

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Martín Emilio Larios Valle

Arquitecto

Guatemala, mayo 2009.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

JUNTA DIRECTIVA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO	Arquitecto Carlos Enrique Valladares Cerezo
SECRETARIO	Arquitecto Alejandro Muñoz Calderón
VOCAL I	Arquitecto Sergio Mohamed Estrada Ruiz
VOCAL II	Arquitecto Efraín De Jesús Amaya Caravantes
VOCAL III	Arquitecto Carlos Enrique Martini Herrera
VOCAL IV	Br. Carlos Alberto Mancilla Estrada
VOCAL V	Secretaria Liliam Rosana Santizo Alva

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO	Arquitecto Carlos Enrique Valladares Cerezo
SECRETARIO	Arquitecto Alejandro Muñoz Calderón
EXAMINADOR	Msc. Arq. Lionel Bojorquez
EXAMINADOR	Msc. Arq. Jorge López Medina
EXAMINADOR	Arq. Erick Meléndez

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	Página I	• Parámetros del confort del ambiente	Página 16
ANTECEDENTES	Página 01	• Factores de confort del usuario	Página 16
JUSTIFICACIÓN	Página 03	b. Confort visual	Página 17
OBJETIVOS	Página 04	• Luminancia	Página 18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Página 06	• Deslumbramiento	Página 19
DELIMITACIÓN DEL TEMA	Página 07	c. Confort Acústico	Página 20
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	Página 08	• Según el nivel	Página 21
1) GENERALIDADES	Página 10	• Según la repercusión	Página 22
a. Arquitectura bioclimática	Página 10	• Según el carácter	Página 22
b. Impacto ambiental	Página 11	d. Confort Climático	Página 23
c. La huella ecológica	Página 11	• Calidad del aire	Página 23
d. Energía Renovable	Página 13	• Confort térmico	Página 24
• Las fuentes de energía	Página 14	e. Confort Global	Página 28
✓ Renovables	Página 14	3) LA LUZ SOLAR	Página 29
✓ No Renovables	Página 14	a. Conceptos básicos	Página 29
2) EL CONFORT	Página 15	• El espectro electromagnético	Página 29
a. Principios del confort ambiental	Página 15	• El espectro visible	Página 30
		• Objetos visibles	Página 31
		• Naturaleza de la luz	Página 32

• Velocidad de la luz	Página 32
• Unidad de medida	Página 33
✓ Lumen	Página 33
✓ Lux	Página 34
b. Utilidades de la luz natural en la arquitectura	Página 34
c. Producción de energía por medio de placas fotovoltaicas	Página 35
• Panel Fotovoltaico	Página 36
• Fundamentos de los Sistemas Fotovoltaicos	Página 37
d. Iluminación Natural	Página 39
• Luz directa	Página 40
• Luz difusa	Página 42
e. Climatización	Página 52
• Calefacción	Página 52
✓ Paneles térmicos	Página 52
✓ El muro Trombe	Página 55
✓ El efecto invernadero	Página 58
✓ La inercia térmica de los materiales	Página 59

4) VENTILACIÓN	Página 63
a. Tipos de ventilación	Página 64
• Ventilación forzada	Página 64
• Ventilación natural	Página 64
b. La renovación del aire	Página 65
c. El movimiento del aire	Página 70
d. Sistemas generadores del aire	Página 78
e. Sistemas de tratamiento del aire	Página 83
f. Las fachadas ventiladas	Página 89
5) ACÚSTICA	Página 90
a. Características	Página 90
b. Pantallas acústicas especiales	Página 90
c. Cerramientos dobles	Página 92
d. Sistemas absorbentes resonadores	Página 93
e. Sistemas generadores de sonido	Página 97
6) CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE GUATEMALA	Página 100
a. Clima y temperatura	Página 101
b. Salida y puesta del sol	Página 102

7) SOLEAMIENTO EN GUATEMALA	Página 104
a. Análisis con modelo	Página 113
• Análisis en la fecha 21 de diciembre (solsticio de invierno)	Página 114
✓ Análisis soleamiento	Página 114
✓ Mapas de soleamiento	Página 116
• Análisis en la fecha 21 de junio (solsticio de verano).	Página 117
✓ Análisis soleamiento	Página 117
✓ Mapas de soleamiento	Página 119
8) PROPUESTAS APLICACIONES EN GUATEMALA	Página 120
9) ANÁLISIS CASA TUREGANO	Página 129
CONCLUSIONES	Página 136
RECOMENDACIONES	Página 138
FUENTES DE CONSULTA	Página 139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	Página 18	Figura No. 26	Página 84
Figura No. 2	Página 20	Figura No. 27	Página 83
Figura No. 3	Página 25	Figura No. 28	Página 84
Figura No. 4	Página 30	Figura No. 29	Página 85
Figura No. 5	Página 41	Figura No. 30	Página 87
Figura No. 6	Página 41	Figura No. 31	Página 88
Figura No. 7	Página 42	Figura No. 32	Página 91
Figura No. 8	Página 43	Figura No. 33	Página 92
Figura No. 9	Página 44	Figura No. 34	Página 94
Figura No. 10	Página 54	Figura No. 35	Página 95
Figura No. 11	Página 54	Figura No. 36	Página 97
Figura No. 12	Página 56	Figura No. 37	Página 98
Figura No. 13	Página 61	Figura No. 38	Página 100
Figura No. 14	Página 62	Figura No. 39	Página 100
Figura No. 15	Página 71	Figura No. 40	Página 104
Figura No. 16	Página 72	Figura No. 41	Página 105
Figura No. 17	Página 73	Figura No. 42	Página 106
Figura No. 18	Página 74	Figura No. 43	Página 107
Figura No. 19	Página 75	Figura No. 44	Página 108
Figura No. 20	Página 76	Figura No. 45	Página 109
Figura No. 21	Página 77	Figura No. 46	Página 111
Figura No. 22	Página 78	Figura No. 47	Página 111
Figura No. 23	Página 79	Figura No. 48	Página 112
Figura No. 24	Página 80	Figura No. 49	Página 114
Figura No. 25	Página 81	Figura No. 50	Página 114
		Figura No. 51	Página 114
		Figura No. 52	Página 114

Figura No. 53	Página 114	Figura No. 80	Página 124
Figura No. 54	Página 114	Figura No. 81	Página 125
Figura No. 55	Página 115	Figura No. 82	Página 126
Figura No. 56	Página 115	Figura No. 83	Página 127
Figura No. 57	Página 115	Figura No. 84	Página 128
Figura No. 58	Página 115		
Figura No. 59	Página 115		
Figura No. 60	Página 115		
Figura No. 61	Página 116		
Figura No. 62	Página 116		
Figura No. 63	Página 117		
Figura No. 64	Página 117		
Figura No. 65	Página 117		
Figura No. 66	Página 117		
Figura No. 67	Página 117		
Figura No. 68	Página 117		
Figura No. 69	Página 118		
Figura No. 70	Página 118		
Figura No. 71	Página 118		
Figura No. 72	Página 118		
Figura No. 73	Página 118		
Figura No. 74	Página 118		
Figura No. 75	Página 119		
Figura No. 76	Página 119		
Figura No. 77	Página 121		
Figura No. 78	Página 122		
Figura No. 79	Página 123		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1	Página 45
Tabla de niveles de iluminación	
Tabla No. 2	Página 60
Inercia térmica de los materiales	
Tabla No. 3	Página 65
Factores de Renovación de Aire para Sistemas de Ventilación	
Tabla N. 4	Página 102
Salida y Puesta del Sol Guatemala	

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema No. 1	Página No. 37
Proceso de un sistema fotovoltaico	

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica No. 1	Página No. 103
Duración de luz en horas diarias en Guatemala	



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Introducción

MARTIN E. LARIOS VALLE

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años el uso de aparatos eléctricos para la climatización y los sistemas de iluminación artificial en la arquitectura, fueron formando una brecha más grande entre ésta y la idea del uso de las energías renovables, convirtiendo todo tipo de edificación en máximos consumidores de energía proporcionada por combustibles fósiles, de esa manera también los convertía lamentablemente en productores de dióxido de carbono (CO₂).

Este trabajo de investigación explicita los resultados obtenidos que determinaron ***un documento actualizado que proporciona información referente a la consolidación de conceptos y desarrollo de las técnicas de Energías Renovables en las aplicaciones energéticas a la arquitectura:*** un conjunto de formas, sistemas e ideas aplicables a la arquitectura con las que se puedan aprovechar los distintos fenómenos naturales como recursos energéticos; lográndose un mejor funcionamiento y confort en lo que se refiere a climatización de una vivienda, ubicada en cualquier tipo de característica geográfica y climática, tomando en cuenta el soleamiento y la dirección del viento del lugar donde se lleve a cabo cualquier edificación para brindar una buena iluminación y ventilación; así como enfriamiento en casos cálidos y calefacción en casos fríos; también la producción de energía eléctrica y agua caliente, obteniéndose de esta manera una funcionalidad arquitectónica respetuosa de los cánones ecológicos.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Introducción

MARTIN E. LARIOS VALLE

Este documento está dirigido a crear conciencia ecológica en los profesionales, docentes y estudiantes involucrados en el mundo de la arquitectura, con el objetivo de proporcionar opciones que mejoren el funcionamiento del espacio arquitectónico con el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, procurando un desarrollo sostenible.

El documento se desarrolla de la siguiente manera:

CAPÍTULO 1, GENERALIDADES: Este capítulo aclara primeramente qué es la arquitectura bioclimática; a qué se refiere cuando se habla de impacto ambiental y de la huella ecológica como indicador; asimismo de tipos de energías renovables.

CAPÍTULO 2, EL CONFORT: Nos habla de los factores que influyen para bien o para mal en el cuerpo humano, este tema sirve como punto de partida para definir las condiciones de un ambiente, tomando en cuenta las características del usuario, tales como: edad, sexo, costumbres, actividad, vestimenta, etc.

En el **CAPÍTULO 3, LA LUZ SOLAR:** En este capítulo se dan a conocer las características y propiedades de la luz solar, ya que es uno de los factores más importantes en las energías renovables, así como el sistema métrico para poder manejar el uso o protección de este fenómeno natural; también se habla de las dos maneras de iluminar un ambiente dependiendo de sus necesidades.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Introducción

MARTIN E. LARIOS VALLE

El CAPÍTULO 4, VENTILACIÓN: Aquí se proponen diversas formas y sistemas para la renovación del aire de un ambiente, así como tablas con información acerca de los volúmenes de renovación de aire, dependiendo de la actividad a realizarse en una edificación.

Como uno de los factores del confort en una edificación es también el control de ruidos por medio del estudio de la ACÚSTICA, en el CAPÍTULO 5, se analizan los sistemas basados en las simples formas de colocación de los elementos de la misma edificación, para contrarrestar los efectos de ruido; también se encuentran sistemas para la creación de sonido dándole un agregado de sensación agradable a los espacios.

En los capítulos posteriores el documento se adentra a un lugar específico, la Ciudad de Guatemala, por lo que el CAPÍTULO 6, CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE GUATEMALA, describe los climas y horas de sol en el país. El CAPÍTULO 7, SOLEAMIENTO EN GUATEMALA, explica el recorrido solar durante el año. Por último, en el CAPÍTULO 8, se detallan unas propuestas básicas aplicables en la ciudad de Guatemala como ejemplo.

Con el buen manejo de estas herramientas se estará contribuyendo a resolver cualquier necesidad climática en la arquitectura, no sólo en el territorio guatemalteco, sino que en cualquier lugar independientemente de las características climáticas del país.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Introducción

MARTIN E. LARIOS VALLE

La propuesta arquitectónica se centra principalmente, en dar una solución al creciente deterioro ambiental y su concentración principalmente en el área urbana, ocasionado por el uso excesivo y descontrolado del sistema energético convencional; problemática que compromete al planeta, en cuanto a anteponer el confort y la comodidad de unos, sin importar las consecuencias. Se trata de replantearse la visión consumista actual, por una visión ecologista: la bioarquitectura o arquitectura bioclimática que propone una nueva cultura de conciencia planetaria, un sistema seguro y eficiente para procurar mediante el diseño el confort climático.

La proyección de los resultados expuestos en este documento pretende, el replanteamiento ligado al compromiso por la valorización y el mejoramiento, en cuanto a la calidad de los servicios de equipamiento urbano, mediante el acondicionamiento arquitectónico al uso de las energías renovables, en situaciones de crisis ecológica como la que actualmente afecta al planeta; replanteamiento estratégico que exige de las instituciones y de quienes son responsables de la transformación de las estructuras socioeconómicas, cambios profundos a favor de las comunidades que deben trabajar por un desarrollo sostenible. Por lo que la Universidad de San Carlos y su autoridad académica, la Facultad de Arquitectura comprometida siempre en la solución a los problemas que afectan a la sociedad, expone la información de este trabajo de calidad científica.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Antecedentes

MARTIN E. LARIOS VALLE

ANTECEDENTES

Los seres humanos contribuyen en gran o pequeña medida al deterioro ecológico del planeta, independientemente de la ubicación geográfica, el estatus social o la situación económica de cada habitante; dicho de otra manera, todos se constituyen en depredadores. El mal manejo de los recursos naturales que están al alcance más próximo del ser humano, la economía consumista, la mala gestión y la falta de interés de los gobiernos crean las condiciones de una destrucción ambiental a gran escala. La sobrepoblación y el consumo excesivo de combustibles fósiles también forman parte de esta destrucción.

La preocupación por el medioambiente es una de las cuestiones de mayor trascendencia para el futuro de los seres vivos sobre la Tierra. Pero no sólo se trata de poner remedio a los efectos negativos producidos por la actividad humana, sino de evitar o al menos, disminuir progresivamente las causas. Entre ellas, el sistema energético convencional es sin duda, el más importante.

Tanto en la arquitectura como en otras profesiones, debe existir la responsabilidad de encontrar soluciones a lo antes mencionado, pues es emergente la búsqueda de sistemas que dentro de lo posible retarden o detengan el acelerado avance inconsciente de la destrucción de nuestro planeta; como emergente es también hacer conciencia en los diferentes ámbitos de la construcción y hacer uso de la aplicación de sistemas, donde encontramos desde software para el análisis arquitectónico, hasta dispositivos que ayudan a climatizar o iluminar de manera más sana nuestras viviendas; así como



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Antecedentes

MARTIN E. LARIOS VALLE

utilizar las formas geométricas dentro del diseño de la arquitectura. Cabe mencionar la importancia de inculcar a las nuevas generaciones la cultura de la protección del medio ambiente y lo que supone la toma de decisiones cuando se abra la posibilidad de aplicar los sistemas pasivos en una obra arquitectónica.

La aplicación adecuada de sistemas pasivos en la arquitectura, además de ser aprovechado por su importancia ecológica, brinda un gran beneficio en el factor económico, que sin duda, también es de mucha importancia para los países en vías de desarrollo, donde el status socioeconómico de la mayoría de habitantes es bajo.

En algunos países las energías renovables ya forman parte de las normativas de la construcción, aportando una responsabilidad imprescindible a los profesionales de la industria constructiva, ya que el mundo de la construcción es uno de los focos contaminadores más considerables, desde los procesos de fabricación de materiales hasta el funcionamiento de los espacios en sí.

La importancia y la preocupación del tema de la ecología ha llevado a las Naciones Unidas a crear el Protocolo de Kyoto *acuerdo internacional asumido en 1997 en el ámbito de Naciones Unidas que trata de frenar el cambio climático. Uno de sus objetivos es contener las emisiones de los gases que aceleran el calentamiento global, y hasta la fecha ha sido ratificado por 163 países.*



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Justificación

MARTIN E. LARIOS VALLE

JUSTIFICACIÓN

En lo que se refiere al conocimiento del tema energético bioclimático en nuestro país, así como en muchos países en vías de desarrollo, existen muchas carencias tanto en universidades como en las normativas municipales que rigen la construcción de las ciudades, que día a día se están convirtiendo en grandes focos de contaminación, por lo tanto justifica la investigación y elaboración de documentos en dicha materia.

Ser consciente en la transmisión y divulgación del tema en los centros de enseñanza universitaria y cualquier tipo de centro de capacitación relacionado con la creación de un espacio para la realización de cualquier actividad, es la manera más efectiva de lograr cambios benéficos en la sociedad futura.

Es de suma importancia la investigación y recopilación de información para contribuir a mejorar la formación en temas energéticos y medioambientales de profesionales, arquitectos e ingenieros, con una clara vocación hacia las soluciones futuras, basadas en la utilización de energías renovables como la única posibilidad accesible a los países actualmente en vías de desarrollo, y como una aportación importante para mitigar los efectos del cambio climático.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

1. Consolidación de conceptos y desarrollo de las técnicas de Energías Renovables en las aplicaciones energéticas a la arquitectura.
2. Proporcionar conceptos para:
 - El aprovechamiento de la luz solar como sistema de iluminación, calefacción, producción de electricidad y como herramienta para el consumo de agua caliente.
 - La renovación de aire por medio de la colocación adecuada de ventanas.
 - El control del ruido.

OBJETIVO PARTICULAR

Compartir los conocimientos adquiridos en la Maestría “Arquitectura Medio Ambiental: Integración de Energías Renovables en la Arquitectura”.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Objetivos

MARTIN E. LARIOS VALLE

OBJETIVO ESPECIFICO

Fomentar al estudiante y profesional de la carrera de arquitectura la idea de la responsabilidad de la aplicación emergente de las energías renovables.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema hoy en día radica principalmente en el resultado ecológico negativo, producido en parte por el tema energético y por el proceso de fabricación de productos que a su vez también no son reciclables; esto se debe principalmente a la falta de conocimiento de opciones de soluciones más limpias aplicables en las diferentes ramas productivas de las estructuras sociales.

La arquitectura forma parte de dicho resultado negativo en la ecología, tanto en la aplicación de sistemas de climatización, iluminación, consumo del agua etc. como en algunos de los materiales de construcción que dejan grandes mochilas ecológica en sus procesos de fabricación y que al final no cierran ningún ciclo como componentes naturales.

También hay que tomar en cuenta la falta de orientación de los nuevos profesionales como la falta de interés de profesionales y gobernadores actuales en cuyas manos está la opción de cambio.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Delimitación del Tema

MARTIN E. LARIOS VALLE

DELIMITACIÓN DEL TEMA

El proyecto de tesis titulado ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA temática cuya aplicación a desarrollarse en este documento, abarca cualquier tipo de características climáticas; así como ubicación geográfica, independientemente del la magnitud del proyecto arquitectónico. Cabe mencionar que aunque el tema de las energías renovables es aplicable a diversas actividades, este documento está orientado directamente a la aplicación de las energías renovables a la arquitectura, proporcionando opciones de formas arquitectónica y de sistemas agregados que en conjunto brindan el objetivo de vivir cómodamente sin efectos secundarios al ecosistema.



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El reglamento para elaborar el proyecto de graduación establece que el estudiante está en la libertad de proponer la metodología a utilizar en su proyecto. Para elaborar este estudio se tomo como referencia una metodología universal la cual se readecuó conforme a las necesidades del proyecto. Así mismo se utilizó el método deductivo, el cual es una forma de razonamiento que parte de una verdad universal para obtener conclusiones particulares, en otras palabras se parte de lo general a lo particular.

Para la elaboración de este documento se ha tomado como tema principal el estudio de los conceptos para la aplicación de las energías renovables en la arquitectura. Para esto se ha realizado una recopilación y análisis de diferentes autores que hablan sobre las características de los fenómenos que afectan a la arquitectura, las reacciones del cuerpo humano a dichos fenómenos y soluciones de sistemas pasivos aplicables a la arquitectura, siempre dentro de un objetivo ecológico.

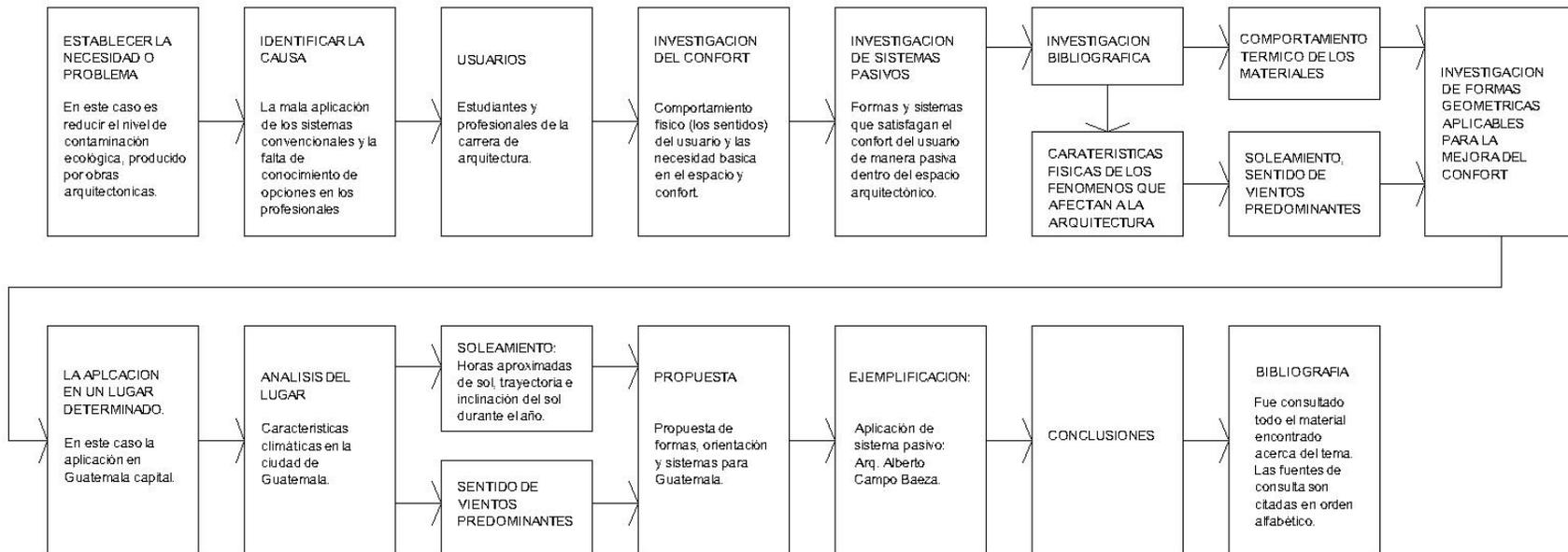
En base a esta información se formularon los conceptos utilizados en esta tesis, tratando que los mismos fueran redactados de la forma más clara posible, para facilitar al estudiante una mejor comprensión. Todos los temas tratados en este documento han sido agrupados en capítulos de acuerdo a su contenido.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Metodología de Investigación

MARTIN E. LARIOS VALLE





GENERALIDADES

a. Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía.

Una vivienda bioclimática puede conseguir un gran ahorro e incluso llegar a ser sostenible en su totalidad. Aunque el coste de construcción puede ser mayor, puede ser rentable, ya que el incremento de la vivienda se compensa con la disminución de los recibos de energía.

A pesar de que parece un concepto nuevo, se lleva utilizando tradicionalmente desde lo antiguo; un ejemplo de ello son las casas encaladas en Andalucía o los tejados orientados al sur en el hemisferio Norte, con objeto de aprovechar la inclinación del sol.



b. Impacto ambiental

Se entiende por impacto ambiental el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base (medio ambiente), debido a la acción antrópica o a eventos naturales.

Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos. La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción; y la Declaración de Impacto ambiental (DIA) es la comunicación previa, que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación.

c. La huella ecológica²⁹

La huella ecológica es un indicador agregado definido como «el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población dada con un modo de vida específico de forma indefinida». Su objetivo fundamental



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 1: Generalidades

MARTIN E. LARIOS VALLE

consiste en evaluar el impacto sobre el planeta de un determinado modo o forma de vida y, comparado con la biocapacidad del planeta. Consecuentemente es un indicador clave para la sostenibilidad.

La ventaja de la huella ecológica para entender la apropiación humana está en aprovechar la habilidad para hacer comparaciones. Es posible comparar desde las emisiones de transportar un bien en particular con la energía requerida para el producto sobre la misma escala (hectáreas).

El cálculo de la huella ecológica es complejo y en algunos casos imposible, lo que constituye su principal limitación como indicador; en cualquier caso, existen diversos métodos de estimación a partir del análisis de los recursos que una persona consume y de los residuos que produce. Básicamente sus resultados están basados en la observación de los siguientes aspectos:

- La cantidad de hectáreas utilizadas para urbanizar, generar infraestructuras y centros de trabajo.
- Hectáreas necesarias para proporcionar el alimento vegetal necesario.
- Superficie necesaria para pastos que alimenten al ganado.
- Superficie marina necesaria para producir el pescado.
- Hectáreas de bosque necesarias para asumir el CO₂ que provoca nuestro consumo energético. En este sentido no sólo incidiría el grado de eficiencia energética alcanzada sino también las fuentes empleadas para su obtención.

A mayor uso de energías renovables, menor huella ecológica.



d. Energía renovable

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes.

- El Sol: energía solar.
- El viento: energía eólica.
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica.
- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El calor de la Tierra: energía geotérmica.
- Las olas: energía undimotriz.
- La llegada de masas de agua dulce a masas de agua salada: energía azul.

Las contaminantes se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), bien convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o en bio-diésel, mediante reacciones de transesterificación y de los residuos urbanos.



Las fuentes de energía

Las fuentes de energía se pueden dividir en dos grandes subgrupos: renovables (permanentes) y no renovables (temporales).

✓ Renovables

En principio, las fuentes permanentes son las que tienen origen solar, de hecho, se sabe que el Sol permanecerá por más tiempo que la Tierra. Aún así, el concepto de renovabilidad depende de la escala de tiempo que se utilice y del ritmo de uso de los recursos.

✓ No renovables

Los combustibles fósiles son recursos no renovables: no podemos reponer lo que gastamos. En algún momento, se acabarán, y tal vez sea necesario disponer de millones de años de evolución similar para contar nuevamente con ellos. Son aquellas cuyas reservas son limitadas y se agotan con el uso. Las principales son la energía nuclear y los combustibles fósiles (el petróleo, el gas natural y el carbón).



EL CONFORT

a. Principios del confort ambiental¹⁹

La definición de confort nos dice que es aquello que produce bienestar y comodidades. Cualquier sensación agradable o desagradable que sienta el ser humano le impide concentrarse en lo que tiene que hacer. La mejor sensación global durante la actividad es la de no sentir nada, indiferencia frente al ambiente. Esa situación es el confort. Al fin y al cabo, para realizar una actividad el ser humano debe ignorar el ambiente, debe tener confort.

La palabra proviene del francés *confort*, y ésta, a su vez, del inglés *comfort*. Esto nos indica claramente que los primeros que empezaron a disfrutar de ese bienestar fueron los pueblos de habla anglosajona que fueron extendiéndola. No significa esto que en los demás pueblos del mundo no se viviera bien, sino que, dado que la Revolución Industrial comenzó en el Reino Unido, fue este pueblo quien antes pudo disfrutar de ese refinamiento del bienestar que es a lo que verdaderamente se refiere la palabra pues fue el que primero que se preocupó por él.

Veremos cómo en la sensación de confort de un ambiente influyen simultáneamente los estímulos recogidos por todos los sentidos, además de otros factores a veces muy difícilmente reconocibles. A pesar de ello, clásicamente se ha analizado por separado el confort dependiente de cada sentido y es curioso cómo aquel que en principio es menos "informativo" a nivel consciente (el sentido criostésico: Sentido térmico que ayuda a regular la temperatura del cuerpo), resulta ser más importante a nivel de confort que los otros (vista y oído).



Antes de empezar con el análisis del confort de cada uno de los sentidos, deberemos distinguir claramente cuáles son los dos tipos de agente que influyen en este confort:

Parámetros del confort del ambiente¹⁹

Son manifestaciones energéticas, que expresan las características físicas y ambientales de un espacio habitable, independientemente del uso del espacio y de sus ocupantes. Estos parámetros pueden ser **específicos** de cada uno de los sentidos (térmicos, acústicos o visuales), y ello permitirá que, en muchos casos, se puedan "*calcular*" con unidades físicas ya conocidas (grado centígrado, decibelios, lux.), al ser simplemente unidades de medida de las condiciones energéticas que se producen en un ámbito determinado. Otro tipo de parámetros son los **generales**, que afectan a todos los sentidos a la vez, como las dimensiones del espacio, el tiempo.

