

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



Recomendaciones Técnicas Elementales para el Diseño Arquitectónico Bioclimático

PRESENTADO POR:

HAIRO VLADIMIR TEJADA IPIÑA

PARA OPTAR AL TITULO DE:

ARQUITECTO

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO 2013

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZAVALETA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE ARQUITECTURA

DIRECTOR :

ARQ. MANUEL HEBERTO ORTIZ GARMENDEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

ARQUITECTO

Título :

**Recomendaciones Técnicas Elementales para el
Diseño Arquitectónico Bioclimático**

Presentado por :

HAIRO VLADIMIR TEJADA IPIÑA

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

ARQ. LUIS VASQUEZ RECINOS

San Salvador, Julio 2013

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

ARQ. LUIS VASQUEZ RECINO

AGRADECIMIENTOS

ADIOS, JESUS Y LA VIRGEN DE GUADALUPE.....

En primer lugar darle infinitas gracias por otorgarme la bendición de haber concluído mis estudios, culminándolo con la carrera de ARQUITECTO.

A MI PAPA, A MI MADRE (LA NEGRITA).....

Gracias por su apoyo incondicional, en todo momento y a lo largo de mi vida como estudiante, hasta llegar a culminar con mi carrera de Arquitecto; PAPA, se que desde el cielo ves realizado tu sueño de verme culminar mis estudios superiores y de la Universidad de El Salvador, por fin **termine!!!!**.....a mis hermanos gracias por todo.

A MI ESPOSA XIOMARA Y A MIS HIJOS (MOISES Y NATHALIA).....

No hay palabras con que expresarte toda la ayuda que me has brindado en mis estudios Universitarios, como en el desarrollo de mi tesis.... Te estoy eternamente agradecido por tu paciencia, comprensión y amor; Te Amo.

A mis amados hijos por su apoyo y comprensión.

A CAROLINA, BEATRIZ, GERALDINA Y MIS SUEGROS.....

Gracias a mis cuñadas por todo el apoyo que me brindaron durante el desarrollo de mi tesis.

A mis suegros les agradezco muchísimo su apoyo, en especial a Don Mario René Molina que estuvo conmigo apoyándome y aconsejándome en los momentos de mayor presión, como todo padre es con un hijo; Gracias....el sacrificio valió la pena.

A LOS DOCENTES DE LA ESCUELA.....

Gracias por todas sus enseñanzas, paciencia y comprensión a lo largo de mis estudios universitarios de la carrera; en especial, agradecimientos a: Arq. Alba Gladys de Álvarez, Arq. Juana Martínez (Chiqui), Arq. Jessie López, Arq. Miguel Ángel Rosales, Arq. Fredy Joma, Arq. Elizabeth de pineda, a mi asesor Arq. Luis Vásquez y al Docente Director, Arq. Manuel Garmendez; a todos ustedes muchísimas gracias por toda su ayuda, consejos, paciencia y enseñanzas con la que me forme y con las que me he moldeado a lo largo de mi carrera.

HAIRO TEJADA

INDICE

INTRODUCCION

ETAPAI-CONCEPTUALIZACION

1.1 Planteamiento del problema.....	01.0
1.2 Objetivos.....	05.0
1.2.1. Objetivo General	
1.2.2. Objetivo Específicos	
1.3 Límites.....	05.0
1.3.1. Límites Social	
1.3.2. Límite Geográfico	
1.3.3. Límite Técnicos- Legal	
1.4 Alcances.....	05.0
1.5 Justificación.....	05.0
1.6 Metodología.....	06.0

ETAPAII-ANTECEDENTES

2.1 Calentamiento Global. Problemática Actual	
2.1.1. Origen del Calentamiento Global.....	08.0
2.1.2. El Sistema Climático y sus componentes.....	10.0
2.1.3. Situación actual del Calentamiento Global.....	13.0
2.2 Incidencia del Calentamiento Global en El Salvador.....	16.0
2.3 Factores incidentes en la crisis del medio ambiente en El Salvador y en el AMSS	
2.3.1. Deforestación.....	17.0
2.3.2. Crecimiento Demográfico en el AMSS.....	20.0
2.3.3. Producción de Desechos Sólidos en el AMSS.....	23.0
2.3.4. Producción de Aguas Residuales en el AMSS.....	24.0
2.3.5. Incremento Vehicular en el AMSS.....	25.0
2.4 Cronología de los Planes de Desarrollo Urbano generados para el AMSS.....	26.0
2.5 Legislación del Medio Ambiente en El Salvador	
2.5.1. Ley del Medio Ambiente.....	30.0
2.5.2. Tratados Internacionales Suscritos por el Gobierno de El Salvador.....	30.0
2.6 Educación Ambiental	
2.6.1. Educación Ambiental general.....	31.0
2.6.2. Educación Profesional.....	32.0
2.7 Incidencia de la Arquitectura en el Calentamiento Global.....	32.0

ETAPA III-DIAGNOSTICO

3.1 Características del AMSS	
3.1.1. Conformación y Ubicación.....	34.0
3.1.2. Geomorfología.....	38.0
3.1.3. Condiciones Climatológicas.....	39.0
3.1.3.1. Zonas Térmicas.....	39.0
3.1.3.2. Precipitación.....	43.0
3.1.3.3. Vientos.....	44.0
3.1.3.4. Radiación.....	45.0
3.2 Arquitectura en el AMSS.....	48.0
3.3 Arquitectura Bioclimática en El Salvador.....	52.0

ETAPA IV-IMPLEMENTACION

4.1 Reflexión preliminar.....	57.0
4.2 Principios a considerar en la Arquitectura Bioclimática.....	58.0
4.3 Pautas de Diseño en la Arquitectura Bioclimática.....	60.0
4.3.1 La calidad ambiental en arquitectura.....	60.0
4.3.2 Factores biofísicos en el proceso de diseño.....	61.0
4.3.3 La Naturaleza como estrategia proyectual.....	61.0
4.4 Criterios.....	64.0
4.4.1 Contar con un equipo multidisciplinario.....	65.0
4.4.2 Adaptación a la temperatura.....	65.0
4.4.3 Ubicación de la edificación.....	66.0
4.4.4 Importancia del tratamiento exterior de las edificaciones.....	66.0
4.4.5 Forma de la edificación.....	67.0
4.4.6 Orientación de la edificación.....	67.0
4.4.7 Implementación de energías renovables.....	67.0
4.4.8 Masa térmica.....	68.0
4.4.9 Sistema de aislamiento.....	69.0
4.4.10 Sistemas de ventilación.....	75.0
4.4.10.1 Tipos de Ventilación	
4.4.10.1.1 Ventilación forzada.....	75.0
4.4.10.1.2 Ventilación natural.....	77.0
4.4.10.1.3 Ventilación selectiva.....	77.0
4.4.10.1.4 Infiltración.....	78.0
4.4.11 Soleamiento y Protección Solar.....	78.0
4.4.12 Aprovechamiento Climático del Suelo.....	80.0
4.4.13 Espacios Tapón.....	81.0

4.4.14	Sistemas Evaporativos de Refrigeración.....	82.0
4.4.15	Diseños de sistemas para el precalentamiento del agua, mediante placas solares.....	82.0
4.4.16	Ahorro de Agua.....	82.0
4.4.17	Sistemas vegetales hídricos reguladores de la temperatura y de la humedad.....	84.0
4.5	Materiales.....	89.0
4.5.1	Materiales para cubiertas.....	90.0
4.5.1.1	Lamina Termoacústica	
4.5.1.2	Lamina de Policarbonato Alveolar	
4.5.1.3	Lamina de Policarbonato	
4.5.1.4	Lamina de Polietileno	
4.5.1.5	Madera	
4.5.2	Materiales para paredes.....	94.0
4.5.2.1	Termoarcilla	
4.5.2.2	Bioblock	
4.5.2.3	Adobes	
4.5.2.4	Tierra en Tapial	
4.5.2.5	Bloques de Tierra Comprimida	
4.5.2.6	Lamina e Fibrocemento	
4.5.2.7	Laminas de Policarbonato	
4.5.2.8	Paneles Termoacústicos	
4.5.2.9	Block de Plástico	
4.5.3	Materiales agregados.....	99.0
4.5.3.1	Arlita	
4.5.3.2	Sudorita	
4.5.3.3	Cal Hidráulica	
4.5.3.4	Corcho	
4.5.3.5	Cáñamo	
4.5.3.6	Lino	
4.5.3.7	Fibra de madera	
4.5.3.8	Lana	
4.5.3.9	Celulosa	
4.5.4	Impermeabilizantes.....	102.0
4.5.4.1	Caucho E.P.D.M.	
4.5.4.2	Geotextil	
4.5.5	Tuberías.....	102.0
4.5.5.1	Polipropileno	
4.5.5.2	Polietileno	
4.5.5.3	Polibutileno	
4.5.5.4	Tubos TLH	

4.5.5.5	Tubos saneamiento cerámicos	
4.5.5.6	Tubos drenaje cerámicos	
4.5.6	Eléctricos.....	103.0
4.5.6.1	Interruptor de campos	
4.5.6.2	Cables libres halógenos	
4.5.7	Pavimentos y revestimientos.....	103.0
4.5.7.1	Barro	
4.5.7.2	Mármol	
4.5.7.3	Linóleoum	
4.5.7.4	Corcho	
4.5.7.5	Madera	
4.5.8	Pinturas y revocos.....	104.0
4.5.8.1	Pinturas naturales	
4.5.8.2	Morteros de cales hidráulicas	
4.5.8.3	Morteros y cales aéreas grasas	
4.5.9	Ventanería.....	105.0
4.5.9.1	Vidrio insulatedo	
4.5.9.2	Vidrio templado	
4.5.9.3	Vidrio termoendurecido	
4.5.9.4	Vidrios laminados	
4.5.9.5	Vidrio coloreado en masa	
4.5.9.6	Vidrio recubierto con capas metálicas	
4.5.10	Pisos.....	108.0
4.5.10.1	Concreto permeable	
4.5.10.2	Pavimentos ecológicos	
4.6	Recomendaciones.....	110.0
4.6.1	Recomendaciones Generales del Proyecto	
4.6.2	Asoleamiento	
4.6.3	Ventilación	
4.6.4	Aberturas	
4.6.5	Materiales y procedimientos	
4.6.6	Manejo de vegetación	
4.6.7	Diseño urbano	

Anexos

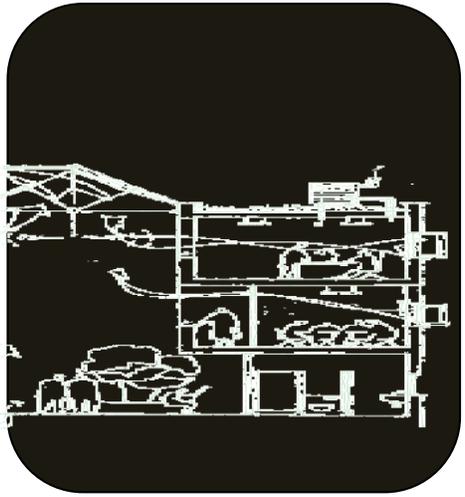
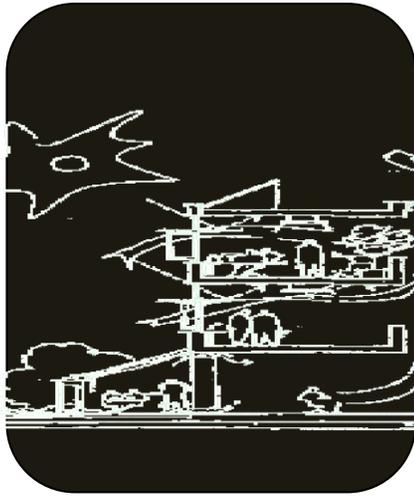
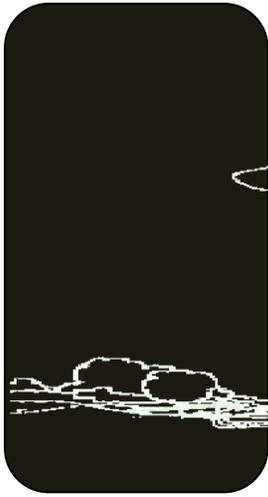
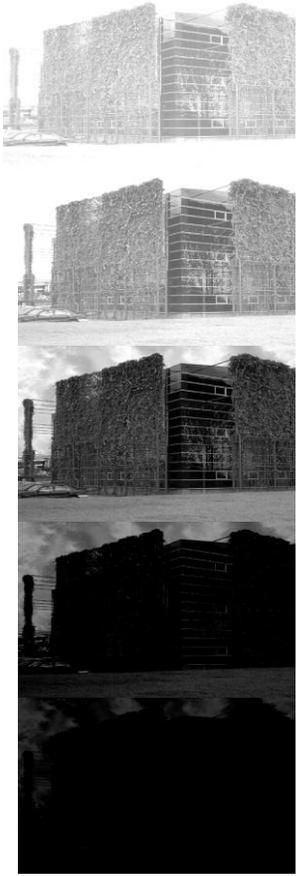
Referencias:

Referencia - Fotografías

Referencia - Imágenes

Referencia - Cuadros y Tablas

INTRODUCCION



El presente trabajo muestra los signos de cambios climáticos propios del calentamiento global que se han venido suscitando durante los últimos tiempos y que afectan en gran medida a los seres vivos. Según el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC ⁽¹⁾ a lo largo de los próximos siglos el derretimiento constante de los glaciares podría hacer subir hasta 4 metros el nivel del mar. Sólo el derretimiento de Groenlandia podría hacer que suba el nivel del mar en un metro durante el próximo siglo, si no disminuye el calentamiento causado por el efecto invernadero.

