

00164

3

1
1 ej.

**LA ARQUITECTURA
Y SU INFLUENCIA
EN EL MEDIO AMBIENTE**

Jeanine da Costa Bischoff

EJEMPLAR UNICO

TESIS QUE SE PRESENTA PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CON ESPECIALIDAD EN TECNOLOGIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
ESCUELA NACIONAL DE ARQUITECTURA





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

DEDICADO CON CARINO A MIS PADRES,
HERMANOS Y A CARLOS ALBERTO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

pag.

Prólogo	iii
Introducción	1

CAPITULO I
TEORIAS ECOLOGICAS

1. Ecología.....	3
2. Ecosistema.....	3
3. Habitat y Nicho Ecológico.....	7
4. Energía.....	7
5. Recursos Energéticos.....	9
6. Contaminación.....	10

CAPITULO II
ECOLOGIA URBANA

7. Consideraciones Preliminares.....	14
8. Recursos.....	16
9. Residuos.....	22
10. Transporte.....	26
11. Población.....	28

CAPITULO III
EFECTOS CONTAMINANTES Y CONSUMO DE ENERGIA EN LA
PRODUCCION DE MATERIALES PARA LA ARQUITECTURA

12. Fuentes de las Materias Primas y Características de los Recursos.....	31
13. Gastos de Energía.....	37
14. Contaminación.....	51

CAPITULO IV
CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES PARA
LA ARQUITECTURA EN RELACION AL MEDIO AMBIENTE

15. Propiedades Acústicas.....	59
16. Propiedades Térmicas.....	73
17. Durabilidad.....	75
18. Mantenimiento.....	79
19. Reutilización.....	81

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO V
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ARQUITECTONICOS Y SU
EFECTO EN EL MEDIO AMBIENTE

20. Adaptabilidad.....	83
21. Gastos Energéticos y Materiales.....	85
22. Contaminación.....	94

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES PARA REDUCIR EL IMPACTO DE
LA ARQUITECTURA EN EL MEDIO AMBIENTE,
A PARTIR DE LOS DATOS CONSIGNADOS
EN LOS CAPITULOS ANTERIORES.

Recomendaciones.....	95
23. Anexos.....	101
24. Bibliografía y Fuentes de Información.....	107

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

P R O L O G O

En los últimos tiempos, palabras como ecología, contaminación, energía y recursos, han tenido mucha popularidad. Es frecuente ver asociaciones en favor de la no alteración del medio ambiente, reuniones sobre problemas ecológicos, órganos públicos dedicados al tema; súbitamente, el entorno y la naturaleza se han vuelto muy importantes.

Cuanto más grande, poblada y ruidosa es una ciudad, más las personas se interesan en éstas teorías.

Esto me llevó a pensar en qué podemos nosotros, los arquitectos, influir en éstas consideraciones. Tenemos varios campos bajo nuestro control, definimos la localización de un edificio, su forma y los alrededores, las estructuras que lo componen, especificamos los materiales de que se forma, sin contar la participación que tienen los urbanistas en las ciudades. Entonces me di cuenta que cualquier parte de la arquitectura tiene relación con la ecología, ya que ambas tratan del medio ambiente. Con estas intenciones, escribí éste trabajo.

Mi especial gratitud al M. en Arq. Alvaro Sanchez Gonzalez, director de la tesis. También agradezco a los demás orientadores, M. en Arq. Francisco Reyna Gomez, M. en Arq. Roberto Cruz Serrano, M. en Arq. Mário Schjetnan Dantan y Arq. Eduardo Saad Eljure.

Esta tesis sólo fué posible gracias a las becas recibidas de parte de la Fundación Rotaría Internacional y del CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, de Brasil.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

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

La arquitectura debe responder a las condiciones económicas, a los cambios de necesidades de la sociedad y a las concepciones del ambiente, entre otras condicionantes.

En los últimos años se ha comprendido que las reservas energéticas son agotables. Tiene que haber un cambio de mentalidad, y en donde el consumo de materias primas y energía no tenía importancia alguna, se debe empezar a pensar en un ahorro. Ahora se acepta que las tecnologías altamente contaminantes y consumidoras de energía son indeseables, pero todavía no se emplean de manera general nuevas técnicas en la construcción. Con objeto de establecer algunos lineamientos para el diseño y el desarrollo tecnológico es útil analizar el impacto que tiene la arquitectura y sus sistemas en el medio ambiente y después determinar una manera de aminorar éstos efectos.

Para ésto, se comienza analizando el entorno, a través de teorías ecológicas que aclaren las ventajas y desventajas que hay que mantener o procurar eliminar en el medio ambiente, entendiendo lo que son conceptos tales como ecología, ecosistema, habitat y nicho ecológico, energía, recursos y contaminación.

El siguiente paso es el estudio de la ecología urbana. La ciudad es la principal forma de aglomeración de personas y sus actividades. El estudio de los flujos de recursos y residuos, de la población y transporte ayudan a entender un poco su funcionamiento y pensar en soluciones a nivel ecológico.

Si se concibe el edificio como un sistema completo que utiliza energía y materiales a lo largo de todo su ciclo vital, el análisis debería empezar con la extracción de las materias primas (y sus fuentes de reservas) empleadas en la construcción, incluir los gastos energéticos de su transporte, procesado y colocación, y los procesos contaminantes en éstas etapas.

Antes de especificar el material, pensar en sus características acústicas y térmicas, su durabilidad y necesidades de mantenimiento, y luego, al final de la vida del edificio, cuando se derribe, debería tenerse en cuenta cómo se dispersan los materiales y se vuelven tal vez a utilizar. Con el mismo enfoque, estudiar los sistemas estructurales, industrializados o no. Verificar las posibilidades de adaptabilidad de cada sistema, los gastos de energía y materiales para su elaboración y los efectos contaminantes durante el proceso. En la práctica existe poca información disponible sobre el consumo de energía en los procesos constructivos.

El último capítulo del trabajo es una síntesis de todos los anteriores, buscando reducir el impacto de la arquitectura en el entorno natural, disminuir sus efectos de gastos energéticos, contaminación, derroche de materias esenciales, etc.

Inicialmente, se buscaba utilizar las más modernas tecnologías constructivas como una manera de expresar el dominio del hombre sobre la naturaleza. Ahora, entretanto, con el aumento de interés en las discusiones sobre el medio ambiente y el movimien-

to ecológico, los arquitectos empiezan a cuestionar la validez de utilizar altos consumos de energía y tecnologías contaminantes del entorno en sus obras, y pensar en la utilización ordenada y moderada de los recursos no renovables.

Es evidente que el impacto del hombre en el entorno aumenta en la medida que aumenta su demanda de mejor condición de vida. Por ejemplo, su impacto en el medio ambiente puede disminuir si él no demanda comida, abrigos contra el frío y el calor, agua y energía, mobiliario, transporte, etc. En otras palabras, cuanto más aumentan las necesidades del hombre en cuanto a materiales y confort, mayor es la demanda de las reservas naturales de la tierra. La sociedad de consumo se predispone a crear necesidades que fueron elaboradas por el propio consumismo, muchas veces en detrimento de las necesidades básicas. Cuanto más alto el nivel económico, mayor el desperdicio.

Actualmente, tenemos construcciones acabando las riquezas terrestres con el consumo de grandes cantidades de energía y materiales para su realización, operación y mantenimiento. Ellas significan trabajo, producción y descargas de energía y materiales, como los residuos que afectan el funcionamiento del sistema natural; con su presencia física ocupan una porción de tierra o una parte del ecosistema.

Si el hombre no necesitara de abrigo para sí y sus actividades, no habría necesidad de arquitectura. Partiendo del principio de que la arquitectura es un prerequisite para la existencia humana, de que manera puede ser diseñada, construida y utilizada con un mínimo de impacto en el ecosistema terrestre. Como es que los sistemas arquitectónicos pueden atender a las necesidades humanas con el mínimo desgaste del medio ambiente. Que uso se debe dar a los sistemas constructivos para sacar el máximo de provecho de ellos sin ser discordante con el ecosistema terrestre. En el desarrollo de éste trabajo, se intentará aclarar algunas de éstas interrogantes.

C A P I T U L O I TEORIAS ECOLOGICAS

1. ECOLOGIA

Hasta hace poco tiempo, la ecología era considerada apenas una de las divisiones del campo de la biología avanzada. Se le consideraba, en círculos académicos, como una "biología del medio ambiente". Literalmente hablando, la ecología se refiere al estudio de los pobladores de la tierra, quienes conviven a manera de componentes interdependientes entre sí. Como tiene relación directa con los flujos de energía y con los ciclos de la materia, también se le puede definir como "el estudio de la estructura y función de la naturaleza".

En sus raíces, Ecología viene de dos términos griegos, "oikos", que significa "casa", y "logos", que quiere decir "la ciencia ó el estudio de". O sea, Ecología es la ciencia ó el estudio de los organismos en su medio.

Como el hombre es uno de los pobladores de la tierra, él también tiene una relación de interdependencia con todos los demás organismos. A medida que el hombre empezó a tomar conciencia acerca del medio ambiente, de los desequilibrios causados fundamentalmente por sistemas y progresos creados por él mismo con el fin de mejorar la calidad de vida, la esfera de acción de la ecología se ha ampliado considerablemente, hacia un enfoque que concuerda con el significado de la raíz de la cual se deriva. Hoy la ecología es considerada una ciencia principal, interdisciplinaria, que congrega a las ciencias biológicas, físicas y sociales.

Ya que la ecología estudia la "casa" del hombre-organismo, tiene relación directa con la arquitectura, a medida que ésta se encarga de planear, diseñar y construir la "casa".

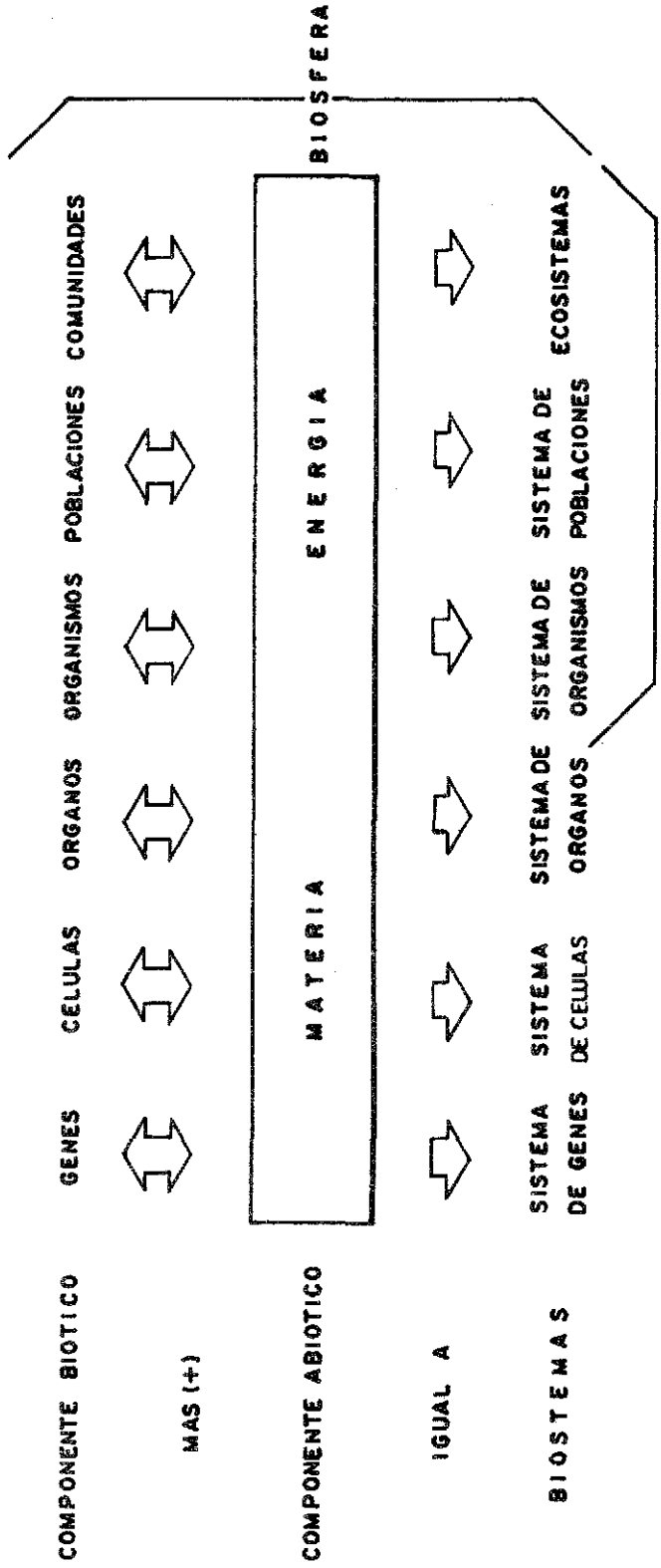
La aplicación más importante de la ecología es tal vez la conservación en su sentido más amplio. O sea, asegurar la preservación de un medio ambiente de calidad, que cultive tanto las necesidades estéticas y de recreación, como las de producción; y mantener un desarrollo continuo de la flora, fauna y materiales útiles, estableciendo un ciclo equilibrado de cosecha y renovación.

2. ECOSISTEMA

Para mejor definir los intereses de estudio ecológico, se debe considerar la tabla 1, de niveles de organización. Las unidades biológicas (vivas, componentes bióticos) interactúan con el medio físico (amorfo, energía y materia), combinandose sucesivamente para producir una serie de sistemas vivos (biosistemas). La palabra sistema se emplea como un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, que forman un todo único. La parte derecha de la tabla es lo que concierne a la ecología. La palabra "población", que servía originalmente para definir un grupo de gente, en ecología se amplía para incluir grupos de individuos de cualquier tipo de organismos. Con el mismo enfoque, "comunidad" incluye a todas las poblaciones de una área dada.

La comunidad y el medio abiótico funcionan juntos como un sistema ecológico o ecosistema. El ecosistema es, en ecología, la unidad funcional básica. Incluye tanto organismos (comunidades bióticas), como un medio ambiente abiótico, cada uno de los cuáles influye sobre las propiedades

TABLA I - NIVELES DE ORGANIZACION (1)



(1) Eugene P. Odum. "Ecología: el vínculo entre las Ciencias Naturales y las Sociales." p. 12

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

del otro, siendo ambos necesarios para la conservación de la vida. Todos los ecosistemas de la tierra, funcionando juntos en una escala global, es lo que se denomina biosfera, ó dicho de otra manera, una parte de la tierra (como planeta) en donde los ambientes (suelo, aire y agua) están biológicamente habitados (los ecosistemas pueden funcionar).

Si bien es claro para todos que los factores físicos (medio abiótico) controlan la actividad de los organismos, no siempre es considerado que, a su vez, los organismos influyan al ambiente abiótico. De ésta manera, acontecen cambios continuos en la naturaleza física y química de los materiales inertes por organismos que devuelven nuevos compuestos y fuentes de energía al medio ambiente. De todas las especies, es el hombre el que más trata de modificar al medio ambiente físico para mejorar su calidad de vida y satisfacer sus necesidades inmediatas. A medida que va "mejorando" su calidad de vida, va transformando la naturaleza, destruyendo los componentes que son necesarios para su propia existencia fisiológica.

Para evitar una crisis mayor del medio ambiente, las decisiones deben hacerse fundamentalmente a nivel de ecosistema y de la biosfera.

Los ecosistemas podrían clasificarse por el tipo de energía que utilizan: No solamente la energía aparece en cualquier tipo de ecosistema, (hecho por la naturaleza ó por el hombre), sino también es su principal fuente motora. La fuente y la cantidad existente de energía son las determinantes del grado, tipo, número de organismos y de la ruta de los procesos funcionales y del desarrollo.

Existen dos tipos principales de energía de los cuáles dependen los ecosistemas: la solar y la producida por combustibles químicos ó nucleares. A pesar de que, aparentemente, la magnitud de la energía solar que se recibe sobre la tierra es enorme, la radiación solar, en términos de área, es una fuente de energía diluida, ya que sólo una pequeña parte es directamente utilizada por los organismos. En cambio, el combustible puede suministrar una fuente muy concentrada en términos de conversión a trabajo útil (flujo de energía por unidad de tiempo), dentro de una área reducida.

Clasificación de ecosistemas en base a fuentes de energía: (2)

1. Ecosistemas naturales no subsidiados, impulsados por energía solar
Ejemplos: el océano, bosques de zonas altas
Estos sistemas constituyen el módulo de la nave espacial terrestre que mantiene los fundamentos de la vida.
2. Ecosistemas naturales subsidiados, impulsados por energía solar
Ejemplos: estuario de marea, algunas selvas tropicales
Estos son los sistemas productivos de la naturaleza que no solamente tienen una enorme capacidad de mantenimiento vital, sino que además producen un exceso de materia orgánica que se almacena, o bien, puede ser transferida a otros sistemas.

(2) Eugene P. Odum. "Ecología: el Vínculo entre las Ciencias Naturales Y las Sociales". p.27

3. Ecosistemas humanos subsidiados, impulsados por energía solar
Ejemplos: agricultura, acuicultura
Estos son sistemas productores de alimentos y de fibras, mantenidos por un combustible auxiliar o cualquier otro tipo de energía suministrada por el hombre.
4. Ecosistemas urbano-industriales, impulsados por combustibles.
Ejemplos: ciudades, ciudades satélites, parques industriales.
Estos son sistemas generadores de bienestar (y también de contaminación), en los cuáles los combustibles reemplazan al sol como fuente principal de energía. Estos además dependen (algo así como si fueran parásitos) de los tipos 1-3 para mantenimiento vital y para el suministro de alimento y de combustible.

En un ecosistema existen dos componentes bióticos, el que es capaz de captar la energía luminosa y utilizarla para producir alimento (mediante síntesis) a partir de sustancias inorgánicas; y aquél que degrada, asimila y desintegra las sustancias orgánicas requeridas en los procesos vitales. El 1º es denominado autotrófico y el segundo heterotrófico. Los heterotróficos emplean sustancias elaboradas por los autotróficos. Estos componentes se sitúan en el ecosistema en forma de capas superpuestas. En la parte superior, en donde existe mayor abundancia de energía luminosa para los autotróficos, está la máxima expresión del metabolismo. En el sustrato, en donde se acumula la materia orgánica, se desarrolla la actividad de los heterotróficos. Estos dos componentes tienden a regularizar constantemente sus actividades, balanceandolas en conjunto.

Desde otro punto de vista, una clasificación basada en la fuente principal de energía utilizada por los organismos (niveles tróficos) es la siguiente:

1. Sustancias abióticas y condiciones de vida - consta de elementos y compuestos químicos básicos y de parámetros físico-químicos en los ambientes terrestre, acuático y climático.
2. Productores - conjunto que comprende los grupos vegetales inferiores y superiores.
3. Consumidores ó macroconsumidores - representados por animales que ingieren otros organismos, o bien, materia orgánica.
4. Desintegradores ó microconsumidores - comprendido por organismos heterotróficos, principalmente bacterias y hongos, que a través de la degradación y absorción de sustancias existentes en organismos muertos, liberan sustancias minerales simples, que son aprovechadas por el productor, y sustancias orgánicas que pueden proveer alimento, ser estimulantes ó producir efectos inhibitorios.

Técnicamente, se acostumbra llamar a los tres últimos, autótrofos, heterótrofos y saprófitos, respectivamente (para productores, consumidores y desintegradores).

Estos tres tipos funcionales de organismos están comprendidos dentro del componente biótico del ecosistema. La biomasa es considerada como el peso de los organismos presentes en un ecosistema, en un tiempo determinado.

En la parte abiótica del ecosistema existen tres componentes:

1. Sustancias inorgánicas - forman parte de los ciclos biogeoquímicos del ecosistema (carbono, agua, etc.).
2. Sustancias orgánicas - como los carbohidratos, las proteínas, etc.

3. Régimen climático - factores físicos que delimitan las condiciones de existencia del componente biótico, como la temperatura.

3. HABITAT Y NICHOS ECOLÓGICOS

Para mejor comprender la estructura y función de los ecosistemas, es importante saber que los tipos de organismos que se encuentran en ellos, no sólo dependen de las condiciones locales (clima caliente ó frío, húmedo ó seco, etc.), sino también de la geografía. Esto explica el porque de las diferencias de fauna y flora en todo el mundo.

Los ecólogos emplean la palabra habitat para indicar el lugar en donde vive un organismo ó el lugar en donde se le buscaría ó se le esperaría encontrar. Ya la función desempeñada por ese organismo, su posición ó papel dentro del ecosistema es lo que se conoce por nicho ecológico. Dependiendo de las condiciones existentes en un ecosistema, un organismo puede funcionar (nicho fundamental) ó no (nicho supuesto). Hay un gran interés de los ecólogos por cuantificar y delimitar éstas condiciones ya que, del nicho fundamental, derivan directamente el espacio disponible, la energía y los recursos, y éstos, a su vez, influyen grandemente en la evolución de la estructura, de la conducta, así como del origen y extinción de las especies.

No se puede dejar de citar el papel que tiene el hombre en la composición de los ecosistemas, a pesar de ser un habitante minoritario de muchos. A través de la planeación o no, el hombre remueve o introduce especies de sus nichos ecológicos, causando efectos muy significativos en el funcionamiento del ecosistema. Con frecuencia, las especies introducidas se convierten en plagas, creando serios problemas en el medio ambiente. El impacto del hombre en detrimento de su medio ambiente no está limitado a las sociedades industriales ni al siglo XX, ya que otros tipos de explotación inmoderada de la naturaleza impulsada por la energía solar sucedió en el pasado. Pero hoy, con el incremento incesante del número de habitantes en la tierra, éste efecto está tomando proporciones realmente alarmantes para la preservación de los ecosistemas.

Las especies varían bastante en la rigidez de sus nichos. Las mismas especies pueden desempeñar papeles diferentes, ocupando nichos distintos. Tal es el caso del nicho alimenticio del hombre, algunas veces el hombre es carnívoro, otras herbívoro u omnívoro. El papel del hombre y su modo de vida, así como su desarrollo cultural, pueden ser bastante diferentes conforme la fuente de energía de que dispone para alimentarse.

En todo los medios, la naturaleza y la velocidad de los ciclos de los elementos nutritivos minerales constituyen condiciones principales. Estas condiciones físicas podrán ser no solamente factores limitativos en el sentido perjudicial, sino también factores reguladores benéficos para la existencia de los organismos. Por ejemplo, existen observaciones de que organismos que viven en regiones templadas (temperaturas variables), pueden sentirse deprimidos, inhibidos ó retardados por una temperatura constante.

4. ENERGÍA

No sólo la cantidad de energía, los recursos disponibles, la ubicación geográfica y la evolución histórica influyen en el número, diversidad y manera en que viven los organismos en un sistema. Esto depende también del modo en que la energía fluye a través de los componentes biológicos y de la pro

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

porción en la cuál circulan los materiales.

Los materiales que no producen energía circulan, pero no la energía. Los materiales que constituyen los organismos (nitrógeno, carbono, agua, etc) pueden circular varias veces entre los entes vivos o no. Cualquier átomo de material puede ser usado una y otra vez. Por otro lado, la energía utilizada una única vez (independiente de la manera que sea utilizada), se convierte en calor y de ésta forma, se disipa en el ecosistema, pues no puede impulsar procesos vitales. Todos los organismos vivos y las máquinas requieren un suministro continuo de energía, proveniente del exterior, para mantener sus actividades.

Las leyes de la termodinámica, conceptos fundamentales en la física, determinan el flujo energético. La 1ª ley establece que "la energía puede ser transformada de una clase a otra, pero nunca ser creada o destruída". La 2ª ley afirma que "ningún proceso que implique transformación de energía se produce naturalmente, a menos que ocurra degradación de la energía de una forma concentrada a una dispersa" (ley de Entropía). Entropía, en términos de la cantidad de energía no recuperable, es una medida del desorden en un sistema termodinámico cerrado.

Así, mismo cuando la energía no es creada ni destruída, en el momento de su utilización se degrada (se transforma) en una forma no recuperable (calor disipado).

El régimen climático que determina las condiciones de existencia es influído directamente por un medio ambiente radiactivo, compuesto del flujo directo de la radiación solar y de la radiación calorífica de onda larga de las superficies vecinas. Entretanto, sólo una pequeña parte del elemento solar directo puede transformarse, por medio de la fotosíntesis, en alimento energético para los organismos del ecosistema. La cantidad de luz solar que llega a la tierra se reduce considerablemente al pasar a través de las nubes, del vapor de agua y de otros gases atmosféricos. De lo que llega, la mitad es absorbida por una capa verde y apenas el 1 - 5 % se convierte en materia orgánica, la que estructura y opera el ecosistema movido por energía solar. De manera que, de los millones de calorías de energía solar que llegan en una columna de un metro cuadrado, solamente quedan unos cientos para alimentar a los carnívoros o al hombre.

Es importante fijar que en cada transferencia se efectúa trabajo útil, no únicamente en la parte biológica, sino también en toda la cadena. Todo lo que llega de la radiación solar es necesario para que funcione la biosfera, aunque no se convierta en alimento o que no se pueda usar directamente como energía.

El simple hecho de que la disipación de la radiación solar calienta la biosfera a niveles tolerables para la vida, moviliza el ciclo hidrológico e impulsa el sistema climático, ya marca la importancia, indirectamente, para la vida.

"Para un consumidor tal como el hombre, solamente cuenta la energía neta y ésto es aplicable a toda energía, alimento y combustible. La energía bruta, como un potencial, a menudo es muy impresionante en cantidad, pero siempre debe evaluarse en términos de la cantidad que puede ser convertida en el trabajo deseado, y los costos termodinámicos deben ser menores que la

energía neta obtenida, si la conversión ha de ser benéfica a largo plazo",

(3)

Tal es el caso de la cadena de radiación solar que tiene una energía bruta muy grande y acaba en una energía neta de alimento muy pequeña. Y es el mismo caso de las reservas naturales de petróleo y carbón, en energía bruta. La cadena de acciones de localización, extracción, transporte y procesamiento algunas veces requieren más energía que lo que vale el producto final, haciendo la energía neta casi inexistente.

Debido a su habilidad para explotar una fuente de energía de origen fósil, la población se ha extendido rápidamente y prosperado en un sentido material. Prácticamente toda la sociedad de consumo actual está impulsada por combustibles de origen fósil (petróleo y carbón). Con la constante disminución de éstas reservas naturales, en todas partes del mundo están los científicos investigando una posible solución, substituir el combustible de origen fósil por otra fuente dominante (por ejemplo, energía de la fusión atómica), no alterando la sociedad de consumo, o diversificar y utilizar energías de varias fuentes, al mismo tiempo que se intenta "ahorrar" petróleo y carbón.

Es un problema de difícil solución. Por un lado, toda la maquinaria y la estructura socioeconómica de las ciudades actuales (industrializadas) están diseñadas para utilizar combustibles de origen fósil. Cambiar ésta situación en muy poco tiempo implicaría un caos social y económico, así como reacciones en cadena que podrían degradar el ecosistema de una manera casi imposible de reconstruirlo. Por lo tanto, los ecólogos indican que, por lo menos durante una o dos décadas, hay que desarrollar una estrategia adecuada, buscando conservar una reserva suficiente de energía combustible, para hacer posible una transición paulatina para otra (s) fuente (s) de energía. Consideran importante un período de tiempo en un estado estable para examinar la importancia del valor humano, sus necesidades reales, al mismo tiempo que se analiza la mejor substitución para los actuales combustibles.

5. RECURSOS ENERGETICOS

Hoy, en todos los países, el uso de la energía es mayor que aquél que puede ser abastecido a un costo razonable por las fuentes dentro de las fronteras de las naciones. Incluso en donde hay grandes reservas de carbón o petróleo, son tan altos los costos de obtención y conservación, que imponen altas limitaciones sobre el crecimiento económico y crean un equilibrio ines

(3) Ibid, p. 108

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

table con otras naciones, debido al problema del comercio. Los más afectados son los países pobres, que no tienen recursos energéticos propios, y que más sufren con la constante alza en los precios del combustible. La atención de la humanidad estará puesta por mucho tiempo en la necesidad de conservar la energía, reducir el desperdicio y aumentar la eficiencia de su utilización, y en buscar nuevas fuentes, que suplan a las que se están agotando.

La energía solar, que se presenta en forma abundante, no obstante de estar diluida y de ser de baja calidad (ver capítulo de Energía), puede aprovecharse en las ciudades en servicios tales como calentamiento de agua y calefacción para edificios, economizando así, combustible para usos de mayor importancia. El uso de la energía solar en substitución total al combustible de origen fósil requiere una tecnología nueva, aún no plenamente desarrollada. Actualmente, se estudia intensamente la transformación directa de la luz solar en electricidad, mediante celdas solares.

Otra manera de aprovechar la energía solar para un nivel más alto de trabajo sería utilizando la fotosíntesis, tanto para combustible, como para alimento. Esto sería posible con "bosques para combustibles". Aprovechando el vapor producido por la madera quemando, se podría generar electricidad. Esta es una posibilidad para considerar en áreas de baja densidad de población ó donde exista gran cantidad de tierra no adecuada para la agricultura u otros usos.

Actualmente se utiliza en forma limitada la fisión o escisión del uranio para generar electricidad. Esta fisión, no solamente desprende energía, sino que también algunos elementos, tales como el estroncio, cesio y plutonio, todos radiactivos y extremadamente peligrosos (especialmente el plutonio, ya que puede ser utilizado en la fabricación de bombas). A parte de su peligro, la fisión atómica depende de uranio, material muy escaso en la tierra.

Otro tipo de energía nuclear es la basada en la fusión de átomos ligeros, como el hidrógeno, para formar un átomo más pesado con un desprendimiento de energía. Para el desprendimiento de ésta energía son necesarias temperaturas muy altas (semejantes a las existentes en el sol). Los productos radiactivos de la fisión no ocurrirían, a menos que se provocara una reacción de fisión para crear las temperaturas altas y necesarias para la fusión (como en la bomba de hidrógeno). Existen muchas discusiones acerca de la energía nuclear, tanto en los sistemas de fisión o fusión, pero el uso generalizado de ésta modalidad de energía como fuente industrial mundial todavía está muy distante.

6. CONTAMINACION

"Contaminación es un cambio indeseable en las características físicas, químicas ó biológicas del aire, agua ó tierra, que será o puede ser perjudicial para el hombre y otras formas de vida, procesos industriales, condiciones de vida y propiedades culturales.

Contaminación es el producto derivado de la conversión de energía y el uso de los recursos. Los contaminantes, entonces, son las "desventajas" que desacreditan y potencialmente limitan, el uso de los "bienes" (esto es ,

los recursos)", (4)

Los elementos de contaminación son los residuos de cosas que el hombre hace, utiliza y arroja. La contaminación aumenta básicamente no sólo porque la gente se multiplica y el espacio disponible se hace menor, sino también debido a que las demandas personales crecen constantemente, aumentando directamente la cantidad de desecho.

En el pasado, la naturaleza consiguió hacer que los contaminantes fuesen menos perjudiciales. Hoy, a finales del siglo XX, con la gran cantidad de contaminantes y con su toxicidad cada vez mayor, la integridad de la propia naturaleza y el desarrollo cultural del hombre están profundamente amenazados.

No hay manera de evitar por completo la contaminación (deriva de la 2ª ley de la termodinámica), pero se puede disminuir la cantidad, así como sus principales impactos.

Hay varios tipos de contaminación, cada uno de los cuáles tiene maneras distintas de enfocar la posible disminución del impacto en el medio ambiente.

1. Contaminantes Biodegradables - pueden ser degradados rápidamente por procesos naturales o en sistemas de tratamiento. En ésta categoría están las aguas negras domésticas que son tratadas en plantas de procesamiento, con utilización de energía eléctrica y máquinas para acelerar la descomposición natural por parte de los microorganismos. O sea, ésta es la clase que posee sustancias cuyos desechos pueden ser tratados naturalmente ya que son rápidamente depositados o transferidos; la contaminación térmica, el dióxido de carbono y los nitratos, son algunos ejemplos.

El problema que ocurre con los biodegradables es cuando la cantidad de contaminantes es muy grande, sobrepasando la capacidad de descomposición, dispersión o repetición de los procesos cíclicos de la naturaleza. Es el problema de las grandes ciudades con las aguas negras y otros desechos orgánicos. La solución es relativamente sencilla, la tecnología para el tratamiento de los desechos domésticos está bien desarrollada; requiere dinero y concientización de las personas de que éste costo es uno de los cuales deben pagar por el derecho a una vida urbana concentrada. Se consideran tres etapas en el tratamiento de los degradables:

- a) tratamiento primario - un filtrado mecánico y sedimentación de sólidos (incineración, enterramiento y en el futuro, la posibilidad de procesamiento para fertilizantes ó combustibles).
- b) tratamiento secundario - reducción biológica de la materia orgánica (descomposición natural por parte de los microorganismos).
- c) tratamiento terciario o avanzado - eliminación química de fosfatos, nitratos, sustancias orgánicas persistentes y otros materiales. Este tratamiento requiere equipo especial y energía de combustible.

El objetivo actual en las ciudades es conseguir principalmente el tratamiento secundario, esperando que la naturaleza se encargue del tratamiento terciario.

(4) *ibid*, p. 257

2. Contaminantes No Degradables - sustancias para las cuales no hay una desintegración natural o procesos de tratamiento equivalente al número de productos elaborados por el hombre que llegan al medio ambiente. Son aquellos llamados "desechos sólidos" en las ciudades y que acaban enterrados en depósitos de basura: latas de aluminio, detergentes, vidrio, plásticos, etc.

A medida que escaseen éstos materiales, será necesario gastar la energía suficiente para el reciclaje de metales y plásticos. Otra solución sería la substitución de éstos productos por otros cuya repetición del ciclo sea sencilla o que sean degradables. Infelizmente, existe mucha ganancia económica, a corto plazo, en la manufactura de la mayoría de los materiales no degradables para la sociedad de consumo.

3. Contaminantes Tóxicos - éstos contaminantes obstruyen los procesos bioambientales vitales y constituyen una gran amenaza a la salud humana. En muchos, la toxicidad en el hombre y en otras formas de vida todavía no es conocida de modo completo. Son los compuestos químicos industriales y agrícolas, gases del smog, substancias radiactivas, plaguicidas, etc.

Con los últimos índices de contaminación del aire y agua, hubo evidencia de una relación con los aumentos recientes de enfermedades humanas y muertes por afecciones pulmonares y ciertos tumores malignos. La mayoría de éstos venenos, individualmente son casi insignificantes, pero en conjunto su efecto puede ser muy dañino y hasta ahora no hay un procedimiento para tratarlos por completo.

La palabra contaminación deriva de una raíz griega cuyo significado es "corromper". En este sentido, podemos encontrar contaminantes, principalmente en los medios urbanos, cuyas consecuencias en el hombre se presentan de una manera más sutil, o sea, no son tan claramente demostradas.

Un ejemplo de esto es la contaminación visual que el habitante de las ciudades sufre constantemente. Anuncios, letreros, propagandas de todo el tipo son característicos de la sociedad de consumo, marcando notoriamente la falta de unidad e identidad del hombre actual. El hombre hoy perdió la identidad con su medio, no se siente una parte de su calle, de su barrio. Estos no son "cosas suyas". Y los anuncios en general tienen la facultad de incrementar ésta sensación de "ajeno", de desarraigar la gente de "su lugar". Su peor característica es que no se les puede "apagar", no se tiene poder alguno sobre ellos. A éste respecto hay algunas opiniones contrarias, Gordon Cullen piensa que "el gusto de la gente es vulgar y posee una de las grandes ventajas de la vulgaridad: la vitalidad"; y Robert Venturi, Steven Izenour y Denise Scott Brown argumentan en favor de la arquitectura simbólica, de la receptividad a los valores y gustos de las diferentes culturas en la sociedad, y en que los arquitectos empiezen a aplicar más modestia en sus trabajos. Para ellos, "la arquitectura debería ser socialmente menos coercitiva y estéticamente más vital". El que toda esa publicidad deba ser convenientemente dosificada y limitada a ciertas zonas urbanas está fuera de toda duda. El especialista en panorámica urbana debe prestar la más profunda atención al fenómeno publicitario. (5)

(5) Gordon Cullen. "El Paisaje Urbano, Tratado de Estética Urbanística". Robert Venturi, Steven Izenour, Denise Scott Brown. "Aprendiendo de Las Vegas.