Factores de confort del usuario¹⁹

Son condiciones exteriores al ambiente que influyen sobre la apreciación de éste. Un mismo espacio, con idénticos parámetros de confort, puede tener respuestas muy distintas según las condiciones de sus usuarios. Estas condiciones personales se clasificarán en distintos grupos, según se traten de: condiciones **biológico-fisiológicas** (herencia, sexo, edad), condiciones **sociológicas** (tipo de actividad, educación, ambiente familiar, moda, tipo de alimentación) y condiciones **psicológicas** de cada uno de los usuarios.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 2: El Confort

MARTIN E. LARIOS VALLE

El confort de un ambiente, en cada uno de los casos, dependerá tanto de sus parámetros objetivos como de los factores de los usuarios. La tarea básica del arquitecto es el diseño de los ambientes habitables; su trabajo se realizará sobre los parámetros de confort, pero necesitará un buen conocimiento de la influencia de los factores para saber la repercusión real de sus decisiones.

b. Confort visual¹⁹

La comodidad visual depende, como es lógico en un sentido básicamente informativo, de la facilidad de nuestra visión para percibir aquello que le interesa. En este sentido, el primer requerimiento será que la cantidad de luz (iluminancia) sea la necesaria para que nuestra agudeza visual nos permita distinguir los detalles de aquello que miramos. De acuerdo con esto, el primer "*parámetro*" es la **iluminancia (lx)**, con valores recomendables que varían según las circunstancias y las condiciones de deslumbramiento (que será el segundo parámetro que se deberá considerar en el confort visual).



Luminancia

En Fotometría, la **luminancia** se define como la densidad angular y superficial de flujo luminoso que incide, atraviesa o emerge de una superficie siguiendo una dirección determinada. Alternativamente, también se puede definir como la densidad superficial de intensidad luminosa en una dirección dada. (Ver Figura No. 1)

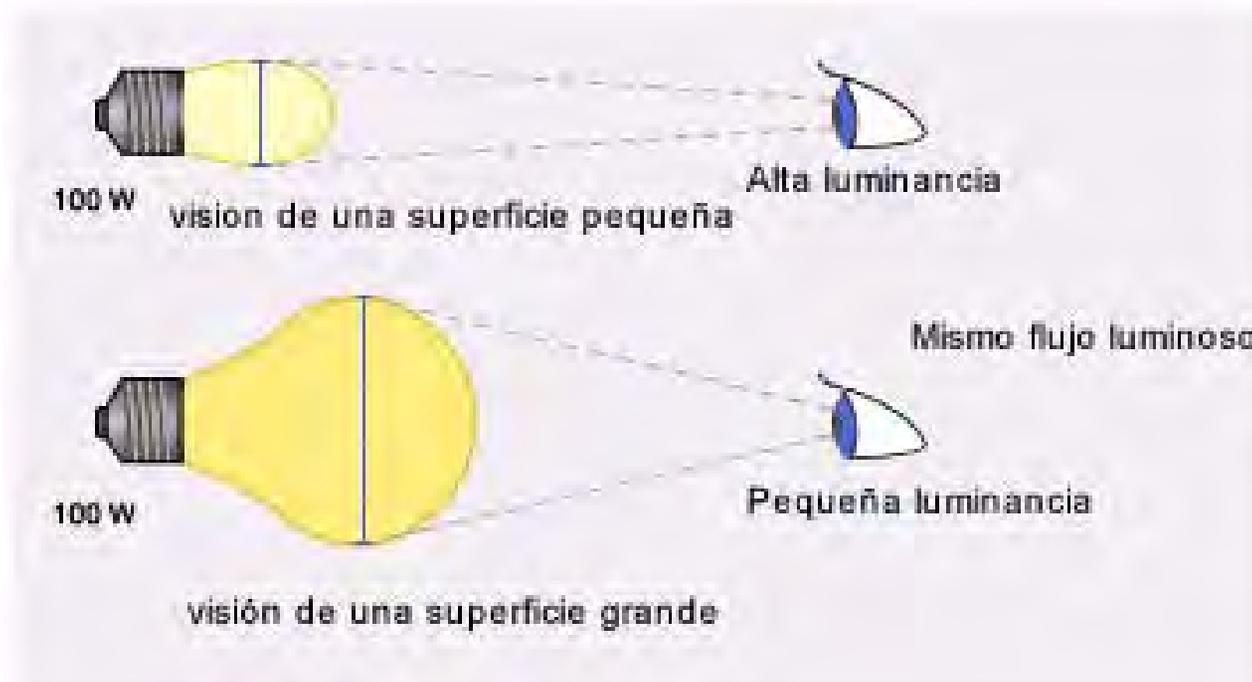


Figura No.1



Deslumbramiento¹⁰

Considerado como "*parámetro de confort*", es el efecto molesto para la visión debido a un excesivo contraste de luminancias en el campo visual. En general, este efecto se debe a que existe una pequeña superficie de mucha claridad (luminancia) en un campo visual con un valor medio bastante más bajo, normalmente a causa de la presencia de una luminaria o de una ventana.

Se distinguen fisiológicamente dos tipos de deslumbramientos: denominamos por velo al que produce un punto luminoso sobre un fondo muy oscuro, como una farola o una estrella en la noche, al penetrar en el ojo el rayo de luz y producirse una cierta difusión del mismo en el humor vítreo, que hace que veamos el punto luminoso envuelto de un velo o de rayos formando una cruz o estrella. Otro tipo, llamado deslumbramiento por adaptación, es más importante en el diseño arquitectónico, se produce al adaptarse el ojo a la luminancia media de un campo visual donde hay valores muy variables de ésta, con extremos que quedan fuera de la capacidad de adaptación visual y que, por lo tanto, no se ven.

Otra distinción de los tipos de deslumbramiento se puede hacer al considerar la incidencia en el ojo del rayo de luz excesivo. Se considera **deslumbramiento directo** el que incide en la fovea, que también se llama "*incapacitante*", ya que no permite ver prácticamente nada. Si la incidencia se da en el resto de la retina, se considera **deslumbramiento indirecto**, que puede perturbar la visión sin impedirla, y se llama también "*molesto o perturbador*". También es



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 2: El Confort

MARTIN E. LARIOS VALLE

necesario considerar que, en muchos casos, esta misma denominación (directo/indirecto) se utiliza para definir y distinguir los deslumbramientos producidos por una fuente de luz, bien directamente, bien por reflexión en una superficie brillante (como puede ser una mesa recubierta con un cristal). (Figura No. 2)

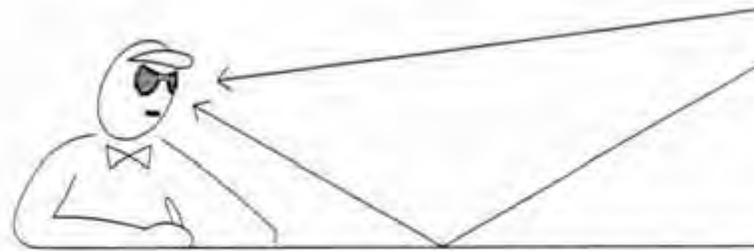


Figura No. 2
Deslumbramiento directo y reflejado

c. Confort Acústico¹⁰

El confort acústico acostumbra a asociarse únicamente a la existencia de un ruido molesto. A pesar de que debemos entender como ruido la definición más amplia de este concepto (todo sonido no deseado), existen también otros factores acústicos que son importantes por su influencia en el confort.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 2: El Confort

MARTIN E. LARIOS VALLE

En realidad, debemos plantear, antes del problema del ruido, cuáles son las propiedades acústicas de un espacio y su respuesta al sonido que en él se produce, incluyendo su **tiempo de reverberación**. También se debe considerar el tipo de sonido, con su **nivel** en dB y su **espectro**, o sea la repartición energética para las diferentes frecuencias y su variación en el tiempo. Por último, consideramos el contenido informativo del sonido (si lo tiene) y en consecuencia, si es un sonido deseado o no.

Clásicamente, se distinguen como tipos de ruidos:

Según su nivel:

1. Destructores: cuando tienen más de 95-100 db y afectan físicamente el sentido del oído de manera permanente,
2. Excitantes: cuando tienen entre 50-90 db y 95-100 db, muy molestos pero sin llegar a causar lesiones permanentes,
3. Irritantes: para niveles inferiores, donde se produce molestia por el hecho de ser sonidos indeseados.



Según su repercusión

Distinguiendo los sonidos que molestan:

1. Por su nivel: según los dos primeros tipos del párrafo anterior, de los que lo hacen
2. Por su tipo: claramente sonidos no deseados y que normalmente tienen su origen en sonidos informativos que no nos interesan para nada y que podríamos llamar "*de información sobrante*".

Finalmente, existen los sonidos "*de enmascaramiento*", que nos molestan porque no nos dejan oír aquello que queremos percibir. Estos son a menudo sonidos de información sobrante, pero pueden ser simplemente el resultado de pérdidas acústicas de motores, vehículos, sonidos que podríamos llamar de "*contaminación o escoria acústica*".

Según el carácter

Al ser muy difícil la clasificación de los ruidos según su carácter, lo que se hace normalmente es prescindir de su composición y clasificarlos según su nivel y su distribución temporal.

Desde este punto de vista, se debe tener presente cómo la molestia del ruido depende en gran medida de su constancia en el tiempo, hasta el punto de que, a menudo, es más molesto un ruido discontinuo que uno constante,



que llega a convenirse en un ruido de fondo del cual perdemos consciencia de su presencia. Debido a ello, normalmente se valora el ruido en el tiempo distinguiendo el "*ruido punta*" que sólo se produce en intervalos pequeños de tiempo, del "*ruido de fondo*", que es prácticamente constante todo el tiempo. Los valores en dB de los dos tipos, y especialmente su diferencia, son lo que nos informa mejor de la molestia producida.

d. Confort Climático¹¹

Calidad del aire

La calidad del aire es una forma de medir las condiciones del aire en espacios interiores. El dióxido de carbono es una magnitud objetiva para determinar la calidad del aire. El ser humano respira este gas incoloro e inodoro que se muestra más activo en proporción directa con la edad y la corpulencia. La concentración de dióxido de carbono al aire libre oscila entre 360 ppm (parts per million) en áreas de aire limpio y 700 ppm en las ciudades. El valor máximo recomendado para los interiores es de 1.000 ppm y el valor límite para oficinas es de 1.500 ppm. Hay que tener mucha precaución, ya que este valor límite se alcanza con cierta facilidad. Por ejemplo, en una oficina de 25 metros cuadrados en la que trabajan cuatro adultos y que ha sido recién ventilada, la concentración de dióxido de carbono asciende a 2.000 ppm una hora después de haber cerrado las ventanas aislantes.

Las fuentes de contaminación atmosférica derivadas de la actividad humana pueden agruparse en tres grandes sectores:



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 2: El Confort

MARTIN E. LARIOS VALLE

Doméstico, por la emisión de contaminantes procedentes de la combustión en preparación de alimentos.

Transporte, principalmente por carretera, aunque también existen otros tipos de transporte (marítimo, aéreo...) que contribuyen igualmente a la emisión de contaminantes

Industrial, en general y en especial aquéllas con procesos de combustión.

Confort térmico¹¹

Intervienen los complejos fenómenos energéticos de intercambio de energía entre el cuerpo y el ambiente. El ser humano, como animal de sangre caliente, mantiene una temperatura interior constante frente a las variaciones exteriores y usa para ello los mecanismos de regulación conocidos como "homeóstasis". (Figura No. 3)



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 2: El Confort

MARTIN E. LARIOS VALLE



Figura No. 3

Principales Factores y parámetros que afectan el Confort térmico

El cuerpo produce energía a partir de los alimentos, por procesos metabólicos (oxidación de grasas), que hacen funcionar los distintos órganos del cuerpo y sirven para fabricar tejidos. En general, el consumo de energía es proporcional al peso de la persona y depende de su grado de actividad.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 2: El Confort

MARTIN E. LARIOS VALLE

Cuando se realiza un trabajo, un 20% de la energía usada se transforma en trabajo mecánico, mientras que el resto se transforma en calor.

Esta producción de calor compensa las pérdidas que tenemos hacia el exterior, y mantiene estable la temperatura, que es lo que da sensación de confort. Si el equilibrio no existe, al aumentar o disminuir la temperatura interna, se produce una sensación de molestia.

La disipación de calor se produce en gran parte por la piel, mediante el proceso de conducción-convección del aire y el de radiación, todo ello **calor sensible** juntamente con la mayor temperatura del aire espirado en relación al inspirado. Además, también existe la eliminación de calor por evaporación mediante la transpiración y con el agua eliminada en la respiración, que es **calor latente**.

Estos sistemas de eliminación de energía están gobernados por la homeostasis, que permite que el cuerpo regule la producción de calor y su pérdida para mantener el equilibrio. Estos órganos actúan modificando el flujo sanguíneo, el metabolismo, la cantidad de transpiración y el ritmo respiratorio.

De acuerdo con estos sistemas de eliminación de energía del cuerpo humano, los "*parámetros térmicos*" de un ambiente serán los que influyen sobre los mismos, o sea:



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 2: El Confort

MARTIN E. LARIOS VALLE

1. Temperatura del aire que envuelve el cuerpo, que regula la cesión de calor por conducción-convección y por respiración.
2. Temperatura de radiación, media ponderada de las superficies que envuelven el cuerpo, que influye sobre los intercambios radiantes.
3. Humedad relativa del aire, que modifica las pérdidas por evaporación de transpiración y la humedad cedida con la respiración.
4. Velocidad del aire respecto al cuerpo, influyente en la disipación por convección y en la velocidad de evaporación de la transpiración.

La acción de los cuatro parámetros es conjunta, aunque actúen sobre mecanismos hasta cierto punto diferentes. La sensación global del cuerpo puede ser independiente de que un mecanismo determinado o una parte del cuerpo concreta esté recibiendo una percepción contraria al efecto conjunto. Este hecho hace que, hasta cierto punto, se puedan compensar sensaciones exageradas y que cualquier evaluación de las cualidades térmicas de un espacio deba tener en cuenta obligatoriamente los cuatro parámetros a la vez.

Respecto a los "*factores de confort térmico*", el más importante es el **grado de actividad** que, influye directamente sobre el metabolismo. También es muy importante el **tipo de vestido**, barrera térmica que influye sobre todo por su resistencia térmica, pero también por su comportamiento al paso de la humedad. En sentido estadístico, influyen **la edad, el sexo y la educación**, dependiendo además todos ellos, del grado de **habitación** a unas determinadas



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 2: El Confort

MARTIN E. LARIOS VALLE

circunstancias climáticas. En este mismo sentido también influye la **situación geográfica** (más resistencia al frío en los países de clima más frío) y la **época del año**, donde a temperaturas iguales corresponden sensaciones diferentes (el frío se nota más en verano), quizás debido a la variación del ritmo vital según las estaciones, hecho que se acusa más en las personas que viven al aire libre.

e. Confort Global¹¹

Al considerar el confort de un ambiente se deberán tener en cuenta simultáneamente los estímulos que llegan al ocupante por los diferentes sentidos y especialmente, desde el punto de vista arquitectónico, por la vista, el oído y el sentido criostésico. Está demostrado que existen influencias de distintos tipos entre las percepciones de los diferentes sentidos, por lo que el análisis independiente puede llevar a errores graves en la valoración de la comodidad de un espacio determinado.

Por otra parte, en muchos casos, no existe una distinción clara entre sensación y percepción. Aunque la consciencia de la reacción que nos provoca un estímulo no significa que cambie nuestra sensación, en muchos casos existen reacciones claramente provocadas por el "*conocimiento*" de la presencia del estímulo, hecho que se debería tener en cuenta. Este tipo de reacciones o por el "conocimiento" pueden seguir leyes de respuesta comunes para los diferentes sentidos.



LA LUZ SOLAR

a. Conceptos básicos¹

La **luz** (del latín *lux, lucis*) es una onda electromagnética, compuesta por partículas energizadas llamadas fotones, capaz de ser percibida por el ojo humano y cuya frecuencia o energía determina su color. La ciencia que estudia las principales formas de producir luz, así como su control y aplicaciones se denomina luminotecnia

El espectro electromagnético¹

En términos generales, el espectro electromagnético abarca amplio intervalo de frecuencias y longitudes de onda. No hay un punto de división claro entre un tipo de onda y el siguiente. Según un orden creciente de frecuencia se dividen en: las de radio, las microondas, los rayos infrarrojos, **la luz visible**, la radiación ultravioleta, los rayos X, los rayos gamma.

De las frecuencias anteriores, las que más nos interesan cuando hablamos de luz natural y arquitectura son la frecuencia de la luz visible y la de los rayos infrarrojos, pero en este estudio nos centraremos únicamente en el espectro visible:



El espectro visible¹

La forma más familiar de ondas electromagnéticas, es aquella parte del espectro electromagnético que el ojo humano puede detectar. Las diversas longitudes de onda de la luz visible se clasifican en colores que van del violeta (longitud de onda de 400 nm) al rojo (700 nm) (Ver Figura No. 4). Los colores del espectro se ordenan como en el arco iris, formando el llamado *espectro visible*. La sensibilidad del ojo es una función de la longitud de onda, siendo máxima a una longitud de onda de aproximadamente 560 nm (amarillo – verde).



Figura No. 4

Frecuencia y longitud de onda se relacionan por la expresión:

$$c = f \lambda$$

donde c es la velocidad de la luz en el vacío, frecuencia f ó ν , y longitud de onda λ .



Objetos visibles¹

Hay dos tipos de objetos visibles: aquellos que por sí mismos emiten luz y los que la reflejan. El color de estos depende del espectro de la luz que incide y de la absorción del objeto, la cual determina qué ondas son reflejadas.

La luz blanca se produce cuando todas las longitudes de onda del espectro visible están presentes en proporciones e intensidades iguales. Esto se verifica en un disco que gira velozmente y que contiene todos los colores distribuidos uniformemente.

El ojo humano es sensible a este pequeño rango del espectro radioeléctrico. Las ondas que tienen menor frecuencia que la luz (por ejemplo la radio), tienen mayor longitud de onda, y rodean los objetos sin interactuar con ellos. Esto permite tener cobertura en el teléfono móvil aún dentro de una casa. Las ondas de mayor frecuencia que la luz tienen una longitud de onda tan pequeña que atraviesan la materia, por ejemplo los rayos X atraviesan algunos materiales como la carne, aunque no los huesos. Es sólo en la franja del espectro que va desde el violeta hasta el rojo donde las ondas electromagnéticas interactúan (se reflejan o absorben) con la materia y permiten ver los objetos, sus formas, su posición. Dentro de esta franja del espectro se puede determinar qué frecuencia o conjunto de frecuencias refleja o emite cada objeto, es decir, el color que tiene.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

Naturaleza de la luz¹

La luz se compone de partículas energizadas denominadas fotones, cuyo grado de energía y frecuencia determina la longitud de onda y el color. Según estudios científicos, la luz tiene una naturaleza dual: en algunos casos la luz actúa como una onda y en otros actúa como una partícula.

Velocidad de la luz¹

La velocidad de la luz en el vacío, según la Teoría de la Relatividad de Einstein, es una constante para todos los observadores y se representa mediante la letra *c* (del latín *celeritas*). En el Sistema Internacional de Unidades se toma el valor: $c = 299.792.458$ m/s.



Unidad de medida ¹

- ✓ Lumen

El Lumen (símbolo: lm) es la unidad del SI para medir el flujo luminoso. La relación entre vatios y lúmenes se llama **equivalente luminoso de la energía** y tiene el valor:

1 watt-luz a 555 nm = 683 lm

555 nm = 555 nanómetros, es la longitud de onda a la que corresponde el verde de la luz visible.

La intensidad luminosa se mide en candelas. La candela se define como la radiación visible emitida por un cuerpo negro de cierto tamaño a cierta temperatura. La potencia luminosa es la fracción de potencia emitida que puede percibirse con el ojo. Su unidad es el lumen, que se define como una intensidad luminosa de una candela en una unidad de ángulo sólido.



✓ Lux

El **lux**, símbolo **lx**, es la Unidad oficial SI de iluminancia o nivel de iluminación. Es igual a un lumen /m².

La luz solar ilumina entre 32.000 y 100.000 luxes en la Tierra.

Una cámara de TV se ajusta iluminando la carta a 2.000 luxes.

Un estudio de TV está iluminado con alrededor de 1.000 luxes.

Una oficina luminosa está iluminada con alrededor de 400 luxes.

La luz de la luna, ilumina alrededor de 1 lux en la Tierra.

Luz de las estrellas ilumina con 0,00005 lux a la Tierra.

b. Utilidades de la luz natural en la arquitectura

En muchos países la aplicación de la luz natural en la arquitectura es más frecuente, al nivel que el uso está contemplado dentro el código técnico de la construcción (reglamento municipal). Por medio de estos sistemas se ha logrado conseguir el confort de manera ecológica y económica. La luz natural es el recurso con más utilidades y totalmente gratuito, las aplicaciones de la luz natural en la arquitectura más comunes en la actualidad son:



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

- a. Calentamiento de agua para consumo domestico.
- b. Calefacción de ambientes por medio de la inercia térmica de los materiales, calentamiento de agua, efecto invernadero.
- c. Iluminación
- d. Producción de energía por medio de placas fotovoltaicas

c. Producción de energía por medio de placas fotovoltaicas

La energía solar es una fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad de energía que consume la humanidad. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, esta puede transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica utilizando paneles solares.

La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m^2 en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia.

Mediante colectores solares, la energía solar puede transformarse en energía térmica, y utilizando paneles fotovoltaicos la energía luminosa puede transformarse en energía eléctrica. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí en cuanto a



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

su tecnología. Así mismo, en las centrales térmicas solares se utiliza la energía térmica de los colectores solares para generar electricidad.

Panel fotovoltaico³¹

Los **módulos fotovoltaicos** o **colectores solares fotovoltaicos** (llamados a veces paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos. La potencia máxima que puede suministrar un módulo se denomina potencia pico.

Las placas fotovoltaicas se dividen en:

Cristalinas:

- Monocristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular o hexagonal).
- Policristalinas: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.



Amorfos: cuando el silicio no se ha cristalizado.

Su efectividad es mayor cuanto mayores son los cristales, pero también su peso, grosor y coste. El rendimiento de las primeras puede alcanzar el 20% mientras que el de las últimas puede no llegar al 1%, sin embargo su coste y peso es muy inferior.

Fundamentos de los sistemas fotovoltaicos¹⁸

El esquema de proceso de un sistema fotovoltaico es el siguiente:





ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

En primer lugar la luz solar incide en los paneles ó módulos fotovoltaicos formados por un material semiconductor de silicio cristalino que posee efecto fotoeléctrico, es decir, transforma (con un rendimiento aproximado del 18%), la luz solar en energía continua de 12 V.

Posteriormente esa electricidad debe acumularse en una batería para disponer de energía durante periodos nocturnos ó de poca irradiación solar (días nublados, o con niebla).

Entre los paneles solares y la batería es necesario incluir un regulador de carga de modo que cuando la batería esté cargada (por medida de su tensión) el regulador cierre el aporte de energía desde los paneles solares a la batería, para impedir la sobrecarga de ésta y por consiguiente el acortamiento de su vida útil.

Finalmente, la energía acumulada por la batería (en forma de corriente continua) puede emplearse como tal en luminarias y otros equipos, si bien lo más habitual es transformar, por medio de un inversor, la corriente continua en alterna a 110, pudiendo entonces alimentar equipos como televisores, lavadoras, refrigeradoras, que trabajan con corriente alterna, y que son habituales e imprescindibles para la vida diaria.



d. Iluminación Natural

La iluminación natural en la arquitectura se divide en dos tipos, iluminación directa e iluminación indirecta o difusa, el uso de las dos opciones depende de la ubicación geográfica del proyecto, características climáticas y de la actividad a desarrollar en los diferentes ambientes.

En las ciudades con mayor horas de irradiación solar anual, no es muy satisfactorio el uso de la iluminación natural directa, se podría decir que en ellas es suficiente hacer uso de la luz difusa, ya que el objetivo es protegerse, totalmente lo contrario a las ciudades con poca irradiación solar anual, estas ciudades naturalmente tienen días fríos por lo que su cielo se mantienen nublados limitando el uso de la luz directa.

Las radiaciones se transforman en calor al ser absorbidas por las superficies. Por esto, al final, la luz es también calor, en la naturaleza o en la arquitectura. De ahí que iluminar un espacio significa calentarlo, tanto más cuanto más luz penetre en el mismo.

Cuando consideramos el color es cuando más se acentúa la diferencia de calidad entre el alumbrado natural y el artificial. La entrada de radiación solar directa tiene un reparto espectral que culturalmente consideramos “perfecto” y los colores de los objetos, reflejados en esta luz, son los únicos que consideramos verdaderos. Esta cualidad de la luz natural, unida a la de su economía energética, justifica cualquier esfuerzo de diseño arquitectónico que contribuya a que los edificios sólo utilicen dicha luz durante las horas diurnas.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

Se distinguen dos componentes en la radiación solar: la radiación directa y la radiación difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones. Sin embargo, tanto la radiación directa como la radiación difusa son aprovechables.

Luz directa

Como su nombre indica, ésta llega directamente desde su foco o fuente hasta el objetivo sin entrar en contacto con ningún tipo de cuerpo opaco. El uso de este elemento depende de la orientación de ventanas de un edificio, el uso de patios, pozos de luz, de lucernarios y de otro tipo de elementos existentes en el mercado tales como domos, claraboyas. Aunque una gran condicionante sería las características geográficas y climáticas del lugar (Figuras No. 5 y 6).



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE



Figura No. 5
Iluminación directa por conducto



Figura No. 6
Luz directa



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

Luz difusa

Luz dispersada de manera aleatoria al incidir sobre una superficie irregular. La luz difusa se puede conseguir con la ayuda de elementos practicables, con simplemente la geometría es decir con la forma de los elementos componentes de la arquitectura en el espacio, la orientación de ventanas, otro colaborador de la intensidad de luz difusa es el color de los elementos (Figuras No. 7, 8, y 9).



Figura No. 7

Luz difusa por medio de elementos practicables



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

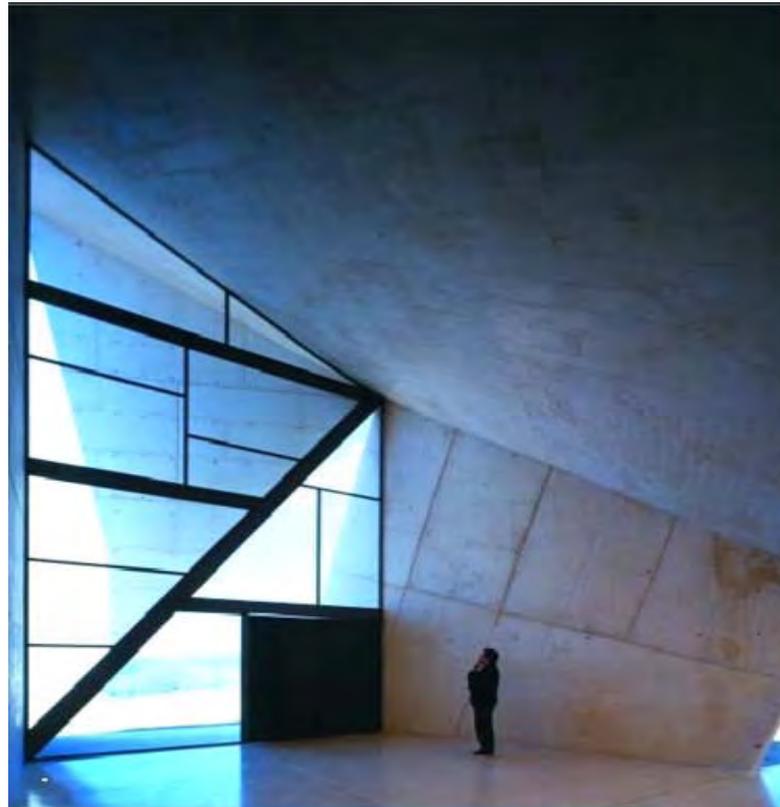


Figura No.8

Luz difusa por medio de la de la geometría y orientación del elemento.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE



Figura No. 9
Luz difusa o luz de cielo.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

En lo que se refiere a la **luz artificial**, está claro que no podemos prescindir de ella, pero hoy en día existen programas informáticos gratuitos como el RELUX y DIALUX que sirven para el cálculo lumínico necesario en cualquier tipo de ambiente. Basta con el conocimiento de la cantidad de luxes necesario para cada función.