Que dicen los expertos al respecto.....

Emilio Rull, responsable de la campaña de cambio climático de Greenpeace-España

"El cambio climático es un problema global, ya que no sólo estamos en riesgo de perder los glaciares sino que sufriríamos también un aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones, sequías, pérdida de arrecifes de corales, aumento en el nivel del mar y un aumento de la extensión de enfermedades como la malaria".

Oficina de Información sobre el Cambio Climático del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

"El calentamiento global ha causado el aumento en el nivel del mar, lo cual afecta directamente la intensidad de desastre que pueden ocasionar fenómenos como los tsunamis".

Ing. Juan Carlos Sánchez, consultor ambiental, profesor de la UCV (Universidad Central de Venezuela) y USB (Universidad Simón Bolívar), colaborador de la ONG ambientalista VITALIS y Miembro del Grupo de Expertos en Cambio Climático de las Naciones Unidas.

"Hay una serie de consecuencias adversas por el aumento de la temperatura como la proliferación de algunos vectores de enfermedades, propagación de infecciones, la expansión térmica de los océanos que aumenta el nivel de las aguas poniendo en riesgo los poblados cercanos a las costas".

Claude Martin, director de la World Wild Fund for Nature (WWF.)

"Para el año 2050 serían necesarios 40 planetas como la Tierra para poder satisfacer nuestras demandas. Estamos gastándonos el capital de la naturaleza más rápido de lo que se puede regenerar".

En el caso de la futura producción de viviendas y equipamientos, ésta no podría ser llevada a cabo de manera industrial, porque la crisis climática no sólo significa el colapso de los ecosistemas sino también de los sistemas económicos vigentes en el orbe ⁽²⁾, por lo que se deberán buscar las alternativas idóneas de acuerdo a estos problemas.

Muchas veces se ha visto que los proyectos arquitectónicos son el resultado del deseo del cliente o de las preferencias formales del arquitecto, dando como resultado un proyecto "lindo" pero muy lejano a las exigencias ecológicas. Si el arquitecto no quiere ser sólo un decorador deberá asumir su responsabilidad para con la sociedad y el planeta.

Si bien, cada vez más los arquitectos están conscientes de la importancia del calentamiento global, aún falta mucho camino para que la búsqueda de la eficiencia energética en el diseño arquitectónico sea el tema que mueva la industria; dada la alta participación contaminante que tiene la construcción en general con la emisión de gases y quema de combustibles.

El objetivo de este trabajo es generar un Documento con Recomendaciones Técnicas Elementales para el Diseño Arquitectónico Bioclimático en el Área Metropolitana de San Salvador, que sirva como soporte en la enseñanza académica a nivel superior dentro del área de la construcción, a fin de que permita la buena elección de materiales constructivos; así como también enriquecer el conocimiento del proceso constructivo de los mismos, tomando el mayor provecho de las condiciones del entorno donde el clima, el microclima, la orientación, los vientos y la humedad den como resultado una solución particularizada y sobretodo más integrada al medio ambiente del cual forma parte.

(1)-IPCC: Panel Intergubernamental del Cambio Climático, conocido por el acrónimo en inglés IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), se estableció en el año 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (WMO – World Meteorological Organization) y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP - United Nations Environment Programme).

(2)-ORBE: Mundo, planeta

En conclusión, con este trabajo se persigue un aporte a la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, con el que los futuros arquitectos buscarán y generarán nuevos diseños acordes al medio ambiente en donde convive la sociedad con este planeta llamado tierra.

Si el Arquitecto no quiere ser sólo un decorador, deberá.....



F1. Escuela de Arquitectura,
Universidad de El Salvador

*.....asumir su responsabilidad con la
sociedad y el planeta.*



F3. Bahrain International Airport



F4. Qatar Airways



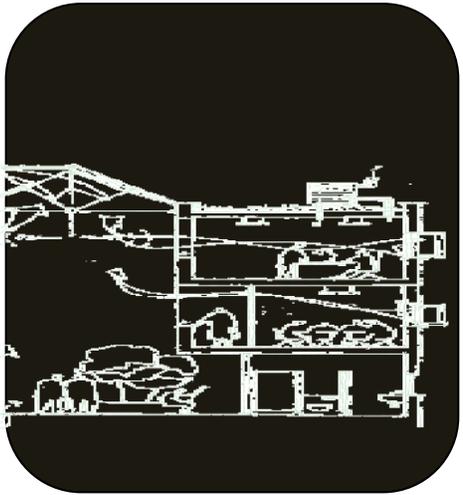
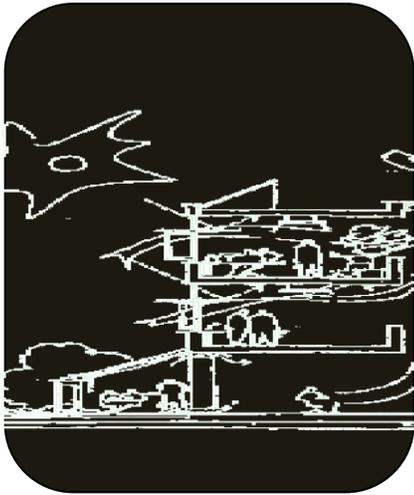
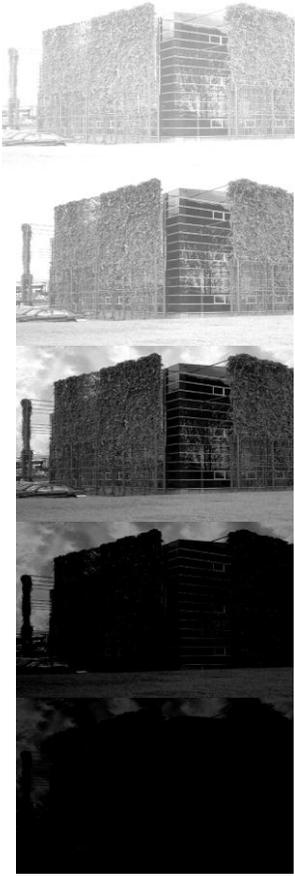
F2. Spire Edge Manesar



F5. Premier City

Fotos (2-3-4-5): Proyectos del Arq. Ken Yeang; conocido como el padre del Ecodiseño, es arquitecto, planificador, ecologista, autor y uno de los principales eco-designers, teóricos y pensadores en el campo del diseño.

CONCEPTUALIZACION



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Muchas personas consideran que el calentamiento global terrestre es un tema apocalíptico, otras lo ven como un problema muy lejano y que afectará únicamente a los países del Ártico, y otras, por el contrario piensan que la sociedad debe, desde este momento tomar en serio este problema ambiental que afecta a todos los habitantes del planeta Tierra.

La atmósfera de la Tierra está compuesta de muchos gases; entre los cuales los más abundantes son el nitrógeno y el oxígeno (este último es el que necesitan los seres vivos para mantenerse con vida).

El resto, menos de una centésima parte, son gases llamados "de invernadero". Estos gases no se pueden ver ni oler, pero están allí; algunos de ellos son el dióxido de carbono (CO₂) ⁽¹⁾, el metano y el dióxido de nitrógeno.

En pequeñas concentraciones, los gases que favorecen el efecto invernadero ⁽²⁾ son vitales para la vida en el planeta. Cuando la luz solar llega a la Tierra, un poco de esta energía se refleja hacia el espacio exterior, pero el resto, atravesando la atmósfera llega a la superficie terrestre y gracias a esta energía, la vida se mantiene y se desarrolla en este planeta. No obstante, la cantidad mayor de lo normal de estos gases, es letal para la vida en el planeta Tierra.

La concentración a nivel mundial de gases que generan el efecto invernadero sigue creciendo desde hace algunos años, y en 2008 alcanzó su "nivel más alto", según datos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), dependiente de la ONU.

La concentración de CO₂ atmosférico se ha incrementado desde la época preindustrial (año 1.750) desde un valor de 280 ppm ⁽³⁾ a 379 ppm que se registró en 2005. En la actualidad (2012) llega a 388 ppm. Se estima que 2/3 de las emisiones procedían de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), mientras que 1/3 procedían del cambio en la utilización del suelo (Incluida la deforestación). Del total emitido sólo el 45% permanece en la atmósfera, el 30% es absorbido por los océanos y el restante 25% pasa a la biósfera terrestre. Por tanto no sólo la atmósfera está aumentando su concentración de CO₂, sino que también se está acumulando en los océanos y en la biósfera.

El peor escenario dibujado por el IPCC, (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático), que se remonta a 2007, fue que las temperaturas podrían aumentar entre 2,4 y 6,4 grados para finales de siglo XXI. Si los glaciares del mundo siguen derritiéndose; la temperatura terráquea aumentará cada vez más, ya que el hielo sirve como un espejo que refleja la luz del sol y de este modo se evita el calentamiento del agua. En los últimos años los drásticos cambios del clima han dejado asombrada a la población salvadoreña ya que ha sufrido insoportables olas de calor, fuertes vientos y tormentas tropicales.

Estos fenómenos han destruido la agricultura y han dañando la salud de las personas. Cada día se dispone de menos agua para satisfacer las necesidades humanas y para la agricultura. Curiosamente esa misma agua genera inundaciones en la época lluviosa debido a la drástica deforestación.

Por otra parte en términos estadísticos, se puede decir que el sector de la Construcción es responsable de gastar el 50% de los recursos naturales, de utilizar el 40% de la energía consumida y de producir el 50% del total de los residuos generados.

Si bien es cierto que el procesado de materias primas y la fabricación de materiales generan un alto costo energético y medioambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, brillan por su ausencia frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales.

Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin menoscabar el medio ambiente.

Cabe mencionar que el desarrollo acelerado, sin planificación y sin control, en los ámbitos sociales, económicos y tecnológicos; son causantes también de dicha crisis ambiental.

(1)-CO₂: Dióxido de Carbono, se le conoce también como Anhídrido Carbónico.

(2)-EFECTO INVERNADERO: Es el fenómeno por el cual la atmósfera terrestre retiene parte de la energía que la superficie del planeta emite por haber sido calentado por la radiación solar.