Otro gran contaminante del medio ambiente es el ruido. Los claxons, las máquinas, los vecinos a que les gustan la música y el radio a todo volumen, son otros elementos del medio ambiente al que no se les puede "desligar" con un simple toque. Las gentes que tienen contacto directo con éstos aparatos ya sufren graves problemas en su capacidad auditiva (como algunos obreros de la construcción civil que trabajan con máquinas y no usan protección alguna contra el ruido que ellas producen y a que se exponen diariamente).

Con el constante amontonamiento en las urbes, la gente muchas veces sólo está separada unas de otras por paredes "delgadas como el papel". La consecuencia de este estado de cosas tiene influencia directa en la gran cantidad de gente con stress, neurosis, con problemas emocionales, sin hablar en la disgregación de la estructura familiar por la constante "invasión" sonora externa y falta de intimidad.

El hombre necesita de un espacio vital que incluya algo más que los simples elementos fisiológicos necesarios para la vida. Precisa un medio complejo y diverso que le garantice una serie de acciones psicológicas y sociológicas para que se pueda desarrollar en toda su individualidad e identidad.

C A P I T U L O II ECOLOGIA URBANA

7. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

A través de gran parte de su historia, el hombre ha actuado sucesivamente con una visión fragmentada del mundo. En una sociedad poco compleja, con una población limitada y tecnología primitiva, él podía detectar el problema y solucionarlo, sin pensar en otros factores; el impacto del hombre en el medio ambiente era limitado.

A partir del inicio de la Revolución Industrial, las ciudades tuvieron el más rápido y profundo cambio jamás experimentado en su historia. Fueron cubiertas vastas áreas con edificios y otras construcciones; empezaron a funcionar sistemas integrados de cambios y servicios; el gobierno decretó leyes para coordinar, regular y planear las actividades de la ciudad. Ciudades éstas que proveen los mayores niveles de nutrición, abrigo, longevidad, y oportunidades no conocidas anteriormente.

Con éste inmenso crecimiento, una gran cantidad de problemas urbanos se fueron intensificando; como de incremento de la población, el crimen, el desempleo, las tensiones raciales y la merma de la calidad de vida. Así, las ciudades expresan lo mejor y lo peor de los alcances del hombre, lo mejor de sus esfuerzos para crear orden y belleza, y lo peor de sus actividades en producir la miseria humana y la destrucción ambiental.

Más que cualquier otra especie, el hombre trata de modificar el medio ambiente físico para satisfacer sus necesidades, pero al hacerlo, destruye cada vez más los componentes bióticos que son necesarios para su existencia fisiológica. Por mucho que su técnica prospere, la dependencia del hombre en relación al medio subsiste, puesto que depende de complejas cadenas de alimentos. Según Eugene P. Odum, las grandes ciudades no siguen siendo más que parásitos en la biosfera, si consideramos los recursos que acertadamente se han designado como vitales, el aire, el agua y los alimentos.

Cuanto mayores son las ciudades, más piden al campo circundante y tanto mayor es el peligro de que perjudiquen al medio natural. Hasta ahora, el hombre ha estado tan absorbido en "conquistar" la naturaleza, que ha prestado poca atención a la de conciliar los conflictos derivados de su doble función en la tierra: habitante y manipulador. El hombre es completamente dependiente de la productividad de la tierra y ésta es la relación básica entre la ciudad y su medio ambiente biológico.

Los tiempos cambiaron, las tecnologías que son desarrolladas para soportar una siempre creciente población son capaces de influenciar largamente la mayoría de los procesos geológicos y ecológicos. Cada uno de esos efectos no planeados puede causar un fuerte impacto negativo en la estabilidad del medio ambiente.

Un sistema urbano es considerado por la mayoría de las personas como "la construcción del medio ambiente y del alrededor socio-cultural que el hombre creó para sí propio en una ciudad". A su vez, la ciudad representa "la mayor expresión del desarrollo de la tecnología del hombre y su evolución cultural".

El sistema urbano tiene algunas propiedades en común con el ecosistema. En un nivel, ambos son compuestos de muchos subsistemas, interactuantes, conectados juntos con flujos de energía, materia e informaciones de varios tí

pos. El ecosistema urbano es caracterizado por mecanismos de control natural y social/institucional, siendo éste último crecientemente predominante. Los límites del ecosistema natural serán definidos principalmente debido a la manipulación humana del ecosistema urbano.

La ciudad está físicamente estructurada para procesar materiales usando varias formas de energía para soportar la población humana. Instituciones sociales son necesarias para facilitar el proceso, para poner metas en su realización y para medir el estado del sistema, usando varios indicadores. Estos componentes y sus interacciones constituyen el ecosistema urbano y sus funciones. El desarrollo de la ciudad está basado en un alto nivel de productividad para construir estructuras y productos, los cuales permiten cierto control sobre la naturaleza. Las estructuras proveen de control sobre el clima, almacenamiento para recursos y varios nichos funcionales donde el hombre pueda trabajar; los productos mantienen sus necesidades fisiológicas. Estando la ciudad estructurada, la energía y los recursos deben ser usados cada vez más y más para el mantenimiento de esas estructuras y el desarrollo de interconexiones dentro de la comunidad. Sociológicamente, se está adoptando el punto de vista de que es la manera en que los materiales y la energía se utilizan, y en que el desarrollo y el empleo del espacio son proyectados y controlados, lo que decide si los valores humanos se preservan o se pierden; o puesto en otra forma, lo que constituye el problema grave es la decadencia en la calidad del espacio vital y no el abastecimiento en energía o recursos.

Algunos procesos naturales y sociales están conectados para dirigir o controlar los flujos de energía y materiales desde sus sitios de ocurrencia natural, pasando por la ciudad hasta los puntos en que son disipados o retornan para el medio ambiente. Estos flujos deben ser descritos cuantitativamente y planeados para sostener no solamente la agricultura moderna industrial y el consecuente flujo de comida de una ciudad, sino que también el suministro de agua, tratamientos de desechos, transporte, industria básica y una gama de servicios sociales esenciales. Los flujos de energía y materiales deben ser tratados como partes del sistema urbano total.

Se planificaron territorios industriales sin tener en cuenta el bienestar colectivo y sólo según los intereses de la industria. Las zonas habitadas se formaron donde las inmobiliarias podían comprar terrenos baratos. Los medios de transporte eran basados en rapidez y combustibles abundantes. La planificación urbana se adaptó a esto.

Esta planificación urbana es responsable de los hechos actuales, debe entenderse sobre el fondo que representa el crecimiento económico. Según Yona Friedman, ésta ideología la debemos atribuir a la ilusión de que vivíamos en un mundo rico. Este mundo rico, por sus recursos inagotables era la garantía de un crecimiento indefinido del nivel de vida. Estas ilusiones han desaparecido al darnos cuenta de que vivimos en un mundo pobre, en el que los recursos son limitados. La era de los combustibles baratos ha pasado, esto significa que en el futuro, la planificación deberá tener en cuenta los aspectos económicos de la energía y de los materiales.

El conocimiento de ésta escasez exige nuevas maneras de calcular, así como nuevos criterios para determinar la eficiencia. Esto no significa que el hombre debiera cesar de modificar la naturaleza, sino solamente que un estudio cuidadoso debe preceder a las modificaciones proyectadas, para asegurarse que resultará de ellas un beneficio neto para aquella, y no simplemente

te un beneficio económico pasajero para un interés creado.

8. RECURSOS

Uno de los principios básicos relativo al desarrollo de los sistemas ecológicos tiene que ver con la distribución de la energía en el sistema. Cuando el sistema ecológico es joven, la corriente de energía se dirige hacia la producción (crecimiento y construcción de una estructura compleja), pero a medida que la densidad de población se aproxima al nivel de saturación, el sistema madura, en el sentido de que una proporción mayor de la energía disponible es desplazada hacia la conservación de la estructura compleja que se ha creado. Por ésta razón, cuanto mayor la ciudad (y consecuentemente el sistema urbano), mayor su necesidad de energía y materiales para mantenerla funcionando.

Las ciudades son administradas de tal modo actualmente, que no solamente no aprovechan la energía solar, sino que ésta, algunas veces, se transforma en una molestia costosa.

Una zona urbana industrial, densamente poblada, requiere 2 ó 3 veces más energía que la que mantiene la vida en los ecosistemas impulsados por energía solar, naturales o semi-naturales. Esta es la razón por la que mucha gente pueda vivir en un espacio reducido. La cantidad de kilocalorías por metro cuadrado que fluyen anualmente en una ciudad industrial deberán medirse en millones. Así, un acre de un medio ambiente urbano muy desarrollado, impulsado por combustibles, consume alrededor de mil millones de kilocalorías o más cada año. En 1970 se consumieron en los Estados Unidos 17.4×10^{15} Kcal. de energía proveniente de combustibles (incluyendo electricidad), la que dividida entre 200 millones de personas alcanza una cantidad aproximada de 87 millones de Kcal. por persona, por año. Para el consumo alimenticio se requieren 1 millón de Kcal. por persona. Por lo tanto, en éste país, se utilizó 86 veces más energía que la requerida para satisfacer las necesidades fisiológicas del hombre. En países en vías de desarrollo, la situación es distinta. En la India y Paquistán el consumo energético de combustibles per capita es, respectivamente, 1/50 y 1/100 veces menor que en EUA, puesto que en éstos países el trabajo humano y el empleo de animales de tracción son más utilizados que la maquinaria. Una proporción mucho mayor del flujo de energía incluye el alimento y su producción.

Para abastecer una hectarea de terreno urbano se requiere la producción de muchas hectareas de terreno agrícola. En 1973 se necesitaron 0.80 hectareas para surtir la abundante dieta de un ciudadano norteamericano.

Los ecosistemas urbanos están fuertemente subsidiados por combustibles, de tal modo que grandes cantidades de éste se consumen fuera de las ciudades para producir el alimento, lo que representa una demanda energética que no aparece directamente en el presupuesto de energía de la ciudad. Aún cuando el uso de la tierra y de combustibles es mucho menos abundante en otras partes del mundo, algunos países de alta densidad de población, como el Japón, no tienen las suficientes áreas de producción de alimento para sostener su población, teniendo que importarlo de otros países. Esto da origen a que áreas densamente pobladas, con un alto consumo energético, requieren de superficies productoras de energía más extensas y con menor densidad poblacional para poder mantenerse. De modo que el juzgar si una área está o no sobrepoblada depende no sólo de las consecuencias socio-económicas del sobre

población, sino también de la capacidad y disponibilidad de las fuentes de energía, que pueden estar ubicadas en regiones distantes.

Muchas ciudades pueden asegurar a sus residentes los recursos considerados esenciales: agua, aire, alimentos y energía. Algunas, sin embargo, están proyectando estos recursos con un costo muy elevado y, muchas veces, la capacidad de algunas ciudades está excedida ocasionalmente. Ejemplo de ello son los cortes de energía y agua y los inadecuados abastecimientos de agua para las ciudades del estado de California en EUA.

Las ciudades que crecen sin una planeación apropiada, invariablemente se expanden absorbiendo tierra agrícola, bosques o tierras húmedas, causando un daño irreversible. Este desparramamiento urbano, aparte de la negativa alteración ambiental, disminuye los recursos a medida que requiere más y más gastos energéticos, principalmente en el transporte privado, en el mantenimiento de las necesidades fisiológicas de la población y en sus requisitos de calidad de vida.

La conservación en el uso de los recursos llevará a una reducción significativa en la cantidad total de recursos requeridos para la marcha eficiente de una ciudad. Desde que empezó la crisis de energía, la conservación ha crecido considerablemente. Muchas industrias han sido capaces de ahorrar hasta el 15% de su gasto energético mediante simples procesos de conservación. Sin embargo, la conservación sólo será significativa cuando ocurra una reestructuración en las ciudades. Por ejemplo, en EUA, el 24% de la energía es aplicada en el transporte. Algo se puede ahorrar con un cambio a carros más pequeños y menos potentes, pero una real conservación sólo se conseguiría con un cambio radical al uso del transporte colectivo, con su eficiencia energética 5 a 12 veces más grande.

En un ecosistema, una manera de conservar recursos es a través de un mayor control en su distribución. Igualmente, las ciudades deben ejercer un grado de control más grande sobre el desperdicio de alimento durante la distribución, la pérdida de recursos en tránsito causados por evaporación y derrames y el gran gasto energético causado por fuentes masivas de energía centralizadas.

La ciudad es un ecosistema dependiente en términos de mantenimiento vital, ya que no produce alimento, asimila muy pocos desechos, y recircula sólo una porción reducida de agua y de otros materiales necesarios, en tanto que la mayor parte de la energía que la impulsa proviene del exterior, muchas veces de grandes distancias.

Así, una hectárea de una ciudad requiere no solamente de muchas hectáreas de sistemas agrícolas para alimentarla, más de muchas más, ya que depende para el mantenimiento de la vida en general, para la eliminación del dióxido de carbono, de los volúmenes de desechos, del suministro de agua y otros materiales.

El uso del agua per capita, incluyendo irrigación, es algo así como 7500 litros por día, de los cuáles se consumen aproximadamente 2700 litros. Un habitante de la ciudad consume también una tonelada de productos derivados de madera (papel, madera aserrada, etc.) anualmente, requiriendo de 0.12 a 0.40 hectáreas para su producción.

En términos de uso energético, mientras más rica es la ciudad, mayor es el área de mantenimiento vital que se requiere. Consecuentemente, todas las grandes ciudades industriales del mundo están localizadas donde la capacidad del medio ambiente para mantener la vida es elevada y extensa, como

cerca de la costa, en estuarios extensos, grandes ríos o en deltas fértiles,

El consumo de energía y el flujo de materiales, en ambos sentidos, están totalmente vinculados, de manera que cuanto mayor es el flujo de energía en la ciudad, los flujos de entrada de materiales y de salida de desechos se incrementan. El agua, los metales y otros materiales son absolutamente necesarios para convertir la energía de los combustibles en bienes y servicios útiles. Una ciudad sin agua tendería a desaparecer sin importar que cantidad de petróleo u otro tipo de energía concentrada estuviera disponible.

El consumo anual de agua de una familia media norteamericana es de 340,000 litros. Esta cantidad es aproximadamente 1 y 1/2 veces lo que consume una familia media europea y tal vez sea 2 o 3 veces más de lo que se podría gastar si se introdujeran una serie de medidas de ahorro, sin disminuir los niveles de comodidad e higiene. Aproximadamente un 40% de ésta agua, potable, se emplea en los tanques de los retretes. En algunos lugares del mundo hay cantidades suficientes de agua potable, no siendo tan urgente el ahorro, sin embargo, en otras partes, existe una demanda creciente de agua, tanto en términos de aumento de población, como de aumento de consumo per capita. Para solucionar éste creciente requerimiento, sólo explotando otras fuentes, a través de la construcción de grandes pantanos y de extensas redes de distribución, o adaptándose distintos modos de ahorro, aprovechando los suministros locales siempre que sea posible.

Philip Steadman habla de diversas formas de ahorrar agua en su libro "Energía, Medio Ambiente y Edificación"; se pueden diseñar los grifos y otros aparatos de modo que se reduzca la cantidad empleada para las mismas funciones. Un ejemplo sería el "atomizador o spray" de gran presión, llamado también "pistola de vaho", diseñado por Buckminster Fuller en sus primeros experimentos de los años 30 y 40, para el lavado personal y ducha. Una persona podría darse un baño empleando apenas 1/2 litro de agua, aunque tardaría una hora en hacerlo. El agua atomizada se evapora, lo cual evitaba todo problema de cañerías y de eliminación de agua sucia. Otras posibilidades para ahorrar agua son las ollas a presión y los diferentes tipos de retretes en los que se reduce drásticamente la cantidad de agua empleada cada vez. Otra forma en que puede reducirse sensiblemente el consumo consiste en reciclar el agua empleada en un mismo edificio o vivienda, con o sin tratamiento intermedio.

Para ésto, sería aconsejable clasificar los grados de pureza necesarios para cada forma de consumo. Se puede hacer una distinción entre agua "blanca", de mayor pureza, empleada para beber, cocinar y lavar la vajilla; otra no necesariamente potable, empleada en los baños, duchas, limpieza y lavado de ropa; el agua "gris", resultante de las operaciones anteriores, que puede emplearse en los tanques y en los jardines (filtrando el jabón y los detergentes); y las aguas "negras" contaminadas con los residuos de alcantarillado.

Otro modo de disminuir la demanda de agua de las redes centrales sería utilizar las fuentes locales de agua, tanto la que existe bajo tierra como la proveniente de la lluvia. Naturalmente que no existe novedad en la autonomía del abastecimiento de agua, ya que numerosas granjas y casas rurales dependen del agua de los pozos, extraído manualmente o con bombas, o de lluvia, que se recoge en los tejados u otras superficies y se almacena en cisternas.

Aún cuando el insumo energético en las grandes ciudades sobrepasa al consumo local de energía solar, es importante indicar que la quema de combustible por parte del hombre es insignificante si se la compara con el insumo de energía solar (energía solar que llega a la superficie de la tierra es $1 \text{ ó } 2 \times 10^6 \text{ kcal/m}^2 \times \text{año}$, dependiendo de la latitud). Hay que recordar que la energía solar es de baja utilidad (en términos de capacidad de trabajo) y la energía del combustible es de alta utilidad. La toma de conciencia de que los depósitos de combustibles fósiles son recursos limitados y de que, en el caso del petróleo, se extinguirá en un futuro próximo, ha inducido a la revalorización de las fuentes de energía solar. En lo concerniente a éste tópico, no se trata exclusivamente de la utilización directa del calor y de la luz solar, o de su utilización indirecta a través del sistema biológico. También sus otras variantes, energía eólica y energía hidroeléctrica, son importantes.

Pensando en un empleo práctico, en un sólo edificio, la aplicación directa o indirecta de energía solar sin recurrir a combustibles fósiles incluiría: la utilización directa de la radiación solar para la calefacción y refrigeración, aplicando el calor solar para impulsar los equipos de refrigeración por absorción; utilización de celdas solares fotoeléctricas para generación de energía eléctrica, aunque ésto, actualmente, todavía tiene un costo elevado; utilización de energía eólica para generar electricidad y tal vez la utilización de energía hidráulica en pequeña escala. Todas estas fuentes de energía contaminan en grado mínimo.

El costo inicial para el equipo todavía es alto, mayor que para los equipos de calefacción, aire acondicionado y sistemas de energía eléctrica convencionales. Pero, si se analizan los costos consiguientes de combustibles, tanto en términos económicos como en términos del medio ambiente, es bastante pequeño.

Existe una fuente de combustible en la descomposición de productos de alcantarillado y desperdicios orgánicos: es el gas metano, que se produce cuando éstos materiales se descomponen sin aire (anaerobiamente). Este gas se puede quemar para producir energía y calor exactamente del mismo modo que se hace con el llamado gas natural.

Todas éstas tecnologías son sencillas, bastante experimentadas y, en algunos casos, muy antiguas. Los recientes adelantos en métodos de almacenamiento de energía, en el diseño de baterías y en la tecnología de células de combustible aumentan los atractivos actuales de éstas fuentes energéticas.

La exploración de la energía del viento tiene más aplicación a gran escala que para un sólo edificio. La razón para ésta afirmación es que la energía producida varía con el cuadrado del diámetro de la rueda de un molino y con el cubo de la velocidad del viento, manteniendo los demás factores constantes. Sobre un terreno nivelado, la velocidad del viento aumenta generalmente con la latitud, por lo tanto en términos muy sencillos y generales, cuanto más grande sea la rueda y cuanto más alta esté situada, mejor. Consecuentemente los molinos pequeños, más apropiados para abastecer de energía a un sólo edificio, encuentran mayor justificación en lugares remotos y aislados, y sobre todo en regiones costeras y montañosas con una mayor velocidad media del viento.

La transformación de desperdicios orgánicos en abono es una de las artes más antiguas que conoce el hombre. En éste siglo se han construido varias plantas de transformación a escala industrial. También es usual emplear el gas metano (o el llamado gas de los pantanos) como combustible en plantas

de transformación de productos de alcantarillado. A escala menor se han construido plantas de tratamiento de desperdicios y restos orgánicos de diseño sencillo en pueblos y áreas rurales, sobre todo en la India y China. La descomposición local tiene un gran inconveniente, la pequeña cantidad de materia disponible.

En lo que respecta a la energía solar directa, existen varios diseños en todo el mundo. En Japón están instalados más de 2 millones y medio de calentadores solares de agua que proporcionan agua caliente a más de la 4^a parte de los baños existentes. Philip Steadman determina que existen dos razones que aconsejan la utilización de energía solar en la construcción a pequeña escala: primero, la radiación solar es difusa y alcanza amplias zonas de la superficie de la tierra con una distribución más o menos uniforme, o sea que puede obtenerse inmediatamente para emplearse en edificios, cualquiera que sea la ubicación o aislamiento de éstos, en cuanto que para su producción industrial es preciso concentrarla de alguna forma. Por otra parte, es fácil alcanzar las bajas temperaturas (entre 40° y 90°C) que se necesitan para calentar espacios o agua o incluso para su refrigeración. Más difícil es generar las temperaturas altas (de 150° a 300°C o más) necesarias para producir energía o electricidad.

Técnicamente el empleo de energía solar para calentamiento es bastante viable. Las restricciones se limitan al aspecto económico de ese empleo comparado con otros sistemas y en elegir el más apropiado para los diferentes climas, emplazamiento, tamaño de los edificios, etc. La refrigeración solar está aún a un nivel de prototipo, con poquísimas construcciones, a pesar de su gran atractivo ya que los períodos de máxima demanda coinciden naturalmente con los de máximo suministro energético.

Ya se había dicho que la vivienda es la que tiene más probabilidades de utilizar fuentes de energía solar; en primer lugar es una gran consumidora (en los países que demandan calefacción, llega a consumir 1/3 del total de la energía utilizada) y, por otro lado, utiliza la energía a bajas temperaturas.

Pero la introducción de ésta energía puede realizarse de otra forma diferente a la expuesta anteriormente, en que se emplean técnicas de helioingeniería en edificios normales (muchas veces con gran necesidad energética), compitiendo en costo y eficiencia con los sistemas energéticos tradicionales. Se puede utilizar el principio de que toda la arquitectura forma un todo, consecuentemente los mismos elementos arquitectónicos deben desempeñar las funciones de captación, almacenamiento y distribución de calor solar - el Bioclimatismo. Contra el principio básico, los críticos analizan que generalmente es empleado por ingenieros (con la consecuente visión parcial de la obra arquitectónica), ofreciendo los inconvenientes de mantener un alto grado de tecnicismo, muchas veces inaccesible para el utilizador medio; de no ser confiable con el tiempo (problemas de mantenimiento); y su principal inconveniente, su costo, muy alto. Por otro lado, en el plan energético no tiene gran desempeño ya que el rendimiento global medio de éstas instalaciones no ultrapasa el 30%, con energía solar incidente. Contra todos éstos inconvenientes, se ofrece la opción de la "concepción arquitectónica bioclimática".

En el libro "Arquitecturas de Adobe", Patrick Bardou y Varoujan Arzumanyan escriben: "Querer pensar cada habitat como un organismo en ósmosis con su clima, es simplemente buscar un poco el gesto tradicional que marcó el suelo de abrigos humanos, y confiar más en los materiales que arquitecturan la envoltura que en los mecanismos que palian los errores conceptuales".

Los dos principios no se oponen fundamentalmente, son conceptos arquitectónicos distintos.

Muchos edificios tradicionales y primitivos ofrecen ejemplos de soluciones muy adecuadas a los problemas que el clima presenta a la arquitectura. Por razones exclusivamente de necesidad, éstas edificaciones utilizaron materiales sencillos, jugaron con la forma y geometría del edificio o con sus relaciones con otras obras constructivas para buscar sombra, abrigo contra vientos fuertes, etc. Sacaron mucho partido de la topografía y emplearon árboles y plantas para conseguir sombra o humedad en regiones secas. El resultado es un diseño sutil, económico y muy humano, que ofrece un proyecto final muy rico formal y estéticamente, comparado con algunas soluciones técnicas que se imponen independientemente del clima, haciendo uso de mucha energía y de servicios mecánicos.

Hasta el siglo XIX, los edificios civiles se concebían subordinados al trazo general de las calles, plazas y paseos de la ciudad. Su forma externa dependía de consideraciones sobre ubicación y vecindad y de la obligación de adoptarlo en una organización mayor que formara un todo estético. Se utilizaban métodos para controlar las relaciones entre las edificaciones y sus alrededores, aprovechando efectos de los fenómenos climatológicos. Actualmente, se trabaja partiendo del interior, utilizando la planta de cada edificio como generadora del mismo, considerando en la mayoría de los casos a la edificación un objeto aislado, una escultura que se ha de ver por todos sus lados, diseñada casi independientemente de las características del medio al que está destinada. Se puede comprobarlo con la padronización total de la arquitectura, ya que en todos los países existen ejemplos de edificios que emplean cristales, acero y concreto, independientemente de la tradición constructiva del pueblo local, no tomando en cuenta el medio y solucionando todos los problemas subsiguientes con substitutos mecánicos instalados en cada edificio por separado. La desintegración y colapso actual de la forma urbana y la incoherencia visual del espacio urbano exterior es consecuencia tanto de esta tendencia estética como de la especulación del suelo y de la proliferación de la construcción de carreteras, con los consecuentes conjuntos urbanos, comerciales o residenciales nacidos espontáneamente en sus márgenes. Un resultado de eso son las plazas desoladas, quemadas por el sol, las extensiones vacías que rodean los conjuntos de viviendas subvencionadas, el fuerte viento que sopla al pie de cualquier edificio alto.

Cuando la energía eléctrica se genera en centrales energéticas, una parte considerable (aproximadamente un 65%) de la energía teórica disponible producida por el combustible que se emplea para hacer funcionar la central, se pierde. Otros 5% aproximadamente, se pierden en el transporte de la energía, de tal manera que el rendimiento neto es poco más del 30%. Por otro lado, el calor perdido se desperdicia en el agua de refrigeración (canalizada hacia los ríos) o en la atmósfera, contribuyendo a la contaminación térmica.

Una manera de disminuir éstas pérdidas es la introducción de los llamados sistemas de "Energía Total", consistentes en utilizar una central energética miniatura, que abastezca exclusivamente a un complejo de edificios o, a un nuevo barrio de viviendas. Así se ahorran no sólo las pérdidas del transporte de energía, sino que el calor producido por la mini central puede ser aprovechado para calentar el agua de las viviendas adyacentes, y en verano para la refrigeración del aire acondicionado. El generador de electricidad puede funcionar por medio de una turbina de gas o de un motor de gas o fuel-oil. Se puede aumentar el rendimiento energético del 30% (de la central) a un 70%, en las mejores condiciones. Y eso repercutiría favorablemente en una considerable disminución de la contaminación atmosférica. Estos sistemas de energía

total se podrían utilizar principalmente en complejos mixtos como colégios con departamentos u oficinas con departamentos, en los cuales las necesidades de calor y electricidad se pueden combinar mejor a lo largo de las 24 horas. Se utiliza el término "Energía Total" para designar la integración de una gama más amplia de sistemas de construcción y de energía urbana, por ejemplo, el calor producido por la incineración de basuras puede ser empleado de forma práctica.

Muchas ciudades tienen zonas arboladas, una buena parte de áreas de pastos y arbustos y, en algunos casos, lagos y lagunas, de tal manera que incluyen el componente autotrófico o espacios verdes (los medios urbanos son ecosistemas heterotróficos). Estas áreas son de un enorme valor estético y satisfacen las necesidades recreacionales de sus habitantes. Sin embargo, sus funciones son más importantes: contribuyen al abatimiento de la contaminación, que se refleja en la reducción de los niveles de ruido, de dióxido de carbono y otros productos resultantes del consumo de combustibles; también proveen drenaje natural y pueden ayudar en la ventilación y moderación de temperaturas en las áreas urbanas.

La mayoría de los edificios construidos a partir de ahora durarán más allá de la fecha en que, según predicciones de los expertos, la producción mundial de combustibles fósiles (gas y petróleo) habrá alcanzado su rendimiento máximo y empezará a declinar. Los edificios no son productos cuya tecnología pueda reformarse rápidamente a un costo bajo. Una vez construido no hay otra solución que conservarlos, por lo menos por medio siglo. Por lo tanto, ya se debería empezar a utilizar sistemas energéticos cuya fuente fuera independiente de combustibles fósiles o por lo menos medidas ahorrativas de energía y materiales en las edificaciones. Entre los muchos factores que forman parte del diseño de un edificio, el que ofrece ventajas más inmediatas y sustanciales en lo que respecta a la conservación de energía es el factor aislamiento. La causa del mal aislamiento de las actuales construcciones es principalmente, la ligereza de materiales empleados y las grandes superficies acristaladas. En relación a este último, se pueden mejorar las condiciones utilizando doble o triple acristalamiento, pero lo mejor sería reducir radicalmente la superficie total de cristal sin afectar demasiado la iluminación natural y la visibilidad en el interior del edificio. Con ésta reducción se consigue un gran ahorro en la inversión de la obra y en el acondicionamiento. Iluminación y acondicionamiento son los mayores consumidores de energía, debido a las ventanas mal colocadas o indebidamente usadas.

Existen muchas maneras de buscar protección solar y de orientar un edificio de modo que disminuya la cantidad de sol que le alcanza. La pared que recibe más insolación es la de oeste, principalmente en verano. Si se plantan árboles, que cambian la hoja, a lo largo de ésta fachada, proporcionan sombra en verano y permitirán que los rayos bajos del sol la alcancen en invierno.

9. RESIDUOS

Los residuos principales de las actividades domésticas son los gases procedentes de la calefacción y de la incineración u otro tipo de combustión; las aguas negras, que contienen sólidos en suspensión o disueltos, como los nitratos; y residuos sólidos resultantes de las basuras y desechos, así como los automóviles inservibles y artículos similares. Generalmente, las actividades de calefacción e incineración doméstica no contribuyen con una parte muy importante a los residuos gaseosos, principalmente en las áreas cálidas,

donde no se utiliza la calefacción. Puede haber cenizas volátiles y hollín. Existe mucha variación entre ciudad y ciudad en éste sentido, pero de forma generalizada, los gases no significan una porción significativa en el peso de los residuos domésticos. Un componente que tiene un peso importante son las aguas negras. En residencias que no utilizan trituradores de basura, el peso seco de las aguas inmundas es alrededor de 0.50 kg. por persona y día, hallándose compuesto básicamente de excrementos humanos y sustancias orgánicas e inorgánicas consecuentes de los trabajos de cocción y lavado. Cuando los hogares utilizan trituradores de basura, el peso total seco de las aguas residuales se duplica. Los residuos en forma sólida incluyen: las basuras resultantes de la preparación, cocción y servicio de las comidas, los desechos que pueden ser combustibles como papel, cartones, cajas, madera, muebles, restos de planchas, ropa, etc., o no combustibles como materiales metálicos, latas, plásticos, vidrio, loza, etc.; y las cenizas, residuos incombustibles procedentes de alguna forma de combustión. Básicamente, un miembro de cada familia tira un promedio de 1.5 y 2.0 kg. de residuos sólidos al día. Actualmente, los residuos sólidos han aumentado significativamente con la proliferación de los envases no recuperables de todos tipos. La situación es peor debido a que el material de que se hallan compuestos éstos envases son poco degradables en el medio ambiente, especialmente los plásticos y el aluminio.

Otro problema especial constituyen los coches usados y abandonados.

La oferta anual de vehículos desechados crece con mayor rapidez que la demanda de éste recurso. El exceso se amontona en los "cementerios" de carros o los propietarios simplemente los abandonan en cualquier parte. Cuando ésta concentración llega a altos niveles, éstas carcasas son incineradas y/o comprimidas. El primer caso dá lugar a una gran descarga residual en el aire; cuando no son incinerados, son empleados en el relleno de tierras o los sumergen en aguas costeras, pudiendo transformarse, en éste último caso, en criaderos para la fauna marina.

Los residuos se eliminan de varias maneras en el área urbana. Las antiguas formas de incineración local o entierro en el patio ha disminuido enormemente, pasando a los basureros vecinales, luego a los incineradores centrales y posteriormente a los vertederos o basureros municipales. Los basureros municipales se distribuyen indiscriminadamente; el mal olor, el humo, los insectos y roedores, el deterioro del suelo, la diseminación de enfermedades infecto-contagiosas entre la población, acompañan a los basureros municipales a cielo abierto. Algunas veces, se les acostumbra prender fuego, con la finalidad de reducir su volumen y disminuir el número de insectos y roedores, contribuyendo de ésta manera a la contaminación atmosférica. Con el paso directo de los residuos sólidos a las corrientes de agua y con el drenaje de éstos basureros, se tiene como resultado la degradación de la calidad del agua.

La incineración reduce el volumen total de los residuos sólidos en aproximadamente una quinta parte, puesto que una gran parte de éstos son combustibles. Pensando en minimizar los costos, convendría llevar la incineración lo más próximo posible del origen de los residuos, con incineradores domésticos en la propia residencia o en los patios. La parte negativa resultante son los gases y partículas suspendidas en el aire. Si se pudieran emplear técnicas eficaces para controlar éstas emisiones resultantes de pequeñas incineraciones, la combustión cercana al origen de los residuos sería muy recomendable.

El retiro de basura es una tarea con gran intensidad de trabajo y con una tecnología muy primitiva. Esto lleva a un costo muy elevado. Del cos-

to total de la eliminación, cerca del 80% es relativo al retiro. Una propuesta para disminuir la intensidad de trabajo es la trituración y lanzamiento a los drenes de los residuos sólidos, ya que más del 99% de las aguas negras están formadas de agua, pudiendo aceptar un considerable aumento de su contenido sólido sin necesitar una expansión en la capacidad de los sistemas de drenaje. La trituración podría ser efectuada en las casas o en estaciones para tal, situadas relativamente cerca de los puntos de retirada. En algunos casos, ciertas substancias orgánicas podrían ser incluidas en la trituración. Esta medida reduciría considerablemente los costos de retirada, no eliminándolos íntegramente por completo, y lo que se acumulara necesitaría una clasificación adicional. Este proceso, sin embargo, tendría el incremento de los residuos disueltos en el agua, colocando una nueva carga sobre las corrientes. Habría que analizar si el ahorro realizado en la retirada podría compensar un mayor costo de tratamiento.

Una alternativa al proceso de "tirar" los residuos consiste en reincorporarlos al proceso productivo. Prácticamente, todos los residuos domésticos pueden ser recuperados para fines útiles; los sólidos contenidos en las aguas negras, y las basuras húmedas pueden ser utilizados como fertilizantes; los metales y otros materiales durables (como el vidrio) pueden ser reciclados y empleados nuevamente; los plásticos son los más difíciles de reaprovechar. El costo de la recuperación de los materiales puede ser considerablemente más elevado que el costo de la obtención de nuevos productos de la naturaleza, debido a la organización del presente sistema de producción, no dando lugar al grado de recuperación óptima posible con la tecnología actual, ni estimulando una tasa de perfeccionamiento adecuada para la tecnología. Entre tanto, la aplicación de la tecnología de la recuperación podría hacer que se redujese hasta un nivel muy bajo el flujo de residuos domésticos.

Otra ventaja de la incineración sería utilizar el calor procedente de la combustión de basura para generar electricidad. Este proceso es empleado en muchas ciudades, principalmente europeas como Amsterdam y Paris. El 10% o 15% de la energía eléctrica de una ciudad puede ser obtenida de ésta manera, y en algunos casos el desperdicio final puede ser utilizado como fertilizante.

Si los residuos fueron producidos en pequeñas cantidades, serían fácilmente asimilados por el sistema natural, agua, suelo y vegetación. Sin embargo, las concentraciones extrapolan la capacidad de procesamiento de los sistemas naturales adyacentes a los sistemas urbanos, ocasionando que ellos funcionen deficientemente o parando por completo.

Se puede escoger entre medidas de tratamiento o acumulación de los materiales. Casi que cualquier tentativa de remover o reciclar los desechos, trae consigo cambios ambientales y ajustes económicos.

Normalmente, los productos de aguas negras se transportan por medio de agua y los residuos sólidos en camiones. Aunque cuando no tratados pueden ser muy peligrosos para la salud, los productos de alcantarillado contienen valiosos fertilizantes todavía aprovechados en algunas sociedades rurales.