La Tabla No. 1 enumera algunos niveles lumínicos en luxes y tipo de luz recomendado para diferentes actividades.

Tabla No. 1⁴⁰
TABLA DE NIVELES DE ILUMINACIÓN

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
ASCENSORES						
Interior	300	500	700		-	-
Rellano	50	100	200		-	-
EDIFICIOS AGRÍCOLAS						
Garajes, Alumbrado general	50	100	200	-	-	
Talleres reparación	200	300	500	-	-	
Graneros, almacenes	50	150	300		-	
Gallineros, porquerizas, conejeros.	50	150	300		-	
Preparación de los alimentos para ganado	100	200	400		-	
ENSEÑANZA						
Dibujo de arte, industrial y costura	500	700	1000		-	-
Gimnasios	150	300	500		-	



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
Pizarras	300	500	700		-	-
Salas de clases y laboratorios	200	500	1000		-	-
Salas de conferencias	200	500	1000		-	-
Vestíbulos, habitaciones de paso	150	500	700		-	-
Vestuarios, tocadores, baños	50	100	250		-	-
GARAJES						
Estacionamientos	100	150	300	-	-	
Reparaciones	200	300	500	-	-	
HABITACIONES						
Cuartos de baños: alumbrado general	50	100	250		-	-
Espejos	200	500	1000			-
Cocinas	150	300	600		-	-
Cuartos de estar: alumbrado general	70	200	400			-
Lectura	200	500	700		-	-
Cuartos de niños	70	200	400			-
Dormitorios	50	100	250			-
Camas	200	500	800			-
Escaleras	100	150	300		-	-
Trabajos de escolares en casa	300	500	750		-	-
HOSPITALES Y CLÍNICAS						
Camas	100	200	400			-
Habitaciones y salas	50	100	250		-	-



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
Alumbrado de noche	10			-	-	-
Examen y lectura	300	500	750			-
Gabinetes dentales, sillón	700	2500	5000	-	-	-
Salas de espera	200	400	600			-
Laboratorios (Patología e información)	300	500	1000	-	-	
Mesas de operación	3000	5000	8000	-	-	-
Quirófanos	300	500	1000	-		
Salas de examen	300	500	1000	-		
Salas de recepción y espera	200	400	600			-
CAFETERÍAS Y RESTAURANTES						
Cocinas	200	400	700		-	-
Comedores y salones	100	300	600			-
Alumbrado localizado	300	500	750	-	-	-
LOCALES INDUSTRIALES						
Comunes a todas la categorías:						
Alumbrado general	100	200	4000	-	-	
Depósitos	50	200	400		-	
Embalaje	100	200	400	-	-	
Entrada, pasillos, escaleras	100	200	500	-	-	
Instrumentos de medida y control	300	500	1000	-	-	
Oficinas de dibujo	100	200	500		-	-
Sobre las mesas de dibujo	700	1000	2000		-	-



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
Industrias bastas: Forjas, laminación	200	400	600		-	
Industria de gran precisión	1000	2500	5000	-	-	
Industrias de precisión: ajustes pulido	600	1000	2000	-		
industrias ordinarias: taladros, torneado	300	600	800	-	-	
Imprenta y Artes Graficas						
Guillotinas y apisonadoras	300	500	1000	-	-	
Máquinas de composición mecánica	300	500	1000	-	-	
Máquinas: salida de las hojas	300	500	1000	-	-	
Máquinas para batir tintas	700	1000	2000	-	-	
Mesas de arreglos, composición	700	1000	2000	-	-	
Industria Alimenticias						
Engatillado, cerrado de cajas	300	500	1000	-	-	
Ensacado	150	200	400	-	-	
Escogido	300	500	1000	-	-	
Esterilización	300	500	1000	-	-	
Refrigeración: Cámaras frigoríficas	50	100	200	-		
Salas de maquinas	150	200	400		-	
Laboratorios	300	500	1000	-	-	
Preparación de pastas, llenado de latas	250	400	600	-	-	
Tratamiento de subproductos	150	200	400	-	-	
Industrias Metalúrgicas						
Alumbrado localizado en los moldes	500	700	1200	-	-	



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
Cabina de pulverización	700	1000	2500	-	-	
Laminado, cizallado y trefilado	200	300	600	-	-	
Nave de guarnecido de carrocería	200	300	600	-	-	
Preparación de chapas, pintura	300	500	1000	-	-	
Dosificación y mezcla de los colores	2000	3500	5000	-	-	
Pulido de pintura, decoración, acabados	300	500	1000	-	-	
Inspección: Detalles a verificar minúsculos	3000	4000	5000	-	-	
Detalles a verificar medianos	300	600	1200	-	-	
Detalles a verificar fino	1000	2000	3000	-	-	
Detalles a verificar muy finos	1500	2500	4000	-	-	
Rebarbado	200	300	600	-	-	
Talleres de montajes: Piezas muy pequeñas	1000	1500	3000	-	-	
Talleres de montajes: Piezas muy medianas	200	300	600	-	-	
Talleres de montajes: Piezas pequeñas	500	1000	2000	-	-	
Talleres: Modelado, embutido, fusilaje.	200	300	600	-	-	
Trabajos de piezas medianas en banco	300	500	1000	-	-	
Trabajos de piezas pequeñas en banco	500	700	1200	-	-	
Trabajos muy finos en banco y maquinaria	1000	1500	3000	-	-	
Industria Química						
Aparatos molinos	200	300	600	-	-	
Molinos, mezclado, triturado	200	300	500	-	-	
Sobre el plano de la mesa	300	600	1200	-	-	



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
Sobre mesas y pupitres	200	300	600	-	-	
Sobre niveles, manómetros	300	500	1000	-	-	
Industria Textil						
Alumbrado localizado	1000	2000	3000	-	-	
Comparación de colores	700	1000	2500	-	-	
Control final	500	700	1200	-	-	
Preparación: Mezcla, vareado, estirado.	150	300	600	-	-	
Talleres de corte	300	500	1000	-	-	
Trabajos sobre el bastidor	300	500	1000	-	-	
Industria Del Transporte:						
Estación de Ferrocarril						
Sala de espera	100	200	400		-	-
Estaciones de Servicio (Gasolineras)						
Lavado y reparación	200	300	500	-	-	
Patios y accesos	150	200	500		-	
Surtidores (Bombas)	200	300	600		-	
Garajes de automóviles						
Lavado, engrasado, cuidado en general	100	150	300	-	-	
Reparación	200	300	500	-	-	
Hangares de Avión						
Alumbrado general	200	300	600	-	-	
Entrenamiento y reparación	300	500	1000	-	-	



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
Muelles Marítimos						
Mercancías	50	100	200		-	
Viajeros	300	500	400		-	-
Venta de Billetes						
Alumbrado general	100	150	300		-	-
Andenes de viajeros	100	200	400		-	-
Casilleros, Distribuidores y taquillas	300	500	1000	-	-	
Salas de equipajes	100	150	300		-	
OFICINAS Y ADMINISTRACIONES						
Archivos	100	200	400		-	-
Manejo de libros, mecanografía	300	500	1000		-	-
Vestíbulos, habitaciones de paso	150	600	700		-	-
TIENDAS						
Grandes Superficies (Centros comerciales)						
Alumbrado general	300	500	1000		-	-
Escaparates sobre calle comercial	1000	3000	5000	-	-	
Escaparates sobre calle no comercial	500	1000	2000	-	-	
Estantes de mercancías	100	200	400	-	-	-
Presentaciones, espaciales y vitrinas	1000	2000	3000	-	-	-
Sobre los mostradores	500	700	1200	-	-	-
Pequeñas Superficies						
Alumbrado general	200	300	500		-	-



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN(LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
Sobre los mostradores	300	500	700	-	-	-
Escaparates	500	1000	2000	-	-	

e. Climatización

La climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los edificios. Dentro de la climatización se distinguen la calefacción, o climatización de invierno, y la refrigeración o climatización de verano.

Calefacción

Son sistemas destinados a climatizar en invierno, los ambientes interiores de los edificios, casas, locales comerciales.

✓ Paneles térmicos³⁹

El fundamento de la energía solar térmica consiste en aprovechar la radiación proveniente del sol para transformarla en calor útil mediante paneles o placas solares (Figuras No. 10 y 11). Este aprovechamiento se realiza por medio de



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

los colectores solares, en los que incide directamente la radiación solar que pasa en gran parte a través de un cristal de características específicas que sirve de cubierta.

Estos rayos ya en el interior, no pueden salir fácilmente, pues dentro de los captadores se sitúa una superficie absorbadora que evita que salgan rebotados los rayos que lo penetran. Por otra parte la cara interna del cristal que hace de cubierta ejerce una nueva función de filtro evitando la salida de los rayos reflejados por la superficie absorbadora. De este modo se aumenta el rendimiento consiguiendo el llamado efecto invernadero.

La superficie absorbadora del interior de los paneles solares térmicos ha sido diseñada específicamente con el objetivo de captar el mayor calor posible, estando compuesto por diversos materiales absorbadores que crean una banda selectiva de alta absorción y baja emisión

Dicha superficie está soldada a una parrilla de tubos de cobre, a través de los cuales se realiza la circulación de un fluido para extraer el calor. En la última fase el fluido caliente proveniente de los colectores cede, mediante un sistema de intercambio, el calor al agua de consumo, lista para ser almacenada y distribuida.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

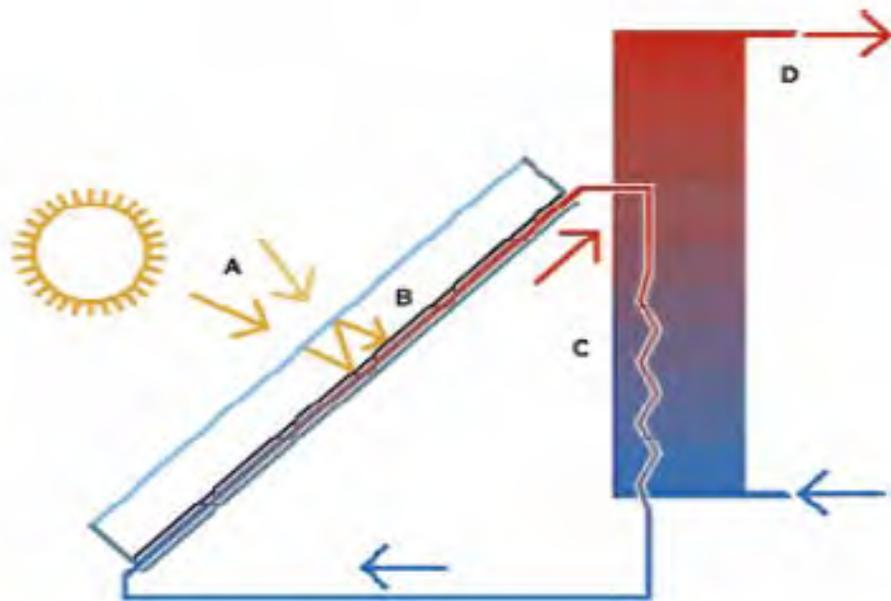


Figura No.10
Panel Térmico



Figura No. 11
Panel Térmico



✓ **El Muro Trombe**

Un muro Trombe o muro Trombe-Michel, es un muro o pared orientada al sol, preferentemente al norte en el hemisferio sur y al sur en el hemisferio norte construida con materiales que puedan acumular calor bajo el efecto de masa térmica (tales como piedra, hormigón, adobe o agua), combinado con un espacio de aire, una lámina de vidrio y ventilaciones formando un colector solar térmico.

Edward Morse patentó el diseño en 1881 (US Patent 246626), pero este fue ignorado hasta 1964. En los años 1960 el diseño fue popularizado por las construcciones que usaban los principios de las casas solares pasivas en Font-Romeu-Odeillo-Via, Francia, por el ingeniero Felix Trombe y el arquitecto Jacques Michel.

Funcionamiento

Su funcionamiento se basa en la diferencia de densidad del aire caliente y el aire frío, que provoca corrientes en una u otra dirección dependiendo de las trampillas que estén abiertas. Estas corrientes de aire caliente o templado calientan o refrescan introduciendo o extrayendo el aire caliente del edificio o las habitaciones donde se instale.



Construcción

Es un dispositivo que puede perfectamente construir cualquiera con un mínimo de conocimientos de construcción. Aunque dependiendo del acabado y de los materiales usados, concretamente los cristales y aislantes, puede dar un rendimiento más o menos óptimo.

Esquemas de funcionamiento

En la Figura No. 12 se puede observar como circulan las corrientes de aire frío (flechas azules) y aire caliente (flechas rojas), dependiendo de la posición de las trampillas (amarillas) que hay en el muro del edificio (naranja).

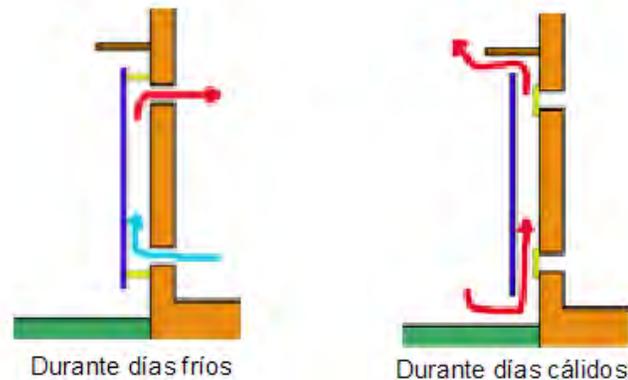


Figura No. 12
Funcionamiento Muro Trombe



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

El concepto del muro Trombe

Durante el día, cuando los rayos del sol atraviesan la lámina de vidrio calentando la superficie oscura del muro calentándolo y almacenando el calor en la masa térmica de este. En la noche, el calor se escapa del muro tendiendo a enfriarse principalmente hacia el exterior. Pero como se encuentra con la lámina de vidrio (es semiopaca a la radiación infrarroja) el calor es entregado al interior del local. Debido a esto la temperatura media diaria del muro es sensiblemente más alta que la media exterior. Si la superficie vidriada es mejorada en su aislamiento térmico (mediante doble o triple vidrio) la pérdida de calor hacia el exterior es mucho menor elevando la temperatura del local a calefactar. Esto permite que mientras en el exterior hay bajas o muy bajas temperaturas el interior del local se encuentre en confort higrotérmico y adecuadamente diseñado y calculado se puede lograr una temperatura constante de 18 o 20°C en el interior de la casa.

En el diseño original, la superficie de captación solar era muy pequeña y había mucha pérdida de calor al ambiente exterior, debido a que la resistencia al paso del calor entre la superficie del colector y el interior es la misma en ambas direcciones.



✓ El efecto invernadero

La Tierra, como todo cuerpo caliente, emite radiación, pero al ser su temperatura mucho menor que la solar, emite radiación infrarroja de una longitud de onda mucho más larga que la que recibe. Sin embargo, no toda longitud de onda mucho más larga que la que recibe. Sin embargo, no toda esta radiación vuelve al espacio, ya que los gases de efecto invernadero absorben la mayor parte. Es decir que grandes cantidades de radiación emitida por la tierra deberían de ser devuelta hacia el espacio, pero con el efecto invernadero, se queda atrapada incrementando el calentamiento global de la tierra.

Esta es la misma función que se aplica como una opción más de sistemas de calefacción. Con la creación de espacios cerrado por materiales transparentes (vidrio) permitiendo el contacto de la luz solar con elementos en el interior del ambiente, esta calienta los materiales y estos luego emiten radiación incrementando el calor en el interior del ambiente, mientras más inercia térmica tienen los materiales en el interior más calor se acumulara.



✓ La inercia térmica de los materiales

Propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe del entorno. Depende de la masa, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de conductividad térmica de estos.

Esta propiedad se utiliza en construcción para conservar la temperatura del interior de los locales habitables más estable a lo largo del día, mediante muros de gran masa. Durante el día se calientan, y por la noche, más fría, van cediendo el calor al ambiente del local.

En la Tabla No. 2 se puede observar que de los materiales comunes poseen una gran capacidad calorífica: el agua. Muros de agua, la tierra o suelo seco compactado (adobe, tapia), y piedras densas como el granito junto a los metales como el acero. Estos se encuentran entre los 500 y 1000 kcal/m³ °C



Tabla No. 2³⁰

INERCIA TÉRMICA DE LOS MATERIALES

Material	Calor específico	Densidad	Capacidad calorífica
	kcal/kg · °C	kg/m ³	kcal/m ³ · °C
Agua	1	1000	1000
Acero	0.12	7850	950
Tierra seca	0.44	1500	660
Granito	0.2	2645	529
Madera de roble	0.57	750	430
Ladrillo	0.20	2000	400
Madera de pino	0.6	640	384
Hormigón	0.16	2300	350
Mortero de yeso	0.2	1440	288
Tejido de lana	0.32	111	35
Poliestireno expandido	0.4	25	10
Poliuretano expandido	0.38	24	9
Fibra de vidrio	0.19	15	2.8
Aire	0.24	1.2	0.29



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

Luego se encuentra otro grupo que va de 300 a 500 kcal/m³ °C entre los que se ubica la mayoría de los materiales usuales en la construcción actual, como el ladrillo, el hormigón, las maderas, los tableros de yeso roca y las piedras areniscas.

En un último grupo se encuentra (3 a 35 kcal/m³ °C), los aislantes térmicos de masa como la lana de vidrio, las lanas minerales, el poliestireno expandido y el poliuretano expandido que por su “baja densidad” debido a que contienen mucho aire poseen una capacidad calorífica muy baja pero sirven como aislantes térmicos.

Un caso especial es el aire (0,29 kcal/m³.°C; 0,34 W/m³.°C), que sirve como un medio para transportar el calor en los sistemas pasivos pero no para almacenar calor en su interior.

El muro Trombe es uno de los tantos ejemplos del uso de la inercia térmica para calentar un ambiente. (Figura No. 13)

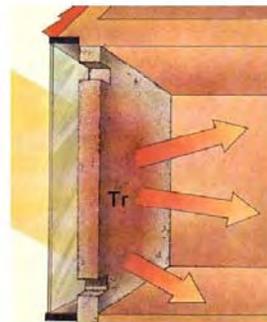


Figura No. 13 Muro Trombre



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 3: La Luz Solar

MARTIN E. LARIOS VALLE

Un ejemplo de la inercia térmica para ayudar a enfriar un ambiente es **la Chimenea solar**.

Una descripción simple de una chimenea solar, es la de un eje vertical que utiliza energía solar para realzar la ventilación natural del apilado de pisos en un edificio.

Esta chimenea solar permite la circulación del aire a través de un intercambiador de calor geotérmico para proveer refrescamiento pasivo a una casa. (Figura No. 14)

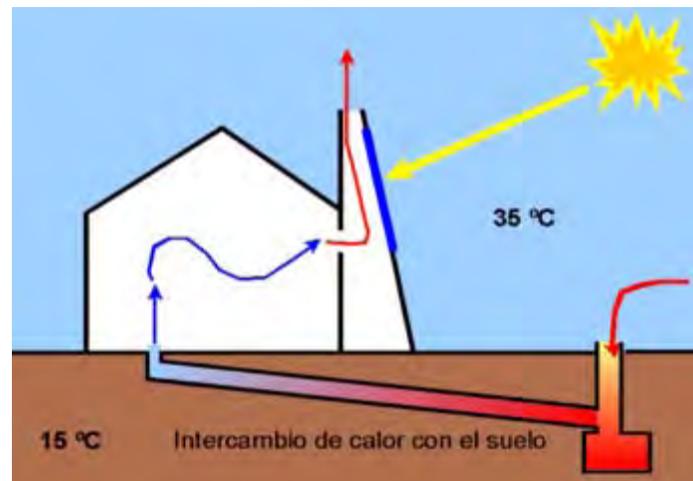


Figura No. 14



VENTILACIÓN²⁸

En arquitectura se denomina **ventilación** a la renovación del aire del interior de una edificación mediante extracción o inyección de aire. La finalidad de la ventilación es:

- Asegurar la renovación del aire respirable.
- Asegurar la salubridad del aire, tanto el control de la humedad, concentraciones de gases o partículas en suspensión.
- Luchar contra los humos en caso de incendio.
- Bajar las concentraciones de gases o partículas a niveles adecuados para el funcionamiento de maquinaria o instalaciones.
- Proteger determinadas áreas de patógenos que puedan penetrar vía aire.
- Colaborar en el acondicionamiento térmico del edificio.

Se realiza mediante el estudio de las características arquitectónicas, uso y necesidades de cada área.



a. Tipos de Ventilación²⁸

Ventilación Forzada

Es la que se realiza mediante la creación artificial de depresiones o sobrepresiones en conductos de distribución de aire o áreas del edificio. Éstas pueden crearse mediante extractores, ventiladores, unidades de tratamiento de aire (UTAs) u otros elementos accionados mecánicamente.

Ventilación Natural

Es la que se realiza mediante la adecuada ubicación de superficies, pasos o conductos aprovechando las depresiones o sobrepresiones creadas en el edificio por el viento, humedad, sol, convección térmica del aire o cualquier otro fenómeno sin que sea necesario aportar energía al sistema en forma de trabajo mecánico.

La actuación del viento sobre los edificios tiene repercusiones directas e indirectas acerca de las condiciones del ambiente interior. Por una parte, el viento influye en el microclima que envuelve a las construcciones; por otra, actúa en los cerramientos de los edificios incrementando las pérdidas de calor hacia el exterior de las superficies sobre las que incide y, por último, penetrando por aberturas y rendijas, genera movimientos y renovación del aire interior. Con todo, no sólo cambian condiciones del interior, sino que también afecta directamente el bienestar térmico de los ocupantes, que notan en sus cuerpos los efectos del aire en movimiento.



b. La renovación del aire

El objetivo de la acción de la renovación del aire es la sustitución del aire contenido en una sala por otro equivalente de aire limpio en un período de tiempo determinado (Ver Tabla No. 3).

Tabla No. 3³⁷

FACTORES DE RENOVACIÓN DE AIRE PARA SISTEMAS DE VENTILACIÓN.

Los cambios de aire por hora enlistados a continuación, son de uso recomendable.

Actividad	Renovaciones o cambios de Aire
Albercas Techadas	6 a 14 x hr
Área de Producción: Sin contaminantes	5 a 15 x hr
Área de Producción: Con contaminantes, poco, una o dos veces por semana.	6 a 16 x hr
Área de Producción: Con contaminantes, mucho, una o dos veces por semana.	8 a 19 x hr
Área de Producción: Con contaminantes, diario, intermitente y poco.	7 a 15 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, diario, intermitente y mucho.	10 a 25 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, diario, intermitente, poco y se estanca.	8 a 18 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, diario, intermitente, mucho y se estanca.	11 a 28 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, constante y poco.	15 a 30 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, constante y mucho.	18 a 35 x hr.
Área de Producción: Con contaminantes, constante, poco y se estanca.	16 a 34 x hr.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Actividad	Renovaciones o cambios de Aire
Área de Producción: Con contaminantes, constante, mucho y se estanca.	19 a 49 x hr.
Almacenes para Alimentos.	5 a 15 x hr.
Almacenes para Muebles.	3 a 19 x hr.
Almacenes para Químicos.	5 a 15 x hr.
Auditorios.	20 a 25 x hr.
Bancos.	5 a 19 x hr.
Baños o Lavabos Residenciales.	6 a 14 x hr.
Baños o Lavabos Industriales.	10 a 16 x hr.
Baños o Lavabos Públicos.	10 a 16 x hr.
Bares o Tabernas.	5 a 10 x hr.
Bibliotecas.	4 a 8 x hr.
Bodegas.	3 a 10 x hr.
Bodegas con montacargas, eléctricos.	3 a 10 x hr.
Bodegas con montacargas, gas o diesel.	5 a 10 x hr.
Cafeterías.	9 a 12 x hr.
Campanas para Ácidos.	3000 a 6000 x hr.
Campanas para Cocinas Industriales o Comercios.	2400 a 3600 x hr.
Campanas para Humo Denso.	2400 a 4200 x hr.
Campanas para Humo Ligero.	1800 a 3000 x hr.
Campanas para Hornos.	1200 a 4200 x hr.
Campanas para Pintura Base Polvo.	240 a 420 x hr.
Campanas para Pintura Base Solvente.	360 a 600 x hr.
Campanas para Polvo Ligero.	1800 a 3000 x hr.
Campanas para Polvo Denso.	2700 a 4800 x hr.
Campanas para Restaurantes.	2400 a 3600 x hr.
Campanas para Vapores.	2400 a 4800 x hr.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Actividad	Renovaciones o cambios de Aire
Cantinas.	4 a 6 x hr.
Casetas de Pintura Base Polvo.	240 a 420 x hr.
Casetas de Pintura Base Solvente.	360 a 600 x hr.
Centros Comerciales.	5 a 12 x hr.
Centros Nocturnos.	9 a 14 x hr.
Cines.	5 a 9 x hr.
Clubs Privados.	6 a 8 x hr.
Clubs Privados con fumadores.	8 a 10 x hr.
Cocinas Residenciales o de Oficinas.	5 a 20 x hr.
Cocinas Industriales.	15 a 20 x hr.
Comercios.	5 a 12 x hr.
Corredores Tránsito alto.	3 a 4 x hr.
Corredores Tránsito bajo.	2 a 3 x hr.
Cuartos de Calderas.	10 a 25 x hr.
Cuartos de Computo o Computadoras.	15 a 30 x hr.
Cuartos con Equipo Electrónico.	15 a 30 x hr.
Cuartos de Mantenimiento.	9 a 22 x hr.
Cuartos de Motores.	7 a 18 x hr.
Cuartos de Transformadores.	15 a 40 x hr.
Deportivos Techados, basquetbol, volibol, frontón, squash.	10 a 14 x hr.
Discotecas.	9 a 14 x hr.
Escaleras Tránsito alto.	3 a 4 x hr.
Escaleras Tránsito bajo.	2 a 3 x hr.
Escuelas (Aulas).	5 a 12 x hr.
Fábricas de Muebles.	5 a 12 x hr.
Fábricas de Vidrio.	15 a 30 x hr.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Actividad	Renovaciones o cambios de Aire
Fábricas en General.	5 a 12 x hr.
Fábricas con Gases Ligeros.	6 a 14 x hr.
Fábricas con Gases Tóxicos.	10 a 30 x hr.
Fábricas de Papel	15 a 20 x hr.
Fábricas Textiles	15 a 20 x hr.
Farmacias.	5 a 12 x hr.
Fundiciones.	16 a 30 x hr.
Garages para Autos.	6 a 15 x hr.
Gasolineras. (Obligatorio Equipo a Prueba de Explosión)	10 a 20 x hr.
Gimnasios.	5 a 12 x hr.
Guardarropas.	6 a 10 x hr.
Habitaciones Residenciales.	1 a 2 x hr.
Hospitales y Clínicas.	5 a 10 x hr.
Iglesias Techos Bajos.	10 a 20 x hr.
Iglesias o Catedrales Techos Altos.	10 a 15 x hr.
Imprentas.	6 a 15 x hr.
Industrias de Alimentos.	5 a 14 x hr.
Industrias Avícolas Ponedoras Invierno.	0.3 m ³ /hr x animal
Industrias Avícolas Ponedoras Verano.	8 m ³ /hr x animal
Industrias Avícolas Broilers Invierno.	0.2 m ³ /hr x animal
Industrias Avícolas Broilers Verano.	5 m ³ /hr x animal
Industrias Avícolas Pollitos Invierno.	0.1 m ³ /hr x animal
Industrias Avícolas Pollitos Verano.	1 m ³ /hr x animal
Industrias Con Calor Diferencial Térmico de 10°C.	10 a 20 x hr
Industrias Con Calor Diferencial Térmico de 20°C.	15 a 25 x hr.
Industrias Con Calor Diferencial Térmico de 30°C.	20 a 35 x hr.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Actividad	Renovaciones o cambios de Aire
Industrias Con Calor Diferencial Térmico de 40°C.	30 a 60 x hr.
Industrias Con Hornos.	30 a 60 x hr.
Industrias Ganaderas Vacas de Leche Invierno.	150 m ³ /hr x animal
Industrias Ganaderas Vacas de Leche Verano.	300 m ³ /hr x animal
Industrias Ganaderas Reses de Carne Invierno.	120 m ³ /hr x animal
Industrias Ganaderas Reses de Carne Verano.	240 m ³ /hr x animal
Industrias Ganaderas Terneros de Engorde Invierno.	50 m ³ /hr x animal
Industrias Ganaderas Terneros de Engorde Verano.	150 m ³ /hr x animal
Industrias Ganaderas Terneros de Cría Invierno.	30 m ³ /hr x animal
Industrias Ganaderas Terneros de Cría Verano.	90 m ³ /hr x animal
Industrias de Plásticos.	8 a 18 x hr.
Industrias Porcícolas Engorde menor a 50 kg Invierno.	20 m ³ /hr x animal
Industrias Porcícolas Engorde menor a 50 kg Verano.	50 m ³ /hr x animal
Industrias Porcícolas Engorde mayor a 50 kg Invierno.	40 m ³ /hr x animal
Industrias Porcícolas Engorde mayor a 50 kg Verano.	110 m ³ /hr x animal
Industrias Porcícolas Reproductor Invierno.	50 m ³ /hr x animal
Industrias Porcícolas Reproductor Verano.	150 m ³ /hr x animal
Industrias Porcícolas Cerda y Camada Invierno.	50 m ³ /hr x animal
Industrias Porcícolas Cerda y Camada Verano.	300 m ³ /hr x animal
Invernaderos de 14 a 18°C.	40 a 50 x hr
Invernaderos de 19 a 21°C.	44 a 54 x hr
Invernaderos de 22 a 25°C.	48 a 58 x hr
Invernaderos de 26 a 29°C.	52 a 62 x hr
Invernaderos de 30 a 33°C.	56 a 66 x hr
Invernaderos de 34 a 38°C.	60 a 70 x hr



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Actividad	Renovaciones o cambios de Aire
Laboratorios.	6 a 8 x hr
Lavanderías.	15 a 30 x hr
Librerías.	4 a 8 x hr
Mercados.	6 a 12 x hr
Oficinas.	5 a 8 x hr

c. El movimiento del aire¹⁰

El origen de la presencia del viento es, una vez más, la radiación solar. El calentamiento no uniforme de las superficies del planeta bajo la acción del sol unido a su rotación, establecen las pautas de los vientos que se generan a gran escala en nuestro globo. Sin embargo, a escala más reducida, las circunstancias geográficas y topográficas son las que determinan los vientos presentes en un microclima concreto. De esta forma, en cada lugar de la geografía existe un régimen de vientos irregulares, con lo que es muy difícil prever las condiciones posibles de intensidad y dirección del viento en un momento determinado.