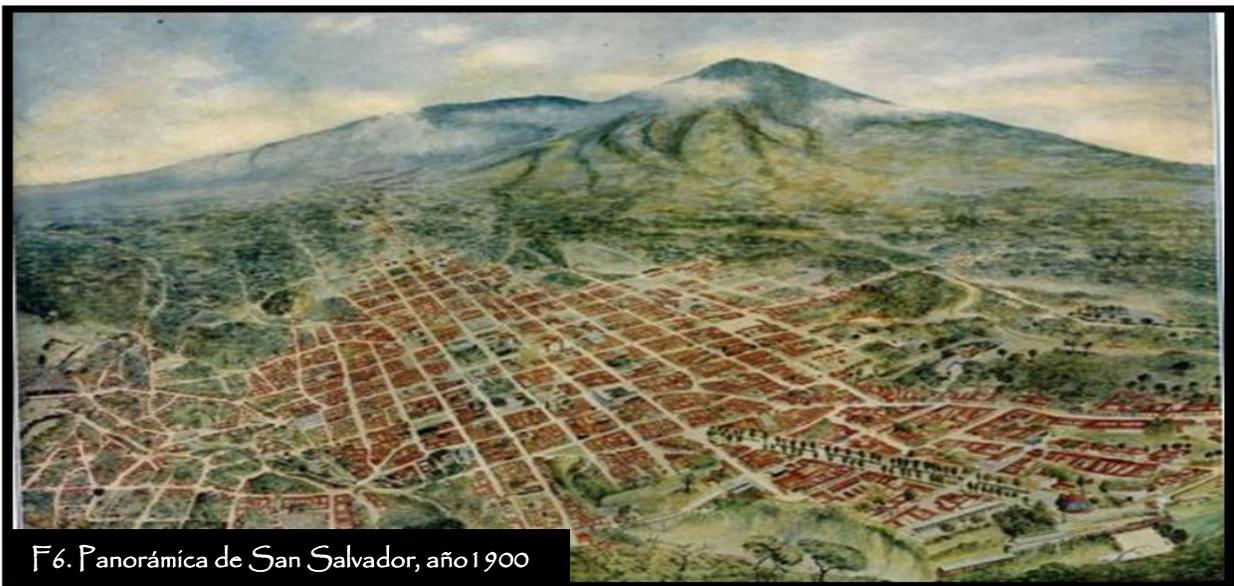
(3)-PPM: partes por millón

Partiendo de las condiciones actuales de desarrollo urbano en San Salvador, entre los años de 1966 y 1995 el área urbanizada casi fue duplicado; pasando de 5,200 Ha a 10,000 Ha aproximadamente. La "edificación continua", de este a oeste, tiene aproximadamente 15 Km. y 7 Km. de norte a sur por una superficie aproximadamente 150 veces mayor que la de la ciudad que existía en el año 1900.

La periferia de San Salvador ha crecido de manera veloz y de forma descontrolada. Lo anterior trae como resultado una fuerte presión sobre el Centro de San Salvador y su consecuente degradación a la infraestructura y a la calidad de vida.

En la actualidad existe el problema de que muchos diseños y construcciones se desarrollan sin tener en cuenta la incidencia del sol, el confort térmico, el ahorro energético y factores similares; que se encuentran relacionados con los conceptos Bioclimáticos. Por tanto, es necesario e importante buscar, actualizar y experimentar nuevas soluciones arquitectónicas en las que el factor clima juegue un papel determinante de tal manera que los sistemas constructivos consigan disminuir los impactos ambientales.

Sin duda alguna, es urgente generar una arquitectura Verde-Sustentable que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades del futuro a atender.



Fotos (6-7): La población en El Salvador para el año de 1900 era de 181,000 habitantes. Desde 1892 hasta 1930, el auge económico suscitado principalmente por el cultivo del café, origina alzas en la natalidad y en los desplazamientos poblacionales hacia las zonas de mayor desarrollo, siendo San Salvador uno de los principales destinos.



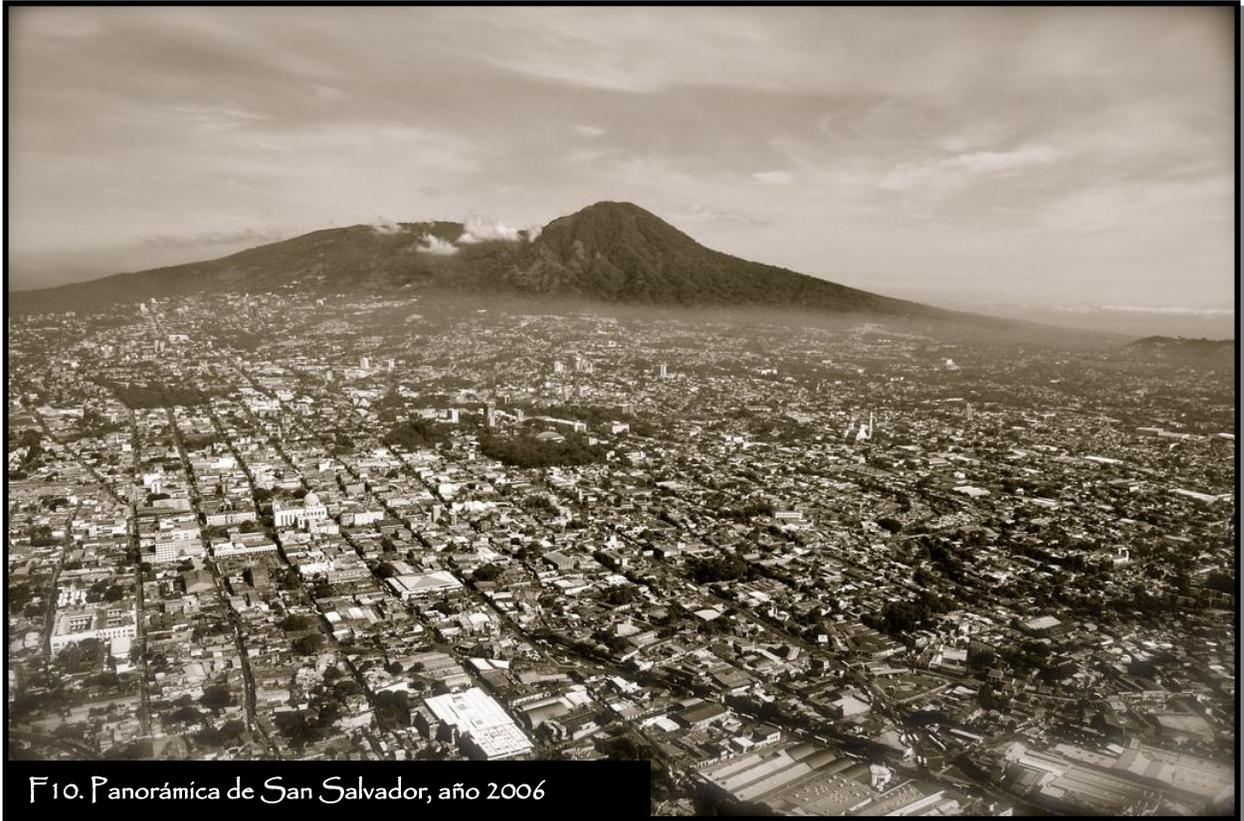
F8. Plano de San Salvador, año 1938



F9. Panorámicas de San Salvador, año 1970

Foto (8): Plano de San Salvador de 1938, la capital comprende ya el estadio nacional de la Flor Blanca y las colonias La Rábida y La Esperanza.

Foto (9): La población de El Salvador en 1961 fue de 2,510,900 hab. y subió a 3,484,000 hab. en 1970, teniendo un incremento del 37 por ciento. San Salvador tenía una población de 489,000 hab.



F10. Panorámica de San Salvador, año 2006



F11. Vista aérea de San Salvador, año 2010

Foto (10): En el 2006 el densidad poblacional fue en aumento y para el año de 2007 se tenía una población de 1,567,156 (1,768 hab/km²)

Foto (11): Para el año 2010 la población de San Salvador era de 1,661,826 hab. (1,875 hab/km²)

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un documento técnico de consulta, que permita unificar criterios de diseño y construcción de tal manera que minimice y equilibre el impacto ambiental en El Salvador, y que contribuya al desarrollo de la Arquitectura Bioclimática desde los niveles académicos.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Enunciar las condiciones climáticas de El Salvador que influyen en el diseño Bioclimático.
- Presentar los criterios técnicos de Arquitectura Bioclimática para ser considerados en la etapa de diseño arquitectónico.
- Mostrar materiales innovadores que permitan generar nuevas soluciones arquitectónicas dentro del ámbito de la Arquitectura Bioclimática.

1.3 LIMITES

1.3.1 LIMITE SOCIAL

- La presente investigación está dirigida principalmente a docentes, investigadores y estudiantes de la rama de la construcción o afines.

1.3.2 LIMITE GEOGRAFICO

- El trabajo de investigación y la información recopilada deberán ser aplicables principalmente a la Arquitectura Salvadoreña.

1.3.3 LÍMITE TECNICO LEGAL

- El documento técnico considerará las leyes, restricciones de materiales y reglamentos estipulados por el Ministerios de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) que infieran en el diseño y/o construcción de los proyectos que apliquen.

1.4 ALCANCES

- Generar un Documento Técnico de sistemas constructivos bioclimáticos.
- Considerar dentro del Documento Técnico, sistemas constructivos bioclimáticos aplicables a la arquitectura.
- Brindar en el Documento Técnico un panorama general sobre las condiciones climáticas para conformar una base de datos útiles para el diseño bioclimático en El Salvador.

1.5 JUSTIFICACION

En este momento es necesario elaborar un Documento Técnico que se pueda convertir en una herramienta de consulta, a fin de que permita mejorar la elaboración de proyectos urbano-arquitectónicos, de tal manera que:

- Garantice un desarrollo sostenible y sustentable.
- Permita definir la tecnología y los sistemas constructivos apropiados a las demandas de proyectos arquitectónicos y el contexto local
- Considere innumerables valores agregados desde la estética, innovación y armonía, hasta la tecnología, ahorro energético, confort y mejora de la calidad de vida
- Contribuya a buscar la especialización del profesional en lo que se refiere al diseño bioclimático.

1.6 METODOLOGIA

ETAPA I - CONCEPTUALIZACION

Se refiere a la definición del problema en la que se justifica la elaboración del documento, planteando objetivos, límites, alcances y metodología.