Cuando el lodo de las aguas residuales, con fertilizantes en forma concentrada, se arroja en las corriente de agua o lagos, provoca el excesivo crecimiento de hierbas y algas, pudiendo alterar el equilibrio del ecosistema natural (eutrofización), causando con el tiempo la muerte biológica de éstas masas de agua. Si antes de arrojarlas no son tratadas, las aguas negras pueden causar considerables problemas para la salud. En ninguno de éstos casos, la tierra agrícola aprovecha sus cualidades fertilizantes.

Con la escasez de agua en algunas ciudades, se agrava la situación. El agua utilizada en los hogares es toda ella potable, pero en los usos domésticos normales sólo un 3% de ésta agua se dedica a cocinar y beber, en cuanto que en los W.C., lavabos y pilas se utiliza hasta un tercio del total simplemente para hacer correr los residuos por el desagüe.

En lugar de la distinción inicial de los residuos en gases, aguas negras y residuos sólidos, se puede dividir a los mismos de otro modo: orgánicos e inorgánicos. Los primeros, aguas negras, restos de comidas y plantas, etc., sufren todo un proceso natural de putrefacción y descomposición, en la mayoría con un tiempo muy rápido. Los residuos inorgánicos son más estables, y se pueden eliminar sin necesidad de tratamiento o aplicarles técnicas de recuperación, reciclando los materiales de valor potencial que contienen aluminio, acero, vidrio, etc.

Los materiales orgánicos pueden descomponerse de dos formas: aerobiamente (con oxígeno) y anaerobiamente (sin oxígeno). La diferencia se debe a los diferentes tipos de bacterias, agentes principales de descomposición, algunos de los cuales se nutren de oxígeno y otros no. La descomposición aerobia genera calor y todo el proceso se realiza a temperaturas mayores que las de la descomposición anaerobia. El proceso aerobio se presenta naturalmente en la descomposición de restos de animales depositados en la tierra, hojas y ramas secas, plantas muertas y cuerpos de animales muertos. El producto de ésta descomposición es el humus, un material cuyos principales componentes, de alto valor fertilizante, son compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio, junto con gases como el amoníaco y dióxido de carbono, arrojados a la atmósfera. La descomposición anaerobia se produce en la naturaleza tanto en la forma de digestión en los animales como debajo del agua donde la materia orgánica, plantas acuáticas muertas, se pudre sin oxígeno. Los productos que resultan son estiércol y turba, y los gases consisten en una mezcla de metano y dióxido de carbono, junto con pequeñas cantidades de gas sulfhídrico, que es la causa del olor característico.

Todavía no se toman en cuenta de forma generalizada los beneficios reales para el medio ambiente y para la sociedad que traería la descomposición controlada, al reducir la contaminación, devolver la fertilidad al suelo y a las tierras baldías, detener el crecimiento de los basureros municipales y recuperar valiosos materiales para usarse nuevamente. Especialmente para las ciudades de tamaño medio, empleando la descomposición controlada complementariamente a la incineración y al depósito en pozos. Algunas de sus aplicaciones más prometedoras, aparte de su aplicación en la agricultura, están en el acondicionamiento de tierras de baldío, como en los terrenos en donde fueron extraídos minerales a cielo abierto, o los quemados por incendio. En algunos experimentos, se ha visto como, rociando terrenos baldíos con lodo producido por una mezcla de éstos residuos descompuestos con semillas de césped, se forma una capa temporal que se seca al sol y que estabiliza la tierra, evita la erosión y con el tiempo, según crece la hierba, crea una nueva vegetación.

El gas metano, uno de los resultantes de la descomposición anaerobia, es el componente del llamado "gas natural", que se recoge junto con el petróleo y sus derivados y cuyo origen se encuentra en el mismo proceso de descomposición, pero realizado en las épocas prehistóricas en que se fueron depositando los combustibles fósiles. El metano es un gas fácilmente combustible, con un alto poder calorífico, que se puede quemar para cocinar, calentar, alumbrar e incluso para impulsar coches. Así, es posible combinar el tratamien

to sanitario de las aguas residuales, estiércol animal y residuos orgánicos con la producción de un gas combustible en una sola operación, y desde el inicio de éste siglo se han montado algunas plantas con ésta finalidad, principalmente en la India, China, Francia, Alemania, Inglaterra y Estados Unidos. El proceso es particularmente útil y rentable en regiones cálidas, porque la materia en descomposición debe mantenerse en temperaturas entre los 30° y los 60°C y también porque en éstos países los problemas sanitarios son generalmente más graves y la materia orgánica se pudre más rápidamente.

10. TRANSPORTE

Las ciudades reflejan los recursos, la tecnología y las aspiraciones humanas del pasado; los procesos que afectan al crecimiento urbano están cambiando todo el tiempo, mientras el tiempo de vida de las estructuras físicas de las ciudades es medido en muchas décadas, cuando la tecnología del transporte cambia en pocas. Aproximadamente la cuarta parte de la tierra urbana es empleada para transporte, particularmente de personas y productos. Estas áreas son frecuentemente inseguras, congestionadas, ruidosas y contaminadas. Los vehículos diseminan polvo y partículas, independientemente de los problemas de emisiones creados por la combustión. Conflictos entre conductores y peatones, entre autopistas y tierras adyacentes, y entre los propios vehículos son el resultado del transporte.

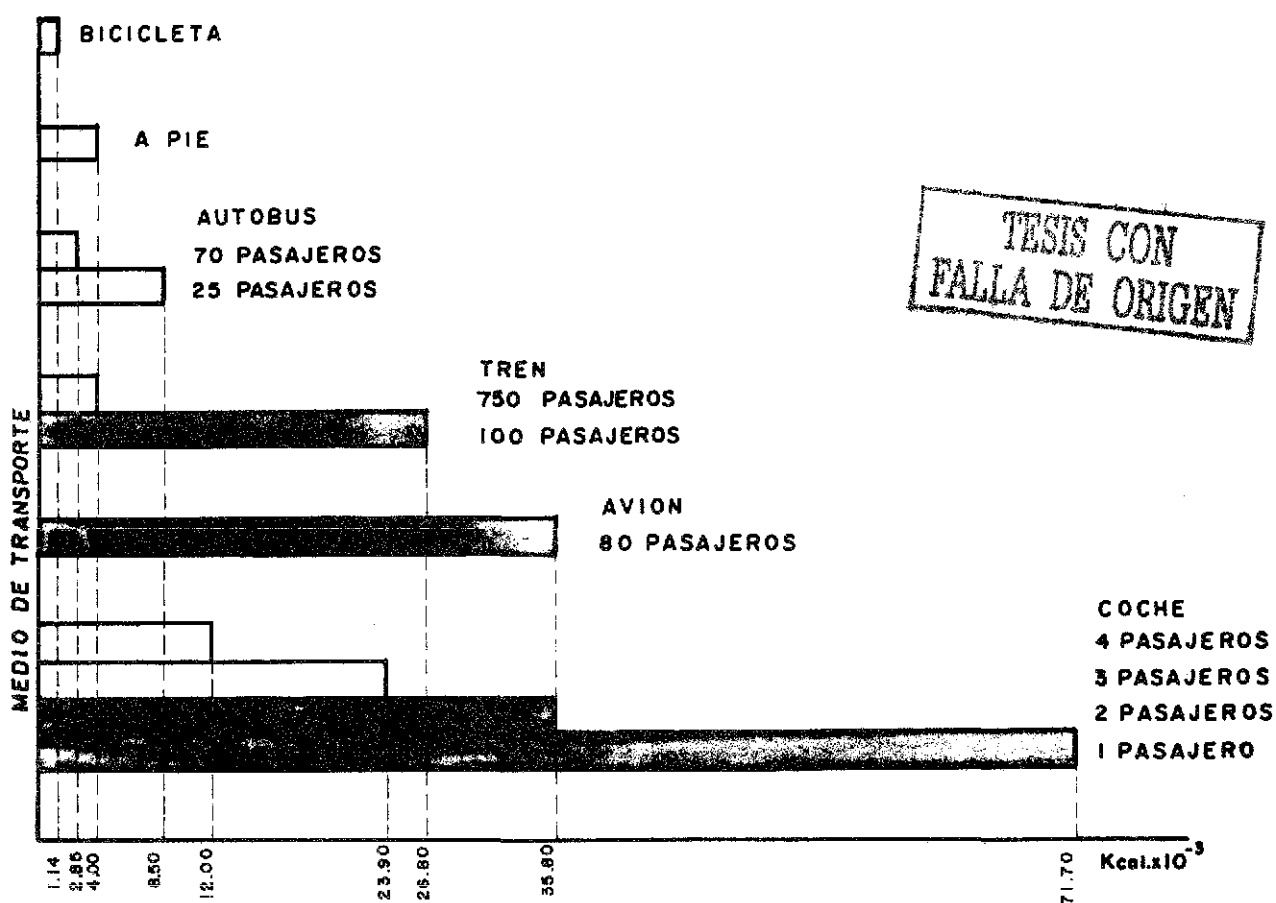
En prácticamente todas las grandes ciudades, el automóvil es indispensable por la falta de sistemas de transporte colectivo de alto rendimiento. El crecimiento de las ciudades y su forma urbana es debido a la existencia de los coches, permitiendo el transporte individual; ciudades éstas que son extensas y con un centro disperso y mal definido.

Los órganos públicos estuvieron hasta hace poco tiempo trabajando sin una planeación global del problema del transporte, fomentando, así, la proliferación excesiva del transporte individual con sus resultantes de ineficiencia económica y deterioro en el uso del espacio urbano. La ciudad ha dedicado una gran cantidad de recursos al transporte individual, ha facilitado el tránsito y el estacionamiento, que hubieran sido más productivos económica y ecológicamente, si se hubieran dedicado a un sistema racional de transporte masivo de personas y de mercancías dentro de las zonas metropolitanas, lo que hubiera orientado de forma más lógica el crecimiento urbano. Actualmente, esperar bajo la lluvia por un tardado y lleno autobus, no es un sustituto adecuado para la comodidad de un vehículo privado. Así, los consumidores están dispuestos a pagar altos precios desde el punto de vista económico y ecológico, para retener sus carros particulares. Es difícil de ofrecer alternativas cuando la forma urbana y la densidad estimulan la transportación individual.

Los gobiernos de los países invierten muy poco en la construcción de ferrovías, una de las más eficientes formas de transporte, cuando continúan con altas inversiones en carreteras y transporte aéreo. Como ejemplo de lo que se podría conseguir substituyendo el tráfico automovilístico por medios de tráfico de masas a base de energía eléctrica, se ahorrarían 16,000 ton. de gasolina, se disminuirían 8000 ton. de monóxido de carbono, 16,000 ton. de hidrocarburos no quemados y 320 ton. de óxidos de nitrógeno por cada 100 millones de km./pasajero.

Las estructuras de conexión en las áreas urbanas aumentan de una manera muy rápida, ya que los residentes necesitan viajar mucho para llegar a sus

TABLA 2 - CONSUMO DE ENERGIA EN DIFERENTES MEDIOS DE TRANSPORTE, EN Kcal., POR PERSONA Y 100 Km. (6)



(6) Philip Steadman. "Energía, Medio Ambiente, Edificación." p.300 (originalmente en la unidad Joule)

diversas actividades, que cada vez son más dispersas. El mantenimiento de éstas conexiones requiere de una gran cantidad de materiales y de energía; el 24% del consumo de energía en los EUA es usada para el transporte y el 12% específicamente para el transporte urbano.

No se concibe una ciudad actual sin pensar en un gran número de vehículos ocupados por una o dos personas, quemando grandes cantidades de gasolina y empleando en forma útil una fracción desproporcionada del total de energía degradada; el efecto de la combustión de gasolina en el envenenamiento del ambiente es agravado, no sólo por la gran cantidad de coches expulsando contaminantes al mismo tiempo, sino también porque en las condiciones de tránsito que imperan en las grandes ciudades por motivo de embotellamientos, los motores operan a regímenes de rendimiento muy bajos, y los vehículos se mueven a velocidades medias muy reducidas; las consecuencias son altas proporciones de emisión de contaminantes y carencia de la turbulencia en el aire, que a mayores velocidades de tránsito facilitaría la difusión de los contaminantes desde las capas de aire más próximas al suelo. Otras causas de los altos niveles de contaminación, son los estados de conservación en que se encuentran algunos vehículos, la falta de afinación y su antigüedad.

Otra fuente de contaminación es la existencia de aeropuertos dentro del sistema urbano o en sus proximidades, principalmente si los patrones de vuelo, por razones de los vientos dominantes o la topografía de los accesos a las pistas, exigen que el despegue se haga sobre la ciudad. En el despegue y en las primeras fases de la elevación de grandes aviones, el consumo de combustible es muy alto; en varias fuentes se compara la contaminación en ésta etapa del vuelo (para grandes aeronaves transatlánticas) con la producida por 6000 vehículos. Una ciudad con intenso tránsito aéreo, con un aeropuerto situado a sotavento de las áreas pobladas, puede sufrir una contaminación por productos de combustión muy superior a la causada por el número de vehículos que circulan en sus calles.

11. POBLACION

Los principales componentes del ecosistema urbano son su población, su estructura física, sus funciones y su producción de recursos. Si se comprende de la naturaleza de éstos componentes, sus interrelaciones e interdependencias y sus limitaciones, se puede definir ecológicamente un mejor curso de acción. La población humana urbana es quizá el más difícil componente para distribuir. Acciones que intentan afectar la densidad poblacional tienen dimensiones morales o religiosas; acciones que tratan de solucionar problemas sociales o que quieren distribuir la población más heterogéneamente en el sistema urbano, se pueden encontrar con fuertes resistencias económicas y culturales. Aparte de esto, la ciudad tiene efectos endebles en sus residentes, que no se pueden entender por completo. En el sistema urbano no se puede disminuir el número de contactos físicos, con éstos aumenta el nivel de agresión y con ello la tendencia a una presión sanguínea elevada y al infarto. El número de infartos en las ciudades es notablemente mayor que en el campo. La bronquitis es causada entre otros por la contaminación del aire y está íntimamente vinculada a la ciudad. El stress psico-social de la vida urbana tiene diversas consecuencias, hasta el extremo de que favorece la formación de cánceres.

Entre los pocos trabajos sobre investigaciones epidemiológicas está la influencia de la altura de los edificios sobre la salud y el bienestar humanos; los habitantes de los edificios altos se enferman con mayor frecuencia

que los habitantes de casas unifamiliares, predominando las enfermedades de las vías respiratorias, en especial en los niños. En las mujeres son más frecuentes las psiconeurósisis. Se afirma que el crear a los niños que habitan en niveles superiores es más difícil que los que habitan en plantas bajas, así como se encuentran el doble de enfermos en un tercer piso que en plantas bajas.

Un estudio examinó a 75 áreas de comunidades en Chicago y consideró correlaciones entre densidad, fertilidad, mortalidad, cuidados de los niños, comportamiento social agresivo y disturbios psiquiátricos. Las medidas de densidad fueron: número de personas por recámara, número de recámaras por unidad de residencia, unidades de residencia por edificio y número de edificios por acre; los investigadores encontraron que el número de personas por recámara era el factor más importante en determinados casos de patología social; la única excepción era el caso de admisiones en hospitales mentales, en donde recámaras por unidad de residencia mostraba la mayor correlación. Las admisiones también eran altamente relacionadas con el porcentaje de personas que vivían solas. Esta investigación tiene importantes implicaciones para la reevaluación de programas de salud, así como para preparar códigos de construcción.

Las medidas empíricas de los efectos de la ciudad en el comportamiento humano son urgentemente necesarias; las personas tienden a compartimentalizar sus intereses, conocimientos y actitudes, se tornan individualistas, olvidando relacionamientos morales y sociales, excepto con los que están más cercanos, los extraños pueden ser ignorados.

En la actualidad, el crecimiento de la población mundial es alrededor del 2%, con un tiempo de duplicación de 35 años; la población de los países en vías de desarrollo, no obstante, crece todavía a razón del 3% de manera general, con un tiempo de duplicación de alrededor de 23 años, en cuanto que en los países altamente desarrollados, la tasa está abajo del 1%, con un tiempo de duplicación de 70 años o más.

El primer indicador de sobrepoblación es el desempleo; el alto nivel de desempleo precipita movilidad y emigraciones. La situación no es muy alterada con la sola creación de empleos y oportunidades de trabajo; el desempleo tiene algunos efectos menos visibles. Para cada persona que abandona un lugar en busca de mejores oportunidades, puede haber otras incapaces de irse, que se quedan en una difícil situación. Las correlaciones existentes entre alta densidad poblacional y comportamiento anti-social están muy bien fundamentadas, esto trae mayores problemas para los que no pueden salir de esta condición y hace que la situación sea peor. La reducción del número de personas que viven en partes determinadas del sistema urbano, puede mejorar considerablemente la calidad de vida y ser lo necesario para mantener la vida en algunos casos.

Una tasa de natalidad alta es una ventaja cuando la densidad es baja y los recursos no se utilizan, pero es desfavorable cuando la densidad es alta y los recursos son limitados. En períodos anteriores caracterizados por el rápido aumento de la población, la tasa de mortalidad ha descendido primeramente, en cuanto la tasa de natalidad se ha mantenido alta; si el patrón de vida se eleva, la tasa de natalidad declina en forma brusca, reduciendo de este modo la tasa de incrementos. Por esta razón muchos investigadores consideran que la elevación del estandar de vida es el primer paso hacia el control de la población; sin embargo, el rápido crecimiento de la población se convierte en obstáculo para el desarrollo económico y similares, que podrían elevar el nivel de vida de las masas, principalmente con la limitación de los recursos de energía y materiales.

Así, son necesarias formas más eficaces de autorregulación, como programas de control para la natalidad, estímulos gubernamentales para pequeñas familias, programas educativos para transformar actitudes del pueblo, etc. Existe un gran peligro de inestabilidad y desorden cuando poblaciones extensas, que consumen altas cantidades de energía, superan a una o más funciones de mantenimiento. En virtud de la falta de control, el crecimiento poblacional, en algunas partes del mundo, está justamente dirigido para dicho exceso. En 1974, las Naciones Unidas emitieron un pronóstico que señala que la densidad de la población mundial se estabilizará después de un par de duplicaciones más; éste pronóstico difiere de otro anterior, en relación con el efecto de que la población mundial se incrementaría más allá de éste nivel.

C A P I T U L O 111
EFECTOS CONTAMINANTES Y CONSUMO DE ENERGIA EN LA
PRODUCCION DE MATERIALES PARA LA ARQUITECTURA

12. FUENTES DE LAS MATERIAS PRIMAS Y CARACTERISTICAS
 DE LOS RECURSOS

12.1. MADERA

La madera es el único material regenerable de construcción, se estima que se puede autorregenerar cada 100 años. En México, la capacidad de producción de las áreas arboladas supera en cuatro veces o más los aprovechamientos que se vienen practicando. Esta falta de utilización ocasiona una escasa contribución al producto nacional y al empleo de mano de obra en el campo, lo que frecuentemente provoca que los dueños de los bosques, con las necesidades vitales a resolver, no encuentren otra alternativa que destruirlos para dedicar el suelo a una agricultura precaria o al pastoreo casi siempre excesivo. Estas soluciones angustiosas y de corto plazo a sus necesidades de supervivencia, son acciones que resultan perjudiciales al interés social por la erosión del suelo o degradación ambiental que provocan.

12.2. CONCRETO

Las materias primas que nos dan el compuesto de cal, alúmina y sílice que es el cemento son dos: material calcáreo, como piedra caliza y el mármol (que contienen óxidos de calcio, silicio, aluminio y fierro), y un material arcilloso, como el barro o la escoria de los altos hornos.

Puede decirse que todos los países tienen yacimientos de caliza; en México existen algunos de gran tamaño. La sílice está presente en prácticamente todas las rocas, arcillas y suelos; más de la cuarta parte de la corteza terrestre es silicio.

La arena es la forma más común del agregado fino y la grava y piedra triturada, las formas más comunes del agregado grueso. Los agregados ligeros consisten, principalmente, en piedra pómez, lava, tobas y escorias, vermiculita, carlita y arcilla expandida.

Las arenas se presentan con más frecuencia en los terrenos de formación más reciente (aluvial, diluvial y terciario), pero también se encuentran a veces formando gruesas capas en terrenos de formación más antigua como el cretáceo y hasta el silúrico. Es extraída de minas.

12.3. ACERO - HIERRO

El hierro es uno de los metales que más abundantemente se encuentran en la naturaleza, constituyendo más del 5% de la corteza terrestre, pero rara vez se encuentra puro, ya que usualmente está formando parte de numerosas rocas y combinado principalmente en forma de óxido, carbono o sulfuro.

Los minerales de fierro, el espatofluor, el manganeso, la piedra caliza, el cok, el níquel y el carbono, empleados en la industria de acero, proceden de yacimientos.

Las reservas totales de mineral de fierro (positivas, probables y posibles) en la República Mexicana ascendían en el año de 1976 a unos

727 millones de toneladas, de las que la gran mayoría caen en la categoría de positivas. Según el consejo de Recursos Naturales no Renovables, las reservas totales en 1972 eran de 721 millones de toneladas de mineral de hierro. En efecto, el Consejo (CRNNR) asigna 372 a las positivas, 163 a las probables y 180 a la de posibles. Las reservas mundiales de mineral de hierro se estiman en aproximadamente 270 mil millones de toneladas. Hay otras 530 mil millones de toneladas de minerales potenciales no consideradas como reservas, sea por exploraciones insuficientes o por no presentar en este momento condiciones económicas para su explotación. América Latina posee el 20% de las reservas de ferrominerales con 54 mil millones de toneladas.

Para producir una tonelada de hierro se requiere de las siguientes cantidades por cada uno de sus componentes: 2 ton. de mineral de hierro, 1 ton. de cok, 1/2 ton. de piedra caliza, 4000 m³ de aire. Frecuentemente se ha citado como dato oficial la cifra de 65,000 galones de agua (246,000 litros de agua) por tonelada de acero acabado. Algunas de las cifras más bajas señalan que se puede alcanzar una recuperación del 97.5% del volumen de agua circulada. (Gasto promedio mínimo de 5300 litros de agua por tonelada de acero),

El potencial carbonífero total de México (para el cok) es de 577 millones de toneladas en reservas demostradas, 1496 millones en reservas inferidas y 2000 millones en recursos potenciales.

En fábricas siderúrgicas tienen un lugar especial los fundentes, que hacen posible la eliminación a través de la fusión de las impurezas que vienen asociadas con el mineral de hierro. Como fundentes, se utilizan la sílice (muy abundante en la naturaleza), caliza (igualmente abundante), dolomita (no tan abundante como la caliza) y fluorita (mucho menos abundante que la caliza o la dolomita). Al ritmo actual de explotación las reservas existentes de fluorita (la menos abundante de los fundentes) sólo alcanzarán para unos veinte años más.

La chatarra es el conjunto de desperdicios de hierro y acero. La recolección de la chatarra tiene una doble función especial, por una parte elimina desperdicios que se acumulan sistemáticamente, sobre todo en las ciudades y que se convierten en focos de contaminación ambiental; por otro lado coadyuva en la tarea nacional de conservación de recursos naturales, ya que cada tonelada de chatarra que se hace llegar a las plantas siderúrgicas, evita el consumo de unas 304 toneladas de minerales.

Algunos materiales que se utilizan en la aleación del acero son los siguientes:

Manganeso - México posee 14 millones de toneladas de reservas positivas y 94 millones de toneladas de reservas probables y posibles.

Cromo - México cuenta con algunas reservas no cuantificadas.

Silicio - ver concreto.

Molibdeno - México tiene yacimientos de reservas no determinados.

Vanadio - uno de los elementos más raros, está ampliamente distribuido en la corteza terrestre.

Titanio - es el décimo elemento más abundante, pero se encuentra rara vez en yacimientos concentrados.

También se utilizan níquel, tungsteno y boro.

Utilizando el acero de alta resistencia se reduce el consumo de re-

cursos naturales no renovables, dado que el mismo volúmen de obra se realiza con una menor cantidad de acero. Esto adquiere mucha importancia ya que en México las reservas de fierro no son grandes (aproximadamente para 25 años).

12.4. PIEDRA

Por su origen, las rocas se clasifican de la siguiente forma:

- Igneas, si provienen de la consolidación del magma original de la tierra o de erupciones volcánicas,
- Metamórficas, las que están formadas de restos de la primera, alteradas por la acción del calor, que las ha transformado en otras nuevas.
- Sedimentarias, acuosas o fragmentarias, que se han formado bajo la acción del agua, ya sea mecánicamente, depositando éste líquido los polvos y detritus que traía en suspensión, ya sea que el material o substancia mineral vaya disuelto y se precipite.

Las piedras para uso en la construcción son muy abundantes (pero no renovables) y por regla general, se puede recoger lista para el transporte en cualquier lecho de torrente, en minas y canteras y en campos abiertos y fosos de terraplenes. Es difícil que no exista una región que contenga una fuente sustancial de piedras de construcción. México está, al igual que Canadá, Italia y Portugal, entre los países con mayores fuentes de piedras de construcción.

12.5. ALUMINIO

En su estado original, el aluminio es un material blando y débil. Para aumentar su resistencia, se agregan al aluminio puro, cantidades pequeñas de otros elementos como cobre, manganeso, magnesio, zinc u otros materiales de la misma categoría.

La duodécima parte de la corteza terrestre es aluminio, segundo metal en abundancia. Sin embargo, este material nunca se encuentra en estado puro, ya que usualmente está combinado con otros elementos, lo que hace extremadamente difícil la extracción del metal puro. Hay arcillas que contienen proporciones hasta del más de 60% de éste metal y los minerales en que se encuentra tienen una apariencia poco atractiva, aunque algunos de ellos brillen como el rubí, el topacio, o la turquesa. Solamente es costoso la extracción del aluminio en minerales que contengan una gran proporción de éste metal, como del 50% al 60%. Los mejores son las bauxitas. Es extraído en minas bajo tierra.

12.6. LADRILLO - TABIQUE

Los ladrillos comunes se hacen con arcilla que contiene una pequeña proporción de arena. La tierra, como la arcilla y el barro, son muy abundantes, pero no son elementos renovables, ya que son extraídos de minas.

12.7. PLASTICO

La mayoría de los plásticos se derivan del procesado (con sus humos nocivos y demás) de un combustible fósil no renovable. Los materiales básicos

para el plástico son los derivados de petróleo y carbón y en algunos casos, de la madera. Los dos primeros son de cantidad limitada y no renovables.

12.8. TIERRA

La expresión "Arquitectura de Tierra" designa el conjunto de los edificios construidos en tierra sin cocer, y excluye a la vez los de la tierra cocida (ladrillos, tabiques).

La tierra para hacer adobes debe ser limpia y formada por arcilla y arena. No debe tener piedras, basura, ni residuos vegetales. La tierra negra o de cultivos no es buena para hacer adobes. La producción de éste material echa mano casi exclusivamente de recursos locales en cuanto a mano de obra y a materia prima. La tierra de nuestro alrededor es el material de construcción más abundante que se conoce.

12.9. VIDRIO

La industria del vidrio depende mínimamente de importaciones para su producción, ya que consume alrededor del 90% de materias primas elaboradas en el país.

El vidrio es una mezcla de arena, sulfato de sodio, carbonato de sodio, dolomita, caliza, feldespato, carbón, arsénico, y vidrio de desperdicio.

El potencial carbonífero de México es de 577 millones de toneladas en reservas demostradas, 1496 millones en reservas inferidas y 2000 millones en recursos potenciales.

Puede decirse que todos los países tienen yacimientos de caliza - carbonato de sodio; en México existen algunos de gran tamaño.

La dolomita es un carbonato doble de calcio y de magnesio y generalmente se encuentra asociada con los yacimientos de piedra caliza. Si bien la dolomita no es tan abundante como la caliza, existen suficientes yacimientos en la naturaleza que aseguran el abastecimiento de la industria en condiciones normales.

12.10. ASBESTO - CEMENTO

El elemento conocido como asbesto - cemento se crea añadiendo sílice en determinadas proporciones al asbesto y al cemento. La sílice está presente en prácticamente todas las rocas, arcillas o suelos. Más de la cuarta parte de la corteza terrestre es silicio. El asbesto se encuentra en grandes reservas, principalmente en Canadá y África del Sur pero no es un material renovable.

12.11. CONSIDERACIONES FINALES

Libro: Ecoscience: Population, Resources, Environment, de Paul R. Ehrlich, Anne H. Ehrlich, John P. Holdren, W.H. Freeman and company, San Francisco, pags, 517 a 519, 526. En este libro, se hace un análisis estimativo de la situación de algunos materiales en EUA, sus usos diversos y el consumo total entre los años 1950 - 1973.

TABLA 3

MATERIAL	CONSUMO (millones de ton. aproximadas)	
	1959	1973
Acero	45.40	136.00
Aluminio	1.25	5.50
Plástico	1.00	12.00
Arena y grava	600.00	1800.00
Piedras quebradas	200.00	850.00
Arcilla, yeso y tierra volcánica	100.00	200.00
Cemento	50.00	100.00

TABLA 4

USOS DEL ACERO	Porcentaje del total	
	1950	1973
Demanda doméstica	14%	12%
Aplicaciones en residencias	6%	5%
Industrias combustibles	5%	5%
Envases	7%	7%
Máquinas industriales	18%	18%
Construcción	23%	26% *
Transporte	27%	27%

* El único índice que aumentó fue el de la industria de la construcción. Su uso, en 1950, fue de 10.442 millones de ton. (23% de 45.40 millones de ton.) y en 1973, fue de 35.36 millones de ton. (26% de 136.00 millones de ton.).

TABLA 5

USOS DEL ALUMINIO	Porcentaje del total en 1973
Manufacturas diversas	15%
Envases	10%
Electricidad	14%
Construcción	20% *
Transporte	19%
Bienes durables	12%
Otros	8%

* El índice mayor de aplicación del aluminio pertenece a la industria de la construcción.

TABLA 6

USOS DEL PLASTICO	Porcentaje del total en 1973
Mueblería	4%
Uso doméstico	5%
Transporte	6%
Electricidad y electrónica	8%
Construcción	19% *
Envases	22%
Otros	36%

* Nuevamente, el uso del material en la construcción figura entre uno de los de mayor índice.

Situación de algunas reservas y recursos minerales en EUA:

TABLA 7

MATERIAL	UNIDAD	DEMANDA PROBABLE 1971-2000	RESERVA EN 1971	RECURSOS IDENTIFICADOS	RECURSOS HIPOTETICOS
Asbesto	Millón de ton.	39.0096	8.1648	pequeño	insignificante
Aluminio	Millón de ton.	335.664	11.7936	muy grande	conocimiento insuficiente
Acero	Millón de ton.	2.7216	1.8144	muy grande	enormes

13. GASTOS DE ENERGIA

13.1. MADERA

El sol, en combinación adecuada con los minerales, el agua y el aire, crean un material de construcción tan aromático, fuerte y durable como es la madera.

Para su uso como material de construcción, la madera debe ser serrada y estufada. Para obtener un estimado sobre los gastos de energía en estas etapas, fué consultado el Ing. Victor Díaz Gómez, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.

1. Gastos energéticos en aserradero

Considerado un aserradero que puede producir 7 millares de pies tabla de pino en 8 horas, con un consumo de 121.252 kwh, siendo 424 pies tabla aproximadamente igual a 1 m³. Entonces:

7 millares de pies tabla de pino \cong 16.509 m³ de pino

$$\frac{121.252 \text{ kwh}}{16.509 \text{ m}^3} = 7.345 \frac{\text{kwh de energía eléctrica}}{\text{m}^3 \text{ de pino}}$$

2. Gastos energéticos en estufamiento

Considerada una carga de pino de 1" de espesor, verde, en un total de 5000 pies tabla, con un contenido de humedad inicial de 200%, para llegar a 8%, con un tratamiento de igualamiento y acondicionamiento. Tiempo total de estufado: 3 días (72 horas), gastos de energía eléctrica: 964.8 kwh, gastos de combustibles: 80 lts. de petróleo diáfano por día.

5000 pies tabla de pino \cong 11.79 m³ de pino

$$\frac{964.8 \text{ kwh}}{11.79 \text{ m}^3} = 81.832 \frac{\text{kwh de energía eléctrica}}{\text{m}^3 \text{ de pino}}$$

$$80 \frac{\text{lts.}}{\text{día}} \times 3 \text{ días} = 240 \text{ lts. de petróleo diáfano}$$

$$\frac{240 \text{ lts.}}{11.79 \text{ m}^3} = 20.356 \frac{\text{lts. de petróleo diáfano}}{\text{m}^3 \text{ de pino}}$$

3. Total del consumo energético en las dos etapas

$$\frac{7.345 \text{ kwh}}{\text{m}^3} + \frac{81.832 \text{ kwh}}{\text{m}^3} = 89.177 \frac{\text{kwh de energía eléctrica}}{\text{m}^3 \text{ de pino}}$$

$$\text{y } \frac{20.356 \text{ lts. de petróleo diáfano}}{\text{m}^3 \text{ de pino}}$$

Considerando el pino con peso de 0.55 ton./m³ se tiene:

$$\frac{162.14 \text{ kwh de energía eléctrica}}{\text{ton. de pino}} \text{ y } \frac{37.01 \text{ lts. de petróleo diáfano}}{\text{ton. de pino}}$$

Verificando el poder calorífico del petróleo diáfano, se tiene 6,613,937.00 kcal/m³, que es equivalente a 7692.00 kwh/m³, donde se obtiene que

$$0.03701 \frac{\text{m}^3}{\text{ton.}} \text{ equivale a } \frac{284.68 \text{ kwh de petróleo diáfano}}{\text{ton. de pino}}, \text{ habiendo como}$$

$$\text{gasto total de energía: } \frac{446.82 \text{ kwh total (energía eléctrica + petróleo diáfano)}}{\text{ton. de pino}}$$

13.2. CONCRETO

El cemento, uno de los componentes del concreto, tiene un largo proceso de fabricación, pudiéndose utilizar dos procedimientos, húmedo o seco. En los dos, las etapas son las mismas:

1° Obtención de la mezcla cruda: la piedra caliza es quebrada, triturada y molida hasta convertirse en polvo. La arcilla se desmenuza en tanques, en que el lodo arcilloso se revuelve con el polvo de piedra caliza hasta producir una lechada, la cual en seguida se somete a la molienda, constituyendo la mezcla cruda. En los procesos húmedos se añade agua para efectuar la molienda, facilitando el manejo y revoltura de los materiales, ocasionando un mayor gasto de combustible para la posterior evaporación en el horno. En el proceso seco, los materiales deben pasar antes por secadores, alimentados por gases calientes o por la llama de un quemador.

2° Hornos: en los hornos, que tienen una inclinación de 4% en relación a la horizontal, la mezcla cruda entra por la parte superior. Conforme desciende, alcanza una temperatura de 900°C y se disocia el carbonato de calcio, se desprende el gas bióxido de carbono (arrastrado hacia la chimenea) y se libera el óxido de calcio. Después, encontrando temperaturas más elevadas, la mezcla cruda se combina con los óxidos de fierro, aluminio y silicio, formando los 4 sales fundamentales. Cerca del extremo inferior, está en estado de semifusión, que motiva la formación de aglomerados a lo que se le denomina "clinker".

3° Enfriamiento del clinker: se hace a la salida de los hornos, en cilindros de acero inclinados o en enfriadores de parrilla, enfriándose el clinker al contacto con el aire.

4° Adición de yeso y molienda del clinker: la dosificación del clinker y del yeso se hace mediante pesadores automáticos conectados a cada una de las bandas que alimentan los molinos, en donde son molidos hasta obtener un polvo muy fino, que es el cemento.

Los otros componentes del concreto, que son los agregados como la arena, la grava o la piedra triturada, después de extraídos de las minas, deben ser graduados, clasificados por tamaño y lavados. Las minas se trabajan a tajo abierto y los bancos se atacan por medio de explosivos después de haber sido despalmados con tractores equipados con bulldozers.

Dentro de la demanda nacional de energéticos del sector industrial, toca a la industria del cemento el segundo lugar en importancia. En 1973 llegó a consumir alrededor del 11% del total. Es importante mencionar que los combustibles y lubricantes consumidos, más la energía eléctrica comprada, constituyen aproximadamente el 29.5% del valor de sus insumos totales. El combustóleo y el gas natural son consumidos en la fase productiva de la calcinación, en los quemadores de hornos, (que, en México suman 80, de los cuáles 10 son de sistemas húmedos y el resto de sistema seco, utilizando los primeros mayores cantidades de combustible debido al proceso de secado de la arcilla).

