifican y/o cambian de uso.

c) Si se amplían o afectan elementos estructurales, se requerirán dos tantos de: PROYECTO ESTRUCTURAL

**MEMORIA DE CALCULO
PROYECTO DE PROTECCION A COLINDANCIAS
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

Firmados por el D.R.O. y corresponsables en su caso.

d) LICENCIA Y PLANOS AUTORIZADOS.

e) Copia de los registros del D.R.O. y corresponsables en su caso.

f) Si el inmueble o local en cuestión se encuentra ocupado, se requerirá original y copia de la ANUENCIA DE LOS INQUILINOS.

g) Si el uso solicitado está permitido en el programa parcial Delegacional, se requiere original y copia de la CONSTANCIA DE ZONIFICACION.

h) Si el uso solicitado está permitido sujeto a licencia de uso de suelo en el programa parcial Delegacional, se requiere original y copia de la LICENCIA DE USO DE SUELO.

i) Copia de la LICENCIA Y PLANOS APROBADOS de la INAH, si el predio se encuentra en el Centro Histórico.

j) Copia de la LICENCIA Y PLANOS APROBADOS del INBA, si el inmueble esta clasificado como patrimonio artístico y cultural en el Catálogo de Bellas Artes.

5.- PAGO DE DERECHOS.- Verificado el estado físico del predio y el proyecto arquitectónico, si no existe ninguna observación se turnará el expediente a elaboración y firma del C. Subdelegado de Obras Públicas, y ya autorizada la licencia, se pagarán los derechos que marque la Ley de Hacienda para el D.D.F. y se entregará al interesado su licencia, documentos originales y planos sellados. Se deberá cumplir la demanda de estacionamiento.

6.- AUTORIZACION DE USO Y OCUPACION.- Terminados los trabajos autorizados, el interesado solicitará la autorización a la Subdirección de Licencias y Uso del Suelo, por escrito (original y 2 copias), anexando:

a) Original y copia de la "LICENCIA DE AMPLIACION Y/O MODIFICACION Y/O CAMBIO DE USO", firmada por el D.R.O. y el propietario, en el espacio al reverso.

b) "MANIFESTACION DE TERMINACION DE OBRA", en los formatos usuales certificando previamente en ella el Número Oficial y registrando en oficialía de partes.

c) Vo.Bo. de seguridad y ocupación, en su caso si la construcción se ajusta a las autorizaciones y planos se firmará y sellará la Licencia en el espacio de "autorización de uso y ocupación", debiendo el interesado pagar los derechos de la "PLACA DE USO Y OCUPACION DE INMUEBLES", a efecto de que la Delegación promueva su colocación ante la unidad correspondiente quedando en ese momento el propietario del inmueble como responsable de las condiciones de seguridad y mantenimiento del inmueble.

7.1.2 Fideicomiso del Centro Histórico.

Para facilitar la realización de todos los trámites anteriores coordinando la integridad del entorno arquitectónico se debe acudir al Fideicomiso del Centro Histórico, que entre sus funciones se encuentran la coordinación de las obras y la promoción de acciones y programas de rescate arquitectónico.

El Fideicomiso cuenta también con una ventanilla única que apoya a la Delegación en la gestión de permisos facilitando el trámite a los interesados, además el Fideicomiso promueve programas de rescate en diversas zonas brindando una serie de incentivos para los propietarios motivándolos u obligándolos a realizar acciones de remodelación en sus propiedades. A continuación expondremos el Programa de Rescate de la Calle de Tacuba como ejemplo de las acciones en las que interviene el Fideicomiso.

Programa de Rescate de la Calle de Tacuba.

Para iniciar la etapa de remodelación de fachadas y anuncios de los inmuebles de la calle de Tacuba, se plantean dos opciones:

a) Que las obras las ejecute la Dirección de Servicios Urbanos del D.D.F., con base en el presupuesto de obra elaborado por el Fideicomiso del Centro Histórico de la Ciudad de México, sobre los proyectos acordados con el Instituto Nacional de Antropología e Historia.

b) Que las obras las realice el solicitante por su cuenta, con base en el proyecto elaborado por el Fideicomiso y aprobado por el INAH.