ETAPA II - ANTECEDENTES

Desarrolla la recolección de información bibliográfica, verbal y documental necesaria para establecer un origen y el estado actual de la información técnica disponible, analizando los aspectos que se consideren necesarios con el objetivo de estudiar con amplitud los aspectos teóricos conceptuales sobre la base de los siguientes enunciados:

- Calentamiento Global. Problemática actual.
- Incidencia del Calentamiento Global en El Salvador.
- Factores Incidentes en la Crisis del Medio Ambiente en el AMSS
- Cronología de los Planes de Desarrollo Urbano generados para el AMSS
- Legislación del Medio Ambiente en El Salvador
- Educación Ambiental
- Incidencia de la Arquitectura en el Calentamiento Global

ETAPA III - DIAGNOSTICO

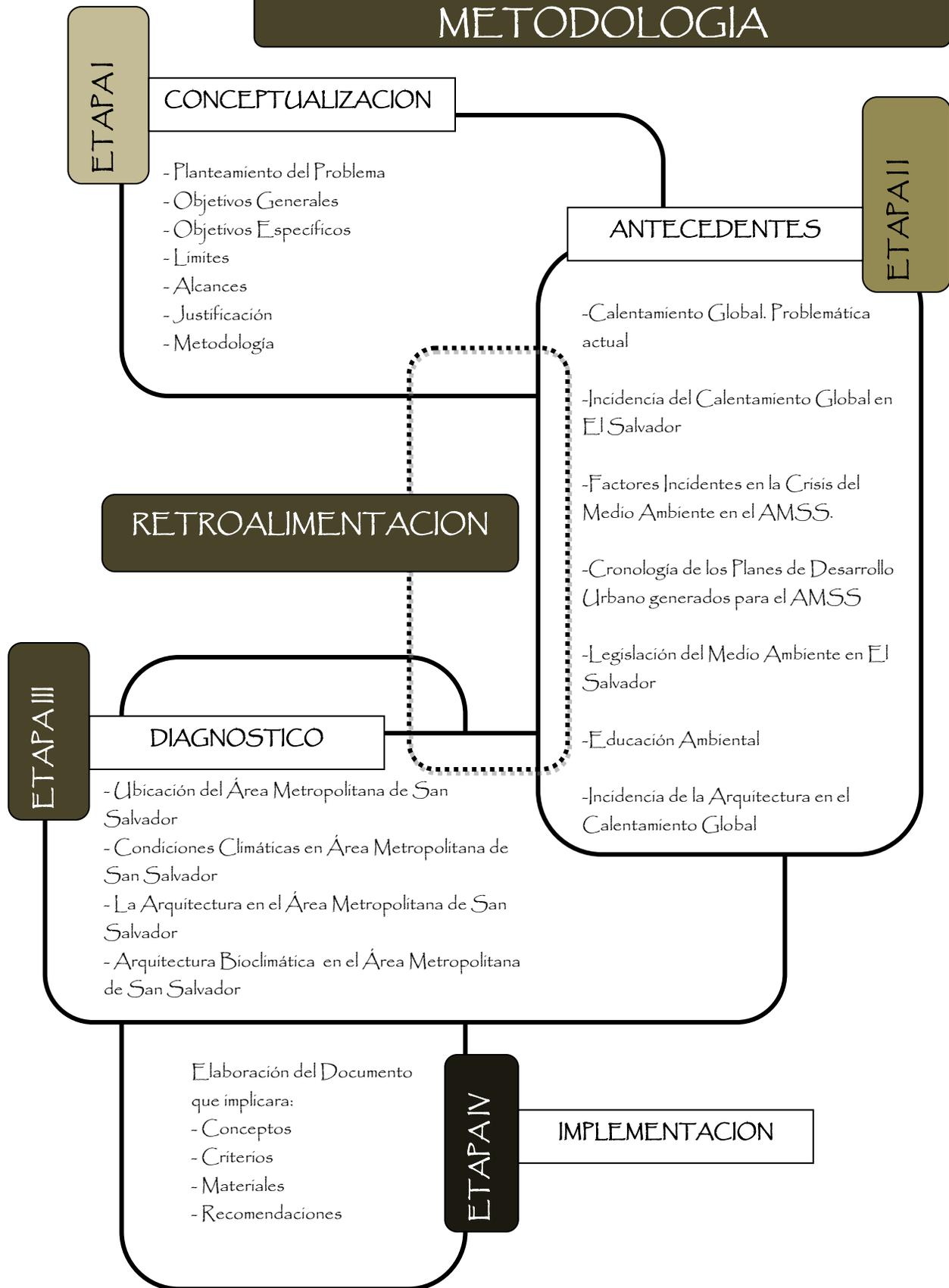
Se aportará, clasificará y analizará una serie de materiales y procesos constructivos con mentalidad bioclimática, que dará pie a que estudiantes y catedráticos cuenten con nuevas propuestas que enriquezcan su información técnica.

ETAPA IV - IMPLEMENTACION

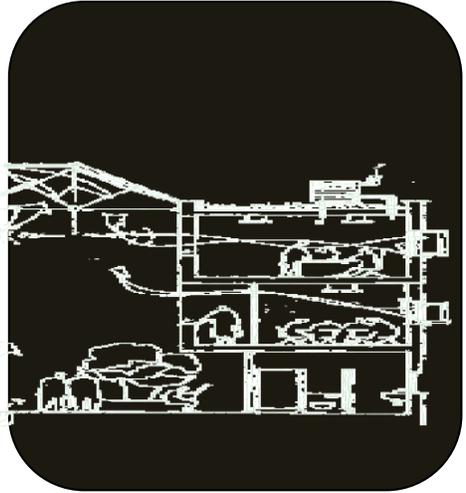
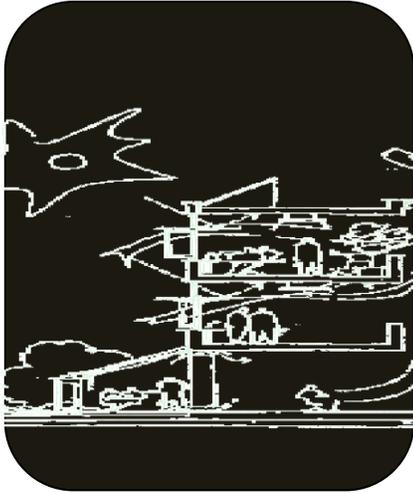
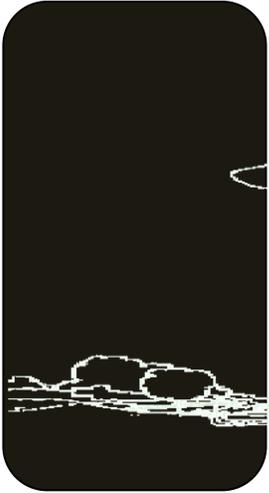
En esta etapa última se presenta el Documento técnico bajo los conceptos y criterios obtenidos en la etapa anterior.

Cada etapa tendrá adicionalmente retroalimentaciones que permitirá una revisión más exhaustiva en el que se logre el mejoramiento de toda la investigación.

METODOLOGIA



ANTECEDENTES



2.1 CALENTAMIENTO GLOBAL. PROBLEMÁTICA ACTUAL

2.1.1 Origen del Calentamiento Global

El Calentamiento Global, es el aumento de la temperatura de la Tierra, debido al uso de combustibles fósiles y a otros procesos industriales que llevan a una acumulación de gases (dióxido de carbono, metano, óxido nítrico y clorofluorocarbono), en la atmósfera.

C1. Diferencia entre Efecto Invernadero y Calentamiento Global	
Efecto Invernadero	Calentamiento Global
	
Qué es?	
Es un fenómeno natural por el cual la Tierra retiene parte de la energía solar que atraviesa la atmósfera. Este fenómeno permite la existencia de la vida.	Es el incremento de la temperatura media de la atmósfera debido a la actividad humana
Cuál es la causa?	
<ul style="list-style-type: none"> -Los rayos del sol atraviesan la atmósfera -Parte de la radiación es retenida por la existencia de gases, sobre todo CO₂. -El resto de la radiación vuelve al espacio 	<ul style="list-style-type: none"> -La quema de combustibles, la deforestación, la ganadería, la industria, etc. incrementan la cantidad de gases en la atmósfera -Con este exceso de gases (sobre todo CO₂) la atmósfera retiene más calor y el planeta se recalienta.

Desde la Revolución Industrial (1760) la atmósfera debido a los procesos industriales ha venido acumulando una serie de gases. En 1,850 el calentamiento global se convirtió en un fenómeno que trajo como consecuencia el aumento de la temperatura media global de la atmósfera terrestre y de los océanos. En 1896 se supo que el CO₂ ayuda a impedir que los rayos infrarrojos escapen al espacio, lo que hace que se mantenga una temperatura relativamente cálida en el planeta.



El primero en manifestar un interés público por el problema del calentamiento global fue Svante August Arrhenius, quien en 1903 publicó "El Tratado de Física del Cosmos" en el que planteaba por primera vez la posibilidad de que la quema de combustibles fósiles podría incrementar la temperatura del planeta cuando se doblara la concentración de dióxido de carbono de la atmósfera. Dicha concentración generaría un incremento de 5°C. En las décadas siguientes las teorías de Arrhenius fueron poco valoradas, pues se creía que el CO₂ no influía en la temperatura del planeta y el efecto invernadero se generaba exclusivamente por el vapor de agua.

El 19 de mayo de 1937; Callendar (Tecnólogo especialista en vapor) publicó su obra: "La producción artificial de dióxido de carbono y su influencia en la temperatura". En ella corregía algunas estimaciones de Arrhenius, como la capacidad de los océanos en absorber CO₂. Callendar estimó que 0.003°C era el incremento de temperatura por año. Argumentaba también que la actividad humana había incrementado el dióxido de carbono en la atmósfera en alrededor del 10% desde el comienzo del siglo XX. Esto revivió la advertencia de Arrhenius y el fenómeno fue conocido como "Efecto Callendar".

El Investigador Charles David Keeling, fue también de los primeros en advertir, por los años 50, una de las amenazas que más preocupa a los especialistas de hoy en día: El Calentamiento del Planeta.

Keeling se dio cuenta de que cada vez hay más CO₂ en el aire, lo que contribuye a enfatizar el llamado efecto invernadero. El aumento de los niveles de este gas, provocado por la creciente industrialización de los humanos, provoca que el calor que llega del sol quede retenido en la atmósfera.

Las precisas mediciones que realizó Keeling desde 1957 confirmaron que la cantidad de CO₂ acumulado en la atmósfera es cada vez mayor. Además, este aumento progresivo, conocido entre los expertos como curva de Keeling, suele estar acompañado con el crecimiento de las actividades contaminantes.

En 1974, aceptadas ya las hipótesis científicas, la OMM (Organización Meteorológica Mundial) decidió crear un equipo de expertos para que investigaran sobre el cambio climático. Así en 1985 tuvo lugar la conferencia de Villach-Austria- donde las Naciones Unidas y el Consejo Internacional para el Medio Ambiente concluyeron que para finales del siglo XXI se podría dar un aumento en las temperaturas de entre 1.5 y 4.5 °C y un ascenso del nivel del mar entre 0.2 y 1.4 m.

Tras el tercer informe del IPCC (Panel Internacional sobre Cambio Climático), se consideró la necesidad de un protocolo más severo, con la ratificación de más países del G77 o grupo de los 77, el cual es un grupo de países en vías de desarrollo que tienen como objetivo el de ayudarse, sustentarse y apoyarse mutuamente en las deliberaciones de la ONU.

El G-77 realiza declaraciones conjuntas sobre temas específicos, y coordina un programa de cooperación en campos como el comercio, la industria, la alimentación, la agricultura, la energía, materias primas, finanzas y asuntos monetarios.

Por esta razón, en 2005 se reunieron en Montreal, todos los países que hasta el momento habían ratificado el protocolo de Kyoto, y otros países responsables de la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo Estados Unidos, China e India.

Actualmente, la generación de emisiones de gases es constante y acelerada, uniéndose a ella la deforestación masiva y perdiendo de vista que los bosques son el elemento más importante para captar y retener el CO₂.