De acuerdo con los datos obtenidos, para producir una tonelada de cemento se requieren en promedio 203.40 MCPCE (metros cúbicos de petróleo crudo equivalente) de combustible en tanto que el consumo promedio de energía eléctrica por ton. de cemento producido es de 11.80 MCPCE, utilizada esencialmente en la generación de fuerza motriz en fases productivas, tales como la trituración, molienda y transporte.

Las siguientes tablas son relativas a la industria del cemento en 1973, su producción y gastos energéticos en México: (7)

TABLA 8

Fábricas	Hornos	Producción	Capacidad instalada de producción
Unidades		Miles de toneladas métricas	
28.00	80.00	9,787.00	11,690.00

TABLA 9

Unidad MCPCE (metros cúbicos de petróleo crudo equivalente)		
Energía eléctrica	Combustibles*	Total
113,633.00	1,791,702.00	1,905,335.00

* Gas natural + combustóleo

TABLA 10

Tabla de equivalencias (aproximadas)				
Concepto	Unidad	Poder calorífico		Equivalencia MCPCE
		miles BTU	kcal.	
Energía eléctrica	megavatio-hora	13,278.00	860,026.00	0.11
Combustóleo	metro cúbico	39,760.00	10,019,441.00	1.24
Gas natural	metro cúbico	26,246.00	6,613,937.00	0.82
Considerando la media entre combustóleo y gas natural				
Combustibles	metro cúbico	33,003.00	8,316,689.00	1.03

(7) Instituto Mexicano de Petróleo, México, D.F.

Interrelacionando las tablas 9 y 10:

TABLA 11

Concepto	Cantidad Consumida	Unidad	Poder Calorífico	
			miles de BTU	kcal.
Energía eléctrica	1,033,027.30	megavatio-hora	1.3716536×10^{10}	8.8843034×10^{11}
Combustibles	1,739,516.50	metro cúbico	5.7409263×10^{10}	1.4467018×10^{13}
Total			7.1125799×10^{10}	1.5355448×10^{13}

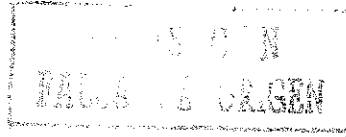
Relacionando las tablas 8 y 11 se tiene que en 1973 la industria del cemento consumió $1,568,963.70 \times 10^9$ kcal. total/miles de ton. métricas, siendo 105.55 Mwh de energía eléctrica/miles de toneladas y 177.74 m³ de combustibles/miles de toneladas. Transformando: 105.55 kwh de energía eléctrica/ton. producida de cemento y 0.17774 m³ de combustibles/ton. producida de cemento, siendo un total de 1,568,963.70 kcal. total (energía eléctrica + combustibles) / ton. producida de cemento, equivalentes 1824.70 kwh/ton.

En 1970, en EUA, la intensidad energética utilizada en el cemento fué de 8 MJ/kg (equivalente a 1,912,000.00 kcal/ton. ó 2222.40 kwh/ton.).

13.3. ACERO - HIERRO

Para transformar el mineral de hierro en el metal de su nombre, se colocan capas sucesivas de mineral de hierro, piedra caliza y cok en el "Horno Alto" (así llamado por sus dimensiones). La combustión del cok, con gran desprendimiento de calor, auxiliada por una inyección de aire precalentado, eleva la temperatura (1400 a 1500°C) hasta derretir el mineral de hierro, operación activada por la piedra caliza que obra como fundente. En todo el proceso intervienen *infinidad de reacciones químico - físicas y varios elementos auxiliares* como estufas para el precalentamiento del aire, turbo-sopladores, toberas, chaquetas refrigeradas, bombas, etc. Se añaden algunos elementos al hierro como carbono, silicio, manganeso o níquel, con el objeto de obtener grados de diferenciación del material.

Para obtener el acero, se utilizan generalmente los hornos de Hogar Abiertos o Martin-Siemmens. Son unos recipientes muy grandes, con fondos forrados de cromita y magnesita (materiales refractarios) que trabajan a temperaturas aproximadas de 1650°C. En éstos Hornos son vaciados el hierro procedente del Horno Alto, combinado con una proporción de carbono. La combustión de gases o petróleo crudo sobre esa masa, en combinación con aire precalentado a 400°C mantiene la temperatura necesaria para quemar las impurezas del hierro y el carbón en exceso. Es un proceso muy lento (60 ton. de acero requieren 10 a 12 horas). Se puede acortar este tiempo tratando primero el hierro del Horno Alto, reduciendo de 2 a 4 horas el proceso de aceración final.



La demanda de calor y de energía que se requiere en la industria del acero es atendida, en más de 80%, por el carbón; parte de él se quema como combustible para producir vapor, para ayudar la generación de electricidad y para usos directos. Cerca del 95% del carbón consumido es en forma de cok. Este es el combustible básico que consume el Alto Horno para producir arrábío de tal forma que se requiere de 530 a 600 kg. de cok para producir 1 ton. neta de arrábío, pudiendo llegar, con el incremento del desarrollo tecnológico, entre 470 a 510 kg. de cok por ton. de arrábío.

Son numerosas las plantas siderúrgicas que funcionan sólo mediante hornos eléctricos (miniplantas) alimentadas por 100% de chatarra. En 1975 las acerías eléctricas produjeron el 19.5% del total de acero producido en EUA, o sea 22.70 millones de toneladas de acero para lo cual consumieron 29.90 millones de toneladas de chatarra.

De los 400,000 millones de toneladas de oxígeno que produce anualmente la naturaleza, el uno por ciento es empleado en plantas siderúrgicas. Esta industria también es grande consumidora de petróleo crudo, breas, alquitrán, gas licuado y gas natural. Para cada ton. de arrábío producido en un Alto Horno, dependiendo de la ley o porcentaje del fierro, se consumen unos 1500 a 1700 kg de material que contiene fierro, preferentemente en forma de mineral de fierro y aglomerados. Se necesitan unos 300 kg. de materiales fundentes (caliza, dolomita, etc.) en la elaboración de una ton. de fierro.

Dependiendo de su tipo y de las condiciones de carga, el consumo de energía eléctrica en los hornos eléctricos (necesarios para obtener aceros de composición y características elevadas como aleaciones de cromo, níquel, cobre, etc.), oscila entre 1200 y 2800 kwh/ton. de arrábío. Evidentemente, cuanto más alta sea la potencia eléctrica del horno más breve será el tiempo de la operación, menores serán las pérdidas por radiación y, por tanto, menor el consumo de energía eléctrica por tonelada, que llega a reducirse a 400 kwh/ton. en condiciones favorables.

La intensidad energética utilizada en el material, en 1970, en EUA fué de 24 a 42 MJ/kg (equivalentes a 5,736,000.00 a 10,038,000.00 kcal/ton. ó 6,667.20 a 11,667.60 kwh/ton.).

Dependiendo del tipo de horno y de las características de la carga, el consumo de calor utilizado en la fabricación del acero varía de 3900,000.00 a 5,900,000.00 kcal/ton. de acero (equivalentes a 4535.70 a 6861.70 kwh/ton.).

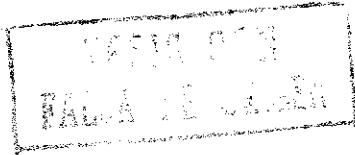
13.4. PIEDRA

Según el Arq. Arnoldo Manuel García Pérez, de la empresa Im-Ex Marmol S. A., la extracción en canteras no tiene un control exacto del gasto energético utilizado. Emplean principalmente la dinamita y algunos compresores. En el procesado propiamente, utilizan de 3.60 a 3.90 kva de energía eléctrica por m² de mármol. Pasando para kwh, se tiene

$$\frac{4.50 \text{ a } 4.875 \text{ kwh de energía eléctrica}}{\text{m}^2 \text{ de mármol}}$$

13.5. ALUMINIO

Antes de obtenerse el aluminio puro, éste tiene que ser separado de



los otros elementos de que está acompañado, siendo necesario someterlo a dos procedimientos básicos, el primero, en el cual se convierte la bauxita en óxido de aluminio o alúmina (método de Bayer): en una serie de operaciones químicas, el mineral es triturado, molido, sumergido en sosa cáustica, agitado y sedimentado, en un tiempo total de 3 días. Al final de este tiempo, el material obtenido (hidrógeno de aluminio) es filtrado y el líquido (alúmina hidratada) es calentado en enormes hornos desecadores a una temperatura de 1900°F, hasta convertirse en óxido de aluminio. En el segundo procedimiento, separación del aluminio del oxígeno (proceso de Hall), un tanque grande, interiormente forrado con carbón (electrodo), con criolita derretida, actúa como una pila o celda electrolítica. Grandes bloques de carbón insertados por encima del tanque sirven de ánodos. Una corriente eléctrica de gran potencia se hace pasar por la solución de uno a otro de los electrodos, descomponiendo la alúmina en sus elementos básicos, aluminio y oxígeno. El metal fundido se reúne en el fondo del tanque en la forma de aluminio fundido, pues las celdas se mantienen a una temperatura de 1900°F y, el aluminio se funde a 1200°F. Este calor intenso es desarrollado por la gran cantidad de energía eléctrica que consume la celda. No es extraño, por lo tanto, que la industria del aluminio sea la mayor consumidora de energía eléctrica del mundo. Se necesitan 4 ton. de bauxita para hacer 2 ton. de alúmina, de las que resulta 1 ton. de metal aluminio. Pero para fabricar esta tonelada de aluminio se consumen 560.00 kg. de electrodos de carbón (equivalentes en poder calorífico a 4558.96 kwh de carbón) y entre 18,000.00 a 20,000.00 kwh de energía eléctrica, en un total de 22,558.96 a 24,558.96 kwh total.

En 1970, la intensidad energética utilizada en el aluminio en EUA fué de 200 MJ/kg. (equivalente a 47,800,000.00 kcal/ton. ó 55,560.00 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton.}}$)

13.6. LADRILLO - TABIQUE

Las arcillas, barro, pizarras, etc., salidos de las minas, se someten a selección y clasificación y en caso de haber llegados muy húmedos, se procede a su secado natural, después de lo cual se hace la mezcla. Efectuadas la proporción y la mezcla, se lleva la pasta a un molino en donde se pulverizan los ingredientes, en seguida se procede a otra clasificación. El producto clasificado es llevado a una mezcladora, donde se le agrega el agua necesaria para lograr una pasta moldeable. Esta pasta es llevada a una Prensa de gusano o hélice, donde sale en forma de columna de sección transversal, que es cortada en la máquina cortadora. Saliendo de la cortadora, las piezas van al secado, en dos fases, natural y artificial. Después de quedarse al contacto del aire, libres de corrientes y de sol, se pasan las piezas a los secadores artificiales, perdiendo los restos de humedad. El quemado es efectuado en cualquier tipo de horno que pueda quemar lenta, gradualmente y que alcance grandes temperaturas.

Dentro de la industria del ladrillo se encuentran 2 tipos de empresas productoras, la industrial y la de tipo familiar. La primera utiliza formas mecanizadas de producción que mejoran las normas de calidad del producto; su proceso se compone de fases de preparación o mezcla de la pasta, moldes, secado y cocción; se emplea como materia prima principal la arcilla cerámica y los energéticos insumidos son energía eléctrica, gas natural, gas licuado, combustóleo, kerosinas y diesel. En forma de análisis general, se puede decir que en la molienda, mezclado, prensado y quemado intermitente se emplea

energía eléctrica; en el secado y quemado continuo se utiliza el combustóleo o diesel, según el tipo de horno de que se trate; también se demandan pequeñas cantidades de gas licuado para los montacargas.

Las empresas de tipo familiar poseen sistemas tradicionales de producción, en donde se moldea la arcilla mediante unos bastidores de madera llamados gradillas. Los ladrillos así moldeados se amontonan en pilas para su secado al sol y se cuecen en hornos rudimentarios a fuego vivo, dejando huecos entre ellos para permitir el paso de los humos; una vez consumido el fuego son sometidos a un enfriamiento lento. Emplean como insumo principal la arcilla y como energético para el quemado: leña, varas, desechos agrícolas, llantas o basura, plotes de maíz, estiércol de vaca (de alto poder calorífico), etc.; también emplean energéticos comerciales tales como combustóleo, diáfano, y en pocas proporciones diesel y gas natural. La cuantificación del consumo de energéticos implicó grandes dificultades, principalmente por no disponer de cifras estadísticas de producción nacional de tabiques y ladrillos de producción doméstica, aunado a que el gran número de las ladrilleras que existen están muy dispersas en todo el país y utilizan una gama de energéticos que en su mayoría no son comerciales, lo que imposibilitó desglosar convenientemente su insumo. Ante estas circunstancias, la investigación y el consumo de energía abarca únicamente a las empresas productoras de ladrillos y tabiques más representativas de los estados de México. Por lo que respecta a las empresas de tipo familiar, se analiza una investigación hecha en Cholula, Pue., en donde fué estimado un consumo de 2300 litros de combustóleo semanales para producir 15 mil ladrillos por unidad familiar. Tomando en consideración que existen alrededor de 500 ladrilleras, se calcula una producción aproximada de 660 mil ladrillos anuales y se estima un consumo de combustóleo de 94,300 litros al año. (0.143 lts/ladrillo). El poder calorífico de 1 m³ de combustóleo es 10,019.441 kcal, equivalentes a 11,652 kwh. Entonces:

$$\frac{0.143 \text{ lt.}}{\text{unidad}} = \frac{0.000143 \text{ m}^3}{\text{unidad}} = \frac{1.67 \text{ kwh de combustóleo}}{\text{unidad de ladrillo}}$$

$$\text{ladrillo} = 2 \times 14 \times 28 \text{ cm} = 784 \text{ cm}^3$$

$$\text{peso volumétrico} = 1.40 \text{ ton./m}^3, \text{ donde:}$$

$$\frac{1.67 \text{ kwh de combustóleo}}{784 \text{ cm}^3 \text{ de ladrillo}} = \frac{1.67 \text{ kwh}}{0.0011 \text{ ton.}} = 1518.15 \frac{\text{kwh de combustóleo}}{\text{ton. de ladrillo}}$$

Análisis de la industria de tabiques en 1970, su producción y demanda de energéticos: (8)

(8) Instituto Mexicano de Petróleo, México, D.F.

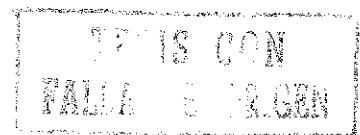


TABLA 12

unidad MCPCE (metros cúbicos de petróleo crudo equivalente)						
energía eléctrica	gas natural	combustóleo	diesel	gas licuado	kerosinas	total
2,722.00	91,456.00	31,020.00	266.00	156.00	26,120.00	151,740.00

TABLA 13

tabla de equivalencias aproximadas				
concepto	unidad	poder calorífico		equivalencia MCPCE
		miles de BTU	kcal.	
kerosinas	metro cúbico	35,087.00	8,841,828.00	1.10
diesel	metro cubico	36,679.00	9,243,224.00	1.15
gas licuado	metro cúbico	26,246.00	6,613,937.00	0.82
combustóleo	metro cúbico	39,760.00	10,019,441.00	1.24
energía eléctrica	megavatio-hora	13,278.00	860,026.00	0.11
gas natural	metro cúbico	26,246.00	6,613,937.00	0.82

De la interrelación de las tablas 12 y 13 se obtiene:

TABLA 14

concepto	cantidad consumida	unidad	poder calorífico	
			miles de BTU	kcal
kerosinas	23,745.46	m ³	8.3315696 x 10 ⁸	2.0995327 x 10 ¹¹
diesel	231.30	m ³	8483852.70	2.1379577 x 10 ⁹
gas licuado	190.24	m ³	4993039.00	1.2582354 x 10 ⁹
combustóleo	25,016.13	m ³	9.9464133 x 10 ⁸	2.5064764 x 10 ¹¹
energía eléctrica	24,745.46	Mwh	3.2857022 x 10 ⁸	2.1281739 x 10 ¹⁰
gas natural	111,531.71	m ³	2.9272613 x 10 ⁹	7.3766370 x 10 ¹¹
total			5.0971067 x 10 ⁹	1.2229425 x 10 ¹²

13.7. PLASTICO

El uso de materiales y la manera en que éstos son utilizados por la industria de la construcción constituyen uno de los mayores dilemas para la conservación de la energía. La reciente dependencia de los plásticos y otros sintéticos que son producidos con un mayor costo de energía que los otros materiales que ellos vienen a substituir, está contando para una cantidad de uso energético que debe ser cuestionada.

Según el Centro de Estudios de la Energía en España, el sector químico tenía las siguientes características de producción y gasto energéticos en publicación de 1979:

TABLA 15

subsector	materias primas (ton)	producción (ton)
química orgánica	906,540.00	690,920.00
cloro-sosa	932,657.00	1,143,530.00
caucho	112,078.00	106,330.00
total	1,951,275.00	1,940,780.00

TABLA 16

gasto energético \ subsector	química orgánica	cloro sosa	caucho	total
energía primaria total gastada (tep-ton. equivalentes de petróleo)	384,644.00	527,117.00	77,711.00	989,472.00

Distribución del consumo de energía en el subsector de química orgánica:

TABLA 17

Producto	energía primaria gastada (tep)
Etileno	35,852.00
Gasolina	24,440.00
Polietileno	22,791.00
Propileno	18,617.00
Isocianatos	18,585.00
Policloruro de vinilo (PVC)	16,844.00
Agua oxigenada	11,858.00
Glucosas	11,724.00
Alcohol isopropílico	10,609.00
Cloruro de vinilo	8,924.00
Resto de productos	204,400.00
Total	384,644.00

EL 15 GEN
FALLA 16 GEN



TABLA 18

Producto	Producción (ton/año)
Polietileno	59,900.00
Isocianatos	17,550.00
Policloruro de vinilo (PVC)	11,510.00
Cloruro de vinilo	25,930

Interrelacionando los productos constantes en las tablas 17 y 18, se concluye que la energía primaria gastada en ton. equivalentes de petróleo (tep) para los siguientes productos es:

TABLA 19

Producto	Energía gastada (tep/ton)	Equivalencia a kwh / ton.
Polietileno	0.38	4,418.60
Isocianatos	1.06	12,325.58
Policloruro de vinilo (PVC)	1.46	16,976.74
Cloruro de vinilo	0.34	3,953.49

Comparativamente, en 1970, la intensidad energética utilizada en los plásticos basados en petróleo, en EUA, fué de 45 a 135 MJ/kg (equivalentes a 10,755,000.00 a 32,265,000.00 kcal/ton. o 12,501.00 a 37,503.00 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton}}$)

13.8. TIERRA

La arquitectura de tierra se presenta como el ideal para abrigar a una humanidad que por fin se preocupa de preservar su futuro lejano.

Las piezas de adobe se forman con barro húmedo y aditivos, se secan al sol y se aplican. Este es un uso interesante porque es local y no necesita mucha energía para ser producido. Sobre un suelo firme se tritura la tierra seleccionada, agregando agua hasta obtener un barro bien mezclado y macizo. A éste barro se le van a agregar fibras para aumentar su resistencia (estiércol, paja, etc.). El amasado del barro puede hacerse con los pies o con cualquier instrumento primario. Se deja descansar el barro dos días, y luego se coloca en los moldes de madera. Al retirar los moldes, se debe secar naturalmente.

La industria ha ideado herramientas para producir bloques prensados en tierra. Hay sistemas que funcionan hidráulicamente, impulsados por un pequeño motor de gasolina. Y existen las variantes manuales, prensas que funcionan con un sistema de palanca, operado a mano.

13.9. VIDRIO

Los energéticos utilizados en 1973 representaron el 3.6% del total industrial en México, lo que sitúa a la industria del vidrio como una de las más importantes consumidoras de energía.

Las materias primas consumidas en la fabricación del vidrio son básicamente sílice, cal y carbonatos de sodio o potasio, que se fusionan a altas

temperaturas en hornos continuos, para, posteriormente y ya en forma líquida, pasar a las máquinas de formación ó de soplado automático.

Los requerimientos de energía dentro de las plantas industrializadas de vidrio son principalmente para los hornos continuos, que se alimentan con combustibles y en casos de emergencia con kerosinas y diesel, aunque éste último también se utiliza para la limpieza del equipo y la maquinaria; la energía eléctrica se demanda con el fin de transformarla en fuerza motriz, que emplean los equipos.

En el año de 1973, se analiza en México la industria del vidrio, su producción y consumos de energía: (9)

TABLA 20

Vidrio Plano			
liso, labrado y de gota	flotado	templado	
toneladas			
62,173.00	47,645.00	5,490.00	
Envases de vidrio			
botellas y frascos	cristalería	ampolletas	tubos
miles de piezas			
2,013,126.00	435,938.00	219,518.00	44,039.00
Otros			
fibra de vidrio		cristal inastillable	
toneladas		miles de m2	
4,493.00		702.00	

TABLA 21

unidad: MCPCE (metros cúbicos de petróleo crudo equivalente)					
energía eléctrica	gas natural	combustóleo	diesel	kerosinas	total
26,562.00	590,154.00	3,161.00	8,091	736.00	628,703.00

(9) Instituto Mexicano de Petróleo, México, D.F.

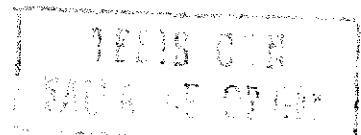


TABLA 22

Tabla de equivalencias (aproximadas)				
Concepto	unidad	poder calorífico		equivalencia MCPCE
		miles de BTU	kcal	
kerosinas	metro cúbico	35,087.00	8,841,828.00	1.10
diesel	metro cúbico	36,679.00	9,243,224.00	1.15
combustóleo	metro cúbico	39,760.00	10,019,441.00	1.24
energía eléctrica	megavatio-hora	13,278.00	860,026.00	0.11
gas natural	metro cúbico	26,246.00	6,613,937.00	0.82

Interrelacionando las tablas 21 y 22 se tiene el total energético utilizado por la industria del vidrio en México (1973):

TABLA 23

Concepto	cantidad consumida	unidad	poder calorífico	
			miles de BTU	Kcal
kerosinas	669.09	m ³	23,476,361.00	5,915,9787 x 10 ⁹
diesel	7,035.65	m ³	2,580,6061 x 10 ⁸	6,503,2089 x 10 ¹⁰
combustóleo	2,549.19	m ³	1,013,5579 x 10 ⁸	2,554,1459 x 10 ¹⁰
energía eléctrica	241,472.73	Mwh	3,206,2749 x 10 ⁹	2,076,7283 x 10 ¹¹
gas natural	719,700.00	m ³	1,888,9246 x 10 ¹⁰	4,760,0505 x 10 ¹²
total			2,247,8414 x 10 ¹⁰	5,064,2129 x 10 ¹²

Comparativamente, se analiza la situación de la industria del vidrio en España (1976), se nota la elaboración de 830,064.00 ton. de vidrio hueco (botellas, frascos, vajilla, etc.) y 390,151.00 ton. de vidrio plano. El consumo de energía para esta producción fue:

TABLA 24

concepto	unidad	vidrio hueco	vidrio plano	total
energía eléctrica	Mwh	237,663.00	98,701.00	336,364.00
combustibles	tep*	210,332.00	122,126.00	332,458.00
energía primaria	tep*	269,035.00	146,505.00	415,540.00
consumo directo	tep*	230,771.00	130,614.00	361,385.00

* toneladas equivalentes de petróleo

La energía primaria, energía necesaria equivalente para la producción, está calculada con la relación 0.247 tep por Mwh producido. Para el consumo directo final se ha utilizado 0.086 tep/Mwh. En primer lugar, están los consumos de energía en sus formas eléctricas y de combustibles. Analizando solamente los valores para vidrio plano, se puede concluir que se utilizó en España (1976) :

$$\frac{98,701 \text{ Mwh}}{390,151 \text{ ton.}} = 0.253 \frac{\text{Mwh de energía eléctrica}}{\text{ton. de vidrio plano}} = \frac{253 \text{ kwh de energía eléctrica}}{\text{ton. de vidrio plano}}$$

$$\frac{122,126 \text{ tep}}{390,151 \text{ ton.}} = 0.313 \frac{\text{ton. equivalentes de petróleo}}{\text{ton. de vidrio plano}}$$

Considerando este último valor como parte del consumo directo final (0.086 tep/Mwh) se tiene:

$$\frac{3.640 \text{ Mwh}}{\text{ton.}} = \frac{3640 \text{ kwh de combustibles}}{\text{ton. de vidrio plano}}, \text{ que nos da un consumo total de } 3893.00 \frac{\text{kwh}}{\text{ton.}}$$

En 1970, la intensidad energética utilizada en el vidrio en EUA fué de 17 MJ/kg (equivalentes a 4,063,000.00 kcal/ton. ó 4722.60 kwh/ton.).

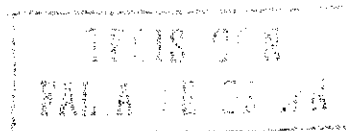
13.10 ASBESTO - CEMENTO

La fabricación es hecha a través del sistema de curado normal de 28 días ó sistema de autoclave. Se agrega sílice en determinadas proporciones al asbesto y al cemento y se les trata con vapor de agua, bajo una presión dada, con el fin de que en dichas condiciones sea fijado por la sílice el hidrato de calcio, liberado por la hidratación del cemento.

Para éste proceso de fabricación, según el Ing. Macario Barrera Mera de Asbestos de México S.A., son empleados de 120 a 170 kwh de energía eléctrica por ton. de material y 1.00 a 1.20 ton. de vapor por ton. de material. Siendo la equivalencia en carbón para el vapor igual a 5 kg. de carbón para 50 kg. de vapor, se puede considerar 100 a 120 kg de carbón para suministrar el vapor necesario para producir 1 ton. de material, siendo ésta cantidad de carbón equivalente a 814.10 a 976.92 kwh de carbón, sumando un total energético (energía eléctrica + carbón) de 934.10 a 1146.92 kwh total /ton.

13.11. CONSIDERACIONES FINALES

El consumo de energía primaria en el año 1976, en España, ha sido de 66×10^6 tep (toneladas equivalentes de petróleo), así distribuidos, en millones de tep:



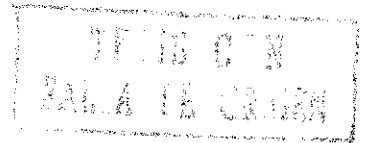
Sector energético	17.50
Bunkers y exportaciones	2.00
Industria	24.50
Transporte	13.00
Usos domésticos	4.50
Agricultura	2.50
Servicios	2.00
Total	66.00

La estructura del consumo final directo ($46.5 \times 10^6 \text{tep}$) fué en %:

Industria	52.70
Transporte	27.80
Usos domésticos	10.00
Agricultura	5.70
Servicios	3.80
Total	100.00

El consumo industrial $24.5 \times 10^6 \text{tep}$ (52,7% del consumo final directo) se distribuye por sectores en %:

Química	22.60
Siderurgia	22.60
Cemento artificial	11.20
Otros productos minerales no metálicos	10.30
Alimentación, bebidas y tabaco	7.70
Metalurgia no férrea	5.50
Papel, cartón y derivados	4.90
Textiles	3.90
Transformadores metálicos	2.50
Extractivas	1.40
Construcción	1.30
Madera, corcho y muebles	0.90
Calzado, cuero y prendas de vestir	0.50
Imprenta y afines	0.10
Varios	4.50
Total	100.00



Por su carácter de industrias transformadoras de energía se han excluido las centrales térmicas y las refinerías. Se puede observar que en España el consumo directo de energía en materiales de construcción y en la propia construcción fué de 11,686,500.00 tep (47.7% del consumo industrial) en el año 1976, equivalentes a $1,3588953 \times 10^{11} \text{kwh}$.

Se puede decir que la cantidad de energía eléctrica necesaria para 1 tonelada de aluminio es suficiente para mantener prendido un foco de 40 volts, noche y día, por más de 91 años.

Comparando dos materiales de construcción se ve que es necesario 6 veces más energía eléctrica para suministrar 1 ton. de aluminio que 1 ton. de acero.

En São Paulo, Brasil, los suministradores de energía eléctrica están haciendo una campaña de ahorro energético dado el alto consumo medio mensual: 193,00 kw/hora por residencia (comparar con el consumo de la construcción en España).

14. CONTAMINACION

Información obtenida del Ing. Carlos Acosta Ferrer C., Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Relación de las industrias que provocan mayores índices de contaminación de la Ciudad de México (D.F. y los municipios del área metropolitana), por su grado contaminante y por el número de locales:

Grado contaminante	Tipo de Industria	Número de locales
1°	Refinerías de petróleo	1
2°	Generación de energía (termoeléctrica)	4
3°	Fábricas de cemento	2
4°	Fundiciones	9
5°	Fábricas de jabones y detergentes	3
6°	Fábricas de productos químicos	8
7°	Fábricas de fertilizantes	1
8°	Plantas de ácido sulfúrico	4
9°	Elaboración de pulpa para papel	1
10°	Fábricas de asfalto	2
11°	Triturados basálticos y derivados	1
12°	Recuperadores de plomo	2
13°	Fundidoras de bronce	2
14°	Recuperadoras de cobre	1
15°	Fundidores de vidrio	2
16°	Huleras	6
17°	Insecticidas	2
18°	Rastros	1
19°	Fabricación de envases de vidrio	2
20°	Laminadoras	1
21°	Elaboración de fibra de vidrio y asbestos	1 (vidrio) 1 (asbestos)

14.1. MADERA

Inexistente prácticamente. Existe un poco de polvo en los aserraderos pero es totalmente absorbido por el medio ambiente.

14.2. CONCRETO

En la relación de las industrias que provocan mayores índices de contaminación en el área metropolitana de la ciudad de México, las fábricas de cemento están en tercer lugar. Analizando la publicación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (1978), sobre la situación de la contaminación atmosférica en ésta zona se plantean mediante la siguiente tabla, los efectos contaminantes estimados en las plantas de cemento.

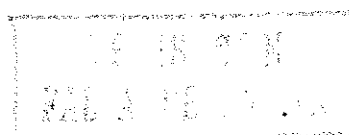


TABLA 25

años	unidad: ton./año		
	emisiones de material particulado con equipo de control	emisiones de material particulado sin equipo de control	tendencias de emisiones de Oxidos de Azufre (SO ₂)
1978	104,258.00	297,880.00	8,936.00
1979	107,415.00	306,900.00	9,207.00
1980	110,572.00	315,919.00	9,478.00
1981	113,729.00	324,439.00	9,748.00
1982	116,918.00	334,050.00	10,022.00
1983	116,918.00	334,050.00	10,022.00
1983	116,918.00	334,050.00	10,022.00
1984	116,918.00	334,050.00	10,022.00
1985	116,918.00	334,050.00	10,022.00

Entre las principales fuentes naturales de polvo están las zonas de extracción y transporte de minerales no metálicos. Midiendo las emisiones atmosféricas debido al transporte de arena y grava hubo el siguiente resultado: una planta de arena y grava que produce 274 ton. métricas por hora, utilizando 22 vehículos por hora en una superficie de 2.20 km. de carretera, crea un factor de emisión de partículas de 87 g/ton. Las aplicaciones químicas y de aceite en las superficies de las carreteras disminuyen la contaminación atmosférica.

14.3. ACERO - HIERRO

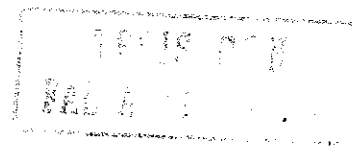
En la publicación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente sobre la situación de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de la Ciudad de México (1978) está la siguiente tabla estimativa para la industria del fierro y acero:

TABLA 26

años	unidad: ton./año		
	emisiones de material particulado sin equipo de control	emisiones de material particulado con equipo de control	tendencias de emisiones de Oxido de Nitrogenio (NO _x)
1978	8,864.00	3,529.00	92.00
1979	9,206.00	3,665.00	95.00
1980	9,547.00	3,801.00	99.00
1981	9,888.00	3,937.00	102.00
1982	10,229.00	4,073.00	106.00
1983	10,571.00	4,209.00	109.00
1984	10,913.00	4,345.00	113.00
1985	11,253.00	4,480.00	117.00

En general, los problemas de contaminación en las industrias siderúrgicas son:

- los polvos, que pueden tener efectos agudos en la salud, principalmente si actúan en combinación con otros gases.
- el monóxido de carbono y los compuestos de azufre.



- los hidrocarburos
- los sólidos en suspensión y las escórias
- las soluciones ácidas, procedentes del decapado y enjuagado
- los aceites de rolado, lubricantes y aceites de los sistemas hidráulicos
- el agua caliente, procedente de los sistemas de enfriamiento
- el amoníaco, los ferroles, cianuros, cloruros, sulfatos y demás productos químicos procedentes de los afluentes de las plantas de coquizado
- los altos niveles de ruido que, aunque no afectan en forma directa a la comunidad, lesionan psicológica y físicamente a la pequeña comunidad que labora en la misma.

Los procedimientos de control utilizados son:

- los gases del Alto Horno (que arrastran pequeñas partículas de materias primas que recojen en el horno) son colectados en un tubo descendiente que los lleva hasta un colector de polvo, cuyo objeto es remover tanto como sea posible las partículas. Este colector tiene una eficacia del 75%. El gas remanente, que aún es portador de una cantidad inaceptada de polvo, pasa por un tubo situado en la zona superior del colector y entra en una unidad primaria de limpieza. Cualquiera que sea el método de limpieza, no se permite que el gas limpio, que todavía contiene algunas partículas de polvo, escape a la atmósfera; así es pasado a las cámaras de combustión de las estufas recuperadoras de calor o es llevado a estanques de almacenamiento para ser mezclados con gas de coquería.
- la mayor parte del agua que se emplea en las plantas es utilizada como refrigerante. Está contenida en sistemas de circuitos cerrados y una cantidad muy pequeña es retornada a los ríos o lagos, pero no sale sin ser sometida a un cuidadoso proceso de limpieza. Los residuos sólidos de la producción de acero en bruto generalmente tienen un alto contenido de hierro y son enviados a las zonas de la planta donde se usan como chatarra.

Es importante que se desarrollen programas de investigación sobre procedimientos de control de la contaminación para la solución de problemas específicos como:

- el control de emisiones de los hornos de cok durante las maniobras de carga, extracción y apagado
- la reducción de las cantidades de polvo liberadas en el manejo y almacenamiento de la materia prima
- la ventilación de los talleres de la fabricación
- la reutilización y recirculación del agua
- los procesos de floculación y sedimentación de partículas submicrónicas y el desarrollo de técnicas de separación de aceite.

14.4. PIEDRA

En relación a las industrias que provocan mayores índices de contaminación en el área metropolitana de la Ciudad de México, los triturados basálticos y derivados están en 11^o lugar. Analizando la publicación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (1978) sobre la situación de la contaminación atmosférica en esta área, se ve que entre las principales fuentes de polvo están las zonas de extracción de minerales no metálicos.

14.5. ALUMINIO

En la relación de las industrias que provocan mayores índices de contaminación en el área metropolitana de la Ciudad de México, las laminadoras están en 20º lugar.

Se han detectado valores superiores a 3 mg/m^3 de compuestos fluorados en los hornos, descendiendo a cifras de 0.14 a 0.16 mg/m^3 en el resto de la planta.

14.6. LADRILLO - TABIQUE

El mayor problema en la producción de tabiques (y ladrillos) eran las fábricas de pequeño porte, de estructura familiar. Muchas veces usaban hule, plásticos, basura y desperdicios industriales como combustibles, creando áreas de mucha contaminación atmosférica, con humos y polvos. La Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, para solucionar tal problema, prohibió terminantemente el uso de desperdicios industriales como combustibles, haciendo necesario un cambio en el sistema de combustión; por lo tanto, ésta secretaria proporciona asesoría técnica para que utilicen sistemas de combustión con petróleo, astillas de madera o aserrín.

14.6. PLÁSTICO

Los plásticos son generalmente más caros que los materiales convencionales y su costo es proporcional al daño ecológico que su extracción y procesamiento causan a la tierra. La mayoría proceden del procesamiento, con sus humos nocivos y demás, de un combustible fósil no renovable.

Aumentando la temperatura, la espuma plástica se descompone (muchas veces arde y explota como la gasolina), y forma los venenosos gases di-isocyanate de los que está compuesta. Se le debería evitar por la contaminación en su fabricación y el peligro de envenenamiento para quién la aplica.

El vinilo pierde incesantemente moléculas de su plastificante y ésta migración molecular puede operar sobre el sistema nervioso humano.