Si las obras se iniciaban antes del 30 de septiembre de 1992, se otorgaba un descuento del 30% del presupuesto de obra para la fachada, sin incluir anuncios y se bonificaba el importe liquidado por concepto de aportación para obra pública, contra la devolución del recibo correspondiente. Además se brindaban otros tipos de apoyos:

FINANCIEROS.- Trámite de una línea de crédito por solicitante para la remodelación de fachadas y anuncios con una tasa del CPP+6, plazo de recuperación de hasta 36 meses.

PROYECTOS Y ASESORIA TECNICA GRATUITA.

TRAMITE DE PERMISOS Y LICENCIAS DEL DDF Y EL INAH.

LICENCIAS DE ANUNCIOS DEL DDF Y EL INAH POR TRES AÑOS.

REGULARIZACION DEL PAGO DEL IMPUESTO PREDIAL.- Los propietarios que remodelaron sus inmuebles y estuvieran interesados en regularizar el pago del impuesto predial, se les condonaba el 95% de las multas existentes y se les otorgó un plazo de hasta 36 meses para el pago del principal y recargos.

REGULARIZACION DE PERMISOS Y LICENCIAS.- Apoyo para la regularización de permisos y licencias contemplados en los distintos reglamentos del DDF, tales como: Constancias de Zonificación, Licencias de Uso de Suelo, Licencias de Construcción, Licencias de Anuncios, Vo.Bo. de Terminación de Obra, Cambio de Régimen, etc..

INMUEBLES CATALOGADOS.- A los propietarios de inmuebles catalogados por el INAH o por el INBA, que realizaran una inversión superior a los 120,000 nuevos pesos, se les otorgó el Certificado de Restauración y los incentivos fiscales ofrecidos por el DDF, que incluyen subsidios de depreciación y de impuesto predial, entre otros.

7.2 Ejemplo de aplicación

7.2.1 Condiciones de trabajo

El edificio en el cual se utilizaron los métodos recomendados en este trabajo se encuentra localizado en la calle de Tacuba #58, este edificio forma parte de la relación de los inmuebles que se encuentran dentro de la zona de monumentos históricos, en la Declaratoria del primero de mayo de 1980. Este inmueble había sufrido múltiples modificaciones con el paso del tiempo, su interior fué cambiado totalmente en su diseño arquitectónico y sistema constructivo; dado su uso comercial en planta baja los vanos fueron modificados, no obstante por su ubicación y fachada ecléctica que aún conservaba, el edificio gozaba de una buena presencia dentro del contexto del Centro Histórico.

El programa de trabajo se realizó en dos etapas y comprendió la adaptación de parte de la planta baja en un pasaje comercial de 32 locales entre la calle de Tacuba y la calle de República de Chile, la limpieza de fachada con sustitución de elementos deteriorados, adaptar el primer piso para restaurante y el segundo piso para oficinas.

Para que este trabajo pudiera gozar de los incentivos brindados por el gobierno, el Fideicomiso nos exigió los siguientes puntos:

- 1.- Presentar el proyecto completo, contemplando el total de trabajos a realizar en las dos etapas y en sus tres niveles. Presentar juego de planos arquitectónicos, estado actual y proyecto, acabados con especificaciones, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, planos estructurales y memoria descriptiva.
- 2.- Se debería especificar la sustitución de la cancelería existente (metálica) por cancelería de madera en fachadas, plano a autorizar por el INAH.
- 3.- El plazo de terminación de la obra no debería exceder de julio de 1993.
- 4.- Se deberán terminar todos los trabajos antes mencionados para esa fecha.
- 5.- La Coordinación Técnica del Fideicomiso debería dar el Vo.Bo. a la calidad de los trabajos realizados.
- 6.- Presentar el monto global estimado de la inversión.