La elevación de un sólo grado en la atmósfera, aunque en apariencia se visualice como un aumento pequeño, implica mucha energía, la cual se traduce en fenómenos atmosféricos más violentos

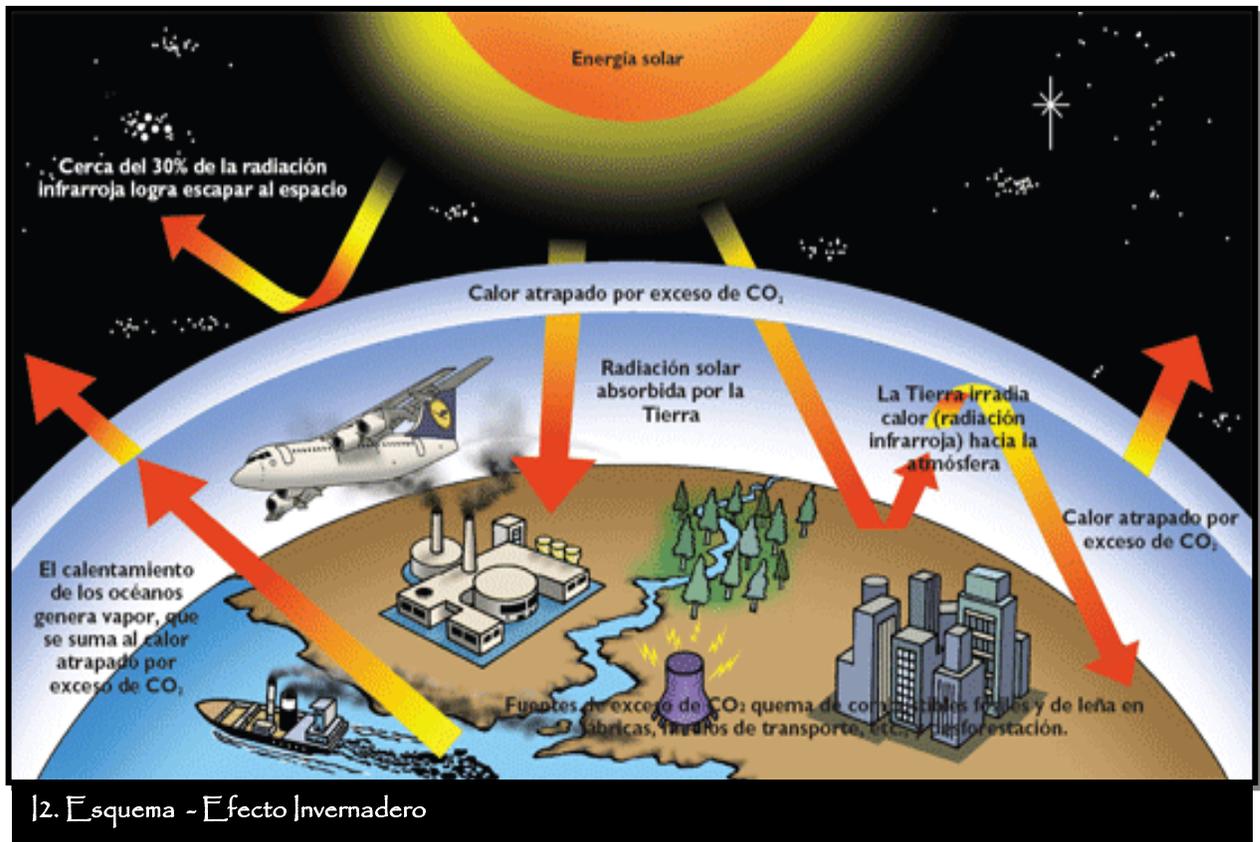
La subida del nivel del mar tendría efectos catastróficos en el mundo ya que gran cantidad de la población mundial se sitúa en zonas costeras cuyas economías dependen de las infraestructuras situadas en ellas.

Otro efecto negativo sería la extensión de enfermedades tropicales a zonas no tropicales. Muy grave también sería la extinción de una gran cantidad de especies animales, así como también el desequilibrio de los sistemas marinos de acusada importancia para el hombre y la vida en el planeta.

Existen dos teorías sobre el desenlace que podría tener el calentamiento global: un planeta mucho más cálido, seco y de fenómenos mucho más extremos, o una nueva era glacial. En cualquiera de los dos casos siempre implica una gran catástrofe.



F12. El Glaciar Upsala en la Patagonía



2.1.2 El Sistema Climático y sus componentes

Es importante mencionar que el sistema climático consta de los componentes principales siguientes:

- La Atmósfera
- Los Océanos
- La Biósfera Terrestre y Marina
- La Criósfera
- La Superficie Terrestre

Estos componentes actúan entre sí y como resultado de esa interacción colectiva, determinan el clima de la superficie de la Tierra.

Las interacciones se producen a través de flujos de otros gases en trazas radiactivamente importantes, entre los que figura el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄).

Lo que mueve el sistema climático es la entrada de energía solar, equilibrada por la emisión de energía infrarroja ("calor") hacia el espacio.

La energía solar es la fuerza conductora más importante de los movimientos de la atmósfera y el océano, de los flujos de calor y agua y de la actividad biológica.

Componentes del Sistema Climático:

a) LA ATMOSFERA: es la parte gaseosa de la Tierra, siendo por esto la capa más externa y menos densa del planeta. Está formada por gases, lo que llamamos aire.

El 75% de masa atmosférica se encuentra en los primeros 11 km de altura, desde la superficie del mar.

Imagen (2): La superficie terrestre, calentada por la energía solar, emite radiaciones que son "atrapadas" o absorbidas por las nubes y los gases de la atmósfera, impidiendo que pasen hacia el espacio exterior; este efecto protector de las nubes y los gases es conocido como efecto invernadero.

La composición de la atmósfera:

-Nitrógeno (N₂):

Es un gas inerte, es decir, que no suele reaccionar con otras sustancias.

-Oxígeno (O₂):

Es un gas muy reactivo y la mayoría de los seres vivos lo necesita para respirar.

-Dióxido de carbono (CO₂):

Las plantas lo necesitan para realizar la fotosíntesis, y es el residuo de la respiración y de las reacciones de combustión. Este gas, muy por detrás del vapor de agua, ayuda a retener el calor de los rayos solares y contribuye a mantener la temperatura atmosférica dentro de unos valores que permiten la vida.

-Ozono (O₃):

Es un gas minoritario que se encuentra en la estratósfera. Es de gran importancia para la vida en nuestro planeta, ya que su producción a partir del oxígeno atmosférico absorbe la mayor parte de los rayos ultravioleta procedentes del Sol.

-Vapor de agua:

Se encuentra en cantidad muy variable y participa en la formación de nubes. Es el principal causante del efecto invernadero.

-Partículas sólidas y líquidas:

En el aire se encuentran muchas partículas sólidas en suspensión, como por ejemplo, el polvo que levanta el viento o el polen. Estos materiales tienen una distribución muy variable, dependiendo de los vientos y de la actividad humana. Entre los líquidos, la sustancia más importante es el agua en suspensión que se encuentra en las nubes.

-Tropósfera:

Es la capa más cercana a la superficie terrestre, donde se desarrolla la vida y ocurren la mayoría de los fenómenos meteorológicos. Tiene unos 8 km de espesor en los polos y alrededor de 15 km en el ecuador.

En esta capa la temperatura disminuye con la altura alrededor de 6,5 °C por kilómetro. La tropósfera contiene alrededor del 75% de la masa gaseosa de la atmósfera, así como casi todo el vapor de agua.

-Estratósfera:

Es la capa que se encuentra entre los 12 km y los 50 km de altura. Actúa como regulador de la temperatura, siendo en su parte inferior cercana a los -60 °C, aumentando con la altura hasta los 10 ó 17 °C en la estratopausa (zona de contacto entre la estratósfera y la mesósfera)

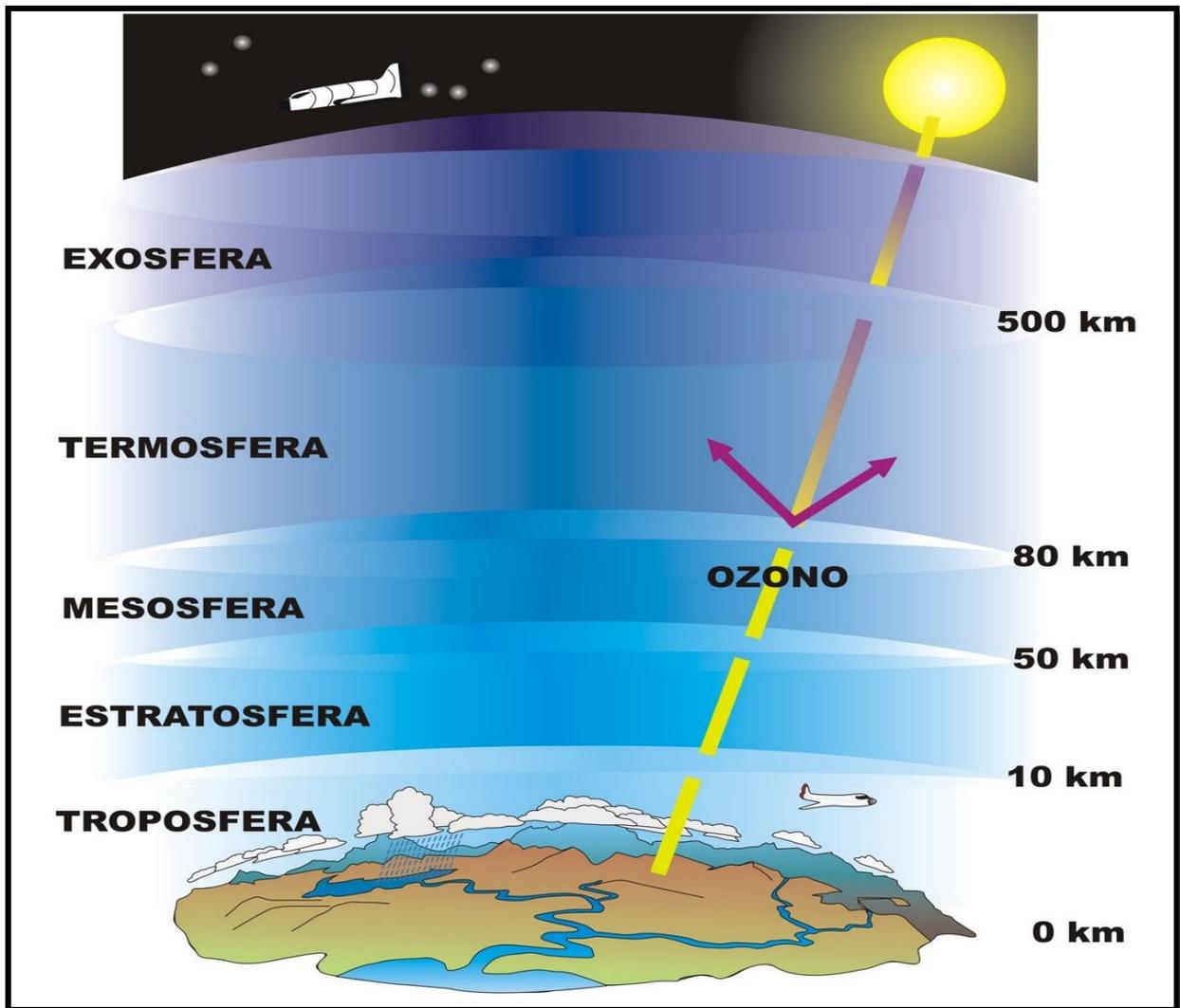
-Mesósfera:

Es la capa donde la temperatura vuelve a disminuir y desciende hasta los -80 °C conforme aumenta su altitud. Se extiende desde la estratopausa (zona de contacto entre la estratósfera y la mesósfera) hasta una altura de unos 80 km, donde la temperatura vuelve a descender hasta unos -70 °C u -80 °C.

-Termósfera o Ionósfera:

Es la capa que se encuentra entre los 90 y los 800 kilómetros de altura. Su límite superior es la termopausa. Allí se produce la destrucción de los meteoritos que llegan a la Tierra. Su temperatura aumenta desde los -73 °C hasta llegar a 1.500 °C.

-Exósfera: Es la capa externa de la Tierra que se encuentra por encima de los 500 kilómetros de altura y por debajo de los 10.000.



13. Esquema - Capas de La Atmósfera Terrestre

b) **LOS OCEANOS:** Se denomina océano al volumen de agua de la Tierra. Posee la mayor parte líquida del planeta. Los océanos se clasifican en tres grandes océanos: Atlántico, Índico y Pacífico; y dos menores Ártico y Antártico, delimitados parcialmente por la forma de los continentes y archipiélagos.

c) **LA BIOSFERA:** es el sistema formado por el conjunto de los seres vivos propios del planeta Tierra, junto con el medio físico que les rodea y que ellos contribuyen a conformar.

La biósfera es el ecosistema global. Se pueden encontrar seres vivos en la hidrósfera ⁽¹⁾, la litósfera ⁽²⁾ y la atmósfera. Por eso se define que la biósfera es una capa de vida (un reino orgánico).

Biósfera terrestre: término que designa colectivamente a todos los organismos vivos en tierra.