A pesar de ello, sí que existen factores propios de cada lugar que nos informan sobre la probabilidad, mayor o menor, de que aparezca un viento en concreto. Así, sabemos que en las zonas próximas a la costa, se origina un régimen de



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

brisas (mar-tierra de día y tierra-mar de noche), perpendiculares a dicha costa, debido a la diferente capacidad térmica del agua y de la tierra (Figura No. 15).

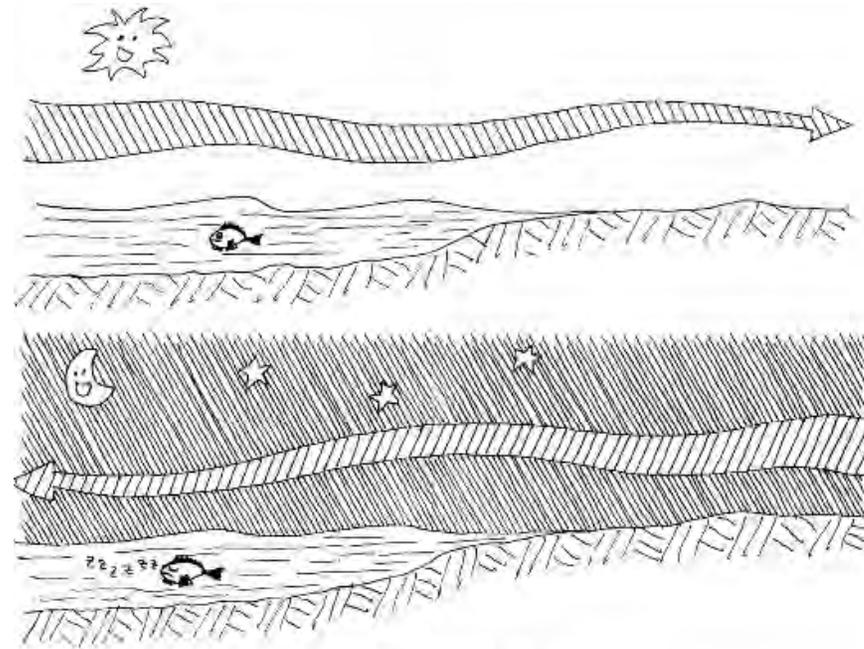


Figura No. 15

Igualmente, en zonas montañosas y junto a bosques o ciudades, puede suponerse cuáles serán los tipos de vientos más frecuentes, sea teniendo en cuenta cómo se generan brisas en estas zonas limítrofes, donde el bosque siempre tiene más inercia que el campo en general y éste más que las zonas urbanizadas, o considerando cómo las barreras fijas del relieve, del arbolado o de los edificios, desvían los vientos dominantes de la zona.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

La primera acción a considerar es la de las **barreras** que el viento puede encontrar en su circulación, sean estas construidas o vegetales.

Como regla general y para un viento típico, con cualquiera de estos tipos de barreras la intensidad del viento queda reducida a la mitad hasta una distancia de diez a quince veces la altura de la barrera, siempre dependiendo de la forma de la misma. (Figura No. 16)

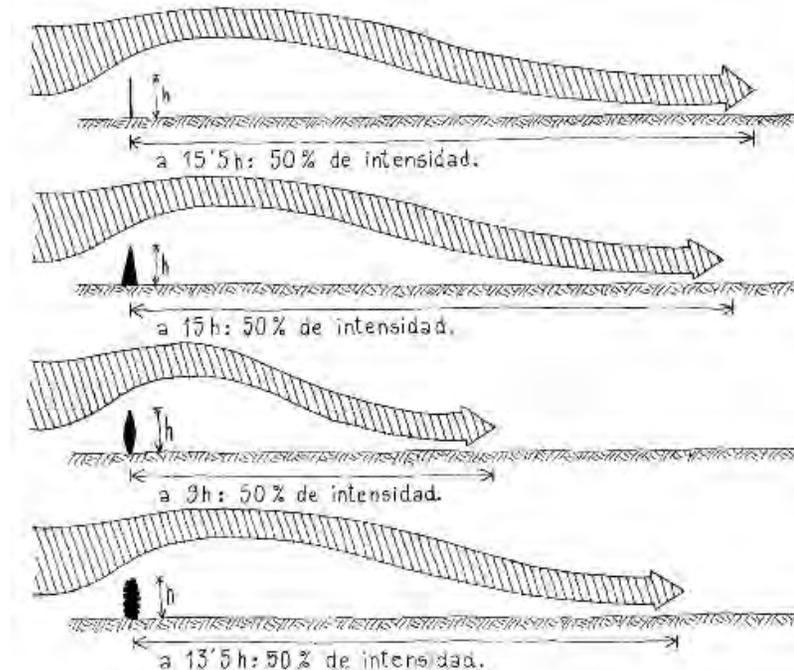


Figura No. 16



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Una reducción mayor, de hasta la cuarta parte de la intensidad, se conseguirá con barreras continuas (no vegetales), hasta una distancia del orden de diez veces la altura de la barrera.

Un caso que merece especial atención, con relación a la incidencia del viento sobre un edificio, es el de los árboles situados en su proximidad. La presencia de arbolado, en relación con el mismo edificio, debe significar la generación de zonas distintas en su entorno, más o menos protegidas o, incluso, el aumento de la acción del viento, según su disposición concreta.

Es importante estudiar cada caso en planta y en sección, a nivel de aproximación gráfica.

Sobre una forma básica simple, paralelepípeda, cuando el viento incide perpendicularmente a una de las caras, se genera una acentuada sobrepresión en dicha cara, una depresión de menor cantidad en la opuesta y una ligera depresión en las caras laterales, en la zona más próxima a la cara sobre presionada. (Figura No. 17)

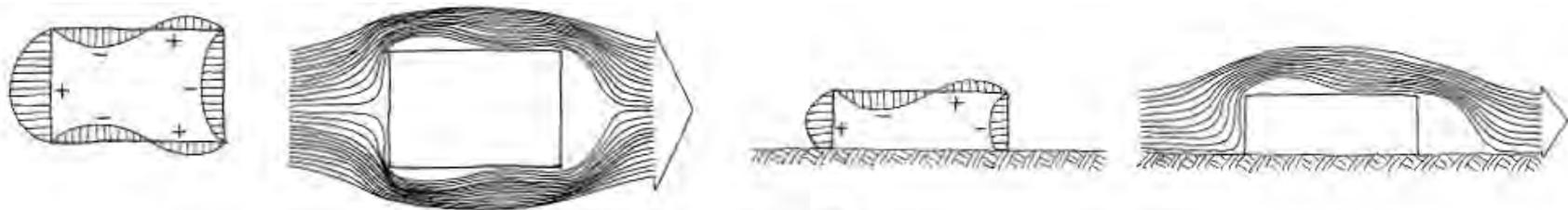


Figura No. 17



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Una vez conocidas las presiones que el viento ejerce sobre los cerramientos del edificio, el paso siguiente será determinar los flujos de aire a través del mismo.

Como regla general, el flujo de aire no tenderá a repartirse entre caminos distintos, sino que seguirá el que le sea más fácil, o sea aquel en el que exista una diferencia de presiones más alta y una resistencia a su paso más baja. (Figura No. 18)

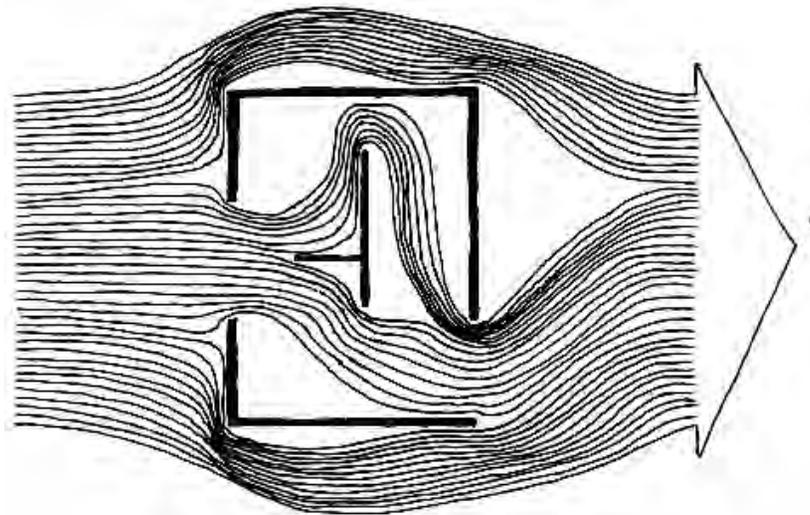


Figura No. 18



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Otra recomendación general, en caso de desear que se favorezca la ventilación, será sobredimensionar la superficie de las salidas de aire respecto a las de entrada, de esta forma el aire de salida circula más lento que el de entrada, para un mismo caudal total.

Analizando la disposición de las aberturas, siempre será conveniente situar las de salida en posición alta y las de entrada en situación baja. Aunque eso no tiene especiales ventajas en caso de que exista un viento de mínima intensidad, sí es útil en situaciones de calma, en las que el aire más caliente sube hacia la parte más alta de los locales, tiende a salir por las aberturas y es sustituido por el aire más fresco que penetra por las aberturas inferiores. (Figura No. 19)

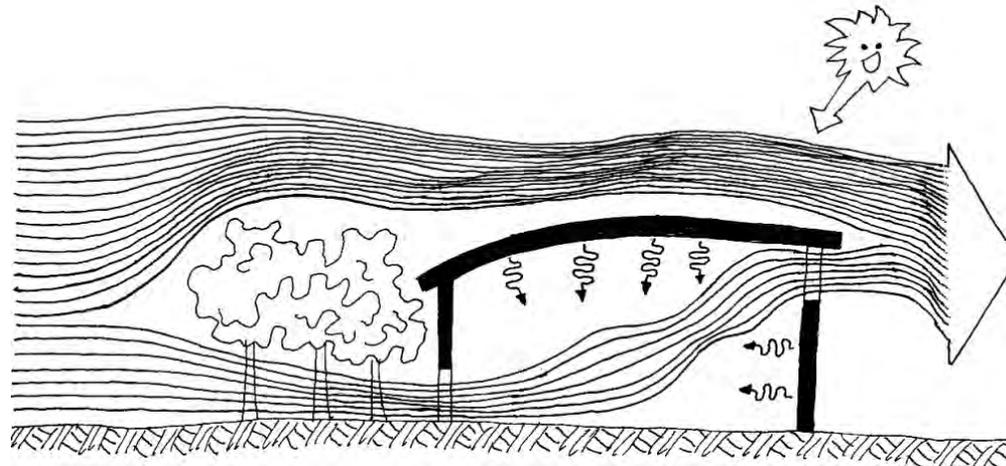


Figura No. 19



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

El paso siguiente debería ser la elección de la **forma** más adecuada para el edificio, aerodinámica si el viento es un problema y todo lo contrario si es deseable. Las formas alargadas se situarán transversales a la dirección de los vientos agradables (brisas en verano, por ejemplo) y paralelas a las del viento inconveniente. En esta orientación de la forma, el punto más crítico puede ser la combinación positiva de la acción del viento con la orientación solar adecuada, pero en general la solución resulta más fácil de lo que puede parecer. (Ver Figura No. 20)

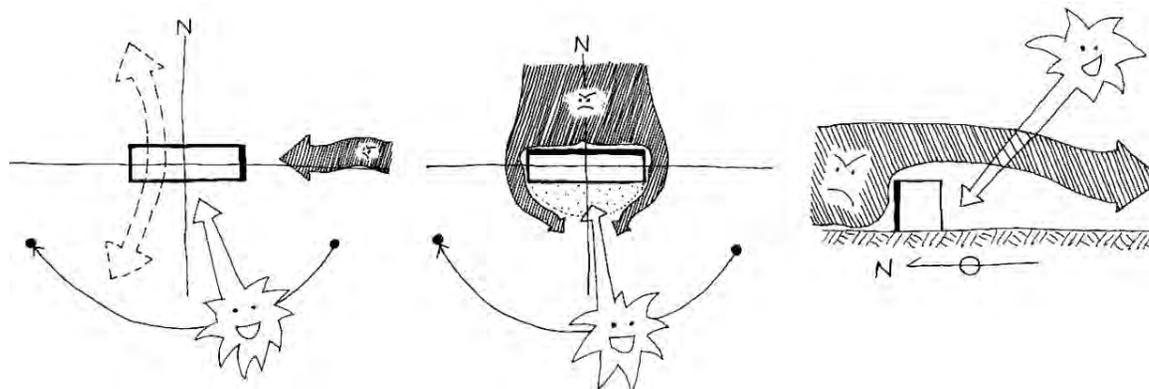


Figura No. 20

Las aberturas, será importante elegir adecuados dispositivos de regulación del flujo del aire. Las ventanas típicas “todo o nada”, resultarán muy poco flexibles en la práctica y, especialmente en climas variables, es importante elegir



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

sistemas que permitan distintas posiciones que regulen el flujo, desde la abertura total hasta el hermetismo casi absoluto. (Figura No. 21)

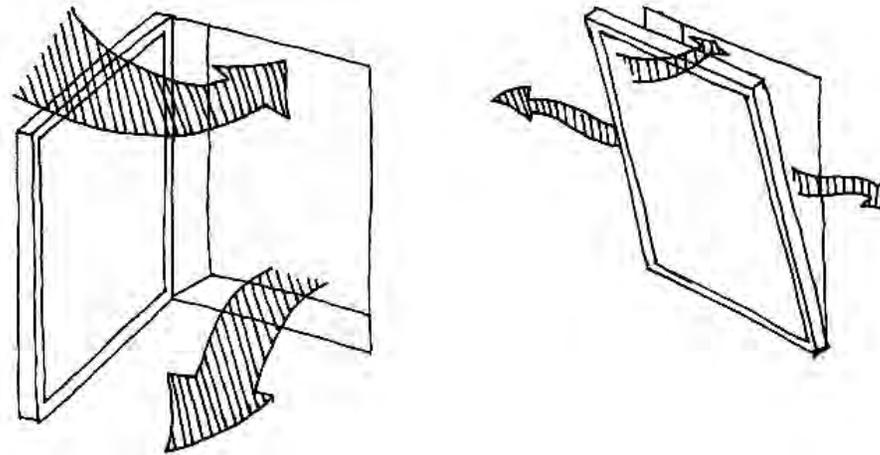


Figura No. 21

Con las medidas, bien aplicadas, resulta posible asegurar un control natural de los efectos del viento en la arquitectura sin necesidad de acudir a sistemas artificiales, siempre expuestos a averías, a consumo de electricidad, producción de CO2 a su vez afectando el tema económico.



d. Sistemas generadores del aire

Los sistemas generadores de movimiento de aire son aquellos componentes que fuerzan el paso del aire mediante el efecto de las depresiones o sobrepresiones que generan. Sus efectos se valoran a partir de las renovaciones horarias del aire (rh) que se fuerzan. Las renovaciones horarias se calculan en metros cúbicos por hora y por metro cubico de volumen habitable. Pero además representan, para cada caso concreto, una velocidad del aire interior (v_i), que se mide en metros por segundo.

El primero y más sencillo de los sistemas para mover el aire es la **ventilación cruzada**. Aconsejable en todos los climas cálidos húmedos así como en climas templados en verano, las aberturas deben situarse en fachadas que comuniquen con espacios exteriores en condiciones de radiación o de exposición al viento distintas. (Figura No. 22)

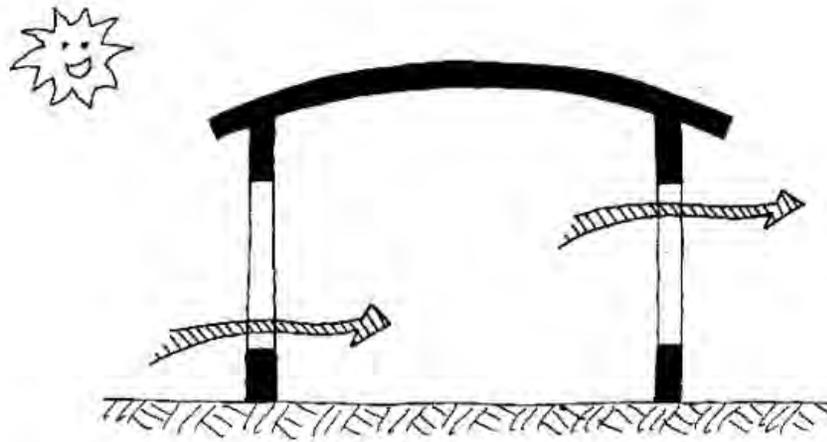


Figura No. 22



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Otro sistema, es el **efecto chimenea**, que se produce al crear una salida de aire con agujeros situados en la parte superior del espacio, conectadas si es posible a un conducto de extracción vertical. La propia diferencia de densidad del aire, en función de la temperatura, hace que el aire caliente salga por estas aberturas superiores. (Figura No. 23)

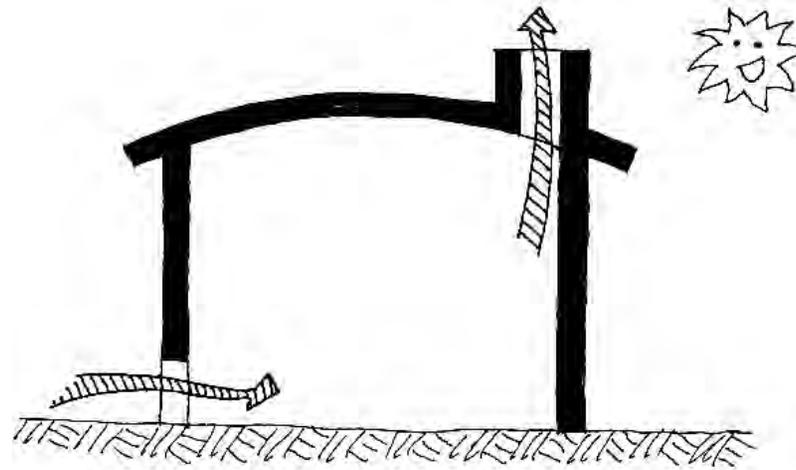


Figura No. 23

Este sistema se completa con la presencia de aberturas inferiores para entrada de aire más frío, que aseguran su funcionamiento. La ventilación que genera no es muy alta, del orden de 4 a 8 renovaciones horarias, aunque suficiente



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

para evitar la estratificación de aire caliente en la parte superior de los ambientes interiores, pero no funciona muy bien en caso de que la temperatura exterior sea alta.

Otro sistema es la **cámara o chimenea solar**, que funciona captando radiación dentro de una cámara con una superficie de color oscuro protegida por una cubierta de cristal. Al calentarse el aire y disminuir su densidad, se produce un efecto de succión en las aberturas inferiores en contacto con el interior y una extracción del aire. Estas cámaras solares se orientan hacia la máxima intensidad de la radiación solar directa y no crean una ventilación demasiado alta, con renovaciones entre 5 y 10 volúmenes por hora, aunque tienen otras ventajas, como el hecho de que pueden combinarse fácilmente con sistemas de tratamiento de aire, o que su rendimiento aumenta con la intensidad de la radiación, paralelamente al aumento de calor que esta radiación produce. (Figura No. 24)

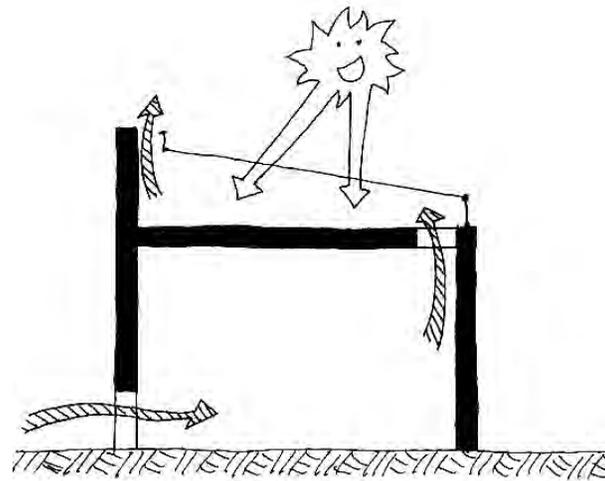


Figura No. 24



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Otros sistemas para extraer aire del interior son los **aspiradores estáticos**, que producen una depresión interior en el edificio debido a la succión generada por efecto Venturi en un dispositivo estático situado en la cubierta. Existe una gran variedad de tipos de aspiradores estáticos, tanto según su tamaño, que permite adaptarlos a muchas cubiertas, como por lo que respecta a las formas en las que se fabrican. (Figura No. 25)

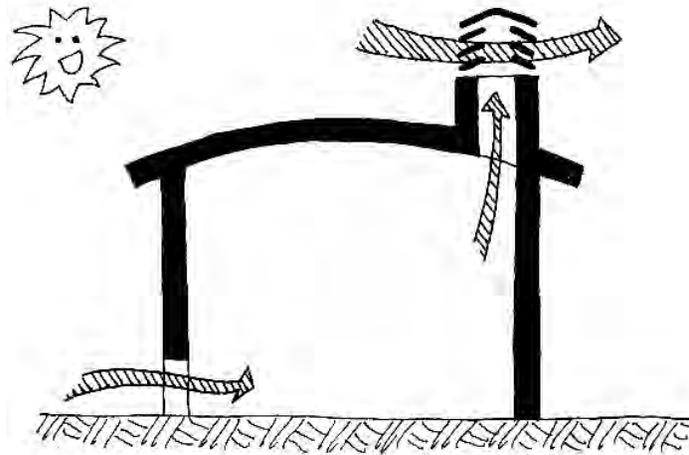


Figura No. 25

Son sistemas de ventilación utilizables para los climas templados y los cálidos, pero deben de ser zonas con vientos constantes si queremos que tengan utilidad real. Los caudales de extracción son muy variables, siempre dependen tanto de los tipos de dispositivos escogidos como de la intensidad del viento. En el caso de vientos de cierta intensidad es fácil generar renovaciones horarias superiores a 10 volúmenes por hora.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

También se puede crear movimiento de aire hacia el interior del edificio, en sentido contrario a los sistemas tratados hasta ahora, como es el caso de las torres de viento. En ellas se utiliza una torre, que se eleva hasta una altura suficiente por encima de la cubierta del edificio y recoge el viento donde éste es más intenso. El aire así captado se conduce hasta la parte baja de los locales mediante conductos. (Figura No. 26)

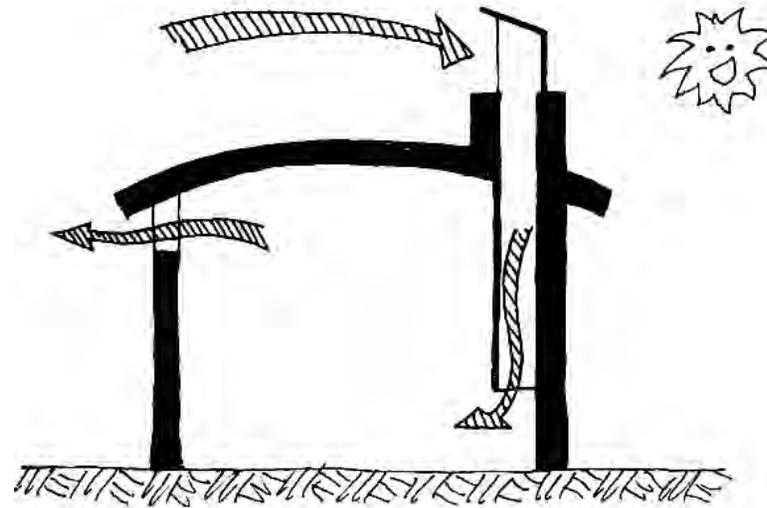


Figura No. 26

Es un sistema válido para climas cálidos con vientos frecuentes e intensos, pero la ventilación que genera no es muy grande, con renovaciones horarias de entre 3 y 6 volúmenes por hora. La ventaja de estas torres es que se pueden combinar con diversos sistemas de tratamiento del mismo y con los sistemas de extracción ya mencionados.



e. Sistemas de tratamiento del aire¹¹

Si consideramos los **sistemas de tratamiento del aire**, vemos que son componentes que permiten que un determinado caudal de aire de ventilación pueda mejorar sus condiciones iniciales. Estos sistemas se caracterizan por el cambio que producen en las condiciones del aire que entra al ambiente interior, que normalmente son la temperatura o la humedad el mismo. (Figura No. 27)