7.2.2.- Presupuestos y ruta crítica

El monto global de la obra según presupuestos estimados por cada nivel asciende a lo siguiente:

Remozar fachadas (obra exterior)	NS 63,540.00
Remodelación interior	NS 577,296.00
Costo de proyecto	NS 40,000.00
Administración de obra	NS 68,460.00
Fideicomiso del Centro Histórico (2%)	NS 11,540.00
Gastos indirectos	NS 40,000.00
	=====
TOTAL	NS 800,836.00

Anexo a ésta se encuentra la ruta crítica del proyecto y el diagrama de barras por mes.

RUTA CRITICA

FECHA DE INICIO DEL PROYECTO: LUN 22 JUN 92

FECHA DE TERMINACION DEL PROYECTO: 14 DE NOVIEMBRE DE 1992

DESCRIPCION ACTIVIDAD	DURAC	INICIO		TERMINACION		HOLGURAS			ESTADO	F E C H A S				
		TEMP	TARDIA	TEMP	TARDIA	LIBRE	INTERF	TOTAL		INI.TEM.	INI.TAR.	TER.TEM.	RETRASO	TER.TAR.
LIMPIEZA Y REMODELACION FACHADA	112	0	0	112	112	0	0	0	CRITICO	23-Jun-92	23-Jun-92	31-Oct-92	31-Oct-92	31-Oct-92
DESMANTELAMIENTOS Y DEMOLICIONES	40	1	2	41	42	1	0	1		23-Jun-92	24-Jun-92	7-Ago-92	8-Ago-92	8-Ago-92
CIMENTACION	40	2	2	42	42	0	0	0	CRITICO	24-Jun-92	24-Jun-92	8-Ago-92	8-Ago-92	8-Ago-92
ESTRUCTURA	48	12	12	60	60	0	0	0	CRITICO	6-Jul-92	6-Jul-92	29-Ago-92	29-Ago-92	29-Ago-92
ALBAÑILERIA	50	50	50	100	100	0	0	0	CRITICO	19-Aug-92	19-Aug-92	17-Oct-92	17-Oct-92	17-Oct-92
INSTALACIONES HIDROSANTARIAS	38	30	42	68	80	12	0	12		27-Jul-92	10-Aug-92	8-Sep-92	23-Sep-92	23-Sep-92
INSTALACIONES ELECTRICAS	50	30	30	80	80	0	0	0	CRITICO	27-Jul-92	27-Jul-92	23-Sep-92	23-Sep-92	23-Sep-92
INSTALACIONES ESPECIALES	40	30	40	70	80	10	0	10		27-Jul-92	7-Ago-92	10-Ago-92	23-Sep-92	23-Sep-92
ACABADOS	55	70	70	125	125	0	0	0	CRITICO	11-Sep-92	11-Sep-92	14-Nov-92	14-Nov-92	14-Nov-92

DURACION EN DIAS HABILIS: 125

DIAS NATURALES: 146

COSTO TOTAL DEL PROYECTO: NS 800,836 00

DIAGRAMA DE BARRAS

DESCRIPCION	COSTO	MES-AÑO	Junio 92	Julio 92	Agosto 92	Sep 92	Oct.92	Nov. 92				
LIMPIEZA Y REMODELACION FACHADA	\$63,540,000.00	PROG	22	[Barra de duración]					31			
DESMANTELAMIENTOS Y DEMOLICIONES	\$15,498,000.00	PROG	23	[Barra de duración]								
CIMENTACION	\$60,796,000.00	PROG	24	[Barra de duración]								
ESTRUCTURA	\$82,596,000.00	PROG	6	[Barra de duración]					29			
ALBAÑILERIA	\$118,563,000.00	PROG		[Barra de duración]					17			
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	\$60,481,000.00	PROG		27	[Barra de duración]					21		
INSTALACIONES ELECTRICAS	\$49,513,000.00	PROG		27	[Barra de duración]					23		
INSTALACIONES ESPECIALES	\$42,949,000.00	PROG		27	[Barra de duración]					23		
ACABADOS	\$146,900,000.00	PROG				11	[Barra de duración]					14