Biósfera marina: término colectivo con que se designa al conjunto de organismos marinos vivos.

d) **LA CRIOSFERA:** es la capa de la Tierra donde el agua se encuentra en estado sólido, que incluye el hielo de los mares, hielo de los lagos, el hielo de los ríos, los glaciares, y las capas de hielo y terreno congelado.

e) **LA SUPERFICIE TERRESTRE:** Se denomina corteza terrestre o superficie terrestre a la capa más superficial de la estructura de la Tierra; su espesor varía de 12 km, en el fondo oceánico, hasta 60 km en las zonas montañosas de los continentes

(1)-**HIDROSFERA:** Incluye los océanos, mares, ríos, lagos, agua subterránea, el hielo y la nieve. Los océanos cubren aproximadamente dos terceras partes de la superficie terrestre, con una profundidad de 3.5 km.

(2)-**LITOSFERA:** Es la capa superficial de la tierra solida, caracterizada por su rigidez. Está formada por la corteza terrestre.

El ciclo hidrológico o ciclo del agua es el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrósfera. Comienza con la evaporación del agua desde la superficie del océano; a medida que se eleva, el aire humedecido se enfría y el vapor se transforma en agua: es la condensación. Las gotas se juntan y forman una nube. Luego, caen por su propio peso: es la precipitación. Si en la atmósfera hace mucho frío, el agua cae como nieve o granizo. Si es más cálida, caerán gotas de lluvia.

Los Aerosoles atmosféricos son pequeñas partículas (< 100 μm) ⁽³⁾ sólidas o líquidas presentes en suspensión en la atmósfera. Además de ser generados por fenómenos naturales como las tormentas de arena o las erupciones volcánicas, estos aerosoles son también emitidos en grandes cantidades por actividades de origen antropogénicos ⁽⁴⁾.

El Ecosistema es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo).

2.1.3 Situación actual del Calentamiento Global

La previsión de cambios en los próximos 100 a 150 años, se basa íntegramente en modelos de simulación. La gran mayoría de investigadores se han concentrado en estudiar los efectos de la contaminación antrópica ⁽³⁾ de la atmósfera.

La mayor preocupación presente es determinar cuánto se entibiará la Tierra en un futuro cercano. En la última década, varios Modelos Complejos de Circulación General (CGMs), han intentado simular cambios climáticos antropogénicos futuros.

Han llegado a las siguientes conclusiones para los próximos 100 años:

- Se producirá un incremento de las temperaturas, mayor o menor, según se implementen las medidas de reducción de gases de efecto invernadero. Un calentamiento global promedio, de entre 1.5 y 4.5 °C ocurrirá, siendo la mejor estimación 2.5°C.
- Se generarán irregularidades en las precipitaciones: las áreas tropicales tendrán más lluvia y las latitudes medias, menos. La precipitación global aumentara entre 3 y 15%.
- Se producirá una reducción de las masas de hielo en glaciares continentales.
- También habrá una reducción importante del hielo en el Ártico.
- Se producirá una subida del nivel del mar, variable según las áreas. Por ejemplo, será más acusado en el Atlántico Norte, como consecuencia del deshielo Ártico.

Como conclusión, la temperatura global promedio podría aumentar entre 2 y 4 °C para el año 2100, si el desarrollo global continúa a los ritmos actuales.

Si las naciones no actúan, el mundo podrá experimentar numerosos impactos adversos como resultado del calentamiento global futuro.

2.1.4 El Mapa del Calentamiento

El gobierno británico presentó un mapa en el que sintetiza lo que ocurriría en el mundo ante un aumento de cuatro grados centígrados en la temperatura global.

El mapa, que fue dado a conocer en el Museo de Ciencia de Londres, muestra una selección de los diferentes impactos de este aumento en diversas áreas de la actividad humana.

(1)- μm : El micrómetro o micra es una unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro

(2)-**ANTROPOGENICOS**: Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

(3)-**ANTROPICA**: Lo relativo (por estar asociado, influido, ser perteneciente o incluso contemporáneo) al hombre entendido como especie humana o ser humano.

Entre estos figuran temperaturas extremas, sequías, escasez de agua, menor productividad agrícola, el riesgo de incendios forestales y el aumento del nivel del mar.

Que se puede hacer?

Todos los habitantes de este planeta, están obligados a tomar medidas para detener el cambio climático y el aumento del efecto invernadero.

Ejemplo de estas medidas podrían ser:

-Obtener un mayor rendimiento de la energía, así como el utilizar energías renovables ⁽¹⁾. Lo anterior produciría una disminución del consumo de combustibles fósiles y por lo tanto, del aporte de anhídrido carbónico a la atmósfera.

-Reciclar el metano procedente de los excrementos del ganado en una planta química para producir energía.

-Reutilizar siempre que se pueda (papel, juguetes, herramientas, muebles...) y evitar usar bolsas, cajas y embalajes.

-Reciclar el vidrio, los plásticos y el papel.

-Reducir el transporte individual y promocionar los medios colectivos.

-Sustituir los aerosoles por pulverizadores que no perjudiquen el medio ambiente o encontrar métodos para reciclar o destruir los CFC (son una familia de gases que se emplean en múltiples aplicaciones, principalmente en la industria de la refrigeración y de propelentes de aerosoles. Están también presentes en aislantes térmicos.

Los CFC tienen una gran persistencia en la atmósfera, de 50 a 100 años)

-Reforestar con el fin de aumentar los medios naturales de eliminación de anhídrido carbónico. En cualquier caso, lo importante es estar conscientes de cómo, en muchas ocasiones, las acciones individuales de los seres humanos tienen influencia tanto sobre la atmósfera como sobre la habitabilidad del planeta.

-Respetar los espacios protegidos y minimizar el impacto en zonas naturales.

-Dar más importancia a los análisis de impacto ambiental y considerar otras alternativas costosas, pero ambientalmente favorables.

-Educar a los niños en el valor de los bienes que nos ofrecen los ecosistemas.

Todo lo anterior, considerando que cada minuto los seres humanos emiten 48 mil toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera.

Para el caso, El Salvador emana anualmente unas 15 millones de toneladas de dióxido de carbono. Una cifra que probablemente en solitario, no representa grave riesgo. Pero que si se suma al del resto de países de Centroamérica, el dato preocupa.

El Salvador trabaja actualmente, a través del grupo consultivo de cambio climático, creado en marzo de 2008, en una propuesta para solventar problemas de polución del país.

Ya se han instalado cuatro estaciones de medición de aire y de ellas se espera obtener resultados para esta propuesta.

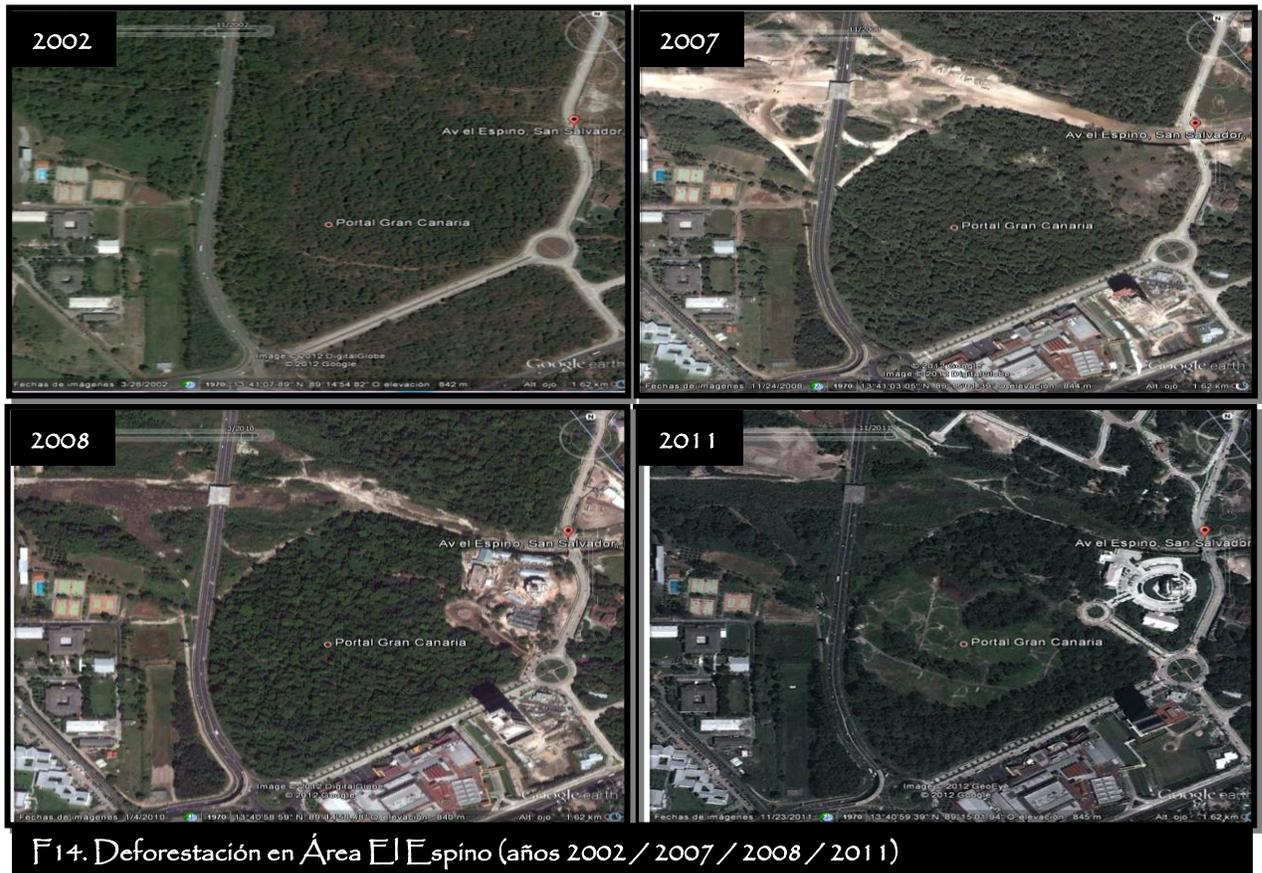
Según el reporte "Desarrollo con menos carbono: respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático", entregado en febrero de 2009 al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN),

(2)-ENERGIA RENOVABLE: Se refiere a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

la región debería afrontar cuatro grandes prioridades internas para reducir las emisiones: disminuir los índices de deforestación, mejorar la eficiencia energética, aumentar el desarrollo hidroeléctrico y transformar el transporte público.



F13. Tráfico vehicular en el centro de San Salvador.



F14. Deforestación en Área El Espino (años 2002 / 2007 / 2008 / 2011)

El Salvador tuvo en su tiempo la segunda tierra más fértil del mundo: Zapotitán. Ahora es una de las naciones más deforestadas en el planeta, y la segunda más desértica en Latinoamérica. Se calcula que la cobertura forestal es de 11.6%; significa que por cada cien kilómetros, apenas doce tienen abundante follaje y especies animales para mantener en equilibrio el medio ambiente. La situación, que ya es crítica, tiende a empeorar, con pocas esperanzas de revertir los estragos.

Foto (13): Según FUSADES, el principal causante de la contaminación en el centro de San Salvador y Soyapango son los gases tóxicos de microbuses, autobuses, transporte comercial y de carga, que lanzan al aire el 62% de las emisiones contaminantes.

Foto (14): En el 2002 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), habían concedido su aval para deforestar la mayor fuente de mantos acuíferos de la capital: El Espino

2.2 INCIDENCIA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN EL SALVADOR

Tal como se dijo anteriormente, en los últimos años los drásticos cambios del clima han dejado asombrada a la población salvadoreña la cual ha sufrido y sigue sufriendo insoportables olas de calor, fuertes vientos y tormentas tropicales. Estos fenómenos han destruido la agricultura y han dañado la salud de las personas.

Según Ricardo Navarro, del Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiable (CESTA), los problemas ambientales en el país van en orden alfabético. Comenzando con la 'a' se tienen graves problemas con el agua. Cada día los salvadoreños tienen menos agua para satisfacer las necesidades humanas y de la agricultura. Curiosamente el agua lluvia genera inundaciones en el invierno.

El problema se agudiza en cuanto el planeta sigue subiendo de temperatura. Navarro agrega que las concentraciones de los gases de efecto invernadero que generan el calentamiento global, oscilaban entre los 180 y 280 partes por millón de dióxido de carbono antes de 1950. En ese año llegaron a 310 y en la actualidad han llegado a los 388.