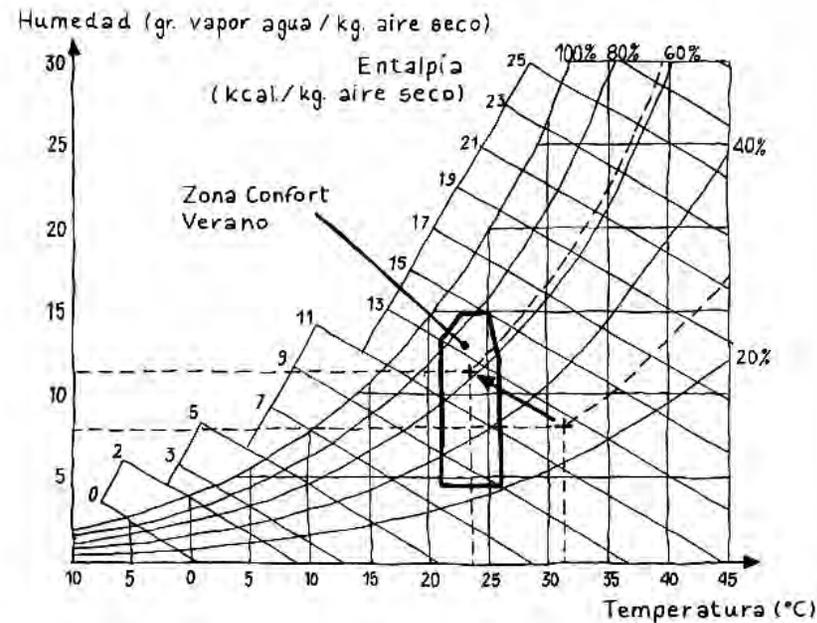


Figura No. 27



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Los más habituales son los que favorecen la evaporación del agua en la corriente de aire. Este efecto de **refrigeración evaporativa** se basa en el principio de que un líquido, al evaporarse, roba energía del aire con el que está en contacto y lo enfría, aparte de que aumenta su contenido de vapor de agua. Por ello, en el caso de un ambiente muy húmedo, el aire tendrá poca capacidad de evaporación. Son sistemas apropiados para climas cálidos secos o situaciones similares en climas templados en verano, y su funcionamiento depende básicamente de la relación existente entre la superficie de agua y el volumen de aire tratado. (Figura No. 28)

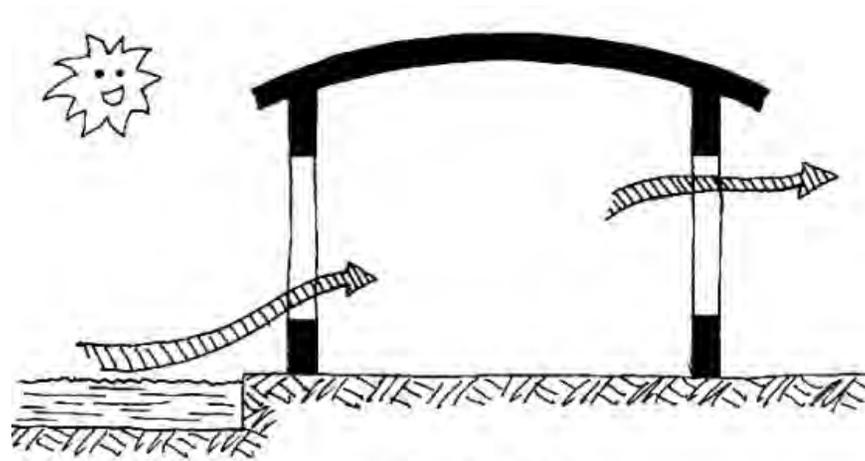


Figura No. 28



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Un sistema de tratamiento del aire del mismo tipo, son las torres evaporativas, que tienen paredes humedecidas en contacto con el aire. La evaporación produce una impulsión hacia el interior del aire enfriado, aunque este efecto es muy reducido y por lo tanto el sistema sólo será útil en combinación con sistemas de extracción que fuercen el paso del aire por las paredes de la torre. Si la torre está diseñada a la vez como toffe de viento para captar la entrada de aire, también se verá favorecido el paso del mismo. (Figura No. 29)

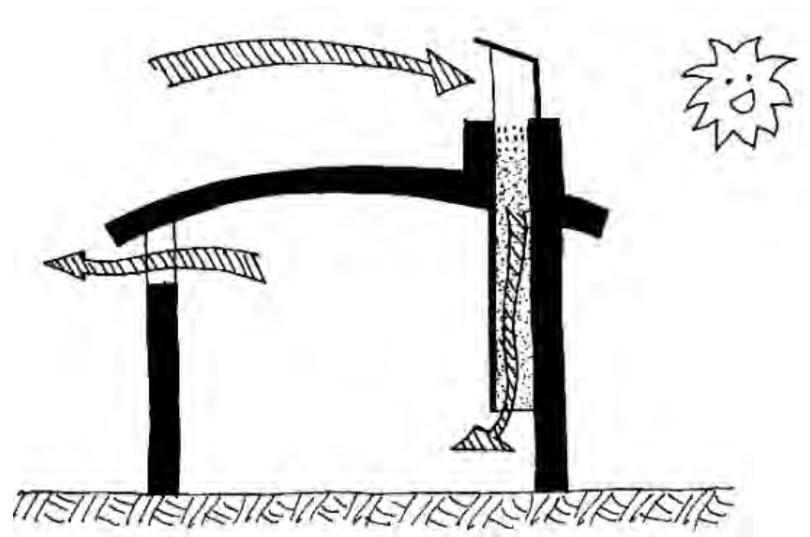


Figura No. 29



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

Se trata de sistemas útiles para tratar pequeños espacios, ya que en otro caso la relación entre la superficie húmeda de contacto y el volumen de aire a tratar será demasiado pequeña y su efecto en el ambiente interior inapreciable.

El patio es otra solución de ventilación y tratamiento, aparentemente muy sencilla, y resulta compleja por el hecho de que, en el mismo, ya actúan muchos fenómenos simultáneos, siendo difícil aislar el efecto de cada uno del conjunto. Su efecto ambiental consiste en crear un espacio abierto dentro del volumen de un edificio, que genera un microclima específico relativamente controlado y actúa como filtro entre las condiciones exteriores y las interiores.

Como otros espacios intermedios el patio no actúa sólo sobre las condiciones térmicas, sino que también tiene efectos lumínicos y acústicos. Como tratamiento del aire, que es el caso que analizamos aquí, actúa sobre su temperatura y humedad, siempre por efecto evaporativo, en los casos en que exista una fuente o un estanque dentro de este microclima.

También actúa de otras formas, protegiendo su ámbito de la radiación solar directa, manteniendo así más baja la temperatura del aire y la posible existencia de vegetación también es una protección, a la vez que un posible aporte de humedad. Con esta complejidad el patio se adapta a climas muy diversos, pero en general su actuación es recomendable en climas cálidos secos o templados. (Figura No. 30)



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 4: Ventilación

MARTIN E. LARIOS VALLE

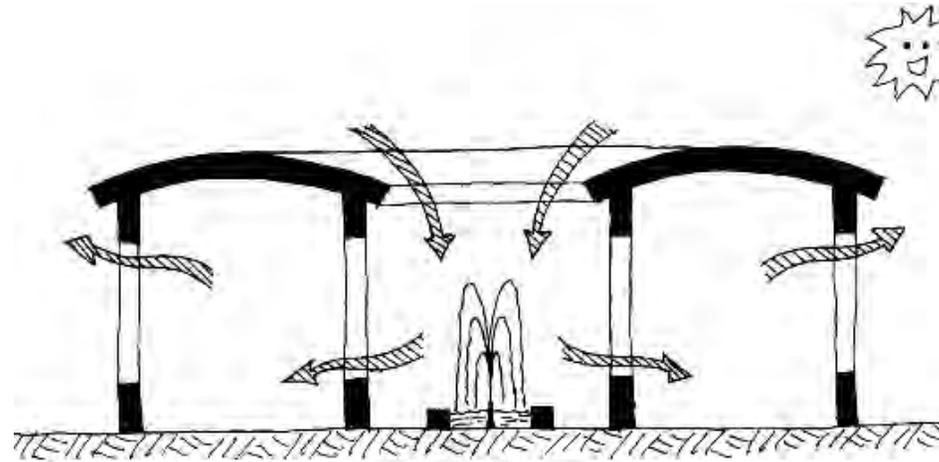


Figura No. 30

La **ventilación subterránea** consiste en favorecer la entrada del aire que proviene de un conjunto de conductos enterrados. En este caso se aprovecha la inercia del terreno para suministrar aire frío en tiempo cálido, mediante el contacto del aire de ventilación con el terreno. (Figura No. 31)

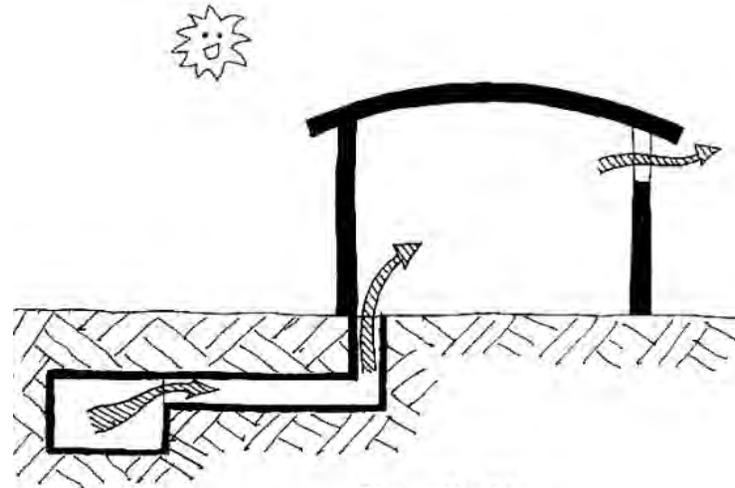


Figura No. 31

Es un sistema adecuado en climas con gran oscilación térmica, ya que los conductos situados a gran profundidad (de 6 a 12 metros según los tipos de terreno), están a temperatura prácticamente constante durante todo el año. Si el aire que tratamos es seco, el rendimiento del sistema puede mejorar con el terreno húmedo, ya que aumenta su transmisión térmica y a la vez puede enfriarse el aire por evaporación. Como la transmisión de calor del aire a la tierra es muy lenta, deben utilizarse conductos con recorridos muy largos para obtener un efecto apreciable y por este motivo también es mejor utilizar el sistema en edificios de uso discontinuo.



Resumiendo todas las estrategias que hemos comentado en "El clima del viento y de la brisa", su introducción en el proyecto arquitectónico no resulta sencilla, existiendo una elevada imprecisión en su diseño. La norma general debe consistir en prever sistemas flexibles y confiar en que los usuarios sepan utilizarlos con la máxima eficiencia.

f. Las fachadas ventiladas

Las fachadas ventiladas permiten obtener un ahorro energético entre el 20 y el 30%, estas proporcionan una respuesta completa al conjunto de exigencias que debe cumplir una fachada tanto técnicas, como estéticas y representa un importante ahorro energético para las viviendas. El recubrimiento genera una cámara de aire intermedia entre la atmósfera exterior y la piel del edificio que, combinado con el aislamiento termo-acústico, contribuye a eliminar el puente térmico optimizando el ahorro energético y mejorando la habitabilidad del edificio.

El ruido en el ámbito edificatorio es causante de frecuentes problemas al usuario como trastornos del sueño, pérdida de atención, de rendimiento, cambios de conducta u otros que pueden llegar incluso a causar riesgos para la salud y problemas de estrés.

Con la fachada ventilada los problemas de humedad quedarían totalmente resueltos debido a la cámara de aire existente entre el cerramiento exterior y el cerramiento interior del edificio que impiden que se generen humedades tanto en las fachadas como en la piel interior del edificio.



ACÚSTICA

a. Características del sonido¹⁵

Llamamos sonido a la sensación auditiva que produce en nosotros el fenómeno físico originado por las vibraciones de los cuerpos y que se propagan en un medio elástico. Para que se produzca sonido se requiere la existencia de un cuerpo vibrante, denominado *foco* o *fuentes* (por ejemplo, una cuerda tensa, una varilla.) y de un medio elástico que transmita esas vibraciones, propagándose por él constituyendo lo que se denomina *onda sonora*. Sin la existencia de ese medio elástico el sonido no podría propagarse. Como ya hemos visto, las ondas que necesitan de un medio elástico para su propagación se denominan *ondas mecánicas* y las ondas de sonido pertenecen a este grupo.

b. Pantallas acústicas especiales¹⁹

Las **pantallas acústicas especiales** son sistemas de protección acústica que refuerzan el efecto de barrera de los componentes constructivos de separación entre espacios acústicos interiores diferentes, pero contiguos. Su función es la de reducir la inmisión de sonido del exterior o de un local que produce ruido a otro espacio interior.

Pueden actuar como pantallas acústicas los elementos que sobresalen de las fachadas, cualquier cerramiento doble y los sistemas flotantes.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 5: Acústica

MARTIN E. LARIOS VALLE

Los elementos salientes de una fachada, sean voladizos, aleros, balcones, pueden reflejar las ondas acústicas que llegan desde una dirección, que normalmente va de abajo arriba y así proteger las ventanas u otros puntos débiles desde el punto de vista acústico del cerramiento del edificio. Se debe prever que estos mismos elementos no se conviertan en reflectores que incrementen la incidencia del sonido sobre las aberturas. Para evitarlo conviene convertir en absorbentes acústicos las superficies reflectoras peligrosas. El incremento de aislamiento acústico que pueden proporcionar estos sistemas puede llegar a significar fácilmente una reducción de entre 6 y 12 dB. (Figura No. 32)

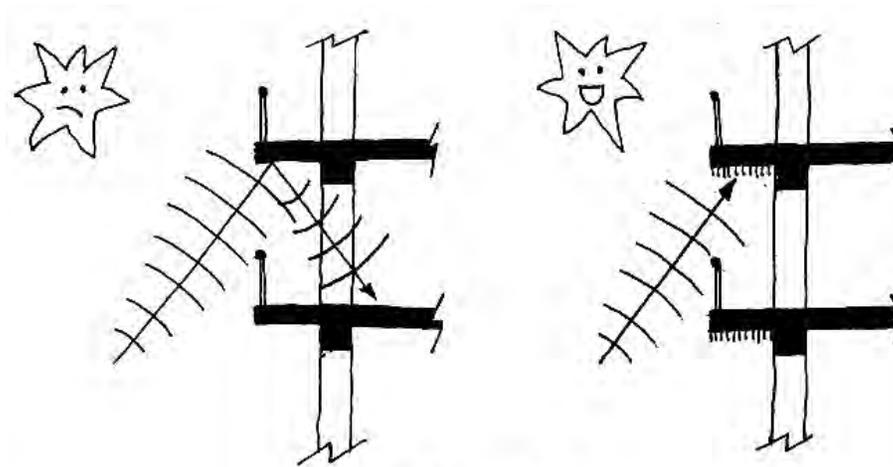


Figura No. 32



c. Cerramientos dobles¹⁹

Otra manera de crear pantallas de protección acústica son los cerramientos dobles, sobre elementos que tengan un aislamiento acústico insuficiente. Para ello siempre debemos dejar una cámara de aire que independice las dos capas y se debe procurar reducir la reverberación que se puede producir en el interior de la cámara, por lo que es favorable una alta absorción en el interior de la misma. (Figura No. 33)

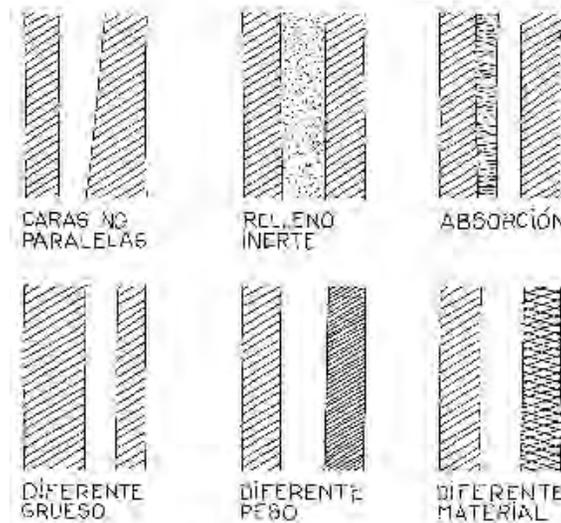


Figura No. 33



Este efecto de doblar los cerramientos, puede hacerse con ventanas o puertas dobles, falsos techos de aislamiento, paredes dobles. Los incrementos de aislamiento que comportan estas soluciones pueden ir de los 10-20 dB de las ventanas dobles, hasta los 20-30 dB de una pared doble, pasando por los 15-25 dB de un falso techo especial.

En el caso de las ventanas es muy importante considerar que el vidrio, por su cualidad vibrátil, acusa mucho el fenómeno de la resonancia. Con tal de mejorar el aislamiento, se puede recurrir a vidrios dobles de diferentes gruesos, que son ventajosos si los dos cristales no son paralelos, si las juntas son elásticas y si las cámaras de aire están revestidas lateralmente con material absorbente.

d. Sistemas absorbentes resonadores¹⁹

Los sistemas absorbentes se caracterizan según los valores de su coeficiente de absorción para las diferentes frecuencias y cuando este valor es superior a 0.15, se puede considerar el material como absorbente. El aumento de la absorción en un paramento determinado puede conseguirse con el adosamiento de materiales o dispositivos que, tanto por su composición como por su geometría, sean capaces de absorber la energía del campo acústico.

Hay diferentes tipos de sistemas absorbentes, que podemos clasificar según el proceso o el mecanismo de degradación de la energía acústica que utilicen. Este proceso determina dónde tienen su máximo rendimiento y por lo tanto qué sonidos absorberán con preferencia.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 5: Acústica

MARTIN E. LARIOS VALLE

Básicamente se dividen en "sistemas absorbentes porosos" y en "sistemas absorbentes resonadores". (Figuras No. 34 y 35)

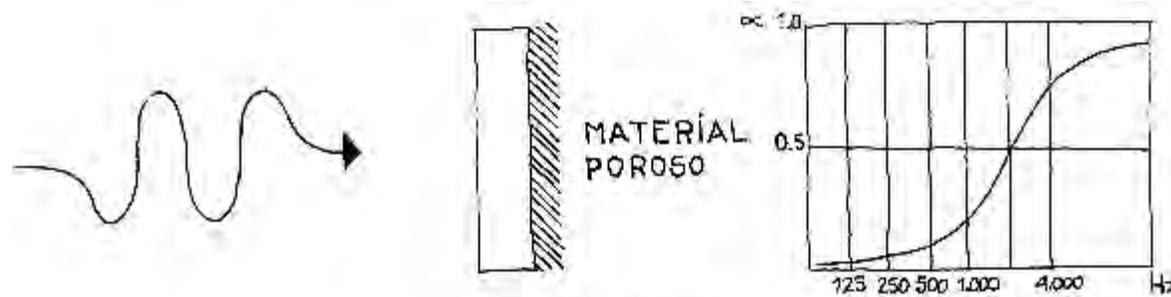


Figura No. 34

Los primeros basan su funcionamiento en la degradación de la energía que se produce por fricción en el interior de sus poros. Se pueden agrupar en dos tipos: los de esqueleto rígido y los de esqueleto flexible, con un funcionamiento acústico muy similar, pero con unos mecanismos de puesta en obra muy diferentes.

Los materiales porosos que actúan como absorbentes acústicos son materiales de celda abierta y en contacto directo con el aire exterior. Absorben la energía acústica por fricción de las moléculas de un fluido, que es el aire, al entrar al interior de estas cavidades tortuosas e intentar pasar a través. Su capacidad de absorción aumenta típicamente a las frecuencias más altas y por lo tanto tienen mucha más absorción a los sonidos agudos que a los graves.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 5: Acústica

MARTIN E. LARIOS VALLE

Son típicos los filtros sintéticos, las piezas de aglomerados de corcho y los tejidos similares a terciopelos sintéticos, que se utilizan habitualmente como sistemas correctores de la acústica de los locales. Los sistemas resonadores basan su funcionamiento en la degradación de energía que se produce al convertirse la energía sonora incidente en energía mecánica. Se pueden agrupar en resonadores simples y resonadores acoplados, que en este caso sí que tienen un comportamiento acústico muy diferente. Los resonadores simples, sobre todo el tipo de Helmholtz (Figura No. 35), pero también el de membrana, tienen un comportamiento absorbente muy puntual para determinadas frecuencias, mientras que los acoplados amplían el campo de frecuencias críticas absorbidas.

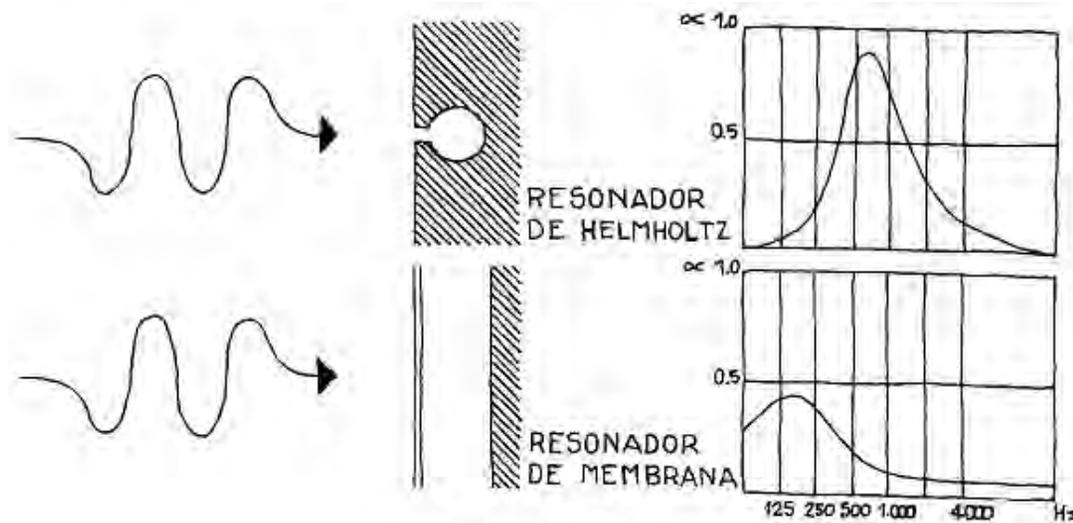


Figura No. 35



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 5: Acústica

MARTIN E. LARIOS VALLE

En estos sistemas la absorción de la energía acústica se produce por un fenómeno resonante, donde una parte móvil transmite la vibración a una parte posterior elástica que, con una frecuencia de resonancia propia, convierte la energía sonora en energía mecánica. Los paneles resonadores son más indicados para absorber sonidos graves que los sistemas absorbentes con materiales porosos. Como caso particular de estos sistemas están los resonadores de Helmholtz, donde el elemento móvil y el elástico están formados por el aire contenido en una cavidad con una abertura que comunica con el exterior. Estos resonadores pueden acoplarse en paralelo, formando una placa perforada a cierta distancia de la pared de soporte.

En cualquier caso los diferentes tipos de absorbentes pueden trabajar conjuntamente y ofrecer gráficos de absorción más continuos a las diferentes frecuencias y obtener, así, un comportamiento global favorable de los sistemas.



e. Sistemas generadores de sonido¹⁹

Otro tipo de sistemas acústicos son los sistemas generadores de sonido, que actúan produciendo un sonido en el ambiente que se pretende controlar y con ello mejorar sus características. En general puede tratarse de cualquier sonido natural que sea agradable o de sonidos más o menos artificiales, como es el caso de cortinas que a través del movimiento del aire pueden generar un sonido agradable e incluso informativo (presencia de visitantes, por ejemplo). (Figura No. 36)

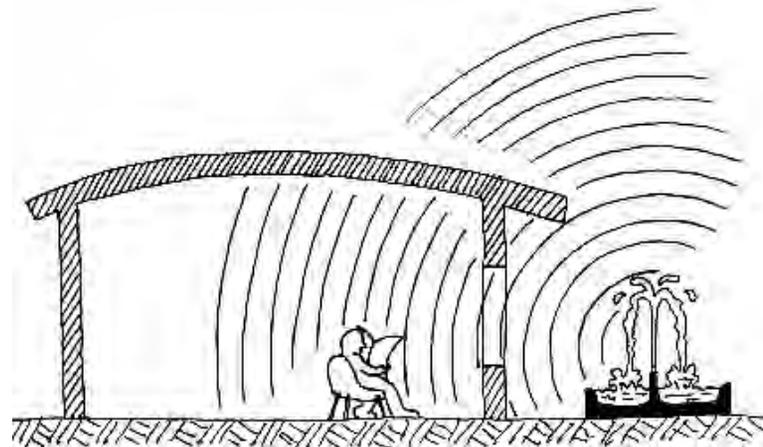


Figura No. 36

En otros casos este sonido agradable cumple una función de enmascaramiento y esconde otros sonidos que no se quieren oír o que no queremos que sean oídos. Este es el caso de surtidores o pequeñas cascadas, que en un interior pueden ser especialmente adecuadas como enmascaradoras, pues producen un sonido agradable, que cubre las



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 5: Acústica

MARTIN E. LARIOS VALLE

mismas frecuencias de la voz humana y como no es un sonido informativo ni rítmico, no resulta molesto con el paso del tiempo.

Por último, existen también los sistemas transmisores de sonidos. Aunque históricamente tenían una especial importancia estos sistemas en la arquitectura, desde la aparición de los sistemas electroacústicos se ha perdido su utilidad y sólo quedan como curiosidades los efectos especiales de las "salas de los secretos" y los conductos acústicos de otros tiempos. (Figura No. 37)

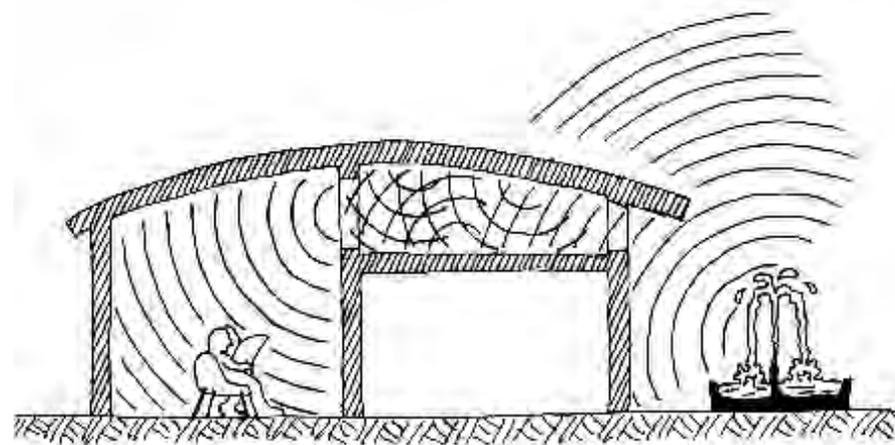


Figura No. 37



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 5: Acústica

MARTIN E. LARIOS VALLE

A pesar de todo, no se puede menospreciar totalmente la posibilidad de recuperar en nuestros edificios sistemas de conducción acústica, para recuperar sonidos agradables, interiores o exteriores al edificio y transmitirlos mediante conductos de interior reflectante, concentrarlos con sistemas cóncavos. Unidos todos los recursos del diseño en los cinco niveles considerados, ubicación, entorno, forma, piel e interior y añadiendo los sistemas especiales cuando sea necesario, quizá tenga sentido recuperar hoy, en nuestra arquitectura, este "clima del sonido y del silencio" que acompaña a los climas menos espirituales: del aire, del sol, de la humedad, de la luz. Si somos capaces de proyectar arquitectura desde sus contenidos ambientales, quizá podremos reconciliarnos con nuestros sentidos, convertidos hoy en desagradables ventanas del cuerpo por donde penetran agresivos estímulos que atacan, sobre todo, nuestra mente.



CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE GUATEMALA

Guatemala se ubica en la latitud: $14^{\circ}37''$ N; longitud; $90^{\circ}33''$ O. La Figura No. 38 nos muestra su posición con respecto a El Ecuador, y la Figura No. 39, su ubicación en relación al meridiano de Greenwich.