DURACION



HOLGURA LIBRE

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de este trabajo hemos expuesto los diferentes métodos que se utilizan en el campo de la restauración y conservación de los inmuebles, tratando de exhibir las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos, para que el profesional que participe en las obras de rescate del Centro Histórico pueda tomar su propia determinación. Sin embargo es conveniente hacer notar que nuestro punto de vista difiere un poco de las escuelas de restauración tradicionales, pues la escuela inglesa pugna por únicamente limpiar y consolidar las construcciones tratando de mantener las partes y acabados originales del inmueble, la escuela francesa a su vez cree en que todos los inmuebles deben ser restaurados cambiando las piezas que afecten su presencia estética e inclusive modernizando parcialmente fachadas e instalaciones para facilitar la incorporación del inmueble satisfaciendo las necesidades actuales, mientras que nosotros propugnamos por un método intermedio, en el que se mantengan los acabados originales en muros y fachadas restaurando la presencia original del edificio, pero al mismo tiempo estando dispuestos a realizar modificaciones menores que permitan que el inmueble cumpla cómodamente con las funciones a las cuales esta destinando.

Constatamos ampliamente que las principales causas de deterioro del Centro Histórico son el descuido y la ignorancia, el descuido por falta de interés o de los medios económicos necesarios para el mantenimiento y la ignorancia por falta de experiencia o educación.

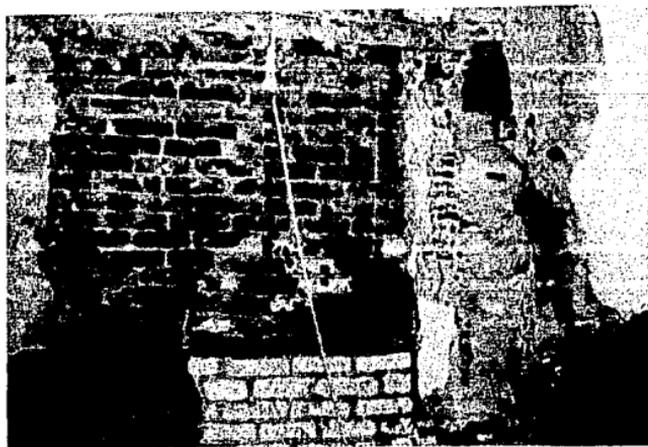
Al adentrarnos dentro del estudio de los materiales nos dimos cuenta que las materiales inertes (piedras, metales) no son eternos, y en ellos se realiza un proceso de aireación necesario para su buen estado. Por ejemplo la piedra, a pesar de su imagen, tiene una vida limitada; su desgaste o escarriamiento puede ser causado por un número de factores, incluyendo un ambiente contaminado, el cual lleva a una erosión, descascaramiento y exfoliación de la superficie. Eventualmente esto puede dañar la apariencia estética de un edificio o afectar su estabilidad estructural.

Pudimos también palpar la imperiosa necesidad de que más Ingenieros Civiles se incorporen al proceso de rescate del Centro Histórico; es una creencia muy difundida que este trabajo les pertenece a los historiadores, antropólogos y arquitectos. No hay nada más lejos de la verdad, los hechos hablan, podemos mencionar las importantes obras de salvamento realizadas por los Ingenieros Civiles en el edificio de la Catedral Metropolitana, obras que han traspasado nuestras fronteras y que países tan avanzados como Italia nos quieren copiar; podemos mencionar también los trabajos que se están realizando en el Palacio del Arzobispado para evitar que el edificio se desintegre a consecuencia de las excavaciones del Templo Mayor y podemos mencionar infinidad de "pequeñas" obras en las que la participación del Ingeniero Civil ha sido determinante para su feliz ejecución. El Ingeniero Civil por su formación técnica y ordenada, por sus conocimientos y por su facilidad de adecuación es el profesional requerido para dirigir muchas de las acciones realizadas en el salvamento de los edificios del Centro Histórico de la Ciudad de México.