En relación a las industrias que provocan mayores índices de contaminación en el área metropolitana de la Ciudad de México, en 1º lugar está la "Refinería de Petróleo", material esencial para el procesamiento de los plásticos. Analizando la publicación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (1978), sobre la situación de la contaminación atmosférica en ésta área, se plantea las siguientes tablas estimativas:

TABLA 27

años	Plantas Químicas - unidad: ton/año		
	emisiones de material particulado sin equipo de control	emisiones de material particulado con equipo de control	tendencias en emisiones de Oxidos de Azufre
1978	16,326.00	3,265.00	11,688.00
1979	16,870.00	3,374.00	12,485.00
1980	17,352.00	3,470.00	13,558.00
1981	17,945.00	3,590.00	14,382.00
1982	18,408.00	3,682.00	15,538.00
1983	18,823.00	3,764.00	16,142.00
1984	19,185.00	3,838.00	17,463.00
1985	19,448.00	3,890.00	18,700.00

TABLA 28

años	Refinería de Petróleo - unidad: ton./año		
	emisiones de material particulado sin equipo de control	emisiones de material particulado con equipo de control	tendencias en emisiones de Oxidos de Azufre
1978	4,820.00	723.00	14,218.00
1979	4,820.00	723.00	14,218.00
1980	4,820.00	723.00	14,218.00
1981	4,820.00	723.00	14,218.00
1982	4,820.00	723.00	14,218.00
1983	4,820.00	723.00	14,218.00
1984	4,820.00	723.00	14,218.00
1985	4,820.00	723.00	14,218.00

TABLA 29

años	Tendencias en emisiones de Oxidos de Nitrógeno - unidad: ton./año	
	Plantas Químicas	Refinería de Petróleo
1978	1,669.00	6,008.00
1979	1,738.00	6,008.00
1980	1,798.00	6,008.00
1981	1,854.00	6,008.00
1982	1,913.00	6,008.00
1983	1,974.00	6,008.00
1984	2,036.00	6,008.00
1985	2,100.00	6,008.00

14.8. TIERRA

Inexistente.

14.9. VIDRIO

En relación a las industrias que provocan mayores índices de contaminación en el área metropolitana de la Ciudad de México, los fundidores de vidrio aparecen en 15º lugar, la fabricación de envases de vidrio en 19º lugar y la elaboración de fibra de vidrio en 21º lugar.

14.9 ASBESTO - CEMENTO

Según el Ing. Macario Barrera Mera, de Asbestos de México S.A., el material asbesto es altamente contaminante pues sus fibras son causantes de graves enfermedades pulmonares. Este problema ocurre básicamente en el proceso de extracción del asbesto, en los yacimientos, en el local del procesado y fabricación de los productos. En la utilización del producto final, ya no existen problemas contaminantes pues las fibras de asbestos están revestidas por el cemento. Hay la posibilidad de que ocurran riesgos de contaminación en las demoliciones.

En relación a las industrias que provocan mayores índices de contaminación en el área metropolitana de la Ciudad de México, las que elaboran fibras de asbestos están en 21º lugar.

En Globe, Arizona (EUA), aproximadamente 40 familias que vivían en residencias construidas arriba de un depósito de desperdicios de asbestos, fueron obligadas a cambiarse, abandonando todas sus pertenencias y sus casas contaminadas, debido al grave peligro para la salud que representan las fibras de asbestos.

14.11. CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNOS CONTAMINANTES

PARTICULAS

La mayor parte de las partículas que están en el aire deben sus características contaminantes exclusivamente al tamaño de las mismas. Existen, no obstante, algunas partículas que pueden tener efecto tóxico (berilio, asbestos, antimonio, vanadio, etc.), que normalmente no deben aparecer en la atmósfera. La gran mayoría de los efectos dañinos que las partículas en suspensión efectúan sobre el cuerpo humano afectan al aparato respiratorio, pudiendo provocar serias lesiones pulmonares, cuando las concentraciones son muy altas. (arriba de $750 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Las partículas suspendidas en la atmósfera absorben la luz solar, reduciendo la energía del sol que llega a la tierra, así como produciendo sombras y disminuyendo la luminosidad, visibilidad y el contraste entre los objetos y sus sombras. El efecto que produce esta absorción de energía solar es doble, pues, por una parte, no produce la necesaria función clorofílica, con su incremento del contenido de CO_2 en la atmósfera y, por otra, es notable el descenso general de la temperatura en la atmósfera en las últimas décadas. Aparte de éstos efectos, aumentan los niveles de corrosión en los materiales y evitan la realización normal de las funciones propias de las plantas. Es importante evitar que el grado medio de partículas no tóxicas en zonas urbanas rebase a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OXIDOS DE AZUFRE

Los óxidos de azufre son elementos frecuentes de polución atmosférica originados principalmente por la combustión de sólidos y líquidos de origen fósil. Son gases no inflamables, no explosivos y que carecen de color; en concentraciones superiores a $8,6 \text{ mg/m}^3$, el gas posee un olor irritante y picante; en presencia de humedad, el SO_2 forma inmediatamente ácido sulfúrico. La combinación de partículas y óxidos de azufre puede producir un mayor efecto que la suma de los producidos por los factores individuales.

En su mayoría, los efectos de los óxidos de azufre sobre la salud se reflejan en irritaciones del sistema respiratorio, que van desde el aumento de bronquitis y cáncer de pulmón (en concentraciones de $115 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) hasta el incremento de mortalidad (en concentraciones de $1500 \text{ } \mu\text{g/m}^3$). Además, afecta a la visibilidad, vegetación y tiene efectos corrosivos en diversos materiales.

MONOXIDO DE CARBONO

Debido a su origen, combustión incompleta de materias orgánicas, el CO es emitido a la atmósfera en mayores cantidades que cualquier otro contaminante urbano. Es incoloro, inodoro e insípido. Las fuentes más importantes en los ambientes urbanos pueden clasificarse como tecnológicas. La combustión en vehículos automotrices a base de motores de combustión interna es la fuente principal. Otras combustiones diversas como incendios forestales y procesos industriales constituyen otras fuentes de importancia.

El CO es absorbido por los pulmones y reacciona principalmente con las hemoproteínas y, sobre todo, con la hemoglobina de la sangre. Reduce la capacidad humana de discernimiento de los intervalos de tiempo, los reflejos psicomotores y en niveles superiores (35 mg/m^3) puede causar fatiga fisiológica en pacientes cardíacos.

OXIDOS DE NITROGENO

Pueden ser responsables por el aumento de la frecuencia de afecciones respiratorias agudas, con concentraciones comprendidas entre 117 y $205 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, así como la disminución de cosechas, corrosión y fallas en piezas de equipos eléctricos.

AMONIACO

El amoníaco es uno de los productos químicos más importantes utilizados en la industria y en la agricultura. En las industrias, en especial las plantas siderúrgicas, que poseen coquerías, e industrias químicas de nitratos, son las fuentes principales de emisiones de amoníaco. Estas emisiones pueden ocasionar problemas respiratorios muy graves, tos, irritaciones nasofaríngeas, etc.

FLUORUROS

Los fluoruros son productos residuales frecuentes de las industrias metalúrgicas, de cerámicas, de vidrio, de aluminio, de productos químicos y de fertilizantes. De los diversos compuestos fluorados, el más perjudicial es

el fluoruro de hidrógeno y el menos, el fluoruro cálcico. Los fluoruros en gran cantidad tienen efectos muy negativos en la vegetación; animales y en el hombre, tales como lesiones de riñones, tiroides, daños de la piel y del pulmón.

RUIDO

Tabla de niveles comparativos de ruido a que están expuestos los oídos humanos, con valores de la intensidad de ruido en decibeles (dB).

alcance nocivo	140	motor de reacción
	130	martillo remachador
----- UMBRAL DE DOLOR -----		
	120	avión de hélice
zona crítica	110	taladro neumático de roca
	100	taller de fabricación de acero
	90	vehículo pesado
límites de seguridad	80	tránsito rodado muy intenso
	70	automóvil particular
	60	conversación normal
	50	música suave en la radio
	40	murmullo bajo
	30	tranquilo domicilio urbano
	20	susuro de una hoja
	10	
----- 0 ----- UMBRAL DE AUDICION -----		

C A P I T U L O I V
CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES PARA
LA ARQUITECTURA EN RELACION AL MEDIO AMBIENTE

15. PROPIEDADES ACUSTICAS

El valor STC (clase de transmisión sonora) es la relación del aislamiento de un elemento, con características específicas del material, espesor y peso, en una determinada frecuencia, con las curvas normalizadas por la ASTM E 413 70 T de EUA. Es medido en decibeles (dB). Puede ser obtenido prácticamente o estimado por medio de gráficos. En éste trabajo se tiene el valor estimativo como una manera de uniformizar los resultados. Para cada material fué considerado el espesor más usual y empleado en la construcción.

Como datos comparativos, los valores de STC recomendables para muros en apartamentos y multifamiliares (EUA) :

Del apartamento A	al apartamento B	STC (en dB)
Recámara	Recámara	48
Sala		50
Cocina		52
Baño		52
Corredor		48
Sala	Sala	48
Cocina		48
Baño		50
Corredor		48
Cocina	Cocina	46
Baño		48
Corredor		48
Baño	Baño	46
Corredor		46

Forma de encontrar el valor STC (teórico) para cada material (verificar ejemplo en gráfico):

1. Definir el espesor del material y su peso volumétrico.
2. Encontrar la masa superficial (espesor x peso volumétrico).
3. Con la masa superficial multiplicada por 1000 Hz de frecuencia (se puede encontrar para cualquier frecuencia), encontrar la pérdida por transmisión, dada en tabla, en dB.
4. Encontrar la altura (dado en dB) y el ancho (en octavas) de la plataforma del material, en tabla.
5. En el gráfico, situar el valor de la pérdida por transmisión en la frecuencia de 1000 Hz.
6. A partir de éste punto inicial (el valor de la pérdida por transmisión), marcar otros puntos, con defasaje de 6 dB a cada octava.
7. Unir todos los puntos para obtener el campo de incidencia del material.

8. Localizar la plataforma del material, según la altura y el ancho hallados.
9. A partir de la plataforma, marcar puntos, hacia arriba, con defasaje de 10 dB por octava, obteniendo el perfil final de la masa del material.
10. Ir ajustando la curva normalizada con el perfil de la masa del material hasta conseguir que, en el intervalo entre ellos, aparezca la siguiente situación:
 - la suma de los tercios de octava no sea mayor que 32 dB
 - en cada tercio de octava no haya más que 8 dB
11. Cuando éste contorno se ajuste, satisfaciendo las condiciones antes mencionadas, se localizará el valor STC del material en el encuentro de la curva normalizada con la frecuencia de 500 Hz (que es la frecuencia media de la voz).

15.1. MADERA

La madera natural posee propiedades acústicas muy deseables en pisos interiores, reduciendo la vibración y el ruido.

15.2. CONCRETO

Los entrepisos de concreto no tienen el menor aislamiento acústico, pero analizando otras variantes, como los entrepisos reticulares, celulados, el concreto ligero, el sistema en que se emplean vigas precoladas de concreto con bloques huecos, de barro prensado, todos estos ofrecen excelentes características acústicas.

15.4. PIEDRA

Una pared de piedra, de buen espesor, se puede considerar como relativamente insonorizada.

15.6. LADRILLO - TABIQUE

Un avance tecnológico importante en la industria de la construcción fué el inicio de la fabricación de bloques ligeros usando carbonilla, piedra pómez, basalto, perlita, etc., con grandes cualidades acústicas. Con los tabiques comunes, en arcilla, para un mayor aislamiento acústico, hay que dejar el mayor número posible de cámaras de aire, siendo indicado, por lo tanto, los bloques huecos.

15.7. PLASTICO

En general, los revestimientos plásticos, como los constituidos de placas hechas con hojas de papel impregnadas de resinas sintéticas y prensadas, los linóleos, la espuma, son excelentes aislantes acústicos.

15.8. TIERRA

La construcción de tierra apisonada o adobe tiene la gran ventaja de transmitir mal las vibraciones, siendo prácticamente insonorizadas.

15.9. VIDRIO

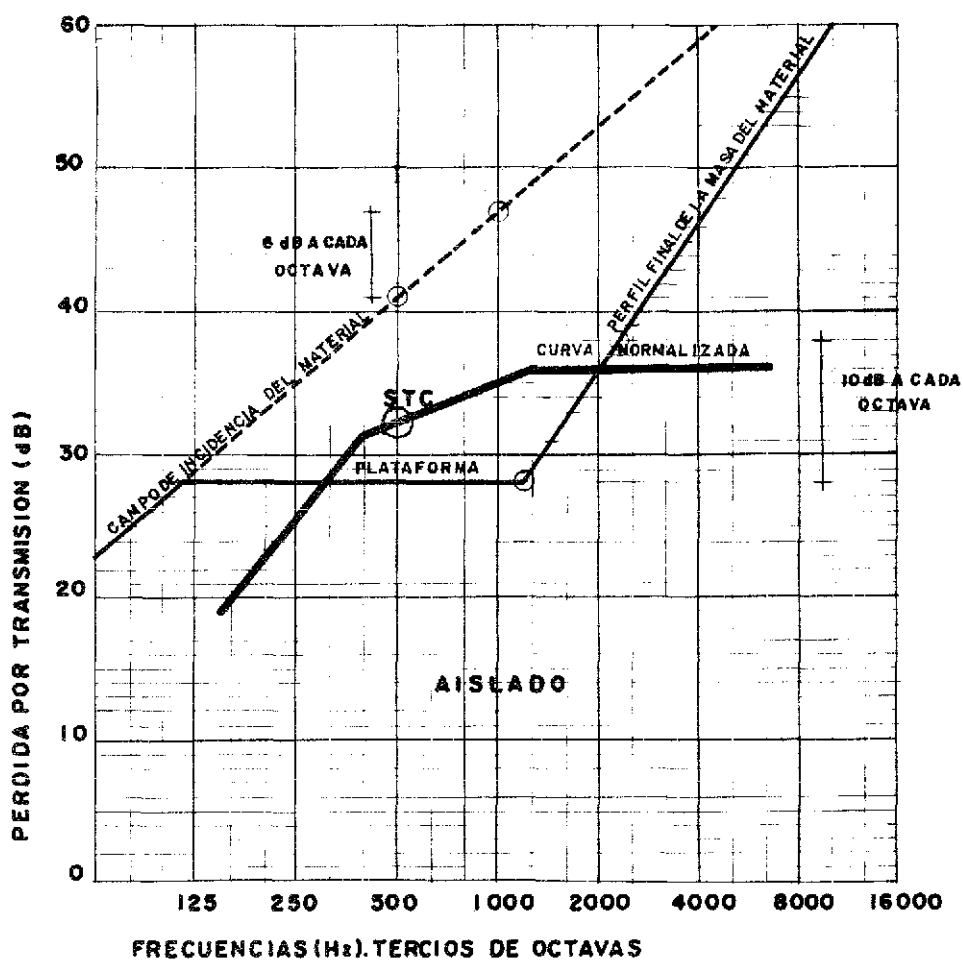
El vidrio utilizado en capas dobles o la fibra de vidrio tienen altas propiedades de eficiencia acústica.

15.10. ASBESTO - CEMENTO

En general, el asbesto-cemento es considerado con propiedades acústicas.

EJEMPLO DE COMO ENCONTRAR EL STC DE UN MATERIAL

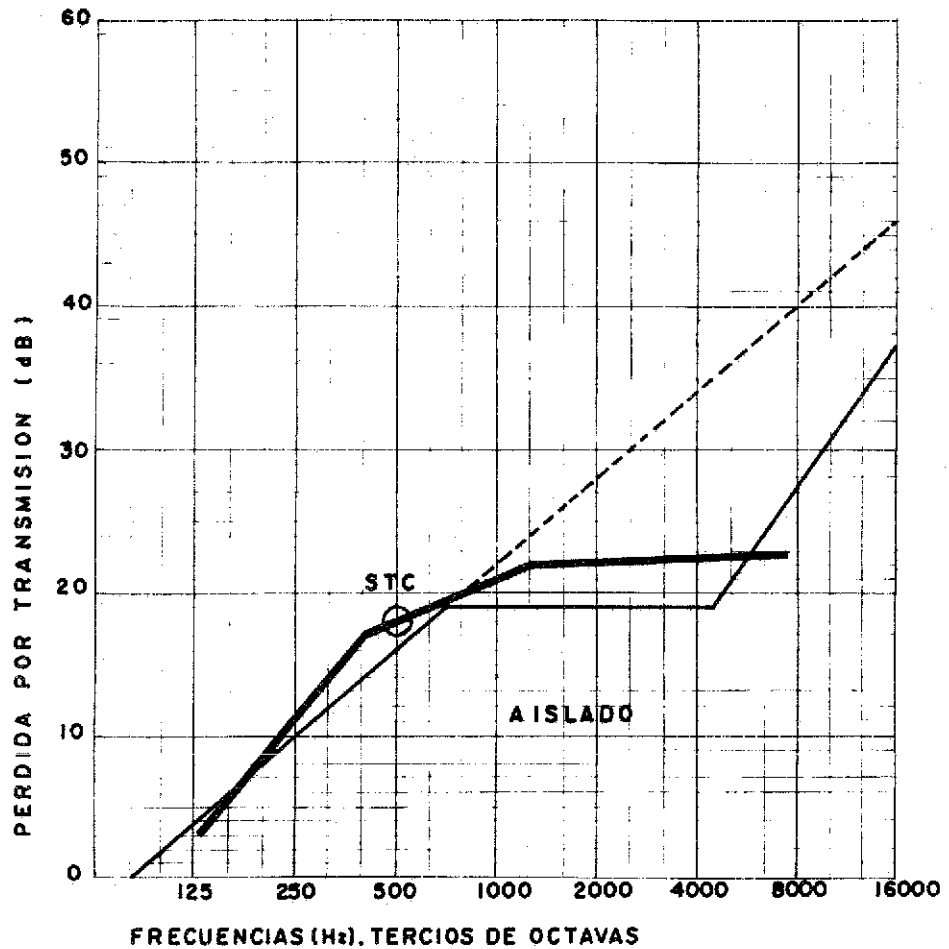
ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000 Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		S T C
					ALTURA	ANCHO	
m	Kg/m ³	Kg/m ²	Hz. Kg/m ²	dB	dB	octavas	dB
0.006	2500	15	15 000	46	27	3.3	30



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

15.1. MADERA (TRIPLAY)

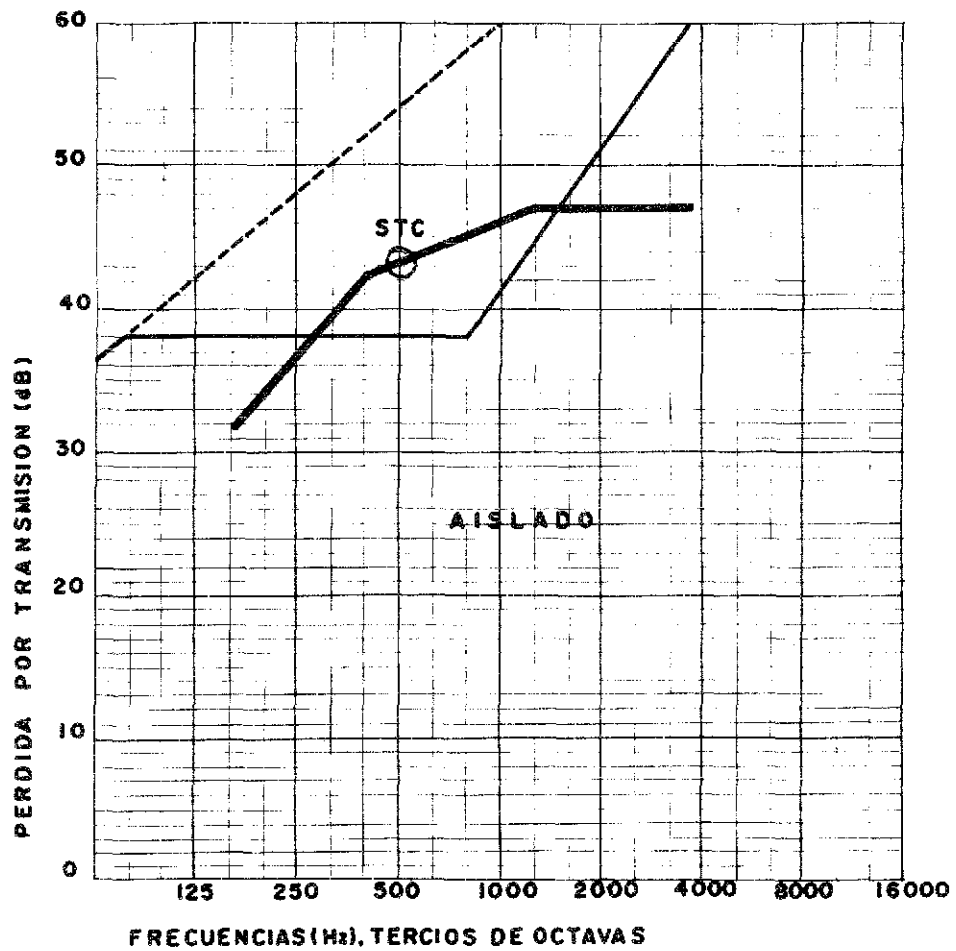
ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		S T C
					ALTURA	ANCHO	
m	Kg/m ³	Kg/m ²	Hz.Kg/m ²	dB	dB	octavas	dB
0.006	520	3.12	3 120	22	19	2.7	18.2



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

15.2. CONCRETO

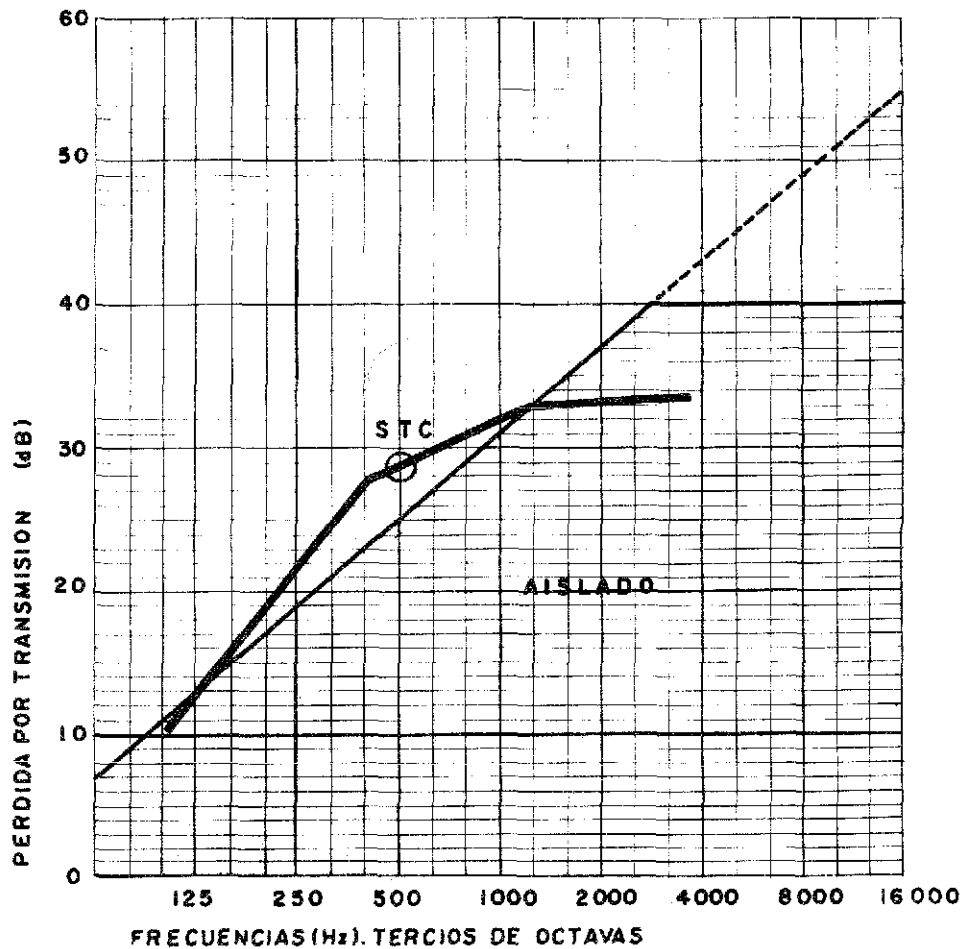
ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000 Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m	Kg / m ³	Kg / m ²	Hz.Kg / m ²	dB	dB	octavas	dB
0.10	2400	240	240 000	60	38	3.3	43.3



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

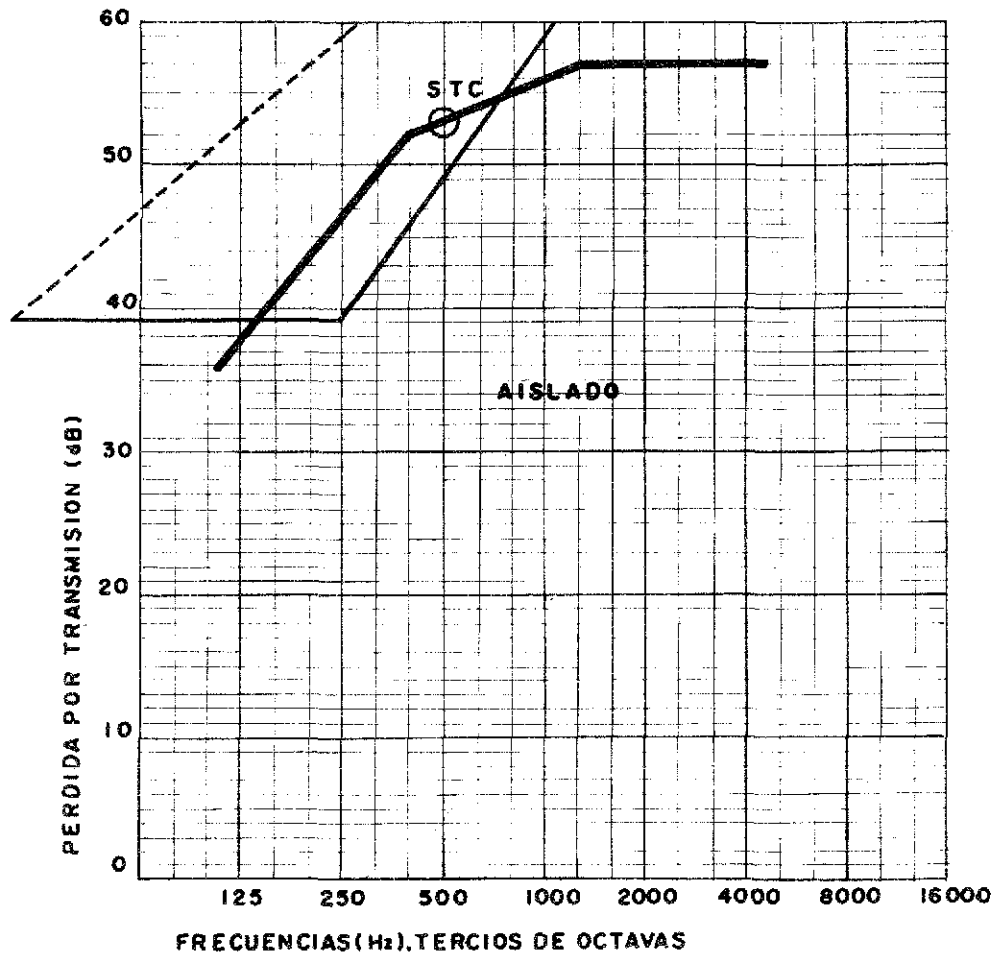
15.3. ACERO (HIERRO)

ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000 Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m	Kg /m ³	Kg /m ²	Hz.Kg /m ²	dB	dB	octavas	dB
0.001	7700	7.7	7700	31	40	3.7	29



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

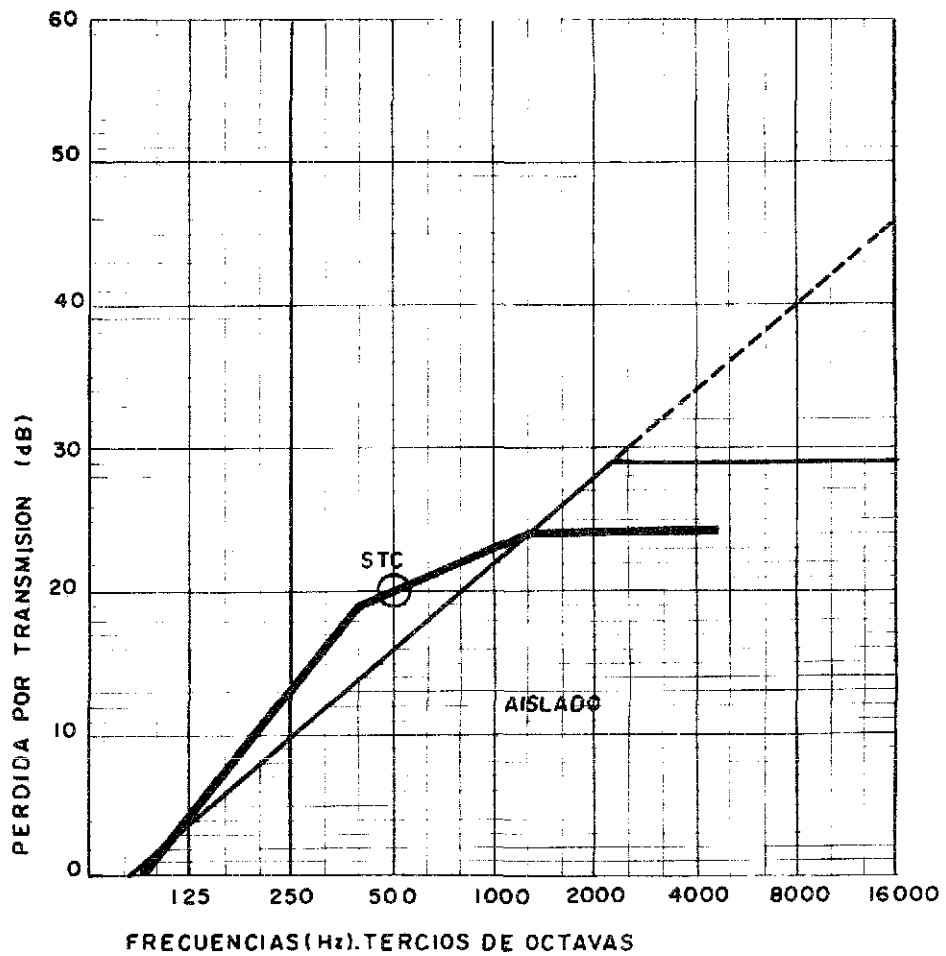
15.4. PIEDRA : BASALTO GRANITO							
ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000 Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m	Kg /m ³	Kg /m ²	Hz.Kg/m ²	dB	dB	octavas	dB
0.30	2350	705	705 000	70	39	3.3	53.3
	3200	960	9 60 000	72 } 71			



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

15.5. ALUMINIO

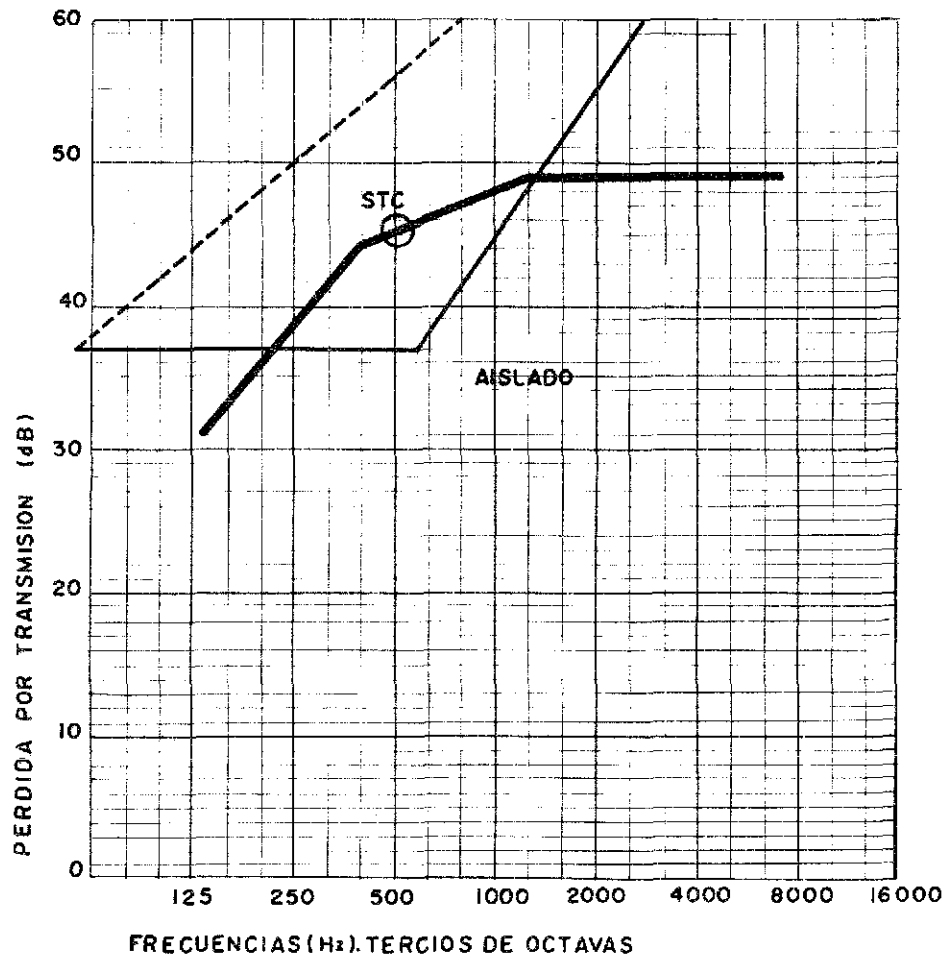
ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATA FORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m.	Kg / m ³	Kg / m ²	Hz. Kg / m ²	dB	dB	octavas	dB
0.001	2700	2.7	2700	22	29	3.7	20



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

15.6. LADRILLO - TABIQUE

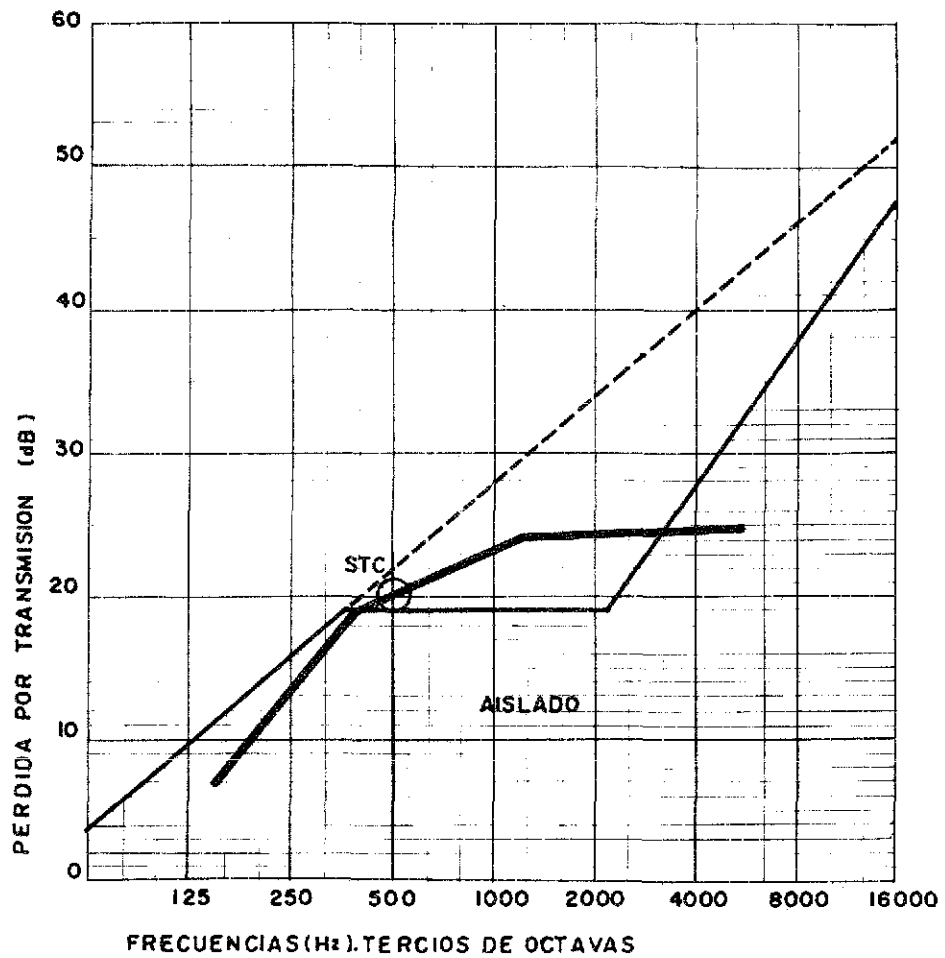
ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000 Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m.	Kg/m ³	Kg/m ²	Hz. Kg/m ²	dB	dB	octavas	dB
0.14	1900	266	266,000	62	37	33	45