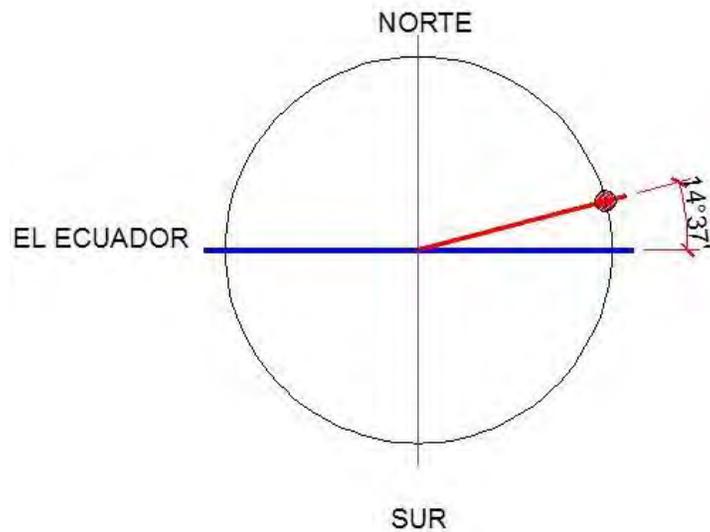


Figura No. 38

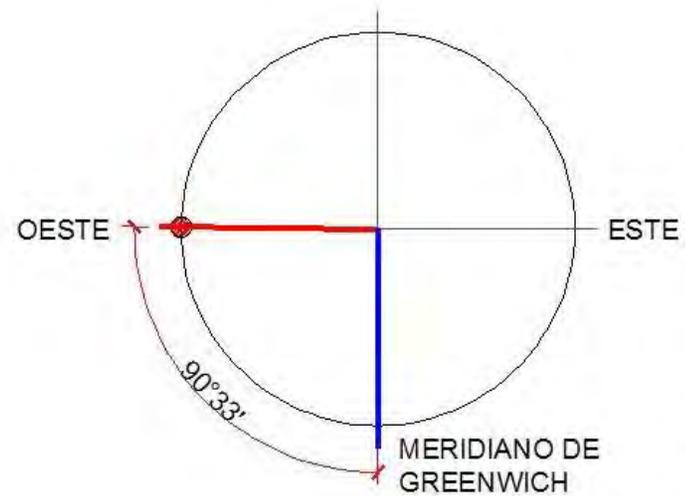


Figura No. 39



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 6: Características Climáticas de Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

Clima y temperatura. ⁴¹

Las zonas climáticas están determinadas por la altitud. Hasta los 600 ó 700 metros se agrupan las "tierras calientes", con temperaturas medias entre los 25° y 32° C se localizan en las llanuras costeras y en los valles fluviales, sobre todo el Atlánticos.

Entre los 700 y 1.800 metros de altitud se hallan "las tierras templadas", localizadas en el Altiplano, con medias de 18° a 25° C. Y por encima de los 1.899 metros, aparecen las "tierras frías", entre los 15° y 25° C con notable oscilación diurna y anual.

En Guatemala hay dos estaciones marcadas: la temporada seca, y la temporada de lluvias, que abarca de comienzos de mayo a finales de octubre, aproximadamente.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 6: Características Climáticas de Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

Salida y puesta de sol⁴¹

Fuente: EL INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA DE HIDROLOGÍA (INSIVUMEH)

Tabla No. 4

Mes	Hora de Salida del sol	Hora de Puesta del sol	Horas de Sol durante el día
Ene	06:27	17:51	11:24
Feb	06:22	18:04	11:42
Mar	06:07	18:10	12:03
Abr	05:47	18:15	12:28
May	05:34	18:22	12:48
Jun	05:32	18:30	12:58
Jul	05:39	18:31	12:52
Ago	05:46	18:21	12:35
Sep	05:49	18:01	12:12
Oct	05:53	17:41	11:48
Nov	06:03	17:31	11:28
Dic	06:17	17:36	11:19



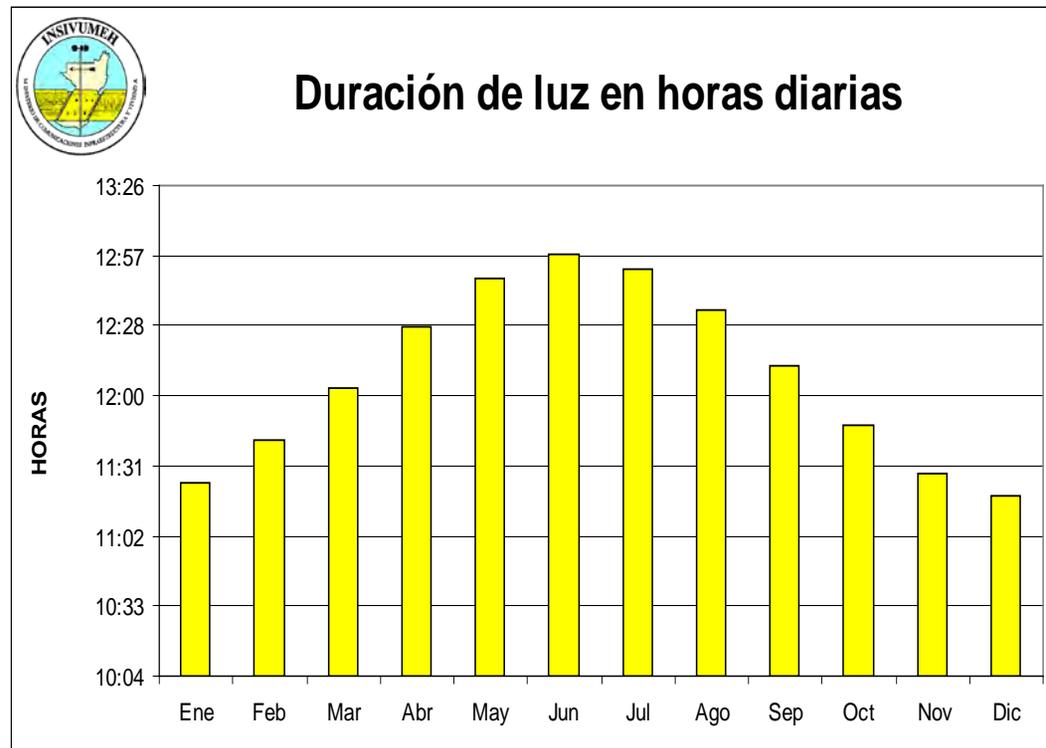
ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 6: Características Climáticas de Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

La Gráfica No. 1, refleja que durante los meses de inviernos hay más horas de sol, ya que las salidas son más temprano y las puestas más tarde, pero hay que recordar que en estos seis meses se presentan durante más tiempo los cielos nublados, dejando la opción de la luz difusa.

Gráfica No. 1





SOLEAMIENTO EN GUATEMALA

Para poder hacer un análisis del soleamiento tanto en Guatemala como en cualquier parte del planeta, es necesario tener en cuenta claramente el comportamiento de la tierra en relación al sol y la latitud del objetivo.

La capital de Guatemala se encuentra a $14^{\circ}37'$ al Norte de la línea del Ecuador y a $90^{\circ}33'$ hacia el Oeste del Meridiano de Greenwich para ser más exacto.



Figura No. 40

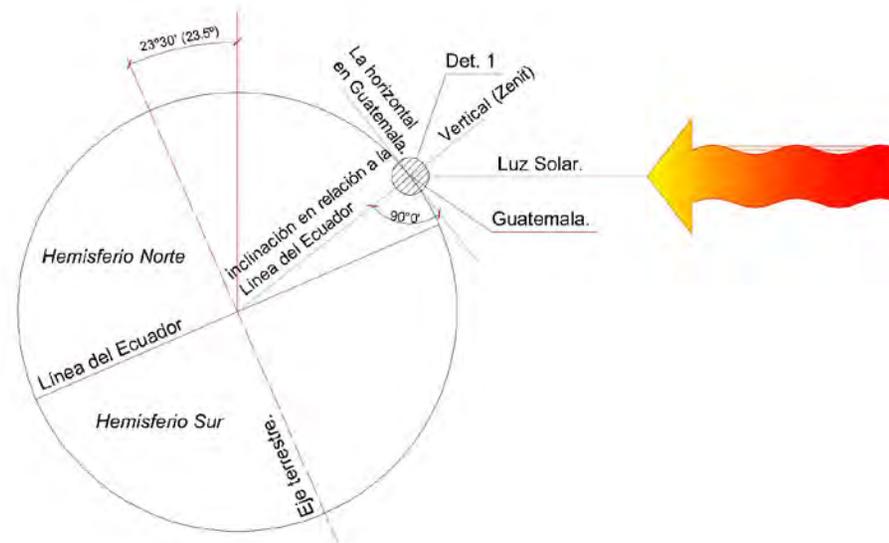


ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 7: Soleamiento en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

Debido a la inclinación de $23^{\circ}30'$ de la tierra en la estación de invierno, Guatemala recibe la luz solar con un ángulo de $51^{\circ}53'$ en relación a la horizontal con orientación sur, este es el ángulo de inclinación máxima que alcanza la luz solar durante la fecha 21 de diciembre (Solsticio de invierno) Figura No. 41; mientras que en la estación de verano el ángulo de inclinación es de $81^{\circ}07'$ en relación a la horizontal con orientación norte, y este es el ángulo de inclinación máxima que alcanza la luz solar durante la fecha 21 de junio (Solsticio de verano) Figura No. 42.



Inclinación máxima en la estación de invierno.

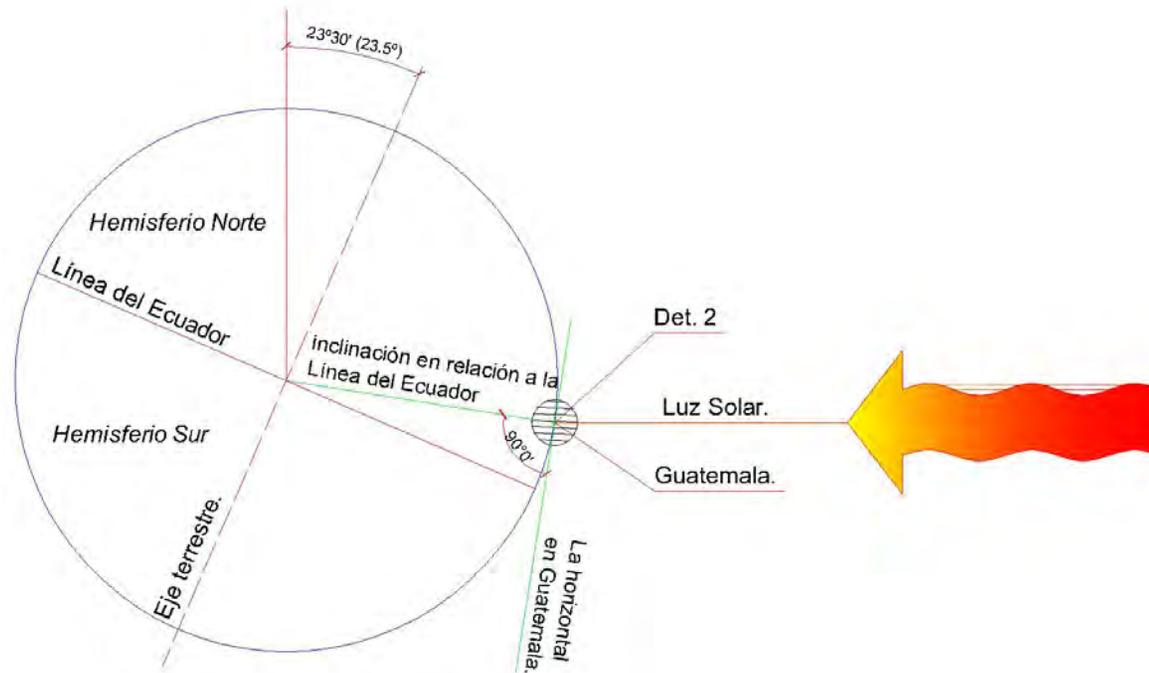
Figura No. 41



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

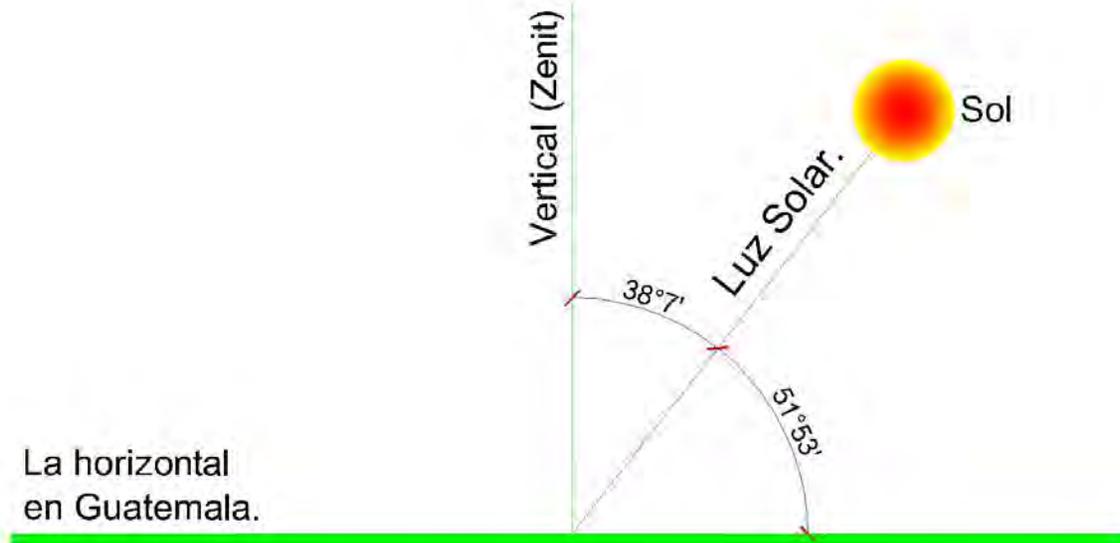
Capítulo 7: Soleamiento en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE



Inclinación máxima en la estación de verano.

Figura No. 42



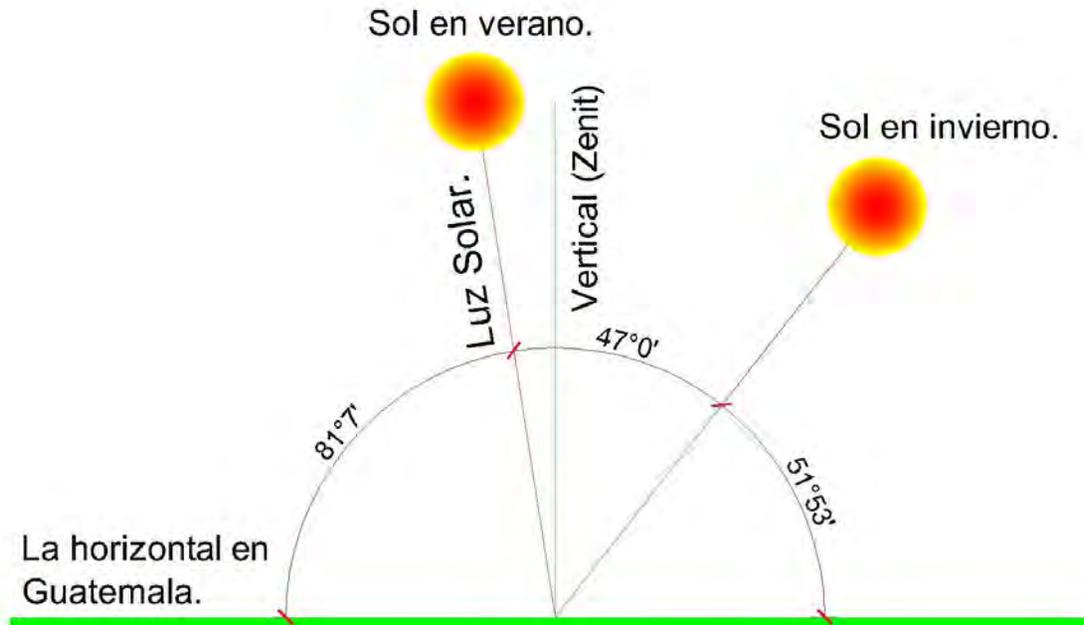
Det. 1-Inclinación Solar máxima en la estación de invierno.

Figura No. 43



Det. 2-Inclinación Solar máxima en la estación de verano.

Figura No. 44



Ángulo total de radiación solar.

Figura No. 45



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 7: Soleamiento en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

Para un análisis de soleamiento también hay que tomar en cuentas la época de mas nubosidad en el lugar, esto varia claro está, dependiendo de la características climatológicas de cada país; en este caso, tenemos seis meses de luz solar directa, durante el verano y seis meses de invierno donde se alternan cielos despejados y cielos total o parcialmente nublados, por lo tanto habrá menos horas de luz solar.

En la Figura No. 46 podemos observar el ángulo de inclinación del sol referente a la horizontal durante la estación de invierno (de mayo a octubre), y en la Figura No. 47 las inclinaciones de la luz solar durante el verano (de noviembre a abril) dichas inclinaciones son presentadas a las 12:00 hrs.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 7: Soleamiento en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

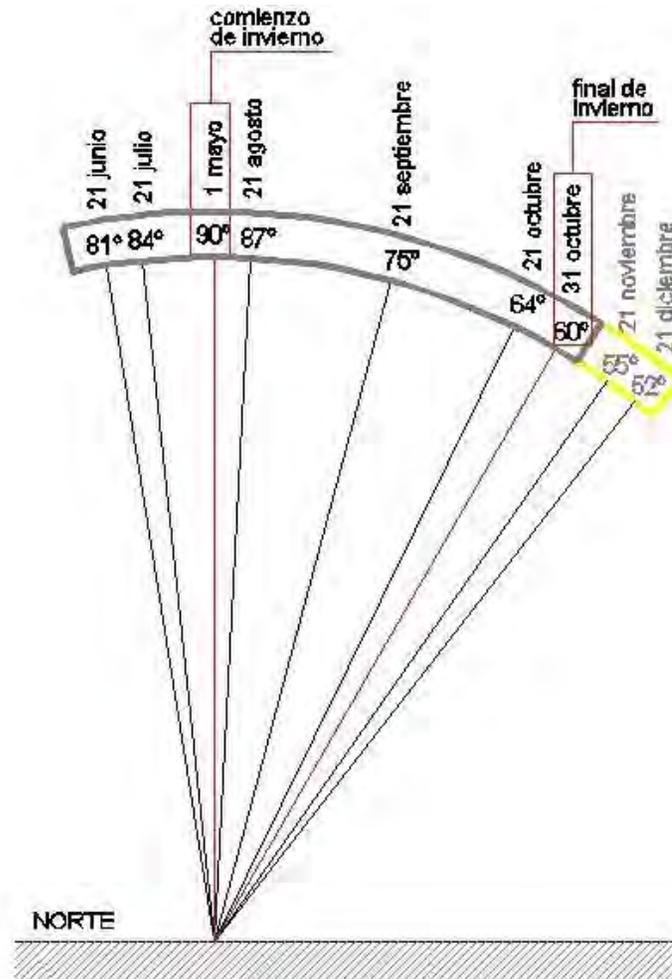


Figura No. 46

Ángulo de inclinación Invierno

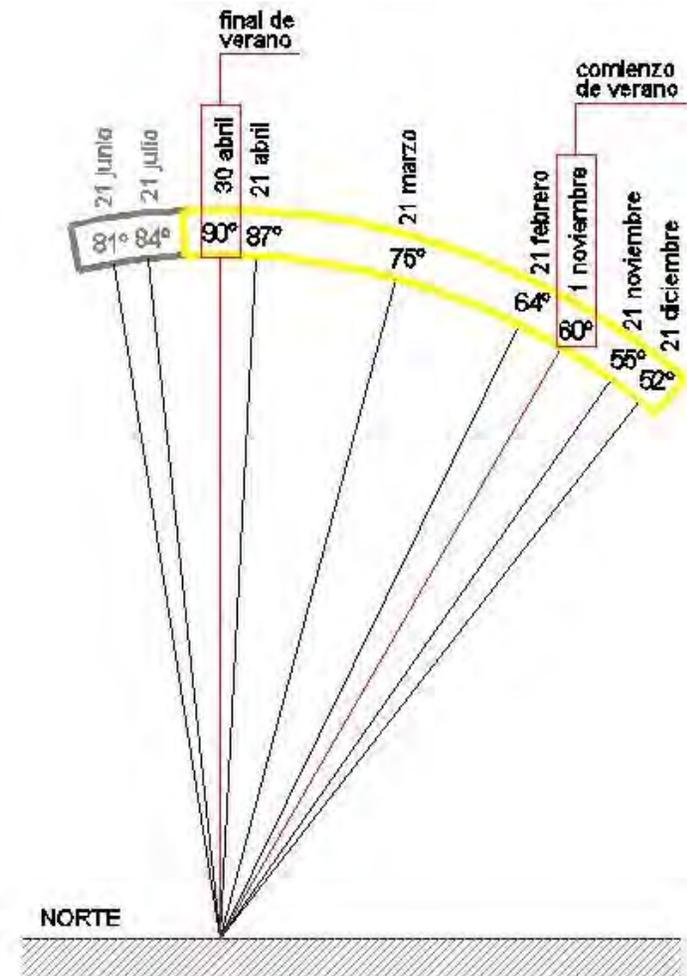


Figura No. 47

Ángulo de inclinación Verano



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 7: Soleamiento en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

La Figura No. 48 representa la imagen estereográfica del recorrido solar en Guatemala mostrando la inclinación del sol en relación a la horizontal, la posición de la luz durante el año.

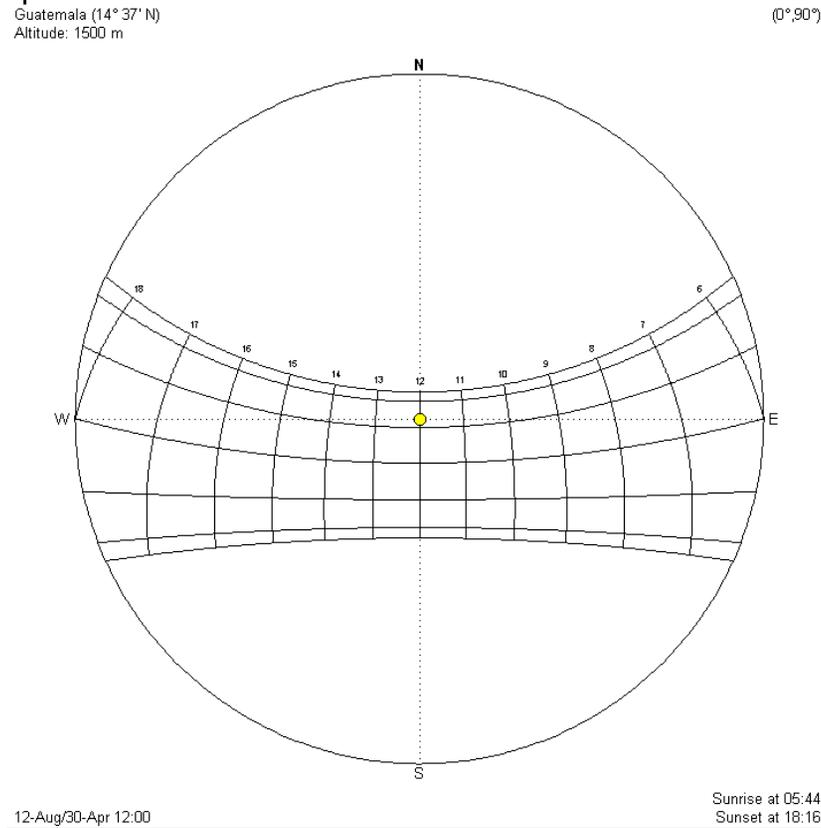


Figura No. 48

Imagen estereográfica del recorrido solar en Guatemala



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 7: Soleamiento en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

a. Análisis con modelo

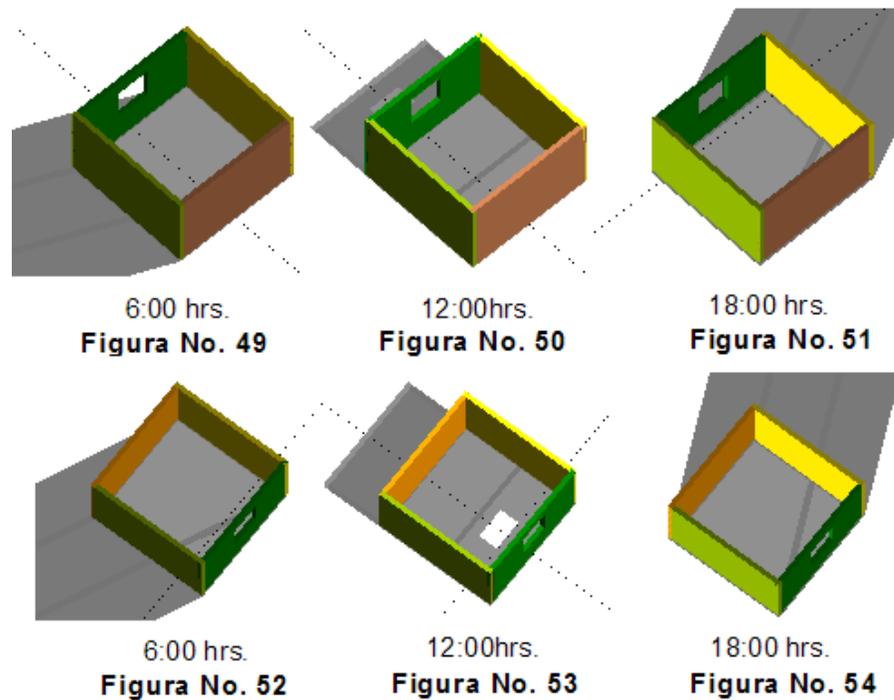
Para realizar un análisis, del comportamiento de la luz natural y calculo porcentual de horas de luz en un punto determinado dentro de ambiente modelado suponiendo las coordenadas de la capital de Guatemala, comenzamos por observar dicho modelado, colocando una ventana al norte, y otra al sur, recogiendo así, muestras en las dos caras. Dicha ventana tendrá la dimensión de un metro cuadrado con el objetivo de apegarnos a una unidad, el contrapecho (sillar) con un metro de altura con respecto al suelo, para así mantenernos entre un margen estándar, en lo que podríamos llamar “aproximadamente lo usual” en dicho lugar. El análisis se llevó a cabo por medio del programa informático Heliodon, especializado para el análisis de soleamiento en relación a la arquitectura.



Análisis en la fecha 21 de diciembre (solsticio de invierno)

✓ Análisis soleamiento

Las Figuras No. 49, 50 y 51 nos muestran la que no existe contacto directo entre la ventana que da hacia el Norte y la luz solar en esta fecha, pero en la ventana Sur y las Figuras No. 52, 53 y 54 se muestra un contacto en toda su plenitud durante todo el día.



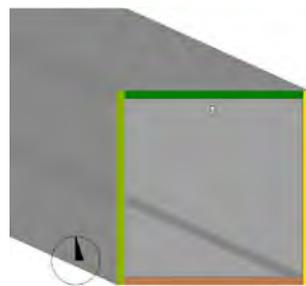


ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 7: Soleamiento en Guatemala

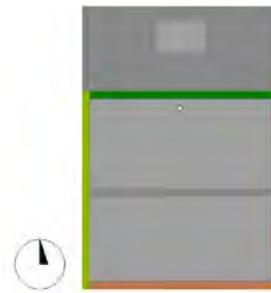
MARTIN E. LARIOS VALLE

Las vistas en planta de los modelos ventana Norte - Figuras No. 55, 56 y 57- y ventana Sur – Figuras No. 58, 59 y 60 - nos proporcionan un resumen de hacia dónde se inclinan las sombras y una idea de la inclinación del sol en dicha fecha, por lo tanto con estas imágenes podemos tener un dato muy importante, pues está claro que la fachada sur será la que más luz tendrá en esta fecha y por lo tanto más radiación, y que la fachada norte caracará del contacto lumínico.