Los efectos producidos por el calentamiento y por los cambios en las precipitaciones, se hacen presentes en las cuencas fluviales en donde se generan cambios en la intensidad, duración, y frecuencia tanto de sequías como de inundaciones.

En El Salvador, la cuenca del Río Lempa, el sistema fluvial más grande de la región, con un área de drenaje de más de 18,000 km², es una zona clave en lo que respecta a su vulnerabilidad a cambios climáticos. La cuenca del Lempa incluye parte de tres países: El Salvador, Honduras y Guatemala, por lo que el río resulta crucial para la obtención de agua y energía.

Importantes plantas hidroeléctricas dependen del río para generar electricidad. Cambios en la energía hidráulica debido a los cambios climáticos representarían un impacto severo para El Salvador; ya que históricamente alrededor de la mitad de la electricidad que se genera en el país ha provenido de fuentes hidráulicas, principalmente del Río Lempa.

Como se menciona en el reciente informe del Grupo de Trabajo II del IPCC, los cambios de patrones de temperatura y precipitación forzarán a muchos países a adaptarse a cambios inevitables en la disponibilidad de agua. La efectividad de los esfuerzos de adaptación depende, en parte, de la disponibilidad de información general sobre áreas vulnerables y del impacto proyectado.

Este estudio proporciona una evaluación cuantitativa probabilística de los cambios potenciales en la hidrología del río Lempa.

Según este estudio, a finales del siglo XXI, en la cuenca del río Lempa:

- Las temperaturas promedio subirán entre 1.9 y 3.4 grados centígrados. Los aumentos más grandes serán entre junio y julio.

- El consenso de los modelos MCG (modelos de circulación general) es que el futuro será más seco. La reducción en las precipitaciones estará entre cinco y diez por ciento. La mayor parte de la disminución en precipitaciones ocurrirá entre mayo y julio, la primera mitad de la estación lluviosa.

- El flujo de agua a las principales represas disminuirá en promedio entre 13 y 14 por ciento.

- La disminución mayor del flujo de agua ocurrirá entre Julio y agosto y será entre 21 y 41 por ciento.

- La disminución en la capacidad de producir electricidad, en una estimación preliminar, puede encontrarse entre 33 y 53 por ciento a finales del siglo XXI.

Por tanto, las agencias encargadas del manejo de las aguas en la región se deben preparar para reducciones de flujos de agua en las represas de por lo menos 13 por ciento en las décadas venideras o se deben preparar a reducciones muchos mayores de flujos; si los principales países que emiten gases de invernadero no tienen éxito en reducir la emisión de gases de manera significativa.

De acuerdo a un estudio realizado hace 3 años por la universidad UCLA (University of California, Los Ángeles), Centroamérica experimentará días más secos hacia el año 2050. "Las regiones en los trópicos con muchas precipitaciones durante el verano van a recibir más lluvia, y las regiones con pocas precipitaciones van a recibir menos lluvia, si los modelos son correctos," dijo J. David Neelin, catedrático de la UCLA.

En el caso de El Salvador es oportuno recordar lo que pasó en el Barrio Santa Anita (2008), donde una fuerte pero efímera tormenta ocasionó una correntada en el río Acelhuate que arrastró un bus con 25 miembros de la Iglesia Elim.

Este tipo de eventos podrían ser el pan de cada día en el futuro, si los gobiernos del mundo no hacen nada al respecto para reforestar y reducir las emisiones de gases tóxicos, y si los futuros gobiernos de El Salvador no invierten lo suficiente en obras de mitigación.

En El Salvador si el nivel del océano sigue subiendo al mismo ritmo de los últimos 10 años (3.3 mm/año) y tomando como base los metros sobre el nivel del mar de cada departamento, el departamento que podría desaparecer en los próximos 3 mil años es la Unión, pues está a solo 10 metros sobre el nivel del mar. Los demás están un poco más a salvo.

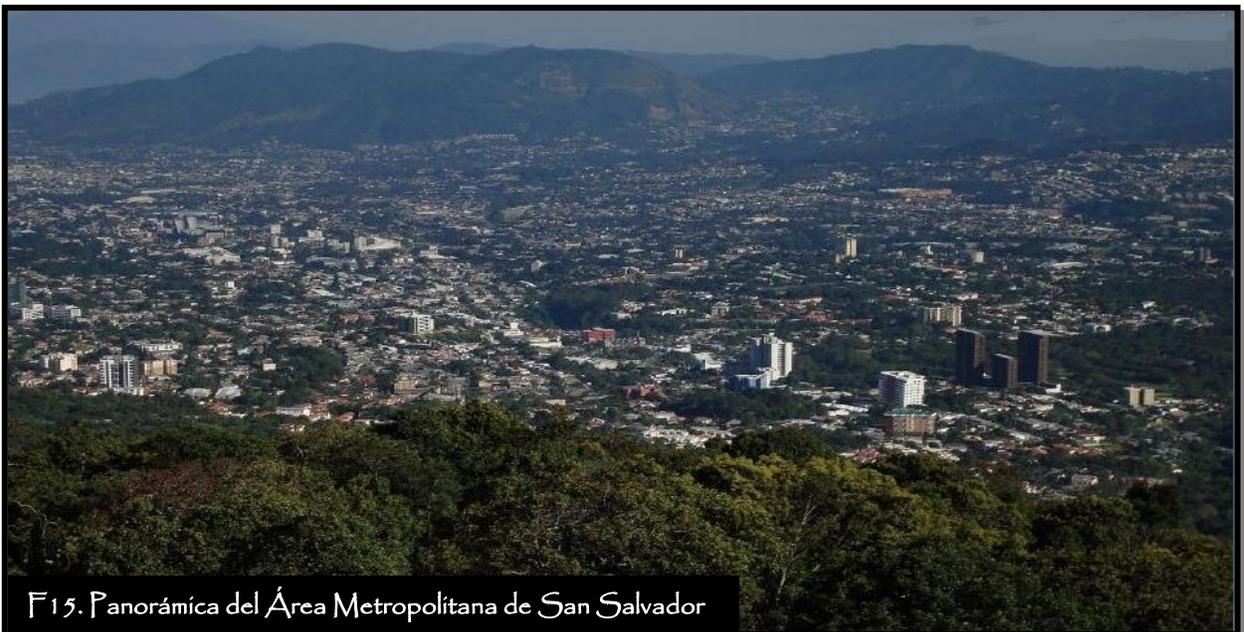
Lo que sí está claro es que si el nivel del mar sigue subiendo, no habrá El Salvador para siempre.

2.3 FACTORES INCIDENTES EN LA CRISIS DEL MEDIO AMBIENTE EN EL SALVADOR Y EN EL AMSS

2.3.1 Deforestación

Con una extensión de 20.742 km², El Salvador es el más pequeño de los países de Centroamérica y, a la vez, el que presenta una de las condiciones ambientales más deterioradas, puesto que presenta solamente, el dos por ciento del territorio cubierto por bosque natural secundario y más del 75 por ciento de los suelos con algún grado de erosión.

A pesar de la reducida cobertura arbórea, la deforestación sigue avanzando. Las principales causas de la deforestación parecen estar asociadas a procesos de urbanización y concentración de poblaciones.



F 15. Panorámica del Área Metropolitana de San Salvador

Foto (15): La deforestación comenzó en El Salvador hace aproximadamente 100 años, aseguró Oliver Komar, director técnico de Salvánatura. "Este es un país con un paisaje enormemente intervenido. No podemos pensar que áreas naturales protegidas puedan resolver el problema grave con que este país cuenta", aseveró Lina Pohl, viceministra de Medio Ambiente.

Con una de las densidades de población más altas del mundo (más de 250 habitantes/km²), la presión sobre los recursos naturales casi ha eliminado la vegetación natural del país. Según el Plan de Acción Forestal de El Salvador (PAFES 1994), se han identificado 125 áreas naturales que cubren unos 372 km² (menos del 1,8 por ciento del territorio); la mayoría de ellas con una extensión bastante reducida, aun presentan una amplia biodiversidad. Al momento, sólo se han declarado cuatro áreas protegidas y 121 áreas propuestas. Cabe anotar, sin embargo, que las áreas declaradas no han sido legalizadas. La demanda por leña ha aumentado en importancia, por lo que constituye un factor que contribuye a la deforestación. Las estimaciones son variadas, pero según estudios, entre el 51 y el 69 por ciento del consumo energético del país proviene de la quema de leña. En el área rural, la leña representa el 92 por ciento del consumo de energía, lo que ha incrementado la deforestación a un promedio estimado de 4.500 hectáreas por año.

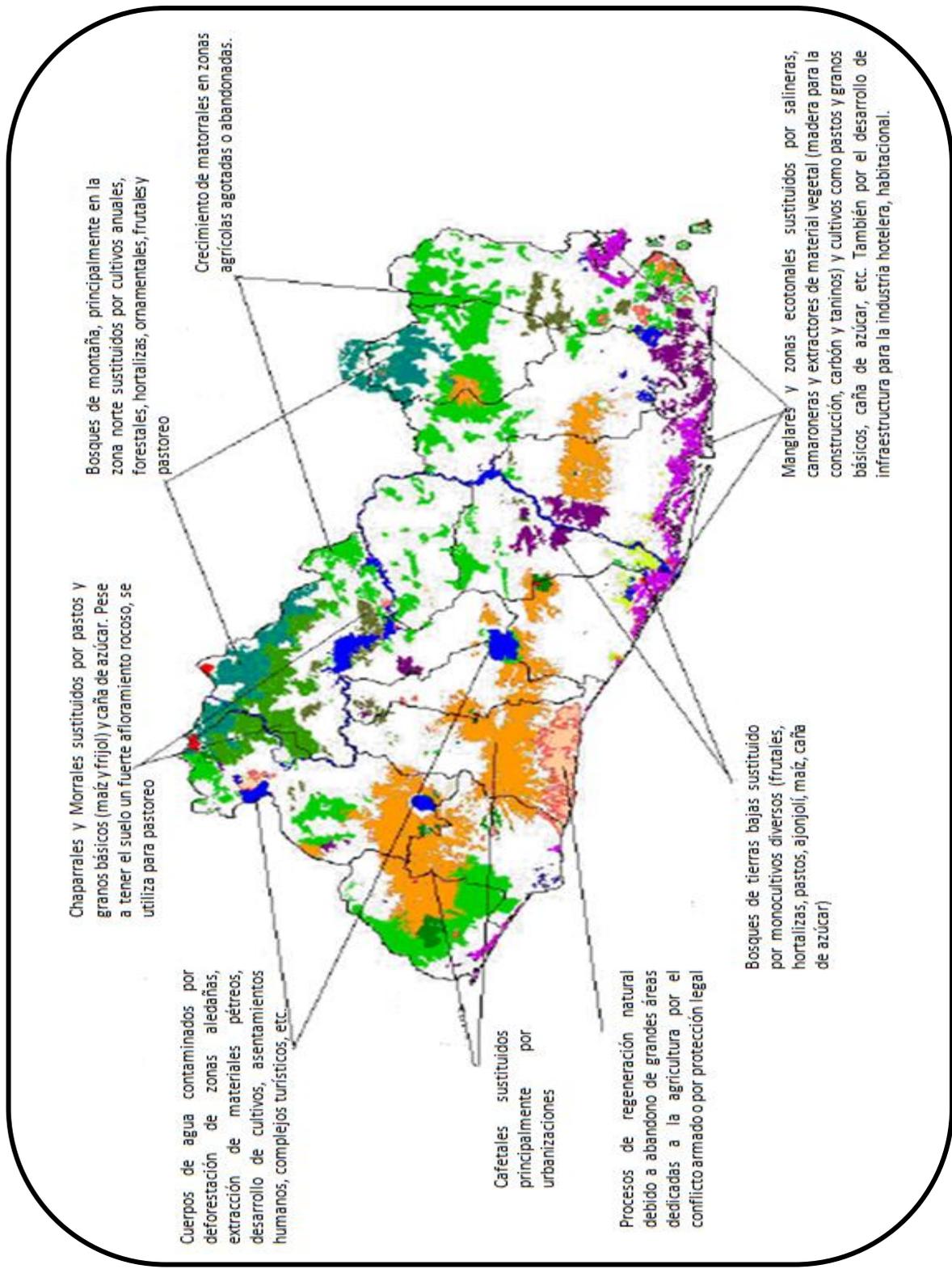
Los mapas generados a través de imágenes de satélite muestran claramente que la dinámica forestal ocurre de manera distinta en las diferentes zonas del país. El Mapa ^(M1) que se presenta a continuación, basado en el inventario de cobertura vegetal del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ejemplifica algunas tendencias en la cobertura forestal, las cuales tienen en su base una complejidad de factores y dinámicas que han desatado procesos inéditos de regeneración, al mismo tiempo que coexisten procesos de deforestación en distintas zonas del país. En dicho mapa se ejemplifican algunas causas de los cambios en la cobertura forestal en zonas específicas. Por ejemplo, en el occidente del país se observa una dinámica de deforestación que afecta principalmente a los cafetales con sombra, mientras que en el norte del país existen procesos de sustitución del bosque por pastos y cultivos agrícolas.