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

15.7. PLASTICO (PLEXIGLAS)

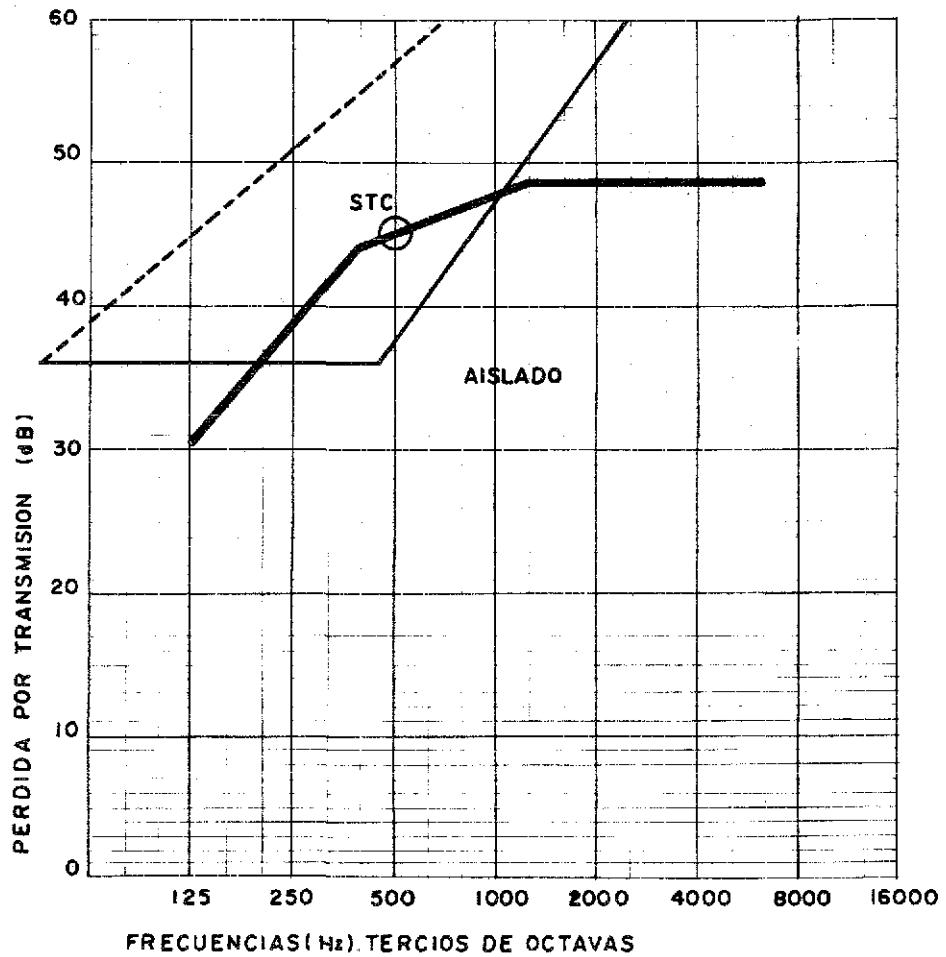
ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000 Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m.	Kg/m ³	Kg/m ²	Hz.Kg/m ²	dB	dB	octavas	dB
0.005	1150	5.75	5750	28	19	2.7	20



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

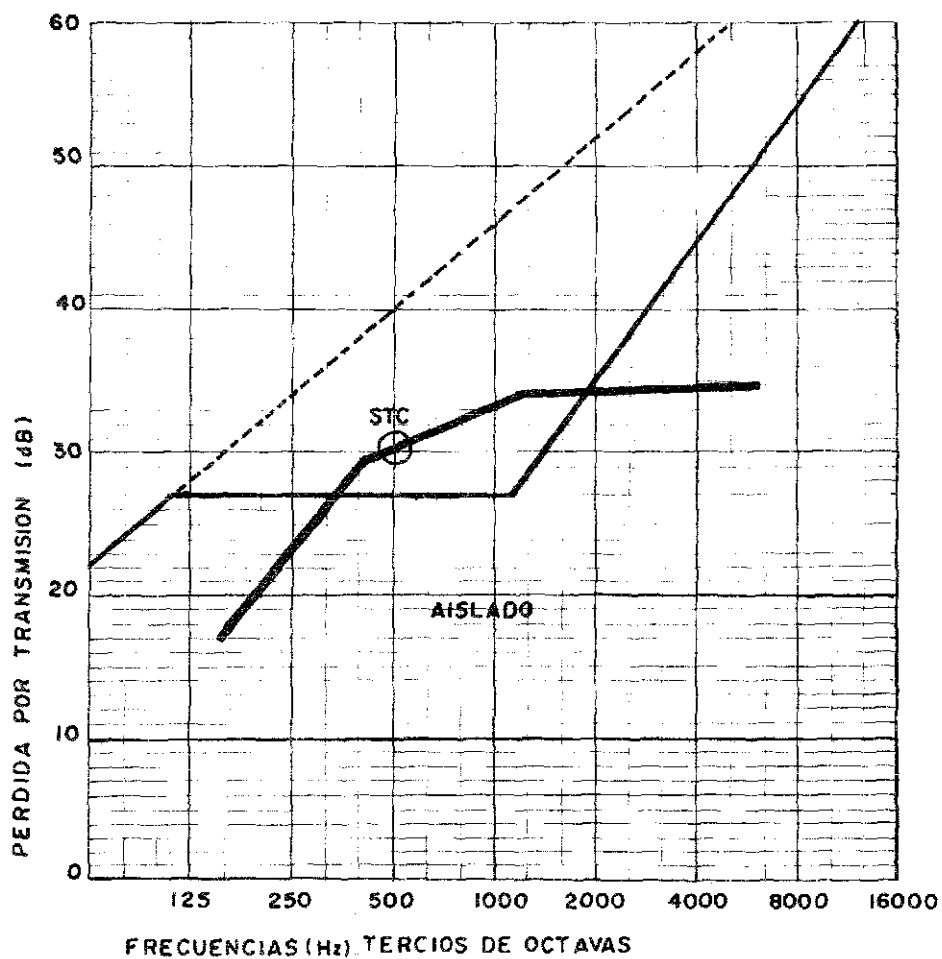
15.8. TIERRA: ARENA ARCILLA

ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m.	Kg/m ³	Kg/m ²	Hz.Kg/m ²	dB	dB	octavas	dB
0.30	1920	576	576,000	61,63	36	3.3	45.2
	1350	405	405,000				



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

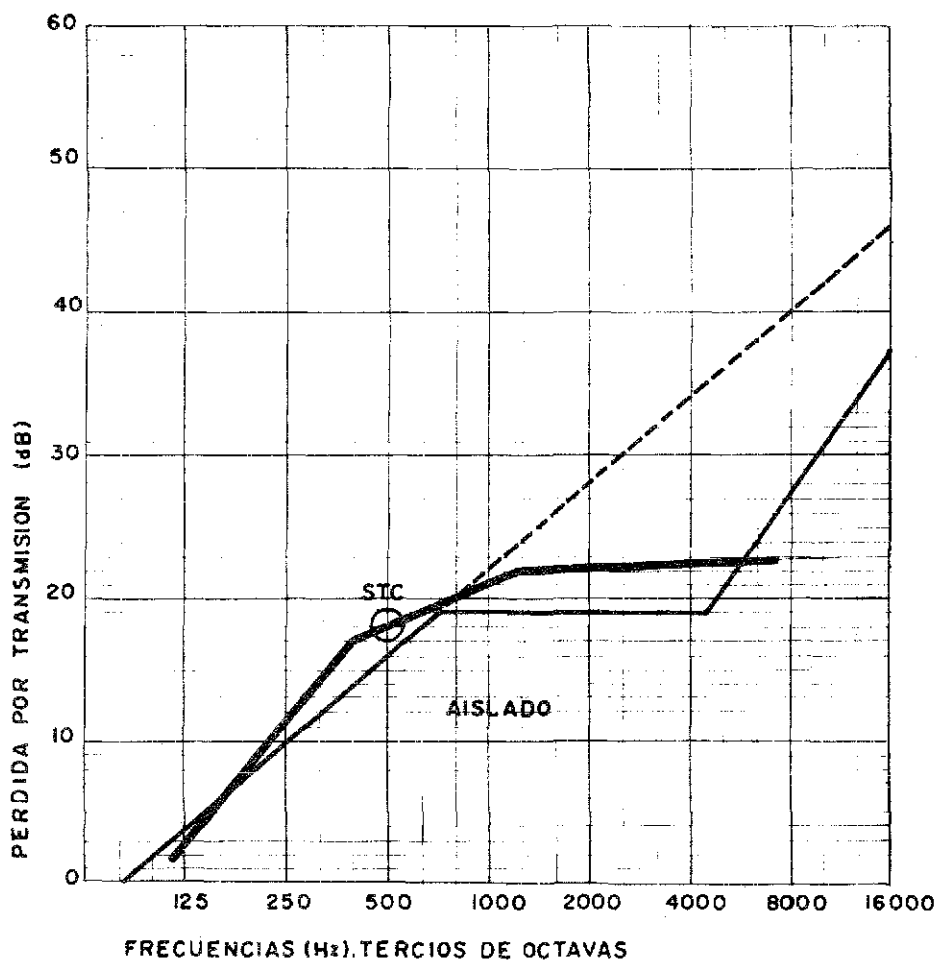
15.9. VIDRIO							
ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000 Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m.	Kg/m ³	Kg/m ²	Hz. Kg/m ²	dB	dB	octavas	dB
0.006	2500	15	15,000	46	27	3.3	30



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

15.10. ASBESTO - CEMENTO

ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	MASA SUPERFICIAL	FRECUENCIA POR MASA SUPERFICIAL (EN 1000Hz)	PERDIDA POR TRANSMISION	PLATAFORMA		STC
					ALTURA	ANCHO	
m.	Kg/m ³	Kg/m ²	Hz.Kg/m ²	dB	dB	octavas	dB
0.0065	2400	15.6	15600	47	28	3.3	32



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

16. PROPIEDADES TERMICAS

La cantidad de calor que, en una hora, atraviesa perpendicularmente un macizo de 1 m^2 de superficie y 1 m. de grueso, si la diferencia de temperatura entre las superficies exterior e interior es de 1°C , se llama coeficiente de conductibilidad calorífica (k) del material en cuestión, que es tanto más pequeño cuanto más aislante sea éste. Es dado en $\text{kcal./m.h.}^\circ\text{C}$.

TABLA 30

Material	Coefficiente de Conductibilidad Calorífica (k) en $\text{kcal./m.h.}^\circ\text{C}$
1. Madera Exterior En varias capas Interior	0.18 0.15 0.12
2. Concreto Concreto armado Concreto ligero	1.3 - 1.6 0.40
3. Acero (Fierro)	50.00
4. Piedra Compactas (granitos, basalto, mármol, etc.) Porosas (arenisca, caliza, etc.)	2.50 1.50
5. Aluminio	5.00
6. Ladrillo - Tabique Exterior Interior	0.75 0.60
7. Plástico Polistireno expandido	0.03 - 0.04
8. Tierra Terreno natural	2.00
9. Vidrio Cristal de ventanas Fibra de vidrio	0.65 0.04
10. Asbesto	0.60

16.1. MADERA

La madera natural posee propiedades térmicas muy deseables en pisos interiores, aislando de frío y calor, y teniendo baja conductibilidad térmica.

16.2. CONCRETO

La pared monolítica de hormigón de un sólo espesor es inadecuada para la construcción de casas, toda vez que la elevada acción capilar del hormigón permite la penetración de humedad y el valor aislante de dichas paredes es bajo. Se puede mejorar ésta situación utilizando el concreto ligero, dejando espacios de aire que son de gran utilidad para el aislamiento contra el calor, frío y humedad, o empleando las mezclas "sin partículas finas" (en que no se usa arena) y obteniendo espacios vacíos para el agregado.

16.4. PIEDRA

Una pared de piedra requiere un aislamiento adicional en relación con la transmisión de calor.

16.5. ALUMINIO

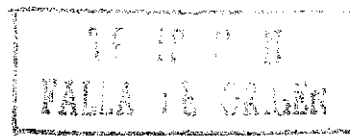
El aluminio refleja el calor solar, manteniendo el interior de los edificios más frescos durante el día y reteniendo el calor durante la noche.

16.6. LADRILLO - TABIQUE

En los casos en que el ladrillo puesto a tizón es continuo a lo largo de todo el espesor de la pared, debe tenerse especial cuidado en la construcción a fin de obtener una pared que resista a la penetración de lluvias intensas acompañadas de vientos fuertes. La solución lógica a éste problema de penetración de la humedad y de escaso aislamiento es separar la pared interna de la externa. En donde se requiere una resistencia al flujo de calor, además del aislamiento proporcionado por un espacio de aire, se puede instalar material aislante directamente en la cavidad. La pared tiene la doble ventaja de la escasa ganancia de calor típica de los materiales arcillosos y una alta resistencia al flujo de calor debido al relleno de la cavidad. La ausencia de un espacio continuo de aire y, portanto, aislamiento en las paredes construidas convencionalmente con ladrillos de 20 cm., constituye, quizás, la principal razón por la que éste tipo de pared está cayendo en desuso.

16.7. PLASTICO

En general, los plásticos, la espuma, los hechos a base de resinas poliésteres y fibra de vidrio, y los linoleos, tienen óptimas características como aislantes térmicos y algunos, como la espuma, son poco permeables a la humedad, absorbiendo muy poca agua.



16.8. TIERRA

Las casas de tierra presentan unas ventajas de bienestar térmico no despreciables, lo que explica que muchos sistemas de calefacción solar se incorporen en estructuras de adobe. Las paredes son excelentes aislantes cuando son de grueso espesor; tiene una masa que permite acumular calorías; posee regulación térmica debido a la inercia de la tierra, permitiendo paso de las temperaturas exteriores hacia el interior, lo que es interesante en caso de un clima templado. Esta inercia térmica es suficiente para asegurar amortiguaciones y acumulaciones de los flujos de calor, gracias a su conductibilidad térmica bastante débil y a su capacidad calorífica bastante elevada.

Entrevista con David Wright (libro "Arquitecturas de Adobe"): "Se han realizado muchos estudios interesantes sobre las ventajas de calor del adobe, su almacenamiento y su transmisión del exterior hacia el interior. La migración de la energía está en función del espesor y de la orientación de los muros. La mejor apreciación que he oído es de un desfasaje de 12 horas en un muro de 32 cm. Se puede utilizar el adobe teniendo en cuenta los espesores y la orientación, porque el adobe es mejor conductor que aislante.

Podéis utilizar cierta cantidad de energía radiante que alcanza la superficie interior en un momento dado. Si el interior de la casa ha sido calentado, la energía que viene a través de los muros no será atraída hacia el interior tan rápidamente como si la temperatura fuese más baja. Claro está que hay un efecto de volante térmico por el hecho de que cierta cantidad de energía es almacenada con los muros de adobe. Si desde hace 2 días no brilla el sol, la temperatura interior baja y es necesario calentar con una estufa a base de madera. De acuerdo con estos principios, los muros delgados no podrían almacenar la energía."

16.9. VIDRIO

La fibra de vidrio y el vidrio puesto en capas dobles poseen alta eficiencia térmica.

16.10. ASBESTO - CEMENTO

Cualquier lugar techado con asbesto - cemento tendrá una temperatura más baja y más uniforme. Con transmisión normal desde dentro hacia afuera, el lugar tarda mucho en enfriarse y sus condiciones de habitabilidad son de mejor confort, debido a la poca conductibilidad y capacidad calorífica del asbesto. Sin embargo, no es muy recomendable para áreas muy calientes.

17. DURABILIDAD

17.1. MADERA

Todos los materiales orgánicos de construcción se deterioran con la humedad. Prácticamente, todos cambian de tamaño según estén secos o húmedos. La estructura porosa de los materiales orgánicos facilita la atracción por capilaridad de la humedad atmosférica.

Por medio de tratamientos químicos, térmicos y electrónicos se ha logrado hacer de la madera un material incombustible, resistente a los insectos.

tos y a la intemperie. Los agentes destructores pueden ser de tipo meteorológico, humedad, radiación solar, erosión de la lluvia; de tipo animal, insectos, larvas; o de tipo vegetal, hongos.

La madera no se deteriora como un resultado de su envejecimiento. Cualquier falla es invariablemente consecuencia de un ataque de algún agente exterior. Si están en contacto con el suelo y expuestas a la acción de la intemperie y las lluvias, se comportan ante los microorganismos de la putrefacción de la misma forma que cualquier otra materia orgánica muerta. Si se protege adecuadamente contra humedad, infecciones, fuego, polvo y arena, podrá durar indefinidamente.

Analizando su utilización en un piso (uno de los elementos que más desgasta con el tiempo), se nota su gran resistencia al tránsito interno, su comodidad, seguridad, que no produce polvo y que reduce la vibración. La experiencia ha demostrado que un buen piso de parquet dura tanto como el edificio en el que se instaló.

Según el Ing. Victor A. Pérez, del Instituto Forestal de Chile, hay tres clases de durabilidad natural en la madera:

- 1º Durables, superior a 15 años (robles, ciprés, etc.).
- 2º Moderadamente durables, superior a 5 años (alerce, canelo, eucalipto, etc.).
- 3º Poco durables, superior a 1 año (álamo, laurel, pino araucaria, etc.).

Comparativamente se tiene la clasificación del Departamento de Botánica de la UNAM, expresado en años aproximados de servicio:

Muy durable _____	mayor que 25 años
Durable _____	de 15 a 25 años
Moderadamente durable _____	de 10 a 15 años
Poco durable _____	de 5 a 10 años
No durable _____	menor que 5 años

17.2. CONCRETO

La durabilidad es la habilidad que tiene el concreto endurecido para resistir al ataque del clima, el ataque químico, la abrasión y otras condiciones de servicio. Se le puede aumentar su durabilidad empleando una relación agua/cemento baja, un contenido de cemento alto, agregados sanos y resistentes a la abrasión, aditivos como inclusores de aire y puzolanas.

La gran ventaja del concreto es su alta resistencia al fuego. Infortunadamente, en pisos, se va desgastando y desprendiendo polvo; en circulación constante puede ser un piso exageradamente duro, que acarreará la fatiga de las personas que por él tengan que transitar.

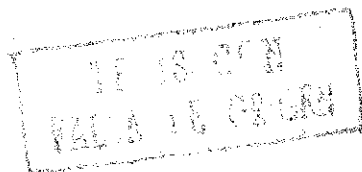
17.3. HIERRO - ACERO

Dependiendo de las aleaciones o recubrimientos, el acero tiene varios grados de durabilidad. Según la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero, la durabilidad del acero recubierto con zinc se puede ver en la tabla 31.

TABLA 31

Pesos		Espesor Total			Vida del Acero recubierto con Zinc (en años)						
		Según el Medio Ambiente									
oz/ft ²	gr/m ²	micras	milésimas	pesado industrial	industrial moderado	suburbano	marítimo templado	tropical marítimo	rural		
5.0	1525	215	8.46	36.9	57.8	72.5	83.3	93.9	117.1		
3.0	915	129	5.08	23.8	37.5	46.5	54.0	61.5	76.7		
1.25	381.25	53.75	2.12	8.65	14.1	18.0	21.35	24.65	30.79		
0.9	274.5	38.5	1.52	5.6	9.6	12.4	14.9	17.5	21.8		
0.7	213.5	30.1	1.18	4.0	7.1	9.6	11.4	13.5	16.7		
0.5	152.5	21.5	0.85	2.2	4.4	6.1	7.6	9.2	11.5		
0.3	91.5	12.9	0.51	0.5	1.7	2.4	4.0	5.1	6.4		
0.1	30.5	4.3	0.17	-1.5	-1.0	-0.5	0.4	1.0	1.2		

Analizando los pavimentos de acero, se ve que ofrecen seguridad, resistencia, durabilidad y limpieza.



17.4. PIEDRA

La duración de las construcciones de piedra oscila entre 10 y 200 años. Una pared de piedra es relativamente incombustible, robusta y duradera pero su solidez depende enteramente del trabajo del obrero que la erige y de las proporciones variadas del mortero. La solidez del mortero debe ser igual a la de la roca. La porción de pared más vulnerable a la penetración de la humedad es la junta del mortero.

El granito tiene gran resistencia a las inclemencias del tiempo pues conserva sus aristas y tallado sin perder un detalle por siglos.

17.5. ALUMINIO

El aluminio es un metal que se oxida al contacto del aire, pero en una forma mucho más pequeña que el hierro. Por sí sólo puede tener una duración mayor que el hierro y, protegido por procedimientos electrolíticos, su duración es indefinida. No se rompe ni cuarteo, es fuerte y dúctil.

17.6. LADRILLO - TABIQUE

La solidez y la resistencia a la penetración de la lluvia en las paredes de ladrillo de arcilla depende más de la efectividad de la unión entre el mortero y el ladrillo que de cualquier otro factor. Como la arcilla es quemada a 850°C, los bloques comprimidos son prácticamente incombustibles y no sufren contracciones.

Este es uno de los materiales más utilizados en la construcción debido a sus cualidades de resistencia, duración, inalterabilidad, impermeabilidad, incombustibilidad y bajo costo.

17.7 PLASTICO

Encontrar un plástico que resista al sol es difícil. Hay algunos, como el teflón, que alcanzan altos niveles de resistencia al calor, principalmente provocado por fricción. En general son capaces de resistir a cualquier corrosión, estipulada en el campo de la construcción. También son inmunes al moho, agua salada, alcoholes, ácidos, álcalis y grasas, al impacto, a la intemperie y absorben poca agua, siendo impermeables en relación a la humedad. El linóleo, específicamente, tiene una más alta resistencia que cualquier otro material para piso, aparte de sus excelentes cualidades higiénicas y su pequeña inflamabilidad. La espuma de plástico, entretanto, tiene una alta sensibilidad al fuego y apesar de la adición de retardantes del fuego, puede llegar a arder vigorosamente. Cuando la espuma no está protegida por una superficie dura, se deteriora fácilmente.

Una de las características más importantes de los plásticos para la construcción es que pueden ser destruidos por el fuego. El nitrato de celulosa, por ejemplo, está fuera de cualquier código de construcción ya que arde fácilmente y rápidamente. Otros se queman en forma similar al papel o a la madera sin tratamiento. Una vida útil contra el intemperismo es incierta en todos los materiales nuevos como el plástico. Algunos son conocidos, como los fenólicos y acrílicos, que han actuado por más de 20 años.

ESTRUC. IS CON
PALA DE CRIST

17.8. TIERRA

Las paredes de tierra apisonada se dejan a menudo sin tratar y algunas de ellas perduran durante cientos de años de exposición. Con la edad, la robustez y la resistencia a la erosión de las paredes de tierra van aumentando. Experimentos con 3 tipos de tierras ampliamente variables indican un incremento medio de dureza del 34% al cabo de un año y del 45% al cabo de dos años, comparado con la dureza de una pared de 6 meses de edad.

Las paredes de tierra son secas, no inflamables, resistentes a la putrefacción y a las termitas. El mayor daño causado a las paredes de tierra o adobe tiene como responsable la falta de un aislamiento contra la humedad a nivel del suelo y justo por encima de éste. También son problemas para las construcciones de tierra, su poca resistencia al salitre, al desgaste, a la fricción y su facilidad de ser deslavable por la lluvia, siendo más apropiadas de climas secos. El adobe requiere, para ser de buena calidad, cuidado en su fabricación y desecación lenta.

17.9. VIDRIO

El vidrio es un material de duración indefinida. Resiste a todos los agentes atmosféricos y por medio de diversos tratamientos, como el cristal templado, puede llegar a una increíble resistencia al impacto. El vidrio es incombustible, pero la fibra de vidrio (a pesar de su gran durabilidad) humea arriba de 550°C (lana blanca) y 150°C (aglutinados) .

17.10. ASBESTO - CEMENTO

Tanto el cemento como el asbesto y la sílice son prácticamente inmunes al ataque de gases o vapores. Por su curado en autoclave, el asbesto-cemento resulta inerte e inatacable por atmósferas ácidas, por vapores, humos, polvos alcalinos o agua de mar. Es también un material con una gran resistencia al fuego, siendo prácticamente incombustible.

18. MANTENIMIENTO

18.1 MADERA

Si se piensa utilizar la madera en una estructura permanente, hay que protegerla o inmunizarla químicamente contra microorganismos, la intemperie y el fuego. Algunos de los agentes destructores pueden haber atacado la madera en el bosque, como el barrenador, por ejemplo. Otros pueden llegar después como las termitas, polilla, hongos, etc. Por lo tanto, hay que estufar la madera e impregnarla con sustancias que aniquilen los parásitos como carbolineo, creosota, pentaclorofenol y otros. Contra la intemperie es indispensable el uso de pintura o barniz periódicamente.

Para restaurar la belleza original de la madera después de algunos años de uso, principalmente en los pisos, donde el uso exagerado y el mal trato pueden llegar a dañar su superficie, bastará con fibrarlo o pulirlo nuevamente.

18.2. CONCRETO

El concreto tiene duración indefinida pues tiene la ventaja de que los agentes atmosféricos fortalecen sus cualidades. No necesita ningún tipo de conservación, ni barniz, ni pintura.

18.3. ACERO - HIERRO

El acero usado al nivel del mar debe ser protegido interior y exteriormente con pintura anticorrosiva. Para evitar la penetración de la humedad, se deben cubrir con material betuminoso todos los lugares en que hayan tornillos, por ejemplo. En general, es bajo el costo de su conservación.

18.4. PIEDRA

Las paredes construídas en piedra requieren alguna forma de impermeabilidad y un aislamiento adicional en relación con la transmisión de calor en los lugares muy calientes. Utilizada interiormente, como el mármol, no necesita conservación. Únicamente se quita el polvo con un paño húmedo.

18.5. ALUMINIO

El aluminio, tratado electrolíticamente, no se oxida, no necesitando capa protectora o pintura y tiene duración indefinida, no teniendo prácticamente ningún costo de mantenimiento.

18.6. LADRILLO - TABIQUE

Los muros hechos en tabiques deberán ser impermeabilizados y aislados del terreno en su base mediante cualquier procedimiento.

18.7. PLASTICO

Los suelos de poliéster sin juntas son cada vez más conocidos por sus ventajas de limpieza, resistencia química y fácil mantenimiento. La mayoría de los materiales plásticos sólo requiere limpieza con agua y jabón.

18.8. TIERRA

La protección de las paredes de adobe debe ser proporcionada por estabilización, por aplicación de un revestimiento protector o por el mismo diseño de la estructura. La estabilización se logra mediante la introducción de un aditivo de aceite emulsionado en la mezcla del barro. El revestimiento mural protector se consigue aplicando yeso o algún otro material protector de superficies murales. La protección entera de las paredes de tierra se logra mediante el diseño de aleros de tejado anchos, varandas, etc. También es necesario una perfecta hermeticidad de los revoques, techo y cimientos. Las juntas deben ser rejoneadas, usando como mortero el mismo barro o arcilla empleada en su fabricación.

18.9. VIDRIO

Tiene un costo de conservación nulo y una duración indefinida. Necesita apenas una limpieza periódica.

18.10. ASBESTO - CEMENTO

Este material requiere solamente pintura, al cabo de varios años y tiene una resistencia estructural alta, permitiendo en lugares techados con chapas de asbesto-cemento, el tránsito sobre él sin peligro de dobladuras o pandeos.

19. REUTILIZACION

19.1. MADERA

En una época en que la vida media útil de un edificio es relativamente corta, la facilidad y el bajo costo de demolición traen algunos factores significantes, como el valor de recuperación de los materiales. Los paneles de contra chapeado y entramados de madera pesada tienen un alto valor de recuperación. Este material, utilizado en estructuras, pisos, puertas y ventanas o como paneles de revestimiento o división, puede ser fácilmente recuperado y reutilizado en otra obra de construcción.

19.2. CONCRETO

El concreto tiene un valor de recuperación muy bajo, a no ser que sea industrializado o prefabricado. De no ser así, no puede llegar a ser reutilizado en otra construcción, sea cualquiera el uso que se le dé.

19.3. ACERO - HIERRO

Son materiales fácilmente recuperables, pudiendo ser reutilizados fácilmente en estructuras, cancelerías, paneles, etc. No hay que romper ni ahogar, sólo hay que atornillar, remachar o soldar.

19.4. PIEDRA

Cuando en el edificio demolido fueron empleadas piedras en bloques, es factible su reutilización en una nueva obra. Pero, en el caso del mármol, por ejemplo, la situación es distinta. Este material es empleado en láminas (con aproximadamente 2 cm. de espesor) o en parquet (con 1cm. de espesor). La reutilización de las láminas es posible en un orden del 60%, principalmente para terrazo, siendo imposible el reuso del parquet.

19.5. ALUMINIO

Es un material fácilmente recuperable y reutilizable en otras construcciones, cualquiera que sea su uso: estructuras, puertas y ventanas, paneles, etc.

19.6. LADRILLO - TABIQUE

Estos materiales tienen un valor de recuperación muy bajo. Prácticamente no se puede volver a utilizarlos en otra obra de construcción, a no ser que la demolición se haga con extremo cuidado.

19.7. PLASTICO

Hay dos grandes divisiones en los materiales plásticos: los termo fijos y los termo plásticos. Los primeros son aquellos que al ser moldeados por calor y presión, experimentan en su naturaleza cambios moleculares que impiden su reutilización una vez que han sido procesados o moldeados en una forma determinada, y los termo plásticos, que sometidos al calor y a la presión experimentan cambios físicos, se suavizan al calentarse, son susceptibles de ser en cierto modo recuperados, reprocesados y por último, remodelados en otras formas diferentes de aquellas que originalmente se dieron al material virgen. Entre los termo fijos están: alkids, caseínas, epoxies, melaminas, fenólicos, poliésteres, silicones, ureas y uretanos. Entre los termo plásticos: ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), acetal, acetatos, butiratos, propionato de celulosa, nitrato de celulosa, celulosa de etilo, fluorocarbono, poliéster (clorinado), poliamidas (nylon), policarbonato, polietileno, polipropileno, poliestireno y vinilos.

Como casi todas las aplicaciones en plásticos en la construcción son industrializadas (domos, paneles, tuberías, etc.), son fácilmente reutilizadas en otras obras. El uso del plástico en el lugar (espumas, pinturas, etc.) es difícilmente recuperable.

19.8. TIERRA

Si la tierra amasada es ecológicamente limpia, es porque el tiempo puede destruirla completamente y puede volverse a utilizar tantas veces como se desee.

19.9. VIDRIO

La posibilidad de reutilizar el vidrio en otra obra depende exclusivamente de la habilidad de la persona que lo retira en una demolición.

19.10. ASBESTO - CEMENTO

Como casi todas las aplicaciones del asbesto-cemento son industrializadas, son fácilmente reutilizadas en otras obras.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C A P I T U L O V
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ARQUITECTONICOS Y SU
EFECTO EN EL MEDIO AMBIENTE

20. ADAPTABILIDAD

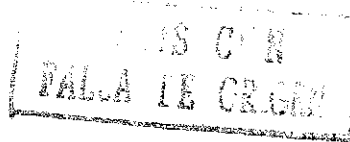
El concepto de adaptación deriva de los procesos del mundo orgánico. Describe la acomodación de un organismo (o de distintos miembros de él) a su medio, para conservar o mejorar sus condiciones de vida. En Arquitectura, se consideran adaptables a las estructuras artificiales, a las obras constructivas. Estas no tienen la facultad de adaptarse, sino que son adaptadas; el arquitecto tiene la capacidad de proyectar de tal manera que las obras se puedan adaptar a las correspondientes necesidades humanas.

"Todo aquel que se preocupa de problemas constructivos debe reconocer que las exigencias que se plantean a una construcción no son casi nunca constantes, ya que cambian rápidamente, casi a diario, y el ritmo de tales cambios es hoy mayor que antes." (10)

A partir de la década de los 70, en que el mundo empezó a preocuparse con la limitación de recursos tales como combustibles y materiales, la planificación y conservación de los edificios depende menos del tipo de interiores que con él se puede obtener, que del ahorro en trabajo, energía y materias primas. Ha pasado ya la época de la demolición de edificios por falta de rendimientos, se hace esencial la adaptación a funciones variables con el mínimo gasto. El reciclaje de una construcción existente es uno de los fundamentos para conservar energía. El reuso y modificación de una estructura existente es menor, en términos de gastos energéticos de que la construcción de una nueva estructura. Esto plantea una exigencia enteramente nueva a la arquitectura, contraria a las ideas tradicionales, según las cuales la solidez y durabilidad son propiedades inherentes. Ligereza, tamaño adaptable, versatilidad y posibilidad de transporte son algunos de los criterios con que se describen las construcciones adaptables.

La adaptabilidad se ve sobretodo en exposiciones, donde es importante la ligereza, la rapidez del montaje y la posibilidad de emplear de nuevo las piezas. Cuanto menor es el peso de la construcción, mayor la posibilidad de adaptarse a condiciones cambiantes; ésto es muy notorio en las tiendas móviles y conformables. Cuanto más sencillo se construye, más fácil es la adaptación.

(10) Frei Otto et al. "Arquitectura Adaptable". p.30



"Cuando los usuarios controlan las decisiones más importantes o son libres para aportar sus propias contribuciones al proyecto, construcción y administración de sus viviendas, ambos, proceso y medio ambiente, estimulan el bienestar individual y colectivo. Cuando los usuarios no tienen el control ni la responsabilidad por las decisiones más importantes del proceso habitacional, el ambiente urbano puede convertirse en un obstáculo para la realización personal y una carga para la economía." (11)

20.1. HECHOS EN EL SITIO

La planta flexible exige algunas condiciones constructivas previas, entre ellas grandes luces que permitan variados cambios de funciones y que tienen un costo demasiado elevado en la construcción tradicional. Si el sistema estructural hecho en el sitio, tiene una concepción sencilla, la construcción es ejecutada "limpiamente" y en el proyecto son estudiados probables cambios futuros, es relativamente fácil su adaptación a otras funciones, siempre que obedezcan a los estudios anteriores. Pero en general, en cualquier obra de construcción tradicional, las adaptaciones y reformas imprevistas siempre se transforman en grandes problemas debido al monoliticismo de la estructura, siendo ésta la razón por lo que muchos prefieren derrumbar y construir nuevamente.

Por otro lado, con una técnica sencilla, "bien conocida", muchas pequeñas reparaciones o cambios pueden ser ejecutados algunas veces por el propio usuario, no necesitando equipos más sofisticados como acontecen en algunos casos de industrialización de la construcción.

20.2. INDUSTRIALIZADOS

La estandarización industrial y la fabricación de elementos constructivos dieron un gran impulso a la adaptabilidad en las estructuras. Debido a que son formados por elementos aislados, conectados de alguna manera en la obra, es permitida frecuentemente la desmontabilidad y flexibilidad de partes estructurales. Esto facilita el "crecimiento" de la estructura, su "disminución", su movilidad a otro sitio, etc. Por otro lado, las formas sencillas de plantas, muchas con grandes luces, en las que la posición de los muros puede variarse con entera libertad, el encadenamiento del proceso de trabajo y la aplicación de procedimientos industriales, haciendo más rápida la obra, en general representan un notable ahorro en el costo y una mayor organización para facilitar el proceso de adaptación o reforma.

(11) Turner, F.C. y Fitcher, R. Edit. "Freedom to Build".
Collier Macmillan, New York, 1972.