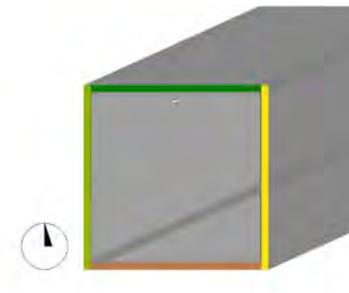
6:00 hrs.

Figura No. 55



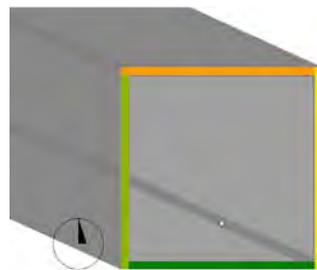
12:00hrs.

Figura No. 56



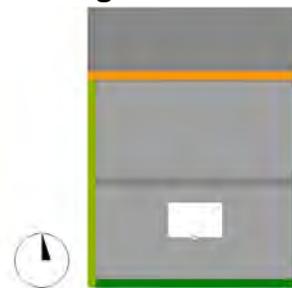
18:00 hrs.

Figura No. 57



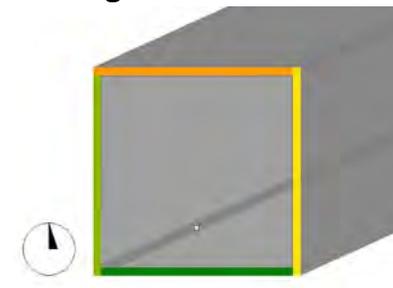
6:00 hrs.

Figura No. 58



12:00hrs.

Figura No. 59



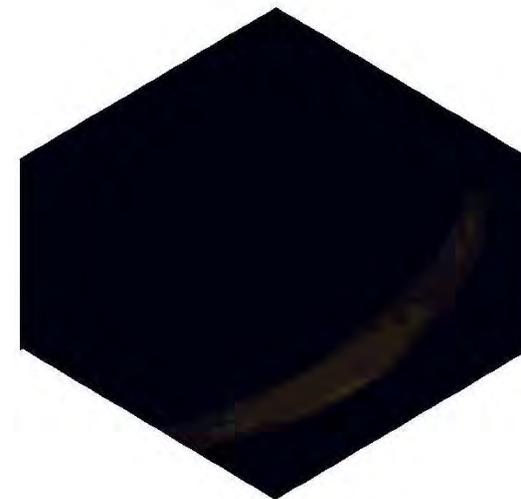
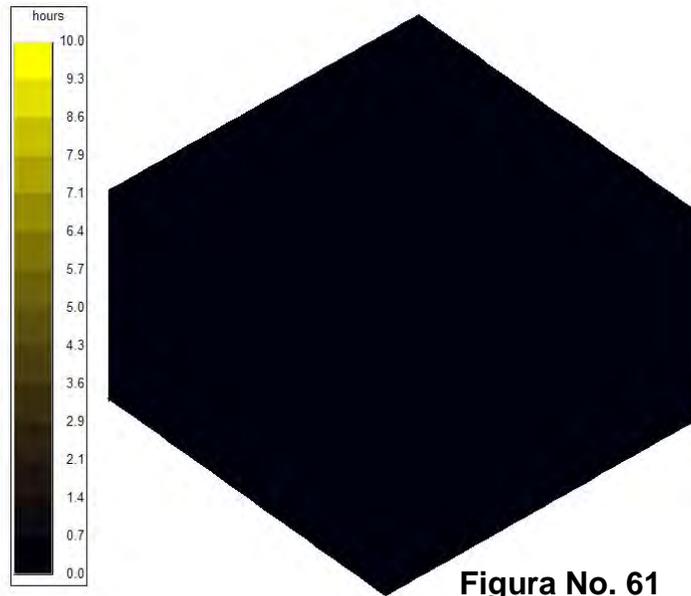
18:00 hrs.

Figura No. 60



✓ Mapas de soleamiento

Es importante cuantificar las horas de luz solar a la vez que el recorrido de la misma, el caculo del recorrido de la luz y el tiempo que permanece en contacto que un punto específico en el interior de un ambiente, sirven para determinar el tiempo de aprovechamiento de luz en el interior y saber cuánta radiación recibe, la Figura No. 61 nos indica la falta de horas de luz directa en el interior del ambiente por medio de la ventana ubicada en la fachada norte, en el mapa de horas de luz de la ventana sur – Figura No. 62 - se registraron dato de hasta 4.3 horas en un punto del interior del modelo, pero también nos muestra una mancha de luz prolongada de pared a pared tocando el suelo de Este a Oeste.

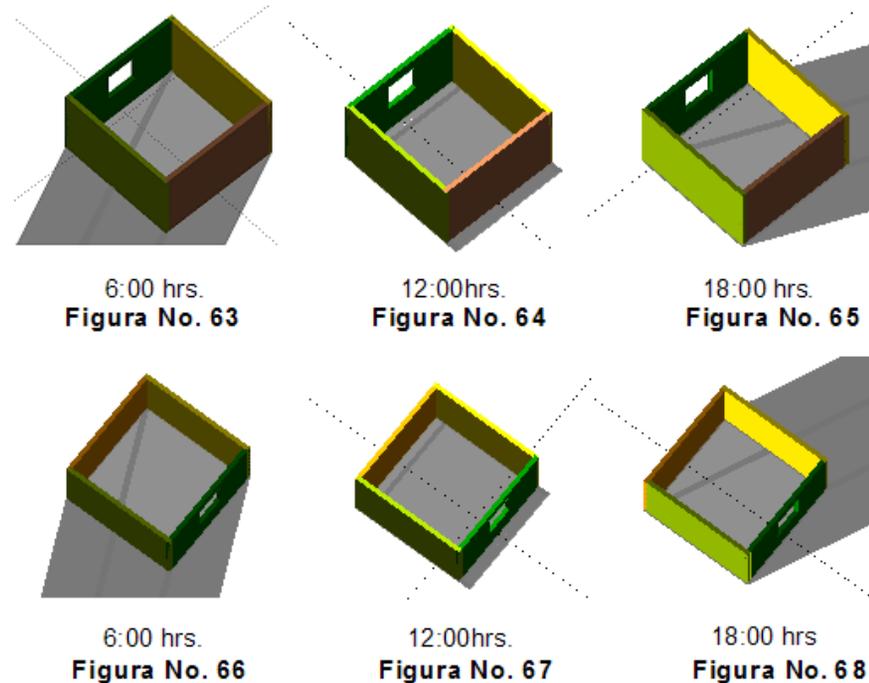




Análisis en la fecha 21 de junio (solsticio de verano).

✓ Análisis soleamiento

En las siguientes figuras vemos en tres dimensiones, un análisis del soleamiento durante el 21 de junio: Las Figuras No. 63, 64 y 65 muestran resultados de la iluminación y sombras en la fachada norte: vemos que a las 12:00 hrs. el sol se sitúa muy cerca del cenit proporcionando rayos de luz casi paralelos a la fachada, dejando una iluminación reducida en el interior del modelo.



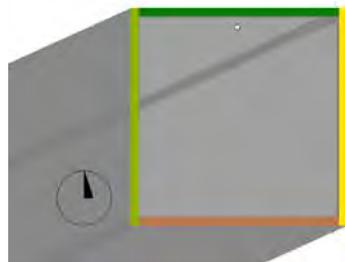


ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 7: Soleamiento en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

Las vistas en planta de los modelos ventana Norte - Figuras No. 69, 70 y 71 - y ventana Sur – Figuras No. 72, 73 y 74 - nos dan la información de hacia dónde se inclinan las sombras y una idea de la inclinación del sol en dicha fecha, por lo tanto con estas imágenes podemos tener un dato muy importante en relación ventana y contacto con la luz natural, esta vez será la fachada Norte la que estará en contacto con la luz durante esta fecha.



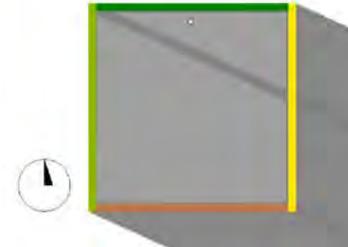
6:00 hrs.

Figura No. 69



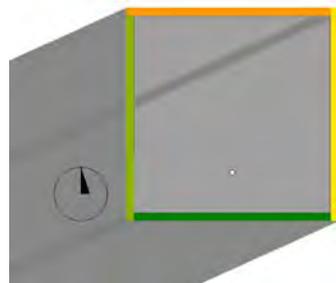
12:00hrs.

Figura No. 70



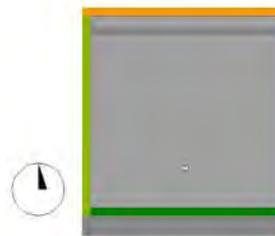
18:00 hrs.

Figura No. 71



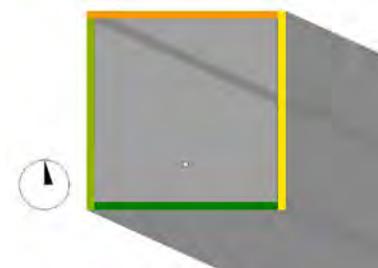
6:00 hrs.

Figura No. 72



12:00hrs.

Figura No. 73



18:00 hrs.

Figura No. 74



✓ Mapas de soleamiento

La Figura No. 75 nos indica el cálculo de horas de luz en el interior del ambiente por medio de la ventana ubicada en la fachada Norte y el recorrido que hace la luz; en el mapa de horas luz de la ventana Sur –Figura No. 76 - no se registraron dato de horas de luz en el interior del modelo.

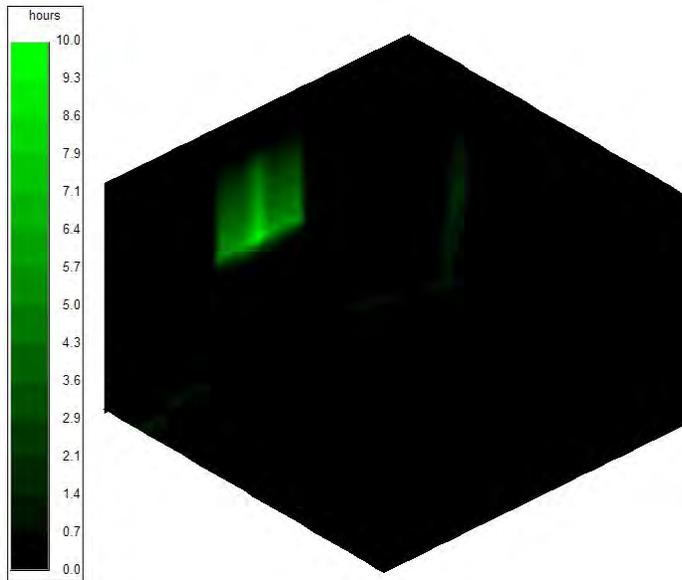


Figura No. 75

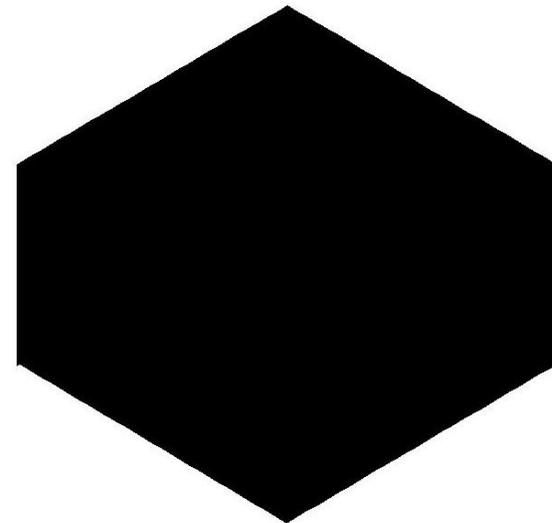


Figura No. 76



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capitulo 8: Propuestas Aplicaciones en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

PROPUESTAS APLICACIONES EN GUATEMALA

Guatemala es un país con gran variedad de microclima y variaciones dentro de cada uno de ellos, por esa diversidad es necesario tener en cuenta las condiciones climáticas, culturales, ocupaciones, edades de cada usuario para cada caso al emprender un proyecto arquitectónico. No se puede considerar que una misma tipología arquitectónica puede funcionar de igual manera en cualquier lugar del territorio. Aunque el soleamiento viene siendo casi el mismo en todo el país, existe una pequeña variación en la inclinación del sol que hay que tomar en cuenta. El Sur del país tiene una latitud de 13°48' N aprox. y el norte del país tiene una latitud de 17°45' N aprox. de la misma manera pasa con las diferentes altimetrías del territorio.

Para un análisis tomaremos como punto de referencia las características de la capital de Guatemala, dando una solución para cada estación del año: invierno y verano.

Latitud de 14°37" N

Longitud; 90°33" O.

Altitud de 1502 MSN aproximadamente

Humedad Media anual: 78 %

Vientos predominantes: 17.7 Kms./Hr.

Temperatura: A lo largo del año puede haber temperaturas entre 15° y 32° aproximadamente.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 8: Propuestas Aplicaciones en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

ILUMINACIÓN 21 de diciembre

Pequeña abertura hacia el sur para una aminorar grandes cantidades de captación de luz natural directa, para evitar el sobre calentamiento por el exceso de luz. También es recomendable la utilización de elementos como persianas para dosificar la iluminación, cortinas para convertirla en luz difusa. (Figura 77)

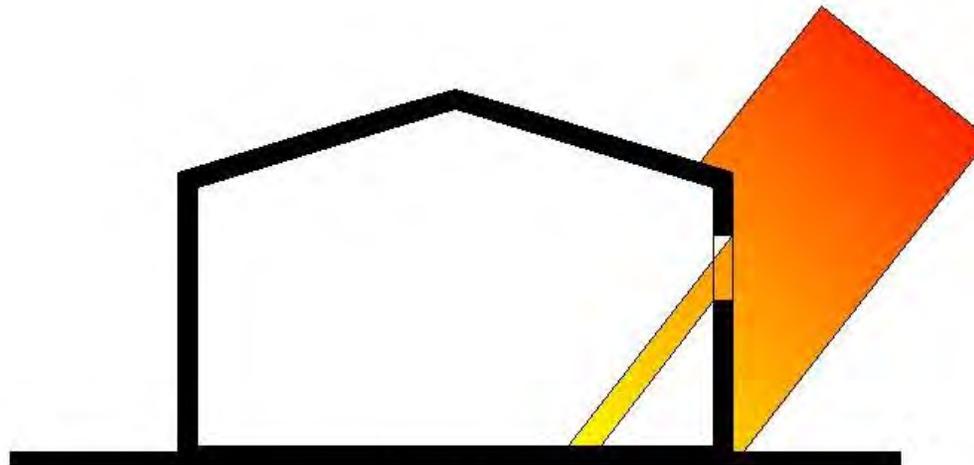


Figura No. 77



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 8: Propuestas Aplicaciones en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

ILUMINACIÓN 21 de junio

Grandes abertura hacia el norte para una mejor captación de luz natural directa. (Figura No. 78)

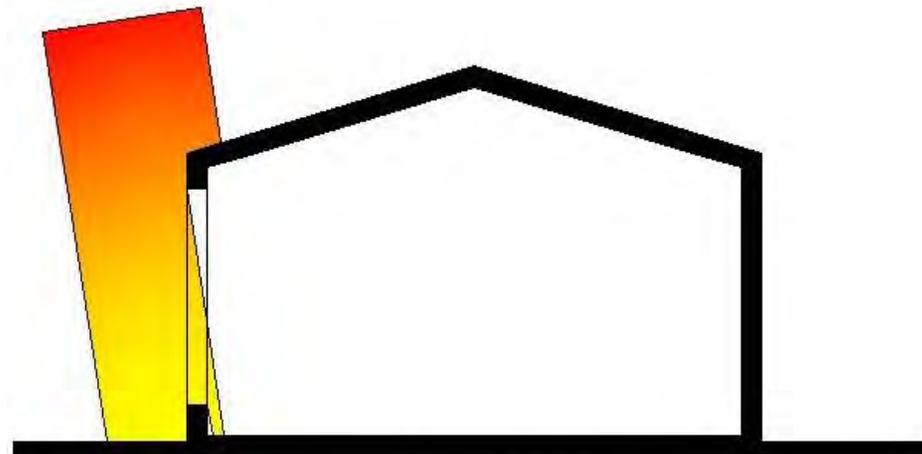


Figura No. 78



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 8: Propuestas Aplicaciones en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

VENTILACIÓN 21 de diciembre

En los días fríos: de preferencia mantener cerradas las ventanas con orientación norte o permitir ventilación por pequeños espacios reducidos para no perder calor rápidamente, intentando ventilar por la fachada sur, por medio de diferencia de presiones. En esta hay incremento de humedad. (Figura 79)

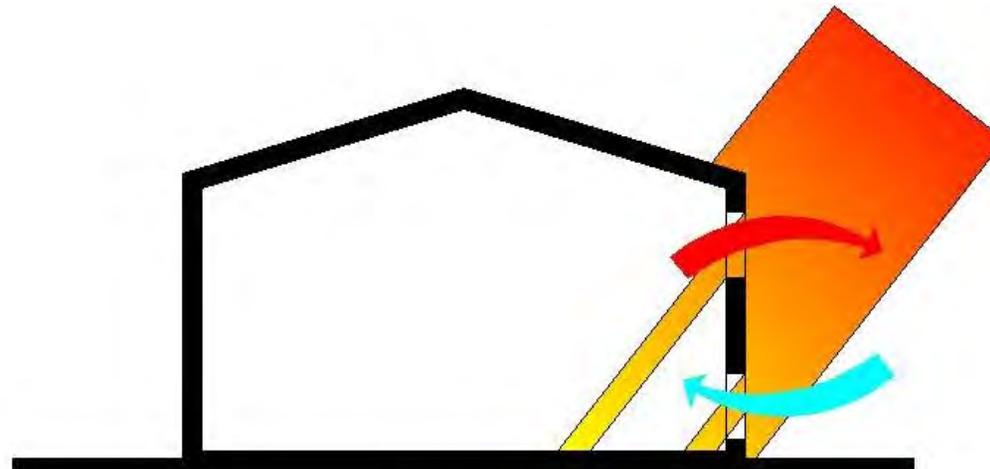


Figura No. 79



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 8: Propuestas Aplicaciones en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

VENTILACIÓN 21 de junio

Cualquiera de los sistemas mencionados en el capítulo de VENTILACIÓN es aplicable en épocas calurosas en Guatemala. (Figura 80)

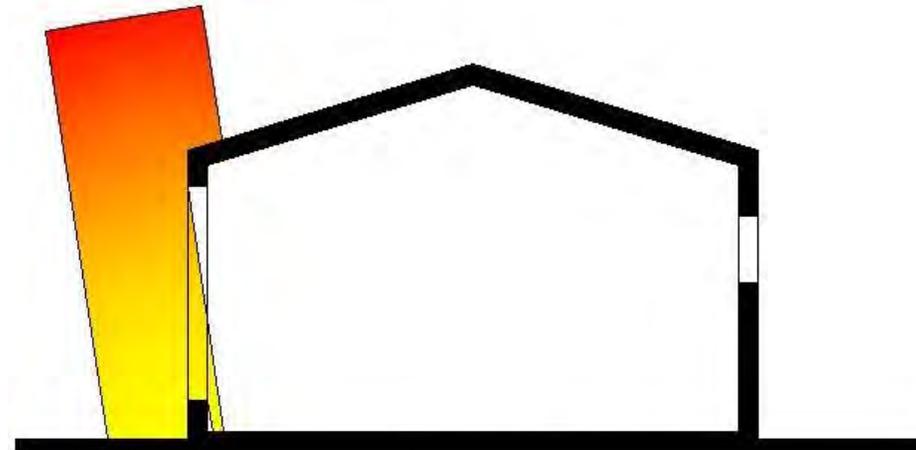


Figura No. 80



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 8: Propuestas Aplicaciones en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

CALEFACCIÓN 21 de diciembre

Época más fría: Permitir la entrada de luz directa para calentar los materiales en el interior de la vivienda.
Cerrar las entradas de aire provenientes del norte.

Prever de algún sistema pasivo de calefacción, como muro trombe, sistema invernadero en la fachada sur. (Figura No. 81)



Figura No. 81



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 8: Propuestas Aplicaciones en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

CALEFACCIÓN 21 de junio

Época más fría: Permitir la entrada de luz directa para calentar los materiales en el interior de la vivienda.
Cerrar las entradas de aire provenientes del Norte.

Prever de algún sistema pasivo de calefacción, como muros trombe, sistemas invernadero en la fachada Sur. (Figura No. 82)



Figura No. 82



CAPTACIÓN

Para cualquier sistema de captación solar en Guatemala, el plano captador recomendado debe de inclinarse $14^{\circ}37'$ hacia el Sur. Es decir que en cualquier lugar la inclinación debe ser equivalente a la latitud del lugar para un óptimo aprovechamiento. (Figura No. 83 y 84)

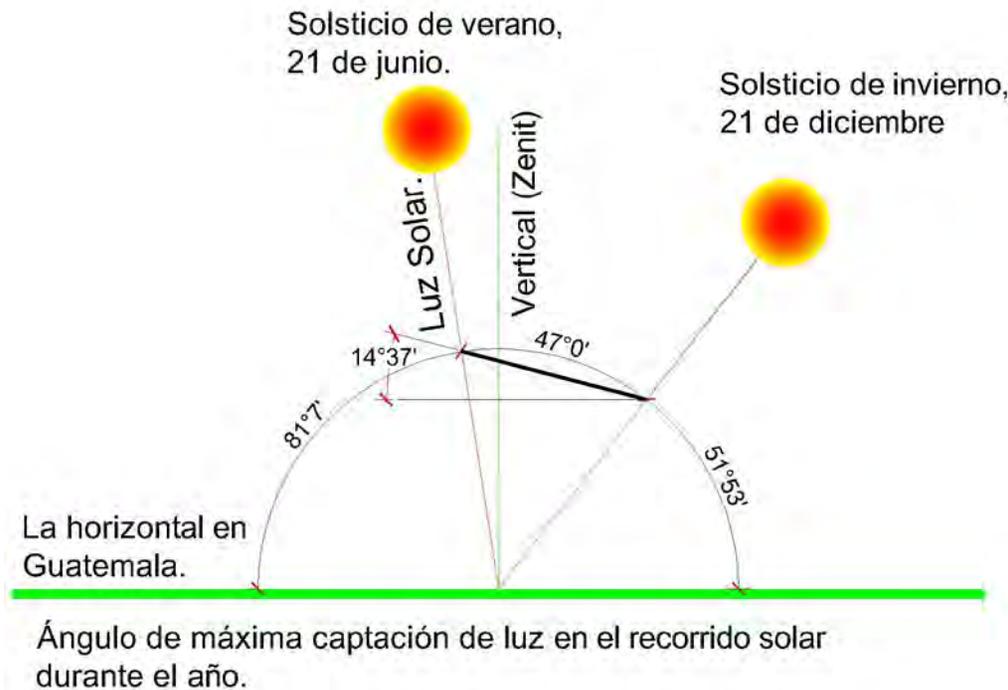


Figura No. 83



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 8: Propuestas Aplicaciones en Guatemala

MARTIN E. LARIOS VALLE

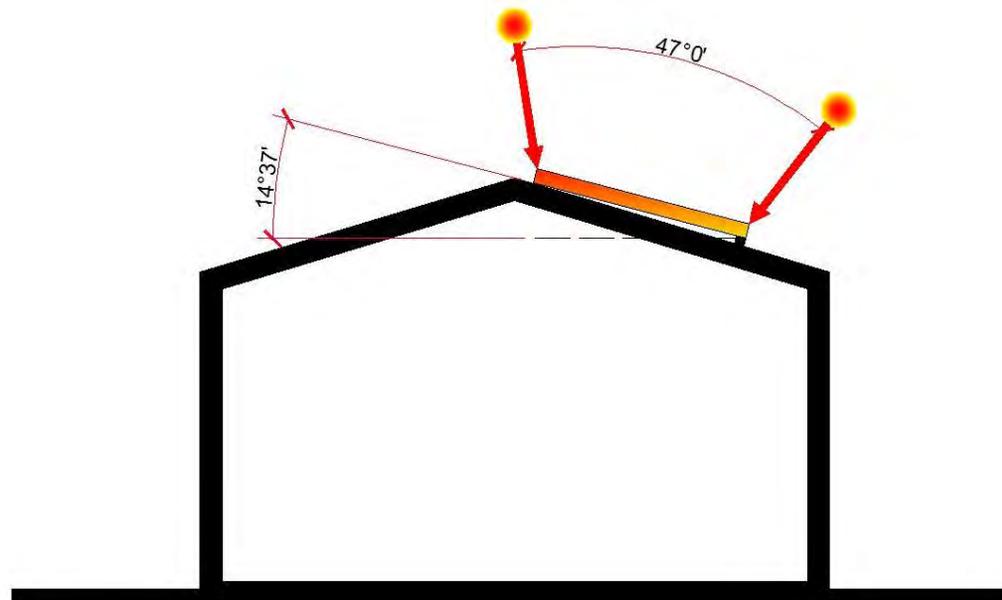


Figura No. 84



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 9: Análisis Casa Turegano

MARTIN E. LARIOS VALLE

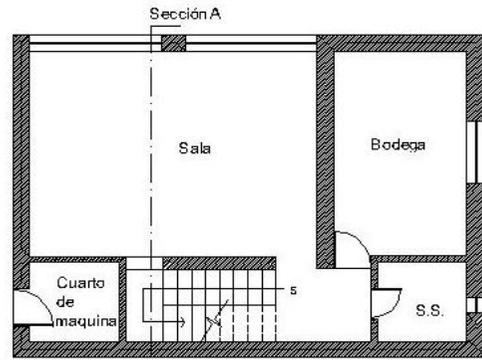
ANÁLISIS DE LA “CASA TUREGANO” DEL CONOCIDO ARQUITECTO ALBERTO CAMPO BAEZA

“Cuando por fin un arquitecto descubre que la luz es el tema central de la arquitectura, entonces empieza a entender algo, empieza a ser un verdadero arquitecto, cuando en mis obras logro que los hombres sientan el compás del tiempo que marca la naturaleza, acordando los espacios con la luz, temperándolos con el paso del sol, entonces, creo que merece la pena esto que llamamos arquitectura”.

Arq. Alberto Campo Baeza.

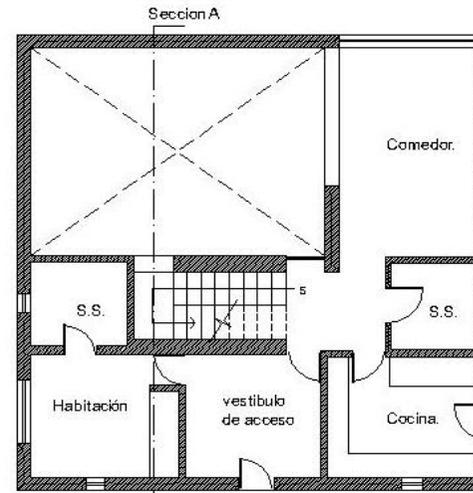
El arquitecto Campo Baeza, es uno de los arquitectos que toma muy en cuenta el tema de la luz natural en sus proyectos, la iluminación natural, aunque en sus proyectos se aprecia de manera muy poética consigue espacios ecológicamente bien iluminados, por añadidura son espacios que brindan una respuestas térmicas al usuario. Para una mejor comprensión de una arquitectura pensada en torno a la luz natural se hizo el análisis de una de las obras de Campo Baeza, La Casa Turegano, después de ver el sentido direccional de donde vienen las condiciones climáticas el arquitecto busco respuestas a la solución.

La Casa Turegano se ubica en Pozuelos, Madrid, donde la temperatura va de 9° C bajo cero a 50° C aproximadamente en una latitud de 40° en relación al ecuador por lo tanto la radiación del sol tiene inclinaciones de 26.5° hasta 73.5° desde el Sur.