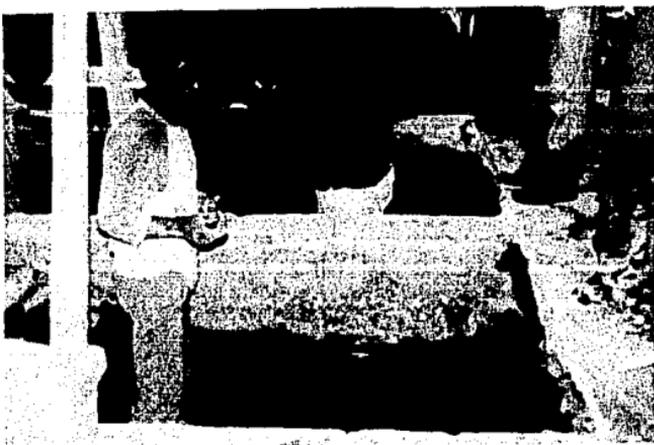
Por su mentalidad analítica, puede estudiar anticipadamente las diferentes soluciones a los problemas mencionados durante este trabajo y así decidir cuales métodos de reparación son los idóneos para cada una de las situaciones.

Por último y como un reconocimiento a todos los tipos de ayuda y facilidades que nos proporcionaron las personas del Departamento del Distrito Federal, del Fideicomiso del Centro Histórico y de la Iniciativa Privada, es importante tomar en cuenta la voluntad del gobierno actual de nuestro país, que por iniciativa de nuestro primer mandatario Lic. Carlos Salinas de Gortari ha revivido el entusiasmo de la ciudadanía por el rescate de nuestro Centro Histórico.

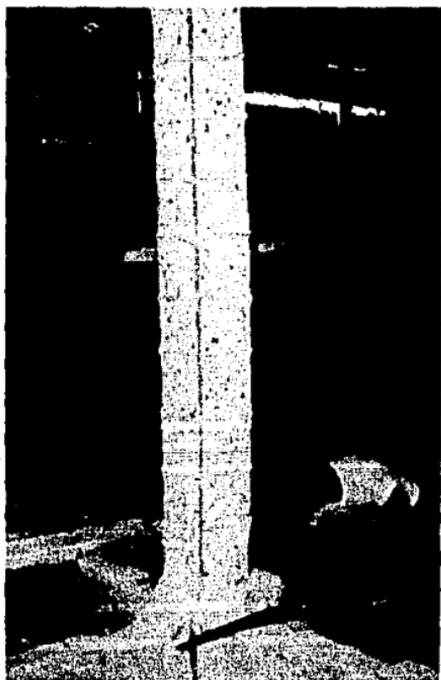
ALBUM FOTOGRAFICO



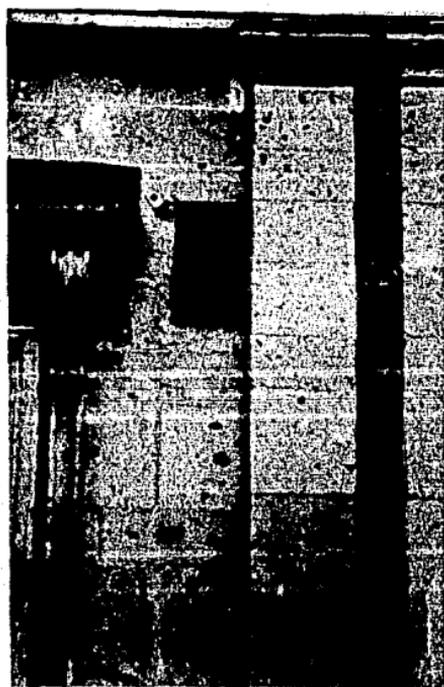
CALAS DE INTERIORES



TRABAJOS DE RECIMENTACION



**ESTRUCTURA ALTERADA EN EL AÑO DE 1970
Y AHORA
REESTRUCTURADA A LAS NECESIDADES ACTUALES**



**AMARRE DE FACHADA CON
PLACA Y TRABE METALICA**





**HUMEDAD Y DETERIORO EN LAS
CORNISAS**



HUMEDADES EN CORNISAS



**REPOSICION DE PIEZAS
EXTREMADAMENTE DETERIORADAS**



APLICACION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA



EDIFICIO TERMINADO

BIBLIOGRAFIA

Archivo de la nación

Ashurst, John, G.Dimes. Francis, "Conservation of building and decorative stone". Butterworth-Heinemann 1990.