El ideal para la construcción (principalmente de viviendas) sería la creación de sistemas que permitieran la elección e intercambio de los elementos. Esto significa que el sistema debería tener una serie de elementos alternativos para cada subsistema. En éste caso, no sólo interviene el riesgo de la oscilaciones de la producción, sino que la rentabilidad de la fabricación se hace crítica. La continuidad en la producción es la principal condición para la rentabilidad del sistema. Con una mayor flexibilidad en la producción, habría un encarecimiento de los costos. Esto lleva a pensar en sistemas constructivos que no se fabrican, como una serie de elementos integrados en instalaciones de producción propias del sistema (sistema cerrado), sino a elementos que puedan producirse por la industria con independencia del proyecto (sistema abierto). La única limitación en la elección entre los elementos alternativos reside en que sólo pueden emplearse aquellos cuyas dimensiones concuerden y sean técnicamente coordinables. Estas industrias tendrían un carácter eminentemente local, pues deberían usar materiales y permitir técnicas constructivas conocidas por el usuario; deberían ser suficientemente baratas, para que pudiesen ser creadas en cantidad, sin exigir niveles elevados de concentración de capital, administración y comercialización. Para la viabilidad de estos sistemas constructivos son fundamentales las características de los materiales empleados: tan leves que permitan el fácil transporte y manejo, disponibilidad que permita la ampliación o conservación sin dificultades, y simplicidad que permita las operaciones de montaje por los medios conocidos por el usuario con rapidez y seguridad.

21. GASTOS ENERGETICOS Y MATERIALES

Para el análisis de los gastos energéticos y materiales empleados en los sistemas estructurales fueron considerados:

1. Hechos en el sitio - un sistema estructural en concreto, compuesto de columnas, traveses, losas y cimentación convencionales, hechos en el local. Como actualmente la mayoría de las construcciones emplea el concreto premezclado, así fué considerado, a pesar de sus características semi-industriales. Para tal, se analiza la producción del concreto en planta, su transporte a la obra; el transporte del acero de refuerzo y su gasto energético con la soldadora; el transporte de la madera necesaria para las cimbras y el consumo energético de las sierras; los gastos energéticos de la obra, tales como la planta de luz, la bomba de concreto y los vibradores. Dentro de las limitaciones que implican el poco control y falta de datos en una obra hecha en el local, con sus factores de improvisación y alteraciones, se espera que los resultados obtenidos se aproximen a lo real lo más posible.
2. Industrializados - un sistema estructural en concreto, compuesto de columnas, traveses y losas preesforzadas y producidas industrialmente fuera de la obra, transportadas y montadas en el local de la construcción posteriormente, utilizando un sistema de cimentación convencional, hecho en el sitio, como es el caso más usual. Las columnas y traveses son producidas en moldes metálicos, presforzadas y curadas a vapor. Las losas presforzadas son fabricadas con máquina moldeadora móvil, sobre cama metálica y curadas a vapor. Todos los elementos, después de su período de cura, son cortados con sierra en los largos deseados y transportados para la obra, en donde son montados. Los tractores o remolques que efectúan el transporte de los elementos tienen una capacidad de carga que varía de 28 a 32 toneladas de peso. Para el montaje se puede utilizar una serie de métodos y maquinaria, variando con el peso y tamaño de cada elemento. El método de montaje más

elemental es aquél que sólo requiere la intervención de los obreros, auxiliados de algunas herramientas como polines, pies derechos, sogas, etc., aplicado en la fabricación ligera, con un máximo de 500 kg. de peso por elemento.

Para los elementos que excedan este peso, se utilizan una serie de métodos, que van desde la polea y el cable, hasta las grandes gruas. En este trabajo, se calcularon los gastos energéticos en función de gruas que van de 15 a 80 toneladas de capacidad.

21.1. HECHOS EN EL SITIO

1. Producción del concreto premezclado.

a. Gastos energéticos:

1.68 kva de energía eléctrica/m³ de concreto, que equivale a
2.10 kwh de energía eléctrica/ m³ de concreto.

b. Gastos materiales:

200 litros de agua por metro cúbico de concreto (sin considerar el agua de uso total de la planta)

350 lts. de agua/m³ de concreto (agua total empleada en la planta).

Para un concreto de 200 kg/cm² de resistencia:

308 kg. de cemento/m³ de concreto

694 kg. de arena/m³ de concreto

999 kg. de grava/m³ de concreto

c. Producción:

Aproximadamente 70,000 m³ de concreto por mes.

2. Transporte del concreto de la planta al local de la obra.

Hay dos tipos de camiones empleados por la fábrica consultada, uno que carga hasta 7 m³ de concreto y otro para 5 m³. El primero gasta un promedio de 0.65 a 0.75 lts. de diesel por km. recorrido, y el segundo 0.45 lts. de diesel por km. recorrido. Trabajando con equivalencias, se tiene:

$$\frac{0.65 \text{ a } 0.75 \text{ lts. de diesel}}{7 \text{ m}^3 \text{ de concreto}} \approx \frac{0.70 \text{ lts. de diesel}}{7 \text{ m}^3 \text{ de concreto}} = \frac{0.10 \text{ lts. de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}} = 0.0001 \frac{\text{m}^3 \text{ de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

El poder calorífico de 1m³ de diesel es 9,243,224.00 kcal., equivalentes a 1074.987 kwh, entonces:

$$0.0001 \frac{\text{m}^3 \text{ de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}} \approx 0.1075 \frac{\text{kwh de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}, \text{ en el primer caso.}$$

En el segundo caso:

$$\frac{0.45 \text{ lts de diesel}}{5 \text{ m}^3 \text{ de concreto}} = \frac{0.09 \text{ lts.}}{\text{m}^3} = \frac{0.00009 \text{ m}^3}{\text{m}^3} \approx \frac{0.0967 \text{ kwh de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

Considerando una media entre los dos casos, se encuentra:

$$0.102 \frac{\text{kwh. de diesel por km. recorrido}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

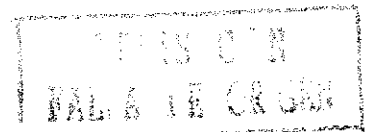
3. Acero de refuerzo

a. Cantidad de acero de refuerzo:

Se puede considerar que se emplea de 75 a 100 kg. de acero de refuerzo por m³ de concreto.

b. Transporte del acero de refuerzo a la obra:

Cada camión puede transportar un promedio de 30 ton., empleando 0.75 lts.



de diesel por km. recorrido. Entonces:

$$\frac{0.75 \text{ lts. de diesel por km.}}{30 \text{ ton. de acero}} = \frac{0.025 \text{ lts. de diesel por km.}}{\text{ton. de acero}}$$

Haciendo el cambio para el poder calorífico del diesel, se tiene:
 $0.027 \text{ kwh de diesel por km.}$

$$\frac{\text{ton de acero de refuerzo}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

Se utiliza 75 a 100 $\frac{\text{kg. de acero de refuerzo}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}} \approx 0.075 \text{ a } 0.1 \frac{\text{ton.}}{\text{m}^3}$

Donde: $0.0027 \text{ a } 0.002 \frac{\text{kwh}}{\text{m}^3} \approx 0.0024 \frac{\text{kwh de diesel por km recorrido}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$

c. Soldadora

La soldadora, que funciona a gasolina, trabaja con 60% de la eficiencia de 120 Hp, haciendo el trabajo de soldado de acero para 15 m³ de concreto, en 1 hora. Entonces:

$$0.60 \times 120 \text{ Hph.} = 72 \text{ Hph.}$$

$$\frac{72 \text{ Hph}}{15 \text{ m}^3} = \frac{4.8 \text{ Hph.}}{\text{m}^3}, \text{ que es equivalente a } \frac{3.58 \text{ kwh. de gasolina}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

4. Címboras

a. Cantidad de madera:

Hay dos tipos de utilización de la madera en címboras, la madera empleada en el contacto con el concreto y la madera de refuerzo o sustentación de la címbora. En ésta última, se utiliza 5 a 6 pies tablón por m², con posibilidad de hasta 8 reutilizaciones; para la madera de contacto, la cantidad necesaria es el equivalente a cada elemento, con posibilidad de hasta 4 reutilizaciones, en concreto aparente. Entonces:

- madera de contacto (considerada con un espesor de 0.012 m)

$$\frac{5 \text{ m}^2 \text{ de madera}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}} \times 0.012 \text{ m de espesor} = \frac{0.06 \text{ m}^3 \text{ de madera}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

Considerando el peso de la madera como 0.52 ton./ m³,

$$\frac{0.0312 \text{ ton. de madera}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}, \text{ que dividido entre 4, es } \frac{0.0078 \text{ ton. de madera}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

- madera de refuerzo o sustentación

$$5 \text{ a } 6 \frac{\text{pies tablón de madera}}{\text{m}^2 \text{ de concreto}} \approx \frac{0.012 \text{ a } 0.014 \text{ m}^3 \text{ de madera}}{\text{m}^2 \text{ de concreto}}$$

equivalente a $\frac{0.006 \text{ a } 0.007 \text{ ton. de madera}}{\text{m}^2 \text{ de concreto}}$, que dividido entre 8, es:

$$\frac{0.00075 \text{ a } 0.00088 \text{ ton. de madera}}{\text{m}^2 \text{ de concreto}} \approx \frac{0.00082 \text{ ton. de madera}}{\text{m}^2 \text{ de concreto}}$$

b. Transporte de la madera a la obra:

Cada camión puede transportar un promedio de 30 ton., empleando 0.75 lts. de diesel por km. recorrido. Entonces:

$$\frac{0.75 \text{ lts.}}{30 \text{ ton.}} = \frac{0.025 \text{ lts. de diesel por km.}}{\text{ton. de madera}}$$

Verificando el poder calorífico del diesel,

$$\frac{0.027 \text{ kwh. de diesel por km. recorrido}}{\text{ton. de madera}}$$

Se utiliza 0.0078 ton. de madera de contacto/ m³ de concreto, donde:

$$\frac{0.027 \text{ kwh. de diesel por km.}}{128.21 \text{ m}^3 \text{ de concreto}} = \frac{0.0002 \text{ kwh. de diesel/km.}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

Se utiliza $\frac{0.00075 \text{ a } 0.00088 \text{ ton. de madera de refuerzo}}{\text{m}^2 \text{ de concreto}}$, donde

0.0000203 a 0.0000238 $\frac{\text{kwh. de diesel por km.}}{\text{m}^2 \text{ de concreto}}$, dando un promedio de

0.0000221 $\frac{\text{kwh. de diesel por km. recorrido}}{\text{m}^2 \text{ de concreto}}$

c. Sierra:

La sierra, que funciona con energía eléctrica, trabaja con 60% de la eficiencia de 2 Hp., haciendo el trabajo de corte de la madera para 15 m³ de concreto, en 1 hora. Entonces:

$$0.60 \times 2 \text{ Hph.} = 1.2 \text{ Hph.}$$

$$\frac{1.2 \text{ Hph.}}{15 \text{ m}^3} = 0.08 \frac{\text{Hph.}}{\text{m}^3}, \text{ que es equivalente a } 0.06 \frac{\text{kwh. de energía eléctrica}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

5. Gastos energéticos en la obra

Las máquinas trabajan con 60% de la eficiencia, considerando una producción de 15 m³ de concreto, en 1 hora.

a. Planta de luz, eficiencia teórica de 180 Hp

$$180 \text{ Hph.} \times 0.60 = 108 \text{ Hph.}$$

b. Bomba de concreto, a diesel, eficiencia teórica de 210 Hp.

$$210 \text{ Hph.} \times 0.60 = 126 \text{ Hph.}$$

c. Vibradores a gasolina, eficiencia teórica de 24 Hp

$$24 \text{ Hph.} \times 0.60 = 14.4 \text{ Hph.}$$

Total = 248.4 Hph., donde

$$\frac{248.4 \text{ Hph.}}{15 \text{ m}^3} = 16.56 \frac{\text{Hph.}}{\text{m}^3}, \text{ que es equivalente a } 12.35 \frac{\text{kwh. total}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

En la obra, se utiliza una gran cantidad de agua, en limpieza, principalmente, de la cual no se tienen datos estimativos de cantidad.

21.1.1. OTRAS CONSIDERACIONES

La precaria organización de la producción e incipiente base técnica de las construcciones hechas en el sitio, se reflejan en la desarticulación de los equipos de trabajo y en los desperdicios de los materiales. En el método tradicional, cada etapa interfiere en las subsecuentes. Los errores de colado ó deformaciones provocadas en las cimbras de madera perjudican los alineamientos de los tabiques; los tabiques son puestos independientemente de las instalaciones eléctricas e hidráulicas que, a su vez, exigirán destruir parte de lo construido ó abrir pasos para embutir las tuberías. Al final, el entrepiso y su relleno serán utilizados para corregir las deformaciones anteriores, con gastos adicionales de material. A parte de eso, cada una de esas operaciones desperdicia material debido a los métodos empleados, con muy poca racionalización. El resultado final es la pérdida del trabajo ejecutado y un enorme volumen de desperdicios que exige trabajo adicional para ser colectado y transportado.

21.1.2. TABLA RESULTANTE

Actividad	Gastos de energía	Gastos de materiales
1. Producción del concreto (resistencia de 200 kg/cm ²)	2.1 kwh de energía eléctrica/m ³ de concreto.	Por m ³ de concreto: 350 lts. de agua 308 kg. de cemento 694 kg. de arena 999 kg. de grava
2. Transporte del concreto	0.102 $\frac{\text{kwh. de diesel}}{\text{km. m}^3 \text{ de concreto}}$	
3. Acero transporte soldadora	0.0024 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{km m}^3 \text{ de concreto}}$ 3.58 $\frac{\text{kwh de gasolina}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$	75 a 100 kg. de acero de refuerzo por m ³ de concreto
4. Cimbras transporte sierra	0.0002 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{km. m}^3 \text{ de concreto}}$ 0.0000221 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{km m}^2 \text{ de concreto}}$ 0.06 kwh de energía eléctrica/m ³ de concreto	0.0078 ton. de madera de contacto/m ³ de concreto 0.00082 ton. de madera de refuerzo/m ² de concreto
5. Obra	12.35 $\frac{\text{kwh total}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$	Es utilizada una cantidad de agua que no está medida.
6. Total	18.09 $\frac{\text{kwh total}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$ 0.1046 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{km m}^3 \text{ de concreto}}$ 0.0000221 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{km m}^2 \text{ de concreto}}$	Por m ³ de concreto: 350 lts. de agua 308 kg. de cemento 694 kg. de arena 999 kg. de grava 75 a 100 kg. de acero de refuerzo 7.8 kg. de madera de contacto Por m ² de concreto: 0.82kg. de madera de refuerzo.

21.2. INDUSTRIALIZADOS

1. Producción de los elementos en fábrica

Para una producción de aproximadamente 4000 m³ de concreto por mes.

a. Gastos energéticos:

combustibles - 600 lts. de diesel/día

$600 \frac{\text{lts.}}{\text{día}} \times 30 \text{ días} = 18,000 \text{ lts. de diesel/mes}$

$\frac{18,000 \text{ lts.}}{4,000 \text{ m}^3} = 4.5 \frac{\text{lts. de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$, que es equivalente a $4.84 \frac{\text{kwh de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$

energía eléctrica - 180 kva/mes

$\frac{180 \text{ kva}}{4000 \text{ m}^3} = 0.045 \frac{\text{kva de energía eléctrica}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$, que equivale a

$0.056 \frac{\text{kwh de energía eléctrica}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$

b. Gastos materiales:

200 lts. de agua/m³ de concreto (sin considerar el agua de uso total de la planta).

350 lts. de agua/m³ de concreto (agua total empleada en la planta).

En columnas y trabes, con un concreto de resistencia de 380 kg./cm²:

420 kg. de cemento/m³ de concreto.

1000 kg. de grava/m³ de concreto.

560 kg. de arena/m³ de concreto.

En losas, con un concreto de resistencia de 300 kg./cm²:

392.39 kg. de cemento/m³ de concreto.

117.72 kg. de gravilla de 3/16" / m³ de concreto.

156.95 kg. de gravilla de 3/8" / m³ de concreto.

1177.16 kg. de arena/m³ de concreto.

(los valores no son exatos pues fueron convertidos de yarda cúbica para metro cúbico).

Por m. de concreto: acero de presfuerzo

0.119 kg de acero de 1/4" (2 hilos)

0.181 kg de acero de 1/4" (7 hilos)

0.296 kg de acero de 5/16" (7 hilos)

0.436 kg de acero de 3/8" (7 hilos)

0.800 kg de acero de 1/2" (7 hilos)

Por m³ de concreto: acero de refuerzo

45 a 60 kg de acero

2. Transporte de los elementos de la fábrica a la obra:

Cada camión puede transportar 28 a 32 ton. de peso total de los elementos, con un consumo de 0.75 lts. de diesel por km. recorrido. Considerando el peso volumétrico del concreto como 2.2 ton./m³, se tiene 12.73 a 14.55 m³ de concreto por camión. Entonces:

$0.75 \text{ lts. de diesel por km.}$

es igual a

$\frac{13.64 \text{ m}^3 \text{ de concreto (media entre 12.73 y 14.55 m}^3\text{)}}{0.055 \text{ lts. de diesel por km.}}$

$\frac{0.055 \text{ lts. de diesel por km.}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$

Verificando el poder calorífico del diesel, se tiene:

$0.059 \frac{\text{kwh de diesel por km recorrido}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$

3. Montaje de los elementos en la obra

Se supone la utilización de gruas hidráulicas, con capacidad variable de 15 a 80 ton. Para el tránsito de la grua hasta la obra, el consumo energético es de 0.75 lts. de diesel por km. recorrido. Cuando la grua se encuentra estacionaria, tiene un gasto energético de 20 a 25 lts. de diesel por hora.

0.75 lts de diesel/km. equivale a 0.81 kwh de diesel/km.

20 a 25 lts. de diesel/hora equivale a 21.50 a 26.87 kwh de diesel/hora.

El total montado en 1 hora varía mucho con las condiciones en cada obra; considerándose el montaje de losas, los técnicos que las producen prometen un montaje de hasta 1000 m² en un día de trabajo, dando un promedio de 125 m² por hora. Analizando las losas prefabricadas con 10.2 cm. de peralte, con peso propio de 160 kg./m², se llega a un valor estimativo para el gasto energético de una grua en el proceso de montaje de

$\frac{21.50 \text{ a } 26.87 \text{ kwh}}{20 \text{ ton.}} = 1.075 \text{ a } 1.3435 \frac{\text{kwh de diesel}}{\text{ton. de concreto}}$, pasando para m³, se

tiene $2.365 \text{ a } 2.956 \frac{\text{kwh de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$, para losas

4. Gastos en la obra

Planta de luz:

Trabaja con 60% de la eficiencia de 180 Hp, considerando una producción de 15 m³ de concreto, en 1 hora. Entonces:

0.60 x 180 Hph. = 108 Hph.

$\frac{108 \text{ Hph}}{15 \text{ m}^3} = 7.2 \frac{\text{Hph}}{\text{m}^3}$, que es equivalente a $5.37 \frac{\text{kwh de energía eléctrica}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$

Se utiliza también concreto premezclado para acabados y colados en las conexiones y considerables cantidades de agua, en limpieza, principalmente, de los cuáles no se tienen datos estimativos de cantidad.

Bomba de concreto, a diesel, trabaja con 60% de la eficiencia de 210 Hp, considerando una producción de 15 m³ de concreto en 1 hora. Entonces:

0.60 x 210 Hph = 126 Hph

$\frac{126 \text{ Hph}}{15 \text{ m}^3} = 8.4 \frac{\text{Hph}}{\text{m}^3}$, que equivale a $6.264 \frac{\text{kwh de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$

21.2.1. OTRAS CONSIDERACIONES

En Francia, el parámetro de fabricación es tomado como la relación entre las horas de trabajo de la mano de obra realizada fuera del lugar de la obra y las horas de trabajo totales de mano de obra. Este parámetro ha llegado a cifras de 0.69 (excluyendo la cimentación) y 0.58 (incluyéndola).

El CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) ha realizado algunos estudios estadísticos sobre el número de horas - hombre que se emplean en la edificación de viviendas, utilizando diversos métodos constructivos.

Así, en la construcción tradicional se emplean, en Francia, 36 horas - hombre por m²; en sistemas de prefabricación medianamente industrializados, 20 horas - hombre; en sistemas de prefabricación altamente industrializados, 16 horas - hombre por m².

Los elementos prefabricados y/o industrializados eliminan el uso de cimbras de madera en el local. Con grandes aproximaciones, estas cimbras representan entre 1/3 y la mitad del costo total de una estructura de concreto armado. El uso de éstos elementos evitan también el traslado horizontal y vertical del concreto a diversos lugares de vertido en el local de construcción.

El acero empleado en el concreto presforzado es aproximadamente 3 veces más caro que el acero comun de refuerzo, pero permite utilizar 40% menos material que en el concreto común. Por otro lado, el volumen de concreto varia de 30% a 50% menos del resultante para una pieza de concreto común equivalente, con una considerable reducción en el consumo de cemento, grava, etc.

Con métodos industrializados de construcción, los tiempos de producción de los elementos son reducidos aproximadamente a 1/3 del tiempo de fabricación por el método tradicional.

21.2.2. TABLA RESULTANTE

Actividad	Gastos de energía	Gastos de materiales
1. Producción de los elementos	4.84 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$ 0.056 kwh de energía eléctrica/ m^3 de concreto	350 $\frac{\text{litros de agua}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$
Concreto columnas y trabes con resistencia de 380 kg/cm ² losas con resistencia de 300 kg/cm ²		Por m ³ de concreto: 420 kg de cemento 1000 kg de grava 560 kg de arena Por m ³ de concreto: 392.39 kg de cemento 274.67 kg de gravilla 1177.16 kg de arena
Acero		1.832 kg de acero de presfuerzo/m. de concreto 45 a 60 kg de acero de refuerzo/ m^3 de concreto
2. Transporte de los elementos	0.059 $\frac{\text{kwh de diesel/km}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$	
3. Montaje de los elementos	0.81 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{km recorrido}}$ 21.50 a 26.87 kwh de diesel/hora de montaje	
4. Obra	5.37 kwh de energía eléctrica/ m^3 de concreto 6.264 kwh de diesel por m^3 de concreto premezclado.	Es utilizada una cantidad de agua y concreto premezclado que no está computado.
5. Total	10.266 $\frac{\text{kwh total}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$ 0.059 $\frac{\text{kwh de diesel/km}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$ 0.81 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{km recorrido}}$ 6.264 kwh de diesel/ m^3 de concreto premezclado 21.50 a 26.87 kwh de diesel por hora de montaje	Para m ³ de concreto: 350 lts. de agua Para columnas y trabes: 420 kg de cemento 1000 kg de grava 560 kg de arena Para losas: 392.39 kg de cemento 274.67 kg de gravilla 1177.16 kg de arena 45 a 60 kg de acero de refuerzo Por m. de concreto: 1.832 kg de acero de presfuerzo.

22. CONTAMINACION

22.1. HECHOS EN EL SITIO

Para la estructura en concreto hecha en el sitio, uno de los principales inconvenientes es que cada componente necesario para su elaboración llega por separado. Así, llega el camión que trae el cemento, el que trae el acero, el que trae la arena, etc. Cada uno de estos camiones significa ruido, gas carbónico, polvo de cada material, etc. La situación se presenta un poco mejor en las obras que utilizan concreto premezclado. Muchas veces, la obra no dispone de un gran terreno, necesitando depositar estos materiales en las banquetas o, lo que es peor, en la propia calle, causando más polvo, ruido y aspecto desagradable en los alrededores. Despues habrá el gran problema causado por mezclar, revolver y compactar el concreto, con sus vibradores ruidosos, el polvo del cemento, arena y grava. Cada obra hecha en forma tradicional es un foco de contaminación, diseminado por toda la ciudad, sin el menor control y sin medidas que pudiesen disminuir estos inconvenientes.

22.2. INDUSTRIALIZADOS

La principal ventaja de los elementos industrializados ó métodos industrializados (ó semi-industrializados) de construcción es que son hechos en fábrica, pudiendo aplicar técnicas que prevean y disminuyan cualquier problema contaminante. La elaboración del concreto produce una serie de inconvenientes como gases, polvos, ruido, etc. (para más detalles ver el capítulo III, 14.2.), inconvenientes éstos que, industrialmente pueden ser disminuidos por medio de técnicas elaboradas en plantas. Por otro lado, esta contaminación está localizada en un sólo lugar, no diseminada por toda la ciudad por medio de obras de construcción provisionales e improvisadas. Al lugar de la construcción llegan los elementos terminados, para que sean colocados. Esta etapa debe estar bien coordinada y planeada, de manera que el transporte y montaje estén conectados. Si la calle es muy transitada o tiene algún otro inconveniente, deben pasarse estas etapas para la noche, siempre buscando causar la mínima alteración en los alrededores. En estas etapas de transporte y montaje, los camiones y gruas, movidos a diesel, causan un cierto grado de contaminación en el entorno, debido a los gases contaminantes procedentes de éste combustible de origen fósil. Otro factor contaminante se produce en las obras que necesitan de concreto premezclado para una mayor resistencia en los acabados o para un colado en el local en las conexiones de los elementos industrializados, en que la bomba del concreto, también abastecida por diesel, produce gases contaminantes del medio ambiente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C A P I T U L O V I
RECOMENDACIONES PARA REDUCIR EL IMPACTO DE
LA ARQUITECTURA EN EL MEDIO AMBIENTE,
A PARTIR DE LOS DATOS CONSIGNADOS
EN LOS CAPITULOS ANTERIORES.

Si se quiere vivir en equilibrio con el medio ambiente, creando un sistema capaz de autoregenerarse y evolucionar indefinidamente, lo importante es definir bien los factores afectados, la formación de valores y metas y la implementación de normas y programas. El objetivo básico de sustentar y mejorar la vida humana es fácilmente asentado en teoría, pero en la práctica, difícilmente se realiza. Ya se prevén situaciones desesperadas debido a la falta de recursos materiales y energéticos en el futuro. Es importante hacer notar que la forma en que las personas escogen vivir es determinada en gran parte por sus valores; si éstos valores están ecológicamente en buenas condiciones, su estilo de vida también lo va a estar. Infelizmente, algunos de los valores establecidos estimulan un estilo de vida en detrimento del entorno natural. El cambio primordial sería tratar de ver todas las facetas del medio ambiente urbano, todas las correlaciones existentes, en términos más allá que el puramente económico.

El principio ecológico más importante es, tal vez, la conservación en su sentido más amplio: asegurar la preservación de la calidad del medio ambiente, estimulando tanto las necesidades estéticas y de recreación, como las de producción, manteniendo un desarrollo continuo de la flora y fauna y materiales útiles para continuar la vida. Para evitar una crisis del medio ambiente, las decisiones deben ser tomadas a nivel de ecosistema. Las áreas de una ciudad deben ser animadas a desarrollarse como un ecosistema, adoptando una forma más compacta con una mayor variedad estructural. Una ciudad más compacta no significa que debe haber menos espacio abierto para la gente, por el contrario, debe proporcionar excelentes facilidades de espacio abierto público a causa de su eficiencia espacial. Se supone que los patios privados son todo lo que la gente necesita, pero la necesidad es más para un patio privado pequeño, cerca de un espacio público abierto, en donde hay mayores facilidades para el mantenimiento de áreas de vegetación natural madura con su vida silvestre. Estas áreas son importantes no sólo debido a su valor recreacional y estético, sino también por su gran ayuda al ecosistema urbano en términos de abatimiento de la contaminación, en la ventilación y moderación de la temperatura y en la provisión de drenaje natural.

En las consideraciones urbanísticas referentes a la sobrepoblación en las ciudades, es importante analizar la capacidad de las fuentes de energía y materiales, no olvidando que cuanto más poblada es una área, mayor es su requerimiento de una superficie productora de energía y materiales, con una menor densidad poblacional, que la pueda mantener. Lo que hay que anotar como un punto muy importante es que ésta disponibilidad energética y material puede no estar cerca de la ciudad, teniendo en algunos casos que ser importada de regiones muy distantes. Y empezar a contabilizar en el presupuesto urbano los gastos indirectos de energía, como los necesarios para mantener funcionando los sistemas agrícolas subsidiados por combustibles fósiles no renovables. Las ciudades y las áreas rurales que las mantienen deberían ser administradas como sistemas acoplados.

Los problemas del ambiente urbano frecuentemente son analizados aisla

damente. Para algunas instituciones el enfoque principal está en la calidad del aire, otras en la calidad del agua, unas terceras en los flujos de recursos a través de la ciudad. Pocas son las que examinan el medio ambiente urbano como un todo, con sus interdependencias que necesitan ser comprendidas para posibilitar el entendimiento del funcionamiento de la ciudad entera. Analizando, por ejemplo, la calidad del aire que se respira, se ve que éste es un aspecto muy importante. Si se consideran los factores que influyen en la calidad del aire, es importante ir más allá de cosas como niveles de emisiones y humos de los automóviles. Hay que estudiar la naturaleza de los procesos involucrados en la producción, la naturaleza del transporte urbano, procesos de movimiento natural del aire, patrones de residencias, densidades poblacionales, códigos de zonificación en relación a la calidad del aire, los recursos existentes y la tecnología para convertir estos recursos en energía o materiales utilizables y la solución dada a los residuos. Todo se interrelaciona, si el sistema urbano continúa estimulando el tránsito con coches privados en vez de promover un sistema de transporte de masas eficiente y económico, la calidad del aire puede declinar más; si la producción de procesos de usos de recursos es ineficiente o emplea recursos contaminantes para manufacturar lo necesario para el consumo de los residentes, los niveles de emisiones en el aire van a continuar; si no existe cambio de los valores de los residentes, el problema continuará sin solución. No va a haber acción legal para mejorar la calidad del aire en cuanto los residentes urbanos no demanden por ella. Si continúa el consumo de productos que, por su manufactura, van a deteriorar el medio ambiente, la calidad del aire continuará siendo afectada; si las personas no valoran áreas verdes, o son incapaces de tomar una acción apropiada para que existan suficientes áreas verdes en las ciudades, la calidad del aire sufrirá las consecuencias.

La toma de decisiones y las normas de conducta de las instituciones de áreas urbanas afectan principalmente todo el medio ambiente. Deben ser examinados los procesos políticos por los cuáles las decisiones son tomadas y los programas implementados. Factores socio-económicos como impuestos y la zonificación que determinan la distribución y densidad de los sitios de manufacturas deben ser considerados. Todos éstos factores influyen en la calidad del aire y son interdependientes. Sin embargo, no pueden ser evaluados sin un examen simultáneo de sus efectos en otros aspectos del entorno. Si la calidad del aire es mejorada a expensas de la calidad del agua o de la tierra, por ejemplo. Debe haber muchas deliberaciones en la toma de decisiones. Si como una alternativa para la incineración de desechos, los lugares llamados "tiraderos" son seleccionados como un método para reducir la contaminación del aire, los sitios de depósito van a degradar la tierra, afectar al sistema natural de drenaje y van a introducir elementos tóxicos en el suelo, ríos, etc. Si la basura es incinerada, algunos materiales posibles de reciclaje son perdidos, muchas veces provenientes de recursos escasos o muy caros. Reduciendo la utilización de recursos energéticos provenientes de combustibles fósiles, se puede reducir la polución del aire, del agua, y la contaminación térmica en las áreas urbanas.

Se debe buscar aumentar la capacidad del medio ambiente con el estímulo de la producción de nuevas fuentes de recursos como es el caso de las fuentes de energía; del sol, del viento, etc.; alternando la distribución de los patrones de la extracción o descarga o cambiando la composición de los residuos, para tanto se pueden tratar los residuos en el punto de generación, concentrando elementos tóxicos, separando elementos que pueden ser reintegrados

al entorno, como el agua y el aire, reciclando productos escasos y valiosos como metal, papel y vidrio. Se debe ejercer un mayor grado de control en la distribución de los alimentos para evitar el desperdicio, en la pérdida de recursos en el tránsito, causados por evaporación y derrames y en el gran gasto energético hecho en fuentes de energía centralizadas. Se debe intentar reducir el consumo, con cambios en la actitud del usuario a través de la educación y en la estructura de los precios. Cambios en las tecnologías de la producción son muy importantes de manera que adopten y utilicen mecanismos que disminuyan la contaminación y el gasto energético; el producto final debería durar más, funcionar mejor, dar mayor rendimiento en términos energéticos y utilizar menos contenido de materiales escasos, raros o muy valiosos; para eso, deberían ser alteradas las especificaciones, por medio de normas legales. Las especificaciones deben ser utilizadas para controlar los recursos y residuos, limitando el contenido de materiales críticos, substituyendo o eliminando componentes no funcionales, reduciendo cantidades de recursos no renovables o residuos generados en la producción, haciendo productos fácilmente reutilizables o reciclables, durables, fáciles de mantener y reparar, haciéndolos más eficientes energéticamente.

En los capítulos 11, 8 y 9, Recursos y Residuos, se analizan varias formas de cambios en el uso del agua y de recursos energéticos. Todos éstos "nuevos" usos son muy antiguos y funcionan perfectamente. Actualmente, más que nunca, es importante que sean estudiadas, investigadas y aplicadas por ingenieros, arquitectos y todos los responsables de la edificación del entorno. Es importante pensar en un edificio que reutilice su agua o que, por lo menos, emplee medidas efectivas de ahorro, que procure valorizar y emplear fuentes naturales de energía como el sol, el agua, el viento, etc. Cuando el proyecto ofrece condiciones, se busca aplicar el sistema de Energía Total; que los urbanistas y los administradores de las ciudades se conscienticen de la importancia de un sistema de descomposición controlada de residuos con todas sus ventajas, resultantes de fertilizantes, reciclaje de materiales valiosos, posibilidades energéticas derivadas del calor provocado por la incineración parcial o del gas metano producido por la descomposición de materiales orgánicos. Estas alternativas son utilizadas en muchos países con buenos resultados para solucionar la escasez de agua, materiales y recursos energéticos y al mismo tiempo, dar una aplicación a los residuos.

El transporte influye enormemente en algunos asuntos de orden ecológico como son la contaminación y los recursos energéticos, a parte de ser él mismo un problema urbano debido a los embotellamientos con sus consecuentes neurosis en la población, o al ruido provocado por tráficos intensos y por todos los conflictos resultantes.

El transporte de masas en substitución al transporte individual es la solución ideal, pensado con una gran eficiencia energética, rapidez y tranquilidad para quienes lo utilizan. El traslado hacia el tráfico de masas podría lograrse en parte mediante subsidios públicos a los sistemas de transporte colectivo, creación de normas sobre la circulación o el estacionamiento de vehículos privados en áreas en las que existen otras alternativas y construcción de estacionamientos adecuados (posiblemente automatizados) en la proximidad de las terminales de los transportes públicos. Unos amplios sistemas subterráneos de distribución de los bienes y mercancías, mediante la utilización de minitrenes eléctricos, de trenes monorraíles y/o de cintas transportadoras podrían emplearse en áreas muy pobladas.

En relación a la contaminación derivada del transporte urbano, una posible solución implicaría un cambio hacia fuentes de energía alternativa de los vehículos, incluyendo turbinas de gas o híbridos turboeléctricos para los grandes autobuses y camiones, y motores de combustión externa (de vapor, por ejemplo) o tal vez propulsión eléctrica mediante baterías para los taxis, por ejemplo. Las fuentes de energía externa remotas (emitidas o radiadas) constituyen también posibilidades concebibles para los vehículos privados, en un plan a largo plazo. En general, éstas alternativas técnicas pueden suministrar servicios de transporte con menor gasto de materiales y carburantes que los vehículos de motor convencionales o significar la combustión de los carburantes en centrales, en las que sea más eficiente y posibiliten el tratamiento y eliminación de los residuos de una forma más eficaz. Si las dependencias gubernamentales comienzan a aplicar algunas de éstas medidas en sus vehículos y demuestran la economía lograda, los propietarios de empresas arrendadoras de vehículos y más tarde los particulares, se pueden ver inducidos a adoptarlos. Todas estas alternativas existen y deben promoverse a través de mayores subsidios a la investigación, los incentivos fiscales, los impuestos sobre los causantes de la contaminación y un reforzamiento en las normas de calidad del aire.

Por otro lado, los estudios existentes sobre el tráfico urbano no dicen cuantos viajes podrían evitarse si los puntos de destino se hallasen distribuidos más adecuadamente. Por ejemplo, una mayor parte de las compras para atender las necesidades diarias podrían realizarse a pie si todas las áreas dispusieran de tiendas adecuadas, y los viajes a las áreas de recreo serían menos frecuentes si existiesen parques y campos de juegos próximos a las viviendas. Si el volumen de tráfico en las horas pico refleja en parte los esfuerzos de los que trabajan en la ciudad por huir del centro por la noche, esto podría reducirse sustancialmente mediante una combinación de mejores viviendas, mejores escuelas, mayores oportunidades de empleo y un medio más satisfactorio, todo ello en una corta distancia.