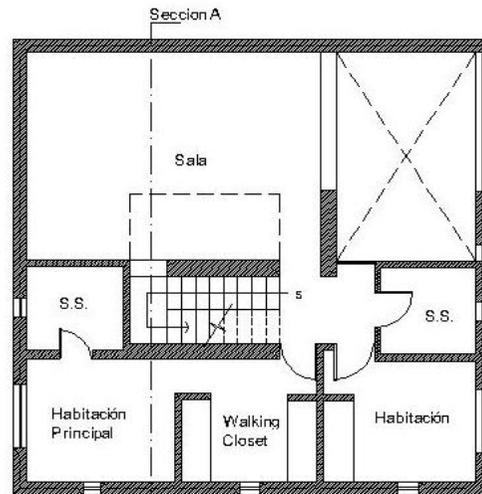
Sótano

ESCALA 1:150



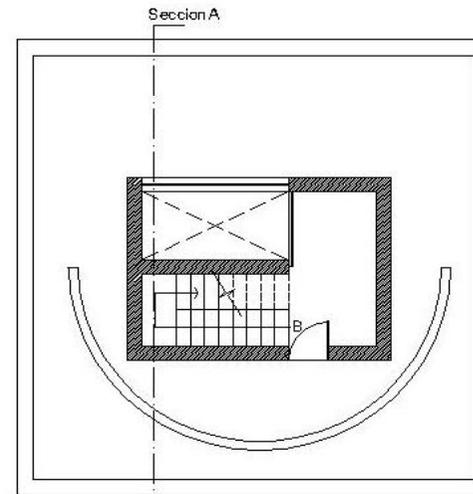
Planta Baja

ESCALA 1:150



Planta Alta

ESCALA 1:150



Azotea

ESCALA 1:150



UNIVERSIDAD DE SANCARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

NOMBRE:
MARTIN EMILIO LARIOS VALLE

PROYECTO:
CASA TUREGANO

CONTIENE:
PLANTAS

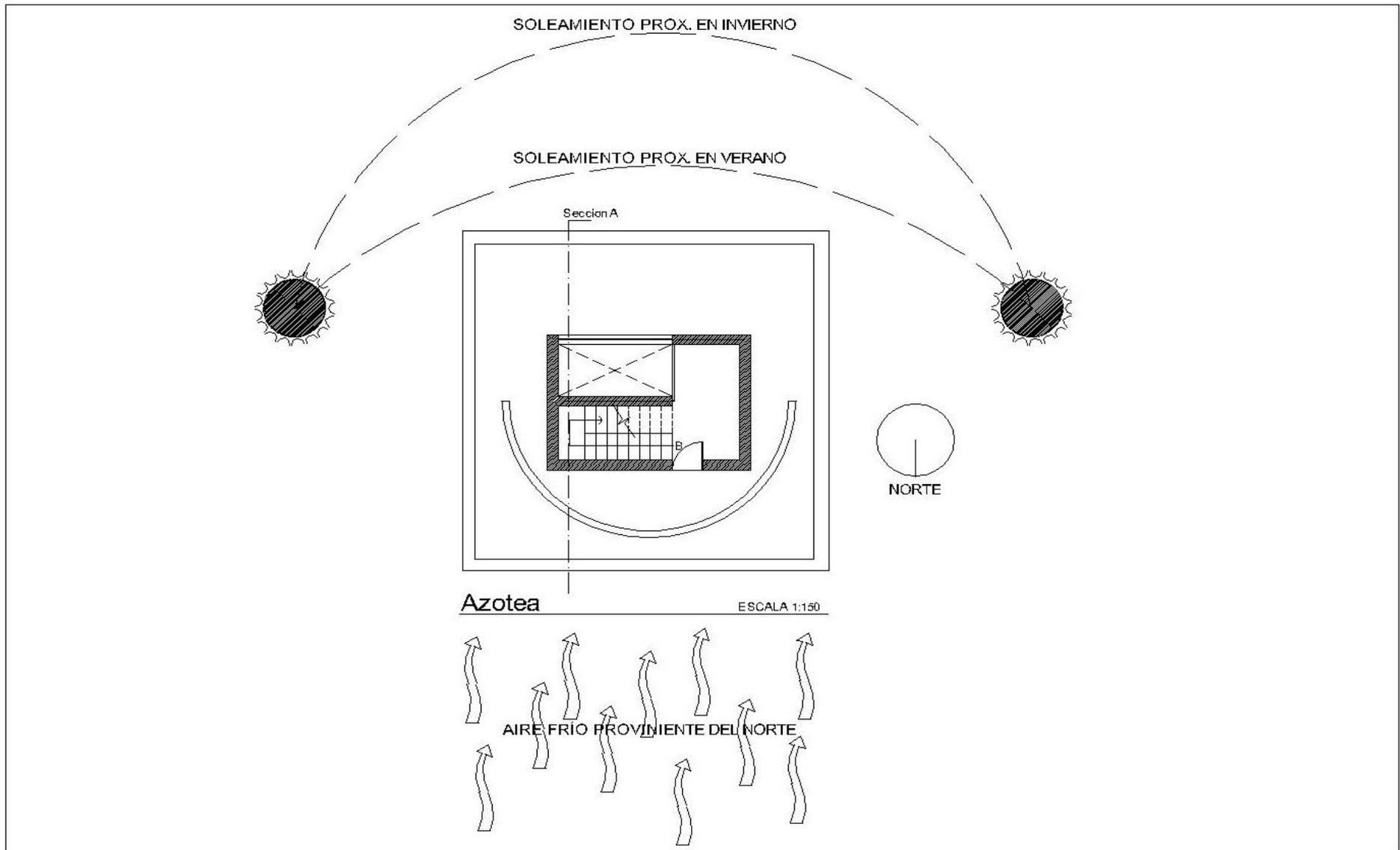
ASESOR:
LIONEL BOJORQUEZ

ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO 2009

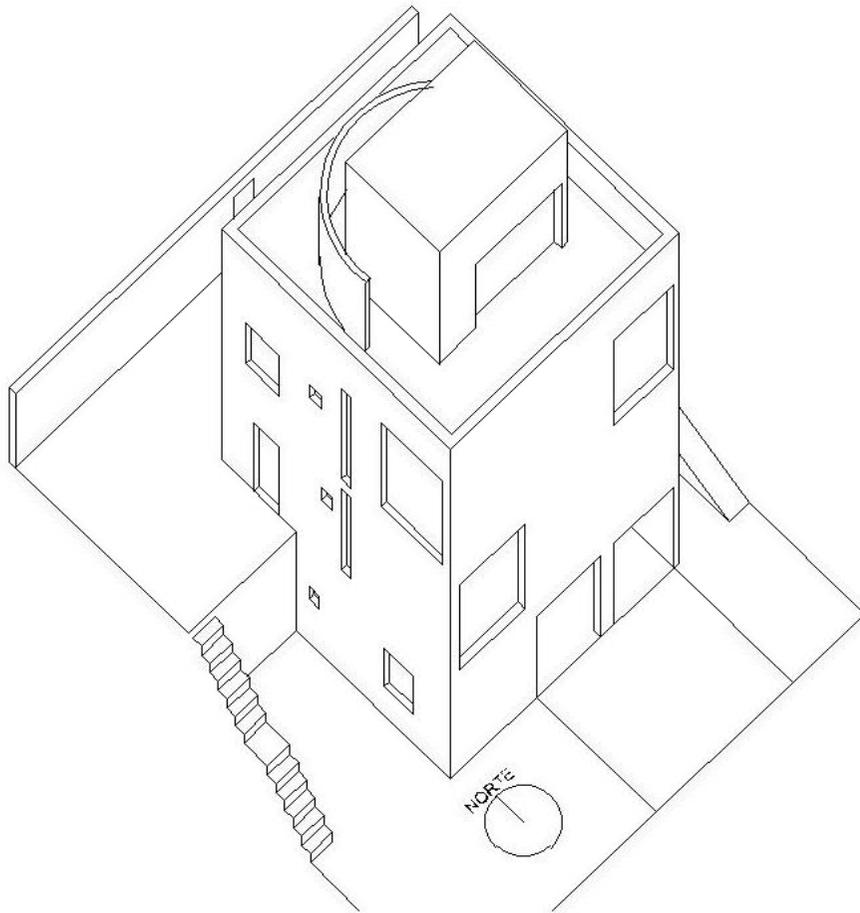
HOJA

1

5

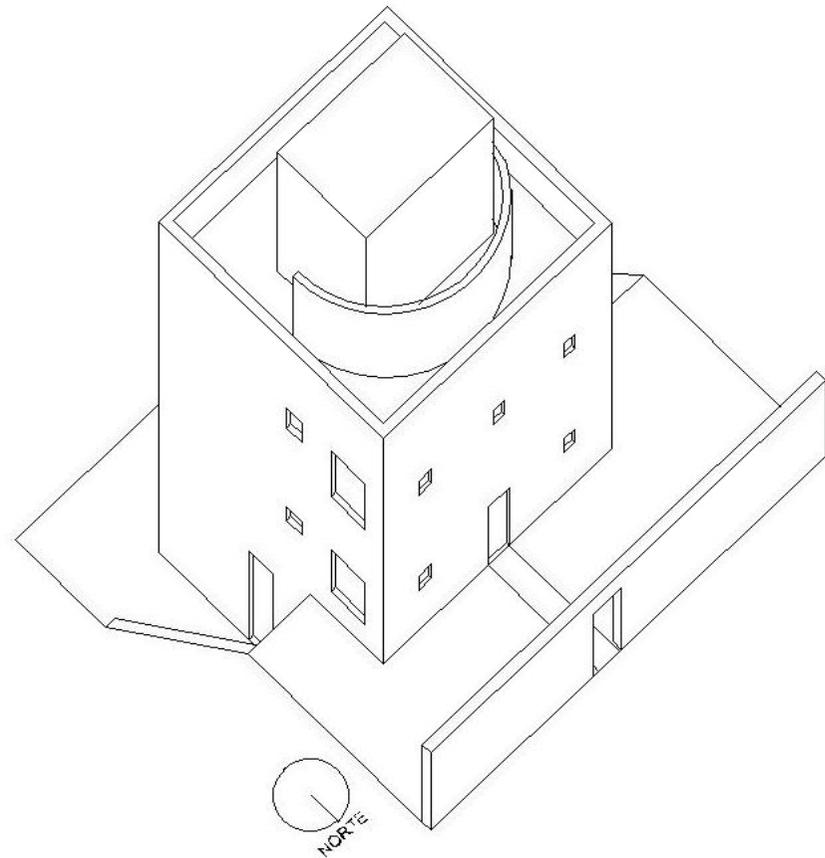


UNIVERSIDAD DE SANCARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE ARQUITECTURA	PROYECTO:	CASA TUREGANO	ASESOR:	LIONEL BOJORQUEZ	HOJA
	NOMBRE:	MARTIN EMILIO LARIOS VALLE	CONTIENE:	ANÁLISIS FACTORES CLIMÁTICOS	2
			ESCALA:	INDICADA	5
		FECHA:	FEBRERO 2009		



Fachadas Sur y Oeste

SIN ESCALA



Fachadas Norte y Este

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SANCARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

NOMBRE:
MARTÍN EMILIO LARIOS VALLE

PROYECTO:
CASA TUREGANO

CONTIENE:
AXONOMETRIAS

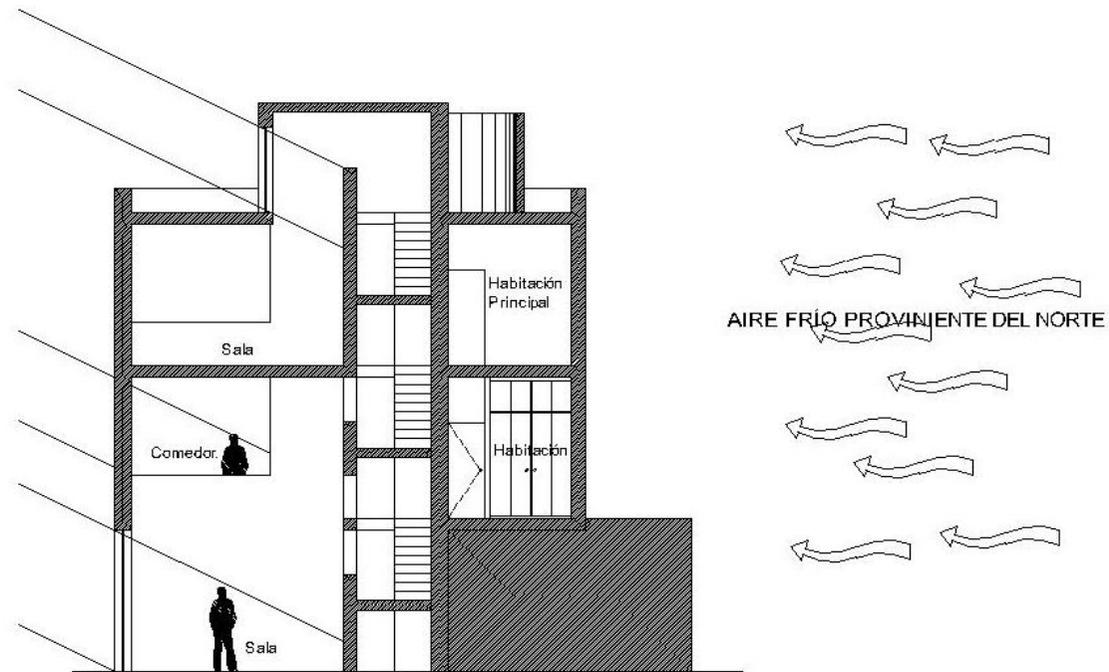
ASESOR:
LIONEL BOJORQUEZ

ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO 2009

HOJA

3

5



Sección A
Soleamiento de invierno

ESCALA 1:150



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

NOMBRE:
MARTÍN EMILIO LARIOS VALLE

PROYECTO:
CASA TUREGANO

CONTIENE:
ANÁLISIS FACTORES CLIMÁTICOS

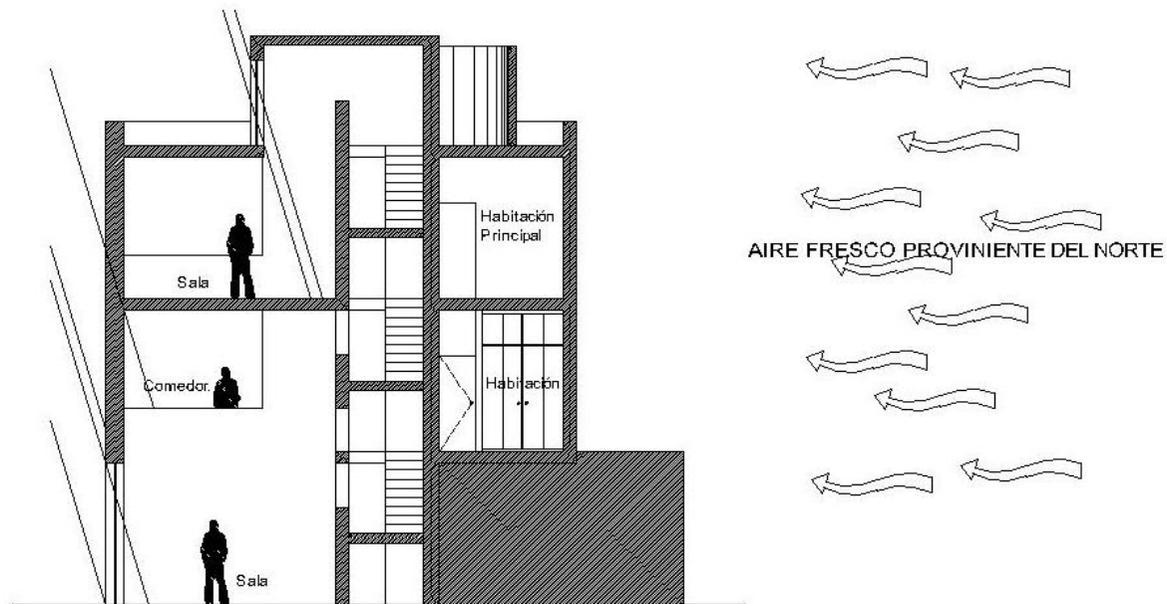
ASESOR:
LIONEL BOJORQUEZ

ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO 2009

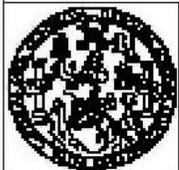
HOJA

4

5



Sección A
Soleamiento de verano ESCALA 1:150



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

NOMBRE:
MARTÍN EMILIO LARIOS VALLE

PROYECTO:
CASA TUREGANO

CONTIENE:
ANÁLISIS FACTORES CLIMÁTICOS

ASESOR:
LIONEL BOJORQUEZ

ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO 2009

HOJA

5

5



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Capítulo 9: Análisis Casa Turegano

MARTIN E. LARIOS VALLE

En la hoja 3 de 5 podemos ver que en la fachada Sur y en la fachada Oeste la vivienda cuenta con perforaciones (ventanas) más grandes que las que se encuentran en las fachadas Norte y Este, las perforaciones más grandes permiten a la casa captar la iluminación suficiente como para calentar la vivienda en la época de invierno, ya que la luz solar en esta estación del año logra penetrar más en la vivienda debido a la inclinación, y en la época de verano proporciona protección pero ésta no es total, porque se permiten reducidos rayos de luz suficientes como para iluminar en el interior produciendo luz natural difusa.

En relación con las perforaciones en las fachadas Norte y Este, éstas son más reducidas proporcionan una barrera a los vientos fríos que provienen del Norte en la época de invierno y en la época de verano se abren para producir ventilación por diferencia de presiones entre la fachada Norte y la fachada Sur.



CONCLUSIONES

- 1) Mientras más alejado se encuentra un lugar de la línea del Ecuador, mayor es la diferencia climática.
- 2) La arquitectura bioclimática puede conseguir grandes ahorros económicos, incluso llegar a ser sostenible en su totalidad.
- 3) Las costumbres, edades y actos del usuario ayudan a predimensionar los sistemas climáticos de un ambiente.
- 4) Todo lugar tiene un ángulo de captación solar aprovechable de 47° .
- 5) La inclinación de cualquier captador solar o panel térmico para la producción de electricidad y agua caliente, debe tener una inclinación referente a la horizontal equivalente a la latitud en que se ubique, dicha inclinación debe orientarse en dirección al hemisferio contrario.
- 6) Cuando la luz solar se acerca más a formar 90° en relación con la horizontal, habrá mayor intensidad de calor.
- 7) Cuando el ángulo solar se aleja de formar 90° en relación con la horizontal la temperatura tiende a disminuir.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Conclusiones

MARTIN E. LARIOS VALLE

- 8) El análisis de soleamiento proporciona los ángulos de inclinación de un determinado lugar, los cuales ayudan a determinar la ubicación de ventanas para aprovechar la luz solar, así como los sistemas apropiados de protección a la radiación solar.
- 9) El análisis de la dirección de los vientos predominantes ayuda a determinar los sistemas de captación para la renovación de aire y determinar la ubicación de elementos de protección.
- 10) En Guatemala en las fechas alrededor del 21 de diciembre el ángulo de luz solar con referencia a la horizontal es menos inclinado, por lo tanto esta época es más fría, y en las fechas alrededor del 21 de junio el ángulo de luz solar con referencia a la horizontal es más inclinado, por lo que esta época es más calurosa.



RECOMENDACIONES

- 1) A las universidades: incluir líneas obligatorias en el pensum de estudio orientadas directamente a las energías renovables.
- 2) A las autoridades municipales: crear una normativa para la construcción orientada al uso de energías renovables.
- 3) Parte del trabajo preliminar de todo proyecto debería ser el análisis completo de los recursos renovables con los que puede contar la edificación.
- 4) En la ciudad de Guatemala todo captador solar debe ser orientado hacia el sur con una inclinación de $14^{\circ}37'$ en relación a la horizontal.
- 5) En la ciudad de Guatemala se debe permitir la incidencia solar sobre materiales con alta inercia térmica en las fechas alrededor del 21 de diciembre y protegerse de la incidencia solar directa en fechas alrededor de 21 de junio.
- 6) En las fechas alrededor del 21 de junio la idea es no cubrirse totalmente de la luz solar, ya que esto puede convertir ambientes en espacios oscuros, por lo tanto hay que dosificar la entrada de luz por medio de elementos reflejantes o sistemas que reduzcan el área de paso de luz.



FUENTES DE CONSULTA

- 1) Uso de la luz natural en Guatemala, América Central. Martin E. Larios Valle. España, 2008; Tesis.
- 2) Acústica de los edificios. Meisser, Mathias. Editores Técnicos Asociados, S.A., Barcelona, 1973.
- 3) A Mediterranean Regional Approach. Energy and Buildings for Temperate Climates. De OliveiraFernandez, Eduardo; Yannas, Simos. Pergamon Press, Oxford, 1988.
- 4) Architecture Climatique. Une contribuiton au développement durable. Tome 1: Bases physiques. Lavigne, Pierre. Aix-en- Provence, Edisud, La Calade, 1994.
- 5) Architectures d'été. Construire pour le confort d'été. Iazard, Jean- Louis. Aix-en- Provence, Edisud, La Calade, 1993.
- 6) Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. González, Neila; F. Javier. Editorial Munilla-Lería, Madrid, 2004.
- 7) Architecture ed Energia. Sette edifici per l'Enea. AAVV. De Luca Editore, Roma, 1987.
- 8) Arquitectura solar natural. Wright, David. Ediciones Gustavo Gil S.A., Naucalpan, 1983.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Bibliografía

MARTIN E. LARIOS VALLE

- 9) Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1998.
- 10) Arquitectura y climas. Serra, Rafael. Gustavo Gili, España, 2004.
- 11) Arquitectura y el control de los elementos. Serra Florensa, Rafael; Coch Roura, Helena; San Martín, Ramón. Asociación Cultural Saloni, Barcelona, 1996
- 12) Arquitectura y energía natural. Coch Roura, Helena. Ediciones UPC, España, 2001.
- 13) Arquitectura y entorno. El Diseño de la construcción bioclimática. Editorial Blume, Barcelona, 2002.
- 14) Clima, lugar y arquitectura. Manual de diseño bioclimático. Serra Florensa, Rafael. Ministerio de Industria y Energía, Secretaría General Técnica del CIEMAT, 1989.
- 15) Control Acústico en los Edificios. Manual de Arquitectura 14. Serra Florensa, Rafael P.; Labastida Azemar, Francisco. Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares, La Gaya Ciencia, Barcelona, 1974.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Bibliografía

MARTIN E. LARIOS VALLE

- 16) Daylighting in Architecture. A European Reference Book. AAVV. James & James, Brussels, 1993.
 - 17) Design with climate. Bioclimatic approach to Architectural Regionalism. Olgyay, Victor. Van Nostrand Reinhold, New York, 1963.
 - 18) Diseño de una Instalación Solar Fotovoltaica. Oñate Arresti, Diego. Junio 2006
 - 19) Documentación Maestría Arquitectura y Medio Ambiente: Integración de Energías Renovables en la Arquitectura, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 3ª edición 2005-2007.
 - 20) El Libro de la energía solar pasiva. Mazria, Edward. Gustavo Gili, España, 1983.
 - 21) Energía Solar y Edificación. Szokolay, S.V. Editorial Blume, Barcelona, 1978.
 - 22) European Passive Solar Handbook. Basic Principles and Concepts for Passive Solar Architecture. AAVV. Directorate General XII for Science, Research and Development. Solar Energy Division, Brussels, 1986.
 - 23) Física del sol i de la llum. Isalgue, Antoni. E.T. S. A. B., Barcelona, 1994.
-



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Bibliografía

MARTIN E. LARIOS VALLE

- 24) Heat Storage and Distribution Inside Passive Solar Building. Balcomb, J. Douglas. U.S. Printing Office, Los Alamos, 1983.
- 25) Historia ilustrada de la casa. Camesasca, Ettore. Editorial Noguer, S.A., Barcelona, 1971.
- 26) La casa. Historia de una idea. Rybczynski, Witold. Editorial Nerea, S.A., Madrid, 1986.
- 27) Luz, Clima e Arquitectura. De Mascaro, Lucia R. Nobel, Sao Paulo, 1989.
- 28) Man, climate and architecture. Givoni, Baruch. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, 1969.
- 29) Nuestra Huella Ecológica. Wackernagel Mathis y Rees William. LOM, Santiago de Chile, 2001
- 30) On thermal diffusivity. Salazar Agustín. 2003
- 31) Solar cell breaks efficiency record. Canellos Michael. 2006
- 32) Solar Control & Shading Devices. Olgyay & Olgyay. Princeton University Press, New Jersey, 1957.



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Bibliografía

MARTIN E. LARIOS VALLE

- 33) Solar Energy and Housing Design. Volume 1: Principles, Objectives, Guidelines. Yannas, Simos. DTI, Londres, 1994.
 - 34) Solar Energy and Housing Design. Volume 2: Examples. Yannas, Simos. DTI, Londres, 1994.
 - 35) Tecnologie termoedilizie. Principi e tecniche innovative per la climatizzazione dell'edilizia. Scudo, Gianni. CittàStudi, Milano, 1993.
 - 36) The architecture of the well-tempered environment. Banhan, Reyner. 2a edición. The University of Chicago Press, Chicago & The Achitectural Press Ltd., London, 1984.
 - 37) Todo en Ventilación, S.A. de C.V. México 2001.
 - 38) .6000 años de hábitat. De los poblados primitivos a la vivienda urbana en las culturas de oriente y occidente. Schoenauer, Norbert. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1984.
 - 39) Butech Building Technology S.A. Catellón España
 - 40) UPDATE Dominicana S.A.
-



ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA

Bibliografía

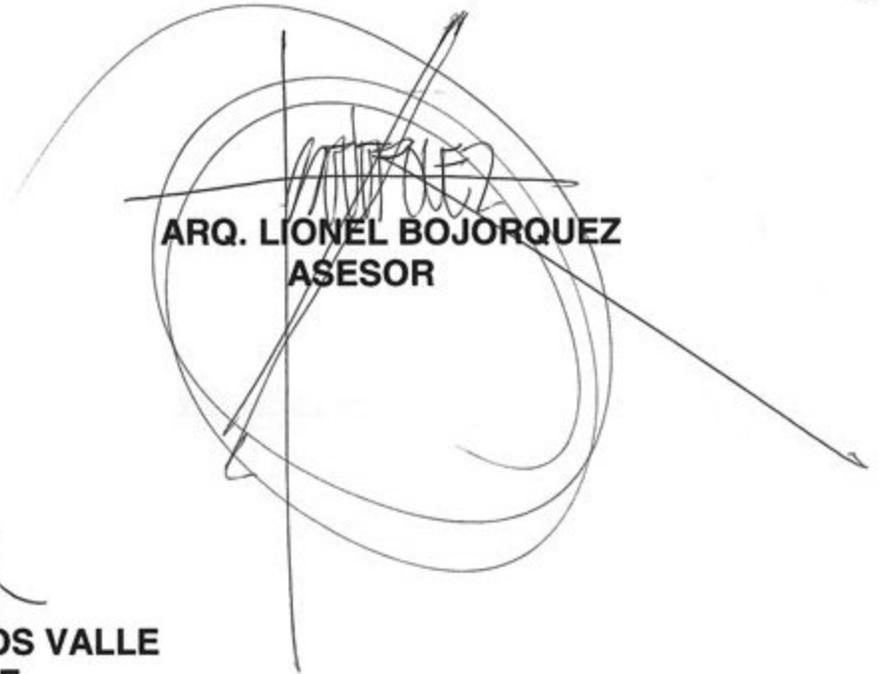
MARTIN E. LARIOS VALLE

- 41) EL INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA DE HIDROLOGÍA (INSIVUMEH).

IMPRIMASE

A stylized, blocky handwritten signature consisting of several vertical strokes and a horizontal base line.

**ARQ. CARLOS VALLADARES
DECANO**

A complex, circular handwritten signature with multiple overlapping loops and a long diagonal stroke extending to the right.

**ARQ. LIONEL BOJORQUEZ
ASESOR**

A cursive handwritten signature that appears to read 'M. E. Larios Valle'.

**MARTIN EMILIO LARIOS VALLE
SUSTENTANTE**