Ashurst, John & Nicola, "Mortars, plasters & renders"

Ashurst, John & Nicola, "Wood, glass and resins". Gower Technical Press, 1988

Ashurst, John & Nicola, "Metals", Halsted Press, 1988

Ashurst, John & Nicola, " Practical building conservation", Heritage technical handbook, 1988

Boletín de monumentos históricos, INAH

Departamento del Distrito Federal, Convenio de rescate y rehabilitación de banquetas, arroyos, mobiliario urbano y alumbrado, 1992

Departamento del Distrito Federal, Convenio de rescate y recuperación de fachadas, habitaciones y modernización de comercios, 1992

Departamento del Distrito Federal, Convenio para la restauración del Centro Histórico de la ciudad de México, 1992

Departamento de proyectos y obras, "Manual de normas y procedimientos", Dirección de monumentos históricos, INAH.

Diario Oficial

Edlin, Herbert L., "What wood is that? A manual of wood identification", Viking, 1969

Especificaciones generales de restauración, SEDUE. 1984

Gabiño Ruiz, Materiales de construcción.

G. Dimes, Francis, "Practical building conservation" English heritage

Gonzalez Avellaneda, Albert; Hueytlei Torres, Alfonso; Pérez Méndez, Beatriz; Ramos Molina, Lorena, "Manual técnico de procedimientos para rehabilitación de monumentos históricos en el Distrito Federal, INAH

Guías de actas de cabildo de la ciudad de México, Fondo de cultura económica.

Guías turísticas Banamex, S.A. de C.V. " Guía de forasteros, Centro histórico, Ciudad de México"

Harvey, J.C., "Geología para ingenieros geotécnicos" Edit. LIMUSA, 1987.

Helve Minas, Francisco, "Evolución jurídico administrativo del ayuntamiento de la ciudad de México de 1521 a 1928" UNAM

Kandell, Jonathan, "La capital. La historia de la ciudad de México". Javier Vergara Editor, 1988

Katzman, Israel, "Arquitectura del siglo XIX en México" Editorial Trillas 1993.

Lara Vázquez, Carlos, " Para una historia de la Arquitectura Mexicana" Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Tilde Editores S.A. de C.V., 1990.

Lista del patrimonio de la humanidad, UNESCO, Diciembre de 1987

Longuelliñint, "Geología física", LIMUSA, 1979

López Portillo, José, Decreto por el que se declara una zona de monumentos históricos denominada "Centro Histórico de la ciudad de México", Gaceta oficial del Departamento del Distrito Federal, 1º de mayo de 1980

Manual de mantenimiento de monumentos históricos, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1988

Sánchez de Carmona, Manuel, "Traza y plaza de la ciudad de México en el siglo XVI" Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Tilde Editores, S.A. de C.V. 1989

Segurajáuregui, Elena, "Arquitectura porfirista, la colonia Juárez", Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Tilde Editores, S.A. de C.V. 1990.

Smith, Baird M., "Moisture problems in historic masonry walls. Diagnosis and treatment", U.S. Government Printing Office, 1986

Toussaint, Manuel, "Arte colonial en México" U.N.A.M.

Tovar de Teresa, Guillermo, "La ciudad de los palacios, crónica de un patrimonio perdido", Fundación cultural TELEvisa, A.C., Espejo de obsidiana editores, 1992.

Valero de García Lascurain, Ana Rita, "Solares y conquistadores, orígenes de la propiedad en la ciudad de México". Tesis de Maestría INAH, México 1988.

Valero de García Lascurain, Ana Rita, "La ciudad de México-Tenochtitlán, su primera traza 1524-1534" Editorial JUS 1992

Vázquez Mellado, Alfonso, "La ciudad de los palacios Imagen de cinco siglos". Editorial Diana 1990.

Vázquez, Yañez, Carlos, "Deterioro ambiental. Sus causas y efectos", CECSA, 1982

Wellburn, Allan, " Air pollution and acid rain". Longman Scientific & Technical, 1988