Es muy importante crear una serie de incentivos para la investigación de correlaciones entre enfermedades (físicas y psíquicas) en la población y la arquitectura, ingeniería y construcción; y que estos resultados sirvan para la reevaluación de los reglamentos de construcción.

Con la escasez creciente de los recursos mundiales y el continuo aumento de la densidad poblacional, llega a haber cierto temor por el mantenimiento de la vida humana. Investigaciones e implantaciones de formas de autorregulación deben recibir la más alta prioridad en cualquier proyecto urbanístico. Los programas de educación para alterar la mentalidad de las personas, acompañados de estímulos del gobierno para las pequeñas familias deben recibir un enfoque especial.

En teoría es imposible que un proyecto terminado cumpla de forma óptima con todas las condiciones. En la práctica, una completa falta de adaptabilidad, estimulada por bajos costos iniciales de construcción, pueden llevar a una extraordinaria ineficiencia operacional. Un gran edificio con cuatro fachadas de vidrio idénticas requiere una energía total mayor que un edificio cuyas fachadas corresponden a los cuatro micro-climas distintos. Las dos torres del World Trade Center, en New York, demandan solas la energía que gastaría una ciudad con 100,000 habitantes. Se requiere el funcionamiento continuo del aire acondicionado debido al calor, luminosidad y radiación solar que penetra en el edificio, que es un volumen cerrado, movido por sistemas mecánicos enteramente dependientes de combustibles fósiles.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se pueden conseguir ahorros significativos de energía con un cuidado especial en proyectos y especificaciones, y con una operación más eficiente de los equipos en edificios. Se debe dar cierto énfasis en el aislamiento y en sistemas más eficientes de equipos de acondicionamiento. El consumo de energía eléctrica puede ser reducido sensiblemente si las estructuras que favorecen altos volúmenes de usos sean modificados. Los gastos de energía eléctrica pueden venir a aumentar en respuesta al aumento del gas, construcción y costos de controles de residuos.

Las estructuras gruesas y pesadas no son tan fácilmente derribadas por tormentas o temblores de tierra y menos aún dañadas por el fuego o inundaciones. Las principales ventajas son sus aislamientos acústicos y térmicos y su mayor capacidad para almacenar calor. Esta capacidad de absorber y almacenar el calor que es suministrado a la estructura a través de calentadores, chimeneas, etc. y después que se ha extinguido la fuente de calor, devolverlo al entorno, funciona muy bien en los lugares fríos. Alternativamente, las paredes gruesas de una casa en un clima cálido retendrán el calor solar durante el día, reduciéndose el ritmo de calentamiento del interior.

Durante el proyecto y las fases de construcción es en donde se debe poner especial cuidado en las medidas que se deben tomar en cuanto a ahorrar materiales y energía. Un edificio debería causar la mínima perturbación posible en el paisaje, incluso buscando restablecer y realzar su entorno natural y reduciendo a un mínimo su contribución a la contaminación. Mediante una mayor sensibilidad a las condiciones climáticas locales, un mayor cuidado respecto a los alrededores y su topografía, un diseño cuidadoso que adapte la forma general del edificio, sus detalles y construcción, de modo que se reduzcan al máximo las necesidades de abastecimiento, disminuyendo el consumo energético y planteando con más claridad la relación existente entre la forma del edificio y sus materiales y la energía que lo mueve. El uso de materiales de construcción que requieren menos energía para su producción debería ser estimulado. Cada material debería ser acompañado de una tabla de sus gastos en recursos (energía y materias primas) para una mejor selección.

Hay que empezar a buscar la tradición local de construcción, sus materiales y métodos, generalmente con escasos gastos de combustibles y con muchos beneficios en los aspectos de la conservación. Los materiales que se encuentran en la naturaleza, madera, piedra, tierra, todos pueden ser reutilizados nuevamente o por lo menos son biodegradables tras la demolición del edificio. En el futuro, el medio construido deberá satisfacer principalmente a la adaptación a las crecientes necesidades y a los modelos de actividad en constantes alteraciones de sus habitantes; y emplear recursos que requieran una orientación hacia fuentes renovables o al reuso y reciclaje de los edificios o estructuras. El arquitecto muy rara vez asume su papel de conservar y mejorar el medio ambiente construido con que ya se cuenta. Cada vez es más relevante el cuidado y mejoramiento progresivo del patrimonio social y físico y en contra de un expansionismo derrochador de recursos propiciado por intereses económicos.

Se requiere un creciente grado de industrialización para proporcionar a la sociedad una cantidad cada vez mayor de todas las clases de edificios que necesita. El desarrollo de mayor eficiencia en las industrias debe ser posible una vez que el énfasis en la productividad a cualquier costo es disminuido. La operación efectiva de leyes antipolución e incentivos para ahorro de

energía son maneras de ejercer una fuerte presión para cambiar procesos que están basados en producción máxima a aquellos con eficiencia máxima. Los métodos para disminuir la contaminación industrial están bien desarrollados y sólo necesitan ser implantados. Es posible ir a cualquier planta y mediante el cambio de procedimientos, reducir el desperdicio, recirculando el agua, por ejemplo, o poniendo en práctica programas de conservación de energía, o echar mano de ciertas descargas residuales y canalizarlas de nuevo al interior del sistema. Se puede tratar de hacer un circuito con todo y ponerlo a funcionar en un ciclo cerrado. El papel del arquitecto es presionar para una mayor eficiencia, exigiendo materiales y sistemas constructivos en cuyo proceso exista el mínimo de contaminación, que utilicen el mínimo de materiales básicos y energía, que el producto final sea más durable, tenga mayor rendimiento y principalmente, que propicie su reutilización.

Es probable que no haya muchos edificios completamente autónomos, pero si es posible que un gran número de edificios sean mucho más independientes que en la actualidad de los servicios centralizados de abastecimiento y, dependiendo de la actitud tomada por arquitectos, ingenieros y constructores, esto puede venir a suceder en un futuro próximo. Ello tendría un impacto muy apreciable en la conservación de energía y en la mejoría del medio ambiente.

A un edificio se le pueden atribuir muchos propósitos, aunque primordialmente es un artificio que regula una parte de nuestro medio ambiente. Así, en la elección de un material deben influir sus propiedades acústicas y térmicas, su durabilidad y mantenimiento y su posibilidad de reutilización. En cuanto a su impacto en el entorno, se deberían considerar sus fuentes de materias primas, su gasto energético y la contaminación producida en su procesamiento o en su utilización. Investigaciones que profundicen en éstos temas serán muy importantes para el futuro de la arquitectura y su impacto en el medio.

Los reglamentos de construcción deben ser usados para estimular el uso eficiente de materiales de construcción, para regular la eficiencia del equipamiento de aire acondicionado o para imponer requerimientos de perfeccionamiento para el consumo de energía y agua en los edificios. Los incentivos presentes que estimulan la construcción de edificios con altos costos operacionales y bajos costos de capital inicial necesitan ser removidos; impuestos y así las legislaciones pueden tener mucho efecto. En EUA, se verificó que el nivel de consumo de agua fué considerablemente reducido con el aumento del precio en períodos de crisis y con el cambio a altos precios por unidad de volumen de uso.

Es esencial que equipos multidisciplinarios hagan un análisis detallado de la presente capacidad y de los requerimientos de las ciudades, y evalúen diversas alternativas. Algunos ecosistemas urbanos están rápidamente aproximándose a su capacidad máxima. Esto significará incapacidad para sostener adecuadamente la vida humana y proveer las actividades valoradas por el hombre. Para estimar adecuadamente la condición del ecosistema urbano y responder apropiadamente, es necesario poseer medidas del estado del sistema y conocer las consecuencias de cada acción. Se debe ser capaz de ajustar la relación entre la estructura y la función urbanas e intervenir cuidadosamente en los flujos de recursos y residuos. Las decisiones para intervenir deben ser basadas en un conocimiento comprensivo del total del sistema urbano y sus subsistemas de soporte, en la naturaleza de los componentes y sus interrelaciones. Las intervenciones deben ser consideradas con sus dimensiones ecológicas, sociopsicológicas, económicas, tecnológicas y políticas.

23. ANEXOS

23.1. MATRIZ DE INTERACCION DEL CAPITULO III

Dimensiones Analíticas Unidades de Análisis	12. Fuentes renovables o no	13. Gastos de energía	14. Contaminación
1. Madera	Materia prima natural, abundante y renovable. Unico material regenerable	446.82 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton. de pino}}$	Insignificante
2. Concreto	Materias primas naturales, abundantes, pero no renovables.	1824.70 a 2222.40 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton.}}$	Altos niveles de contaminación en extracción y producción y en algunos casos de demolición.
3. Acero - Hierro	Metal muy abundante, pero no renovable y de difícil extracción cuando está combinado con otros elementos	4535.70 a 11,667.60 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton.}}$	Altísimos niveles de contaminación en la producción.
4. Piedra	Materia prima natural, abundante, pero no renovable.	4.5 a 4.875 $\frac{\text{kwh}}{\text{m}^2 \text{ de mármol}}$	Polvo en las áreas de extracción.
5. Aluminio	Metal abundante, pero no renovable. Es muy difícil su extracción ya que nunca está en estado puro.	22,558.96 a 24,558.96 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton.}}$	Niveles de contaminación existentes en el procesado.

23.1 MATRIZ DE INTERACCION DEL CAPITULO III

Dimensiones Analíticas Unidades de Análisis	12. Fuentes renovables o no.	13. Gastos de energía	14. Contaminación
6. Ladrillo - Tabique	Materias primas naturales, abundantes, pero no renovables.	(industria familiar) 1518.15 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton. de ladrillo}}$	Posibilidad de contaminación dependiendo de los combustibles utilizados.
7. Plástico	Procesado químico derivado de combustibles fósiles no renovables y limitados.	12,501 a 37,503 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton.}}$	Altísimos niveles de contaminación en el procesado y en algunas aplicaciones.
8. Tierra	La materia prima más abundante que hay, pero no renovable.	No consume energía	Inexistente
9. Vidrio	Materias primas abundantes pero no renovables.	3893 a 4722 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton.}}$	Niveles considerables de contaminación en la fundición del vidrio y en la elaboración de la fibra de vidrio.
10. Asbesto - cemento	Materias primas abundantes pero no renovables.	934.10 a 1146.92 $\frac{\text{kwh}}{\text{ton.}}$	Niveles de contaminación en la extracción, procesado y en caso de demostraciones.

23.2 MATRIZ DE INTERACCIÓN DEL CAPITULO IV

Dimensiones Analíticas Unidades de Análisi	15. Propiedades Acústicas	16. Propiedades Térmicas (kcal/m.h.°C)	17. Durabilidad	18. Mantenimiento	19. Reutilización
1. Madera	espesor: 0.006 m STC: 18.2 dB	k: 0.12 a 0.18	Se deteriora con la humedad, necesitando protección. Algunas maderas pueden durar más de 25 años.	Necesita protección contra los microorganismos, la intemperie y el fuego	Material recuperable y reutilizable.
2. Concreto	espesor: 0.10 m STC: 43.3 dB	armado k: 1.3 a 1.6 ligero k: 0.40	Muy durable, resistente al fuego.	No necesita conservación	Imposible reutilizarlo cuando es empleado en forma tradicional.
3. Acero - Hierro	espesor: 0.001 m STC: 29.00 dB	k: 50.00	Dependiendo de las aleaciones y recubrimientos, posee varios grados de durabilidad	Al nivel del mar, necesita pintura anticorrosiva.	Recuperable y reutilizable.
4. Piedra	espesor: 0.30 m STC: 53.3 dB	k: 1.50 a 2.50	Puede llegar a más de 100 años, dependiendo del tipo de piedra.	Necesita impermeabilización.	En bloques hay posibilidad de reutilización; en láminas es muy difícil.
5. Aluminio	espesor: 0.001 m STC: 20.00 dB	k: 5.00	Cuando protegido por electrólisis, tiene duración indefinida, si no, se oxida fácilmente.	Si no es tratado electrolíticamente, necesita protección contra la oxidación	Recuperable y reutilizable.

23.2 MATRIZ DE INTERACCION DEL CAPITULO IV

Dimensiones Analíticas Unidades de Análisis	15. Propiedades Acústicas	16. Propiedades Térmicas (kcal/m.h.°C)	17. Durabilidad	18. Mantenimiento	19. Reutilización
6. Ladrillo-Tabique	espesor: 0.14 m STC: 45.00 dB	k: 0.60 a 0.75	Resistente, durable, incombustible; debe ser protegido contra la humedad.	Necesita impermeabilización.	Posibilidad de recuperación, dependiendo del cuidado en la demolición.
7. Plástico	espesor: 0.005 m STC: 20.00 dB	k: 0.03 a 0.04	Los plásticos empleados en la construcción pueden ser destruidos por el fuego.	No necesita mantenimiento, sólo limpieza.	Las aplicaciones industrializadas ofrecen posibilidades de reutilización.
8. Tierra	espesor: 0.30 m STC: 45.2 dB	k: 2.00	Necesita muy buen aislamiento contra la humedad.	Necesita impermeabilización.	Se puede reutilizar cuantas veces se desee.
9. Vidrio	espesor: 0.006 m STC: 30.00 dB	cristal normal, k: 0.65 fibra de vidrio, k: 0.04	Duración indefinida	No necesita mantenimiento, sólo limpieza.	Posibilidad de recuperación, dependiendo del cuidado en la demolición.
10. Asbesto-Cemento	espesor: 0.0065 m STC: 32.00dB	k: 0.60	Muy durable	Requiere pintura esporádicamente.	Las aplicaciones industrializadas ofrecen posibilidad de reutilización.

23.3. MATRIZ DE INTERACCION DEL CAPITULO V

Dimensiones Analíticas	20. Adaptabilidad	21. Gastos			22. Contaminación
		Energía	Materiales	Tiempo-Hombres	
Unidades de Análisis	<p>Estructuras monolíticas dificultan la adaptabilidad. Sólo es posible si es estudiada anticipadamente en proyecto, dentro de límites rígidos. Pequeñas reparaciones pueden ser ejecutadas por el propio usuario.</p>	<p>18.09 kwh total por m³ de concreto. 0.1046 kwh de diesel por km/m³ de concreto 0.0000221 kwh de diesel por km. / m² de concreto.</p>	<p>Por m³ de concreto: 350 lts. de agua 308 kg. de cemento 694 kg. de arena 999 kg. de grava 75 a 100 kg. de acero de refuerzo. 7.8 kg. de madera de contacto. Por m² de concreto: 0.82 kg. de madera de refuerzo.</p>	<p>36 horas-hombres/m²</p>	<p>Indices de contaminación sin el menor control, diseminados por toda la ciudad, donde quiera que haya una obra.</p>

1. Hechos en el sitio.

23.3 MATRIZ DE INTERACCION DEL CAPITULO V

Dimensiones Analíticas	Unidad de Análisis	20. Adaptabilidad	Gastos			22. Contaminación
			Energía	Materiales	Tiempo-Hombres	
2. Industrializados		Elementos conectados permiten la adaptabilidad, propiciando la desmontabilidad y flexibilidad. El ideal sería un sistema abierto, de industrias locales, con materiales y técnicas conocidas	10.266 $\frac{\text{kwh total}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$	Por m ³ de concreto: 350 lts. de agua	16 a 20 horas-hombres/m ²	Indices de contaminación localizados en un sólo lugar, con posibilidad de aplicar técnicas de control. En la obra, algunos grados contaminantes provenientes de la carburación del diesel.
			0.059 $\frac{\text{kwh de diesel/km}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$	Columnas y trabes: 420 kg. de cemento 1000 kg. de grava 560 kg. de arena	El tiempo en métodos industrializados se reduce en 1/3 de los métodos tradicionales.	
			0.81 $\frac{\text{kwh de diesel}}{\text{km. recorrido}}$	losas: 392.39 kg. de cemento 274.67 kg. de gravilla 1177.16 kg de arena 45 a 60 kg. de acero de refuerzo.		
			21.5 a 26.87 kwh de diesel por hora de montaje			
			6.264 kwh de diesel/ m ³ de concreto premezclado	Por m. de concreto: 1.832 kg. de acero de presfuerzo		

24. BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACION

24.1. TEORIAS ECOLOGICAS

ODUM, Eugene P.

"Ecología"

Nueva Editorial Interamericana, 3^o Edición.

Muestra los principios básicos de la ecología, sus objetivos y áreas de interés, con ejemplos específicos para demostrar su importancia en el medio ambiente.

ODUM, Eugene P.

"Ecología: el Vínculo entre las Ciencias Naturales y las Sociales".

Tr. Dr. Miguel Angel Marron Aguilar.

México: Compañía Editorial Continental, S.A. 1979, 3^o Ed. 295 pp.

La Ecología se presenta no solamente como un tema biológico, sino también como un campo interdisciplinario que trata con la totalidad del hombre y medio ambiente. Enfatiza los conceptos de energía como un medio para comparar e interrelacionar los ecosistemas naturales impulsados por la energía solar y la civilización humana impulsada por combustibles.

24.2. ECOLOGIA URBANA

BANHAM, Reyner

"La arquitectura del entorno bien climatizado".

Buenos Aires: Ediciones Infinito, 1975, 331 pp.

El autor trata a la arquitectura moderna como "el arte completo del control ambiental, que combina los inseparables métodos estructurales y mecánicos". Para tal, analiza varios edificios, desde el siglo XIX hasta nuestros días.

BARDOU, Patrick y ARZOUMANIAN, Varoujan

"Arquitecturas de Adobe"

Editorial Gustavo Gili, S.A. 1979

En éste libro es estudiado el sistema de construcción con tierra sin cocer, sus ventajas, desventajas y principalmente, sus aspectos económicos y ecológicos. Los autores analizan éste material, relacionandolo con fuentes de energía naturales y hacen una distinción en tre la arquitectura bioclimática y la tecnología de la energía solar.

CULLEN, Gordon

"El paisaje urbano, tratado de estética urbanística".

Editorial Blume, S.A.

"Esta obra es una revelación vivida en palabras y fotografías de los principios subyacentes a toda planificación acertada de ciudades, en todas las épocas y climas, y de la variadísima serie de efectos que puede evocar el planificador urbanista mediante la manipulación cui dadosa de los elementos componentes".

JACOBS, Jane

"Muerte y Vida de las grandes ciudades".

Barcelona: Ediciones Península, 1973, 2a. Ed., 469 pp.

El libro es un ataque contra las teorías más usuales sobre urbanización y reconstrucción de ciudades y un intento de presentación de nuevos principios sobre el tema, analizando la naturaleza de las ciudades, las condiciones de diversidad urbana, sus fuentes de decadencia y regeneración.

LYNCH, Kevin

"La Imagen de la Ciudad".

Buenos Aires: Ediciones Infinito, 1974, 207 pp.

Es realizado un análisis del aspecto visual de las ciudades, estudiándose Boston, Jersey City y Los Angeles. El cuestionamiento principal es si se puede cambiar el aspecto de la ciudad, si esto tiene importancia. Para tanto, el autor sugiere un método por medio de lo cual se puede empezar a ocuparse de la forma visual en escala urbana y ofrece algunos principios básicos de diseño urbano.

ODUM, Eugene P.

"Ecología"

Nueva Editorial Interamericana, 3a. Ed.

Ver 24.1.

ODUM, Eugene P.

"Ecología: el Vínculo entre las Ciencias Naturales y las Sociales".

México: Compañía Editorial Continental, S. A., 1979, 3a. Ed., 295 pp.

Ver 24.1.

OTTO, Frei et al.

"Arquitectura adaptable".

Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1979, 270 pp.

Este libro presenta las aportaciones del Seminario sobre Arquitectura Adaptable, organizado en Stuttgart por el Instituto de Estructuras Ligeras (IL). En éste, se plantean cuestiones como "la capacidad de respuesta, la adaptabilidad de la casa y de la arquitectura."

PERLOFF, Harvey S. et al.

"La calidad del medio ambiente urbano".

Oikos-Tau, S.A., Ediciones.

El sistema urbano es analizado por varias personas con sus elementos, su contexto y su impacto en el medio ambiente. Cuestionan los objetivos de la planificación tradicional, las implicaciones del crecimiento económico y ofrecen algunas alternativas de solución.

RUDOFISKY, Bernard

"Architecture without Architects".

New York: Doubleday and Company, Inc., Garden City, 1964, 157 pp.

Bernard Rudofsky discute el arte de la construcción como un fenómeno universal, enseñando la adecuación de algunas formas de "arquitectura primitiva" a sus contextos socio culturales, económicos y geográficos.

STEADMAN, Philip.

"Energía, medio ambiente y edificación".

Estudio de los diferentes métodos de conservación de energía en edificaciones y de las nuevas fuentes energéticas para la construcción. Se sugieren también algunas soluciones de diseño de edificios, de tal forma que tengan un impacto menos destructivo en el entorno natural.

STEARNS, Forest y MONTAG, Tom (editores)

"The Urban Ecosystem: a holistic approach".

Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Distributed by Halsted Press, 1970.

Es analizado el medio urbano como un ecosistema, sus metas, sus componentes (población, estructura física y recursos), y los procesos de intervención necesarios y recomendaciones para disminuir y frenar el impacto destructivo de las ciudades en su entorno natural.

Varios autores

"Cobijo"

Madrid: H. Blume Ediciones, 1979, 135 pp.

Varios autores tratan de los tipos de alojamientos sencillos, materiales naturales e inventiva humana. Enseñan los procesos constructivos y los materiales con que son hechos los "cobijos humanos".

VENTURI, Robert, IZENOUR, Steven y SCOTT BROWN, Denise.

"Aprendiendo de Las Vegas".

Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1978, 228 pp.

En éste libro, es estudiado el conjunto urbano nacido a lo largo de una carretera, con su configuración ramificada y crecimiento espontáneo, que constituye Las Vegas. De éste estudio surge una controversia sobre si los arquitectos no deberían ser "más receptivos a los gustos y valores del pueblo común y menos impúdicos en sus erecciones de héroe en sus monumentos elevados para sí mismos".

24.3. EFECTOS CONTAMINANTES Y CONSUMO DE ENERGIA EN LA PRODUCCION DE MATERIALES PARA LA ARQUITECTURA.

24.3.1 M A D E R A

BARBARA ZETINA, Fernando

"Materiales y Procedimientos de Construcción"

México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.

Panorama general de los materiales y procedimientos constructivos que se utilizan en México, sus características principales, ventajas y desventajas.

KERN, KEN

"La Casa Autoconstruida"

Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1979, 396 pp.

El autor piensa que cada persona "puede y debe pensar y construir su casa", a bajo costo, contando con el arquitecto en algunas situaciones. Para tal, en este libro, aborda cuestiones de localización, materiales, formas y funciones, problemas climatológicos y estructurales. En síntesis, es un manual de "cómo pensarla usted y cómo construirla".

VALE, Brenda y Robert

"La casa Autónoma"

Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1978, 221 pp.

En la obra, los autores ofrecen algunas soluciones, con gran número de detalles, para resolver el creciente consumo de fuentes irremplazables de energía, con la consecuente contaminación del entorno. Para esto, proponen una "casa autónoma", que no dependa de la tecnología centralizadora, utilizando para abastecerse los servicios naturales del sol, viento, lluvia y reutilizando sus materiales de desecho.

Varios autores

"Cobijo"

Madrid: H. Blume Ediciones, 1979, 135 pp.

Ver 24.2.

Estudio Botánico y Ecológico de la región del Rfo Uxpanapa, Veracruz

Características tecnológicas de la madera de 10 especies.

Programa Nacional Indicativo de Ecología Tropical, CONACYT.

México: Publicaciones INIREB, 1975. Laboratorio de Ciencias y Tecnología de la Madera, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM, p.64.

PEREZ, Victor A.

Manual de construcciones en Madera No. 10.

Depto. de construcciones en Madera

Chile: Instituto Forestal, 1978, capítulo 5, p.11 a 14.

VALDIVIA, José de Jesús
 "Un círculo vicioso".
 Revista Obras, Editorial Abeja, S. A., publicada por Expansión S.A.
 México, D.F., enero 1979, p.16.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
 México, D.F. Ing. Víctor Díaz Gómez.

24.3.2. C O N C R E T O

AVITIA G., Rodolfo C.
 "Fabricación del Concreto".
 México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1972, p.77

BARBARA ZETINA, Fernando
 "Materiales y Procedimientos de Construcción".
 México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.
 Ver 24.3.1.

EHRlich, Paul R., EHRlich, Anne H. y HOLDREN, John P.
 "Ecoscience, population, resources, environment".
 San Francisco: W.H. Freeman and Company.
 Trata los caracteres físicos en la estructura del medio ambiente y el carácter de recursos naturales; sus dimensiones humanas en tamaño, distribución y condiciones económicas; el impacto de la población en el sistema ecológico de la tierra.

KELL, Phil Fritz
 "Cemento, fabricación, propiedades, aplicaciones".
 Tr. Antonio Sarabia González
 Editora Técnicos Asociados, S. A., p.368-411.

KERN Ken
 "La Casa Autoconstruida".
 Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1979, 396 pp.
 Ver 24.3.1.

Instituto Mexicano del Petróleo.
 Subdirección de Estudios Económicos y Planeación Industrial
 "Energéticos, demanda del sector industrial, industrias seleccionadas".
 México, 1976, p.207-214.

Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente
 Dirección General de Saneamiento Atmosférico
 "Situación actual de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de la ciudad de México.
 México, 1978, p. 5-14.

OCHSMER, J.C. et al
 "Source Assessment: Transport of Sand and Gravel".
 Revista Environment Abstracts, March 1980.
 Ohio, EUA: Monsanto Research Corp.

24.3.3. A C E R O - H I E R R O

BARBARA ZETINA, Fernando
 "Materiales y Procedimientos de Construcción".
 México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.
 Ver 24.3.1.

EHRlich, Paul R., EHRlich, Anne H. y HOLDREN, John P.
 "Ecoscience, population, resources, environment".
 San Francisco: W.H. Freeman and Company.
 Ver 24.3.2.

LASHERES Y ESTEBAN, José María
 "Tecnología del Acero".
 Zaragoza: Autor-Editor LJE, 1967, p. 4-143

Varios autores
 "Cobijo".
 Madrid: H. Blume Ediciones, 1979, 135 pp.
 Ver 24.2.

Instituto Latinoamericano del Hierro y el Acero (ILAFA)
 Unión de Empresas y Entidades Siderúrgicas (UNESID)
 "Contaminación en Siderurgia", 1975, p. 14-46

Instituto Mexicano del Hierro y del Acero.
 "Seminario sobre contaminación atmosférica y su prevención en la industria siderúrgica".
 México, 1973, p. 8-12.

"La fabricación del acero".
 Tr. de The Making of Steel del American Iron and Steel Institute
 adaptada y aumentada por el Instituto Latinoamericano del Hierro y el Acero.
 1979, p. 15-92.

"La política siderúrgica de México".
 México: Edición del Doctorado en Administración Pública del IPN, 1976, p.435-463

Subsecretaría de Mejoramiento del ambiente.
 Dirección General de Saneamiento Atmosférico.
 "Situación actual de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de la ciudad de México".
 México, 1978, p.5-19.

JIMENEZ CACHO, LUIS
 "Veinte años de alta resistencia".
 Revista Obra, Editorial Abeja, S.A., publicada por Expansión, S.A.
 México, D.F., julio 1980, p.60.

Depto. Técnico de la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.
 México, D.F., Ing. Felipe Villamil A.

24.3.4. P I E D R A

BARBARA ZETINA, Fernando
 "Materiales y Procedimientos de Construcción".
 México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.
 Ver 24.3.1.

KERN, Ken
 "La Casa Autoconstruida".
 Barcelona: Ed. Gustavo Gili, S.A., 1979, 396 pp.
 Ver 24,3,1.

"IL MARMO ...ieri e oggi. Storia fotografica della lavorazione del Marmo".
 Società Editrice Apuana, 1970.
 Edición en italiano, inglés, alemán y francés acerca del mármol,
 su proceso de fabricación, su historia y su uso dado por el hombre.

Subsecretaría de Mejoramiento del ambiente.
 Dirección General de Saneamiento Atmosférico
 "Situación actual de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de
 la ciudad de México".
 México, 1978, p.4.

24.3.5. A L U M I N I O

BARBARA ZETINA, Fernando.
 "Materiales y Procedimientos de Construcción".
 México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.
 Ver 24.3.1.

DAVIS, Albert J. y SCHUBERT, Robert P.
 "Alternative natural, Energy, Sources".
 Von Nostrand Reinhold Company.
 Es analizado el efecto que tienen las decisiones arquitectónicas y
 de ingeniería de construcción en relación al uso de las fuentes tra
 dicionales de combustible energético y de los materiales.

EHRlich, Paul R., EHRlich, Anne H. y HOLDREN, John P.
 "Ecoscience, population, resources, environment".
 San Francisco: W.H. Freeman and Company.
 Ver 24.3.2.

Varios autores
 "Cobijo"
 Madrid: H. Blume Ediciones, 1979, 135 pp.
 Ver 24.2.

"Un vistazo a la industria del aluminio".
 Revista Obras, Editorial Abeja S.A., publicada por Expansión, S.A.
 México, D.F., noviembre 1978, p.11.

24.3.6 L A D R I L L O - T A B I Q U E

BARBARA ZETINA, Fernando
 "Materiales y Procedimientos de Construcción".
 México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed. 2 vols.
 Ver 24.3.1.

Instituto Mexicano de Petróleo.
 Subdirección de Estudios Económicos y Planeación Industrial.
 "Energéticos, demanda del sector industrial, industrias seleccionadas".
 México, 1976, p.219-226.

KERN, Ken.
 "La Casa Autoconstruida".
 Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1979, 396 pp.
 Ver 24.3.1.

Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.
 Dirección General de Saneamiento Atmosférico
 Programa de erradicación de tabiquerías.
 "Operación tabiquerías". p.1.

24.3.7 P L A S T I C O

BARBARA ZETINA, Fernando
 "Materiales y Procedimientos de Construcción".
 México, Ed. Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.
 Ver 24.3.1.

DAVIS, Albert J. y SCHUBERT, Robert P.
 "Alternative Natural, Energy, Sources".
 Von Nostrand Reinhold Company.
 Ver 24.3.5.

EHRlich, Paul R., EHRlich, Anne H. y HOLDREN, John P.
 "Ecoscience, population, resources, environment".
 San Francisco, : W.H. Freeman and Company.
 Ver 24.3.2.

KERN, Ken
 "La Casa Autoconstruida".
 Barcelona Editorial Gustavo Gili, S.A. 1979, 396 pp.
 Ver 24.3.1.

Ministerio de Industria y Energía.
 Comisaría de la Energía y Recursos Minerales.
 Centro de Estudios de la Energía.
 "Situación energética en la industria".
 España, 1979, Vol. 1, Industrias Químicas, p.34-55

Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente
 Dirección General de Saneamiento Atmosférico.
 "Situación actual de la contaminación atmosférica en el área metropolitana
 de la ciudad de México.
 México, 1978, p.5-19

Varios autores.
 "Cobijo".
 Madrid: H. Blume Ediciones, 1979, 135 pp.
 Ver 24.2.

5ª Reunión de coordinación y estudio de aspectos relativos a la contamina
ción ambiental.
 México: SSA, Lic. Reynaldo Reyes Retana y Manero, p.2-3.

Revista Constru-Noticias
 Editora Publi - Noticias, S.A.
 N° 3-2, agosto 1966, p. 21.

24.3.8. T I E R R A

BARBARA ZETINA, Fernando.
 "Materiales y Procedimientos de Construcción".
 México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.
 Ver 24.3.1.

BARDOU, Patrick y ARZOUMANIAN, Varoujan.
 "Arquitecturas de Adobe".
 Editorial Gustavo Gili, S.A., 1979.
 Ver 24.2.

KERN, Kén
 "La Casa Autoconstruida".
 Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1979, 396 pp.
 Ver 24.3.1.

Manual para la construcción de viviendas con adobe.
 Cuadernos de Material Didáctico
 México: Escuela Nacional de Arquitectura, Autogobierno.
 UNAM, 1979, p 2-3.

Varios autores.
 "Cobijo"
 Madrid: H. Blume Ediciones, 1979, 135 pp.
 Ver 24.2.

24.3.9 V I D R I O

BARBARA ZETINA, Fernando.
 "Materiales y Procedimientos de Construcción".
 México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed. 2 vols.
 Ver 24.3.1.

EHRlich, Paul R., EHRlich, Anne H. y HOLDREN, John P.
 "Ecoscience, population resources, environment".
 San Francisco: W.H. Freeman and Company.
 Ver 24.3.2.

Instituto Mexicano de Petróleo.
 Subdirección de Estudios Económicos y Planeación Industrial.
 "Energéticos, demanda del sector industrial, industrias seleccionadas".
 México, 1976, p. 229-234.

Ministerio de Industria y Energía .
 Comisaría de la Energía y Recursos Minerales.
 Centro de Estudios de la Energía.
 "Situación Energética en la industria"
 España, 1979, Vol. vidrios, p. 32-33

24.3.10. A S B E S T O - C E M E N T O

BARBARA ZETINA, Fernando.
 "Materiales y Procedimientos de Construcción"
 México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.
 Ver 24.3.1.

HOLLIE, Pamela G.
 "Asbestos Peril in Arizona: Skepticism, Anger, Fear"
 Revista Environment Abstracts, April 1980, p.14

División de Materiales de Construcción de Asbestos de México, S.A.
 Jefe de Servicios Técnicos: Ing. Macario Barrera Mera.

24.4. CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES PARA LA ARQUITECTURA EN RELACION AL MEDIO AMBIENTE.

24 4.1. a 24.4.10. idem 24.3.1. a 24.3.10.

24.4.11. P R O P I E D A D E S A C U S T I C A S

BERANSK, Leo L. (editor)
 "Noise and Vibration Control".
 Mcgraw-Hill, Book company, 1971, p. 271.325

NEWMAN, Robert B.
 "Acoustics".
 Edited by John H. Collender, 1974, Mcgraw-Hill Inc., p.17-21

Instituto de Investigaciones Arquitectónicas.
 México UNAM, Arq. Eduardo Saad Eljure.

24.4.12. PROPIEDADES TERMICAS

ASHRAE Guide and Data Book, Fundamentals and Equipment for 1965 and 1966, published by American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, p 424-427

NEUFERT, Ernst.

"Arte de Proyectar en Arquitectura".

Editorial Gustavo Gili, S.A., 1973, p.67-91

Instituto de Investigaciones Arquitectónicas.

México: UNAM, Arq. Eduardo Saad Eljure.

24.5. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ARQUITECTONICOS Y SU EFECTO EN EL MEDIO AMBIENTE.

BARBARA ZETINA, Fernando.

"Materiales y Procedimientos de Construcción".

México: Editorial Herrero, S.A., 4a. Ed., 2 vols.

Ver 24 3.1.

CEBALLOS LASCURAIN, Hector.

"La Prefabricación y la vivienda en México".

México: Centro de Investigaciones Arquitectónicas, UNAM, 1973, 149 pp.

Panorama de la prefabricación e industrialización de la construcción en el mundo, con énfasis en México y su problemática en relación a la vivienda.

DAVIS, Albert J. y SCHUBERT, Robert P.

"Alternative Natural, Energy, Sources".

Von Nostrand Reinhold company.

Ver 24.3.5.

KERN, Ken

"La Casa Autoconstruida"

Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1979, 396 pp.

Ver 24.3.1.

NISSEN, Henrik.

"Construcción Industrializada y Diseño Modular".

Versión española 'El Seminario de Prefabricación.'

Madrid: H, Blume Ediciones, 1976, 480 pp.

Presenta los fundamentos experimentales y metodológicos para una industrialización de la construcción basada en una profunda coordinación dimensional, así como analiza varios tipos de sistemas industrializados y prefabricados.

OTTO, Frei et al

"Arquitectura adaptable".

Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A , 1979, 270 pp.

Ver 24.2.

STEADMAN, Philip
"Energía, medio ambiente y edificación".
Madrid: H. Blume Ediciones, 1978, 309 pp.
Ver 24.2.

Reviste Obras, Panorama de la construcción.
Editorial Abeja, S.A., publicada por Expansión, S.A.
México, Junio 1980

CARSA, Concretos Alta Resistencia, S.A.
Gerente Técnico Ing. Juan Manuel Rodríguez
México, D.F.

Compañía Constructora PROHASA, Propulsora de la Habitación, S.A.
Ing. Jesús Alvarez
México, D.F.

SIPSA, Sistemas Presforzados, S.A.
Director de la Planta Sr. Eugenio Alarcón.
Texcoco, México.