Cabe mencionar que las formaciones vegetales naturales han disminuido en las últimas dos décadas por una diversidad de factores, entre ellos, el desarrollo de cultivos permanentes; las lotificaciones; los complejos habitacionales, industriales y turísticos, entre otros. Uno de los ejemplos más palpables se observa en la siguiente foto del Área El Espino. Considerando que en 1980 la finca tenía una extensión de un poco más de un mil cien manzanas; para 1989 el gobierno de El Salvador hace la compra del 83% de las tierras, el 17% restante queda en poder de los propietarios (Fam. Dueñas), estas tierras son las que están al costado oriente de la Av. Jerusalén y donde se encuentran hoy en día las residencias y centros comerciales más exclusivos de San Salvador. De la compra realizada por el gobierno, 129 manzanas fueron donadas a las alcaldías de Antiguo Cuscatlán y San Salvador, para la creación de un parque ecológico; 686 manzanas fueron vendidas a la Cooperativa El Espino quienes en la actualidad cuentan con solo el 38% de la propiedad adquirida; el 62% restante fue vendido al Club Campestre Cuscatlán, a lotificadoras e iglesias.

La construcción de la carretera Diego de Holguín ha depredado una buena área de la finca, lo que ha dado a pie a la construcción de nuevas residencias a lo largo de esta como las que se están realizando en Santa Tecla.



Foto (16): La importancia que tiene la finca el espino es que permite infiltrar 2 millones de metros cúbicos de agua y su bosque ayuda además a filtrar 57 mil toneladas de dióxido de carbono cada año, además de la preservación de la fauna y la flora de la capital, el bosque cafetalero ayuda a mantener el equilibrio climático de la capital.



M1. Inventario de Cobertura Vegetacional de El Salvador
<http://www.fao.org/docrep/007/j2903s/j2903s06.htm>

Mapa (1): La información reflejada en el mapa muestra las tendencias de la cobertura forestal y al mismo tiempo refleja los distintos impactos de una diversidad de factores que impulsan dinámicas diferentes, en territorios diferentes del país

2.3.2 Crecimiento Demográfico en el AMSS

La relación entre crecimiento urbano, degradación y riesgos ambientales se hace evidente cada día más; y ponen en evidencia la presión sobre los recursos ambientales, exponiendo a una proporción cada vez más creciente de la población, a enormes riesgos ambientales; lo que conlleva a darle la importancia debida a:

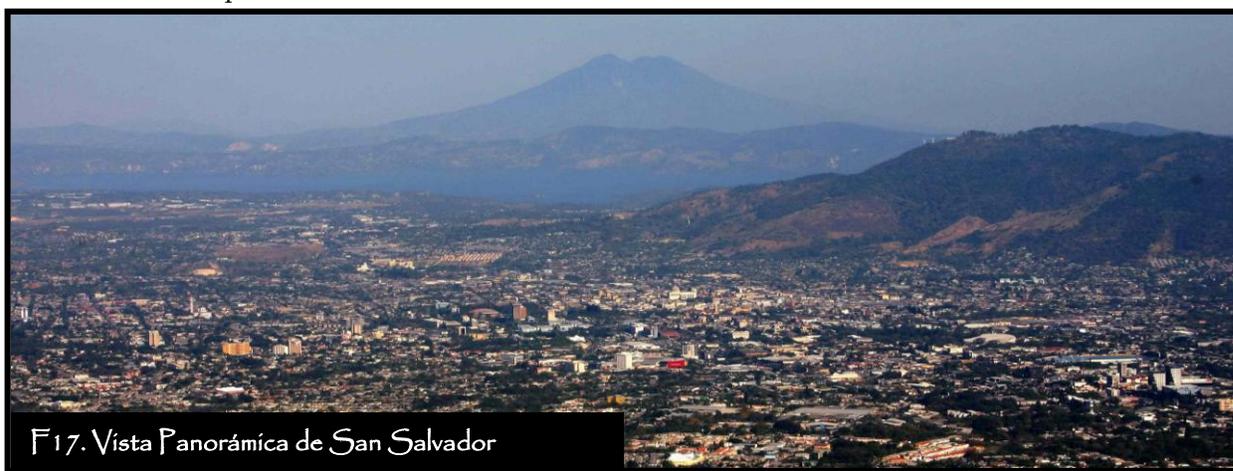
-Los procesos de ocupación territorial y de producción urbana

-Los patrones de uso de suelo

-La falta de regulaciones para la construcción

-Los severos déficits y obsolescencias de la infraestructura y los servicios básicos, combinados con el crecimiento poblacional y de la pobreza rural y urbana.

Para diversos analistas y organizaciones, el crecimiento demográfico ha sido el factor más importante que ha incidido en los problemas ambientales de El Salvador.



F 17. Vista Panorámica de San Salvador

Muchos analistas del medio ambiente urbano plantean que el crecimiento de la población y de las actividades económicas crean "puntos de presión ambiental" (Stren, White and Whitney; 1992), entre los que se destacan: la disponibilidad de tierra, la provisión de agua potable, la contaminación del aire, el tratamiento de los desechos y el saneamiento, la dotación de energía, los espacios libres y la flora urbana, y más recientemente, los cambios climáticos.

Estos "puntos de presión ambiental" urbanos se ligan estrechamente a la calidad de vida a través de la salud y la vivienda, entre otros aspectos, y a las condiciones económicas donde se destaca la pobreza.

En el caso del AMSS, aunque es notoria la falta de estudios específicos al respecto, se puede afirmar que los "puntos de presión ambiental" que presentan más cercanía a umbrales críticos son, en su orden, el aprovisionamiento de agua potable y el tratamiento de los desechos y el saneamiento; vienen luego la disponibilidad de tierra urbana y la dotación de energía; por último, se encuentran la contaminación del aire, la disminución de espacios libres, el deterioro de la flora urbana y las condiciones climáticas.

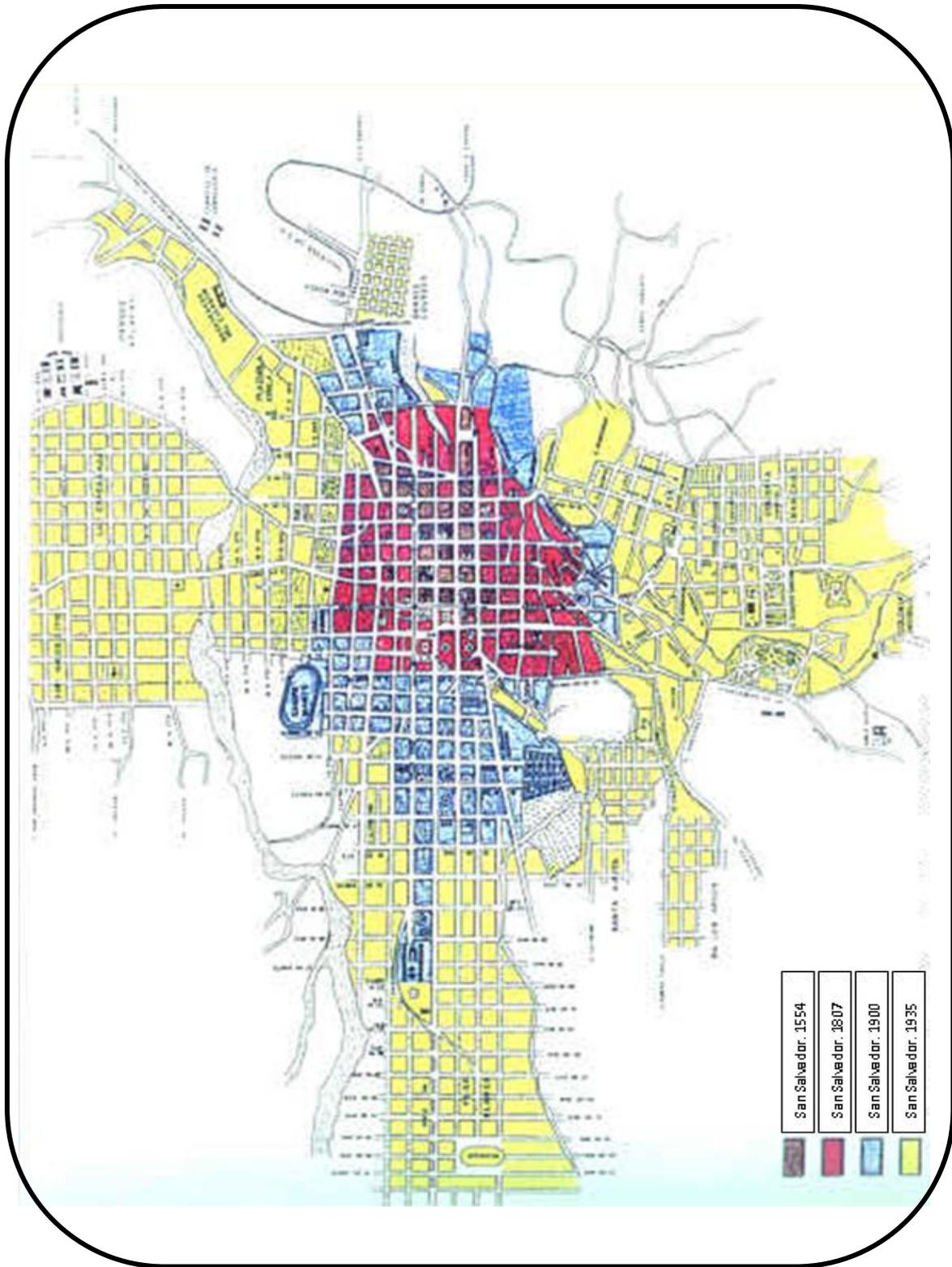
El crecimiento en el ritmo de ocupación territorial del AMSS se acelera a partir de los años setenta, llegando en algunas zonas más allá de límites que podrían tolerarse en términos estrictamente topográficos: en las faldas del volcán de San Salvador al poniente; en el cerro San Jacinto al oriente, y en las colinas del sur.

Pero el crecimiento en las direcciones anteriores y la expansión hacia el norte, nororiente, y hacia el sur poniente (direcciones en que la posibilidad de crecimiento en términos exclusivamente territoriales es aún factible), ha creado umbrales críticos a la sustentabilidad del desarrollo del AMSS, afectando suelos de vocación agrícola de gran valor en algunos casos, especialmente en el sur poniente, donde se encuentran las últimas zonas de recarga de mantos acuíferos del AMSS, cuestión clave en el debate en torno al uso de la finca "El Espino" (Lungo y Barba, 1992; Barraza, 1994; PRISMA, 1995).

Además de esa creciente urbanización, los desplazamientos de población dentro del territorio, han acentuado la concentración de la población en ciertas regiones del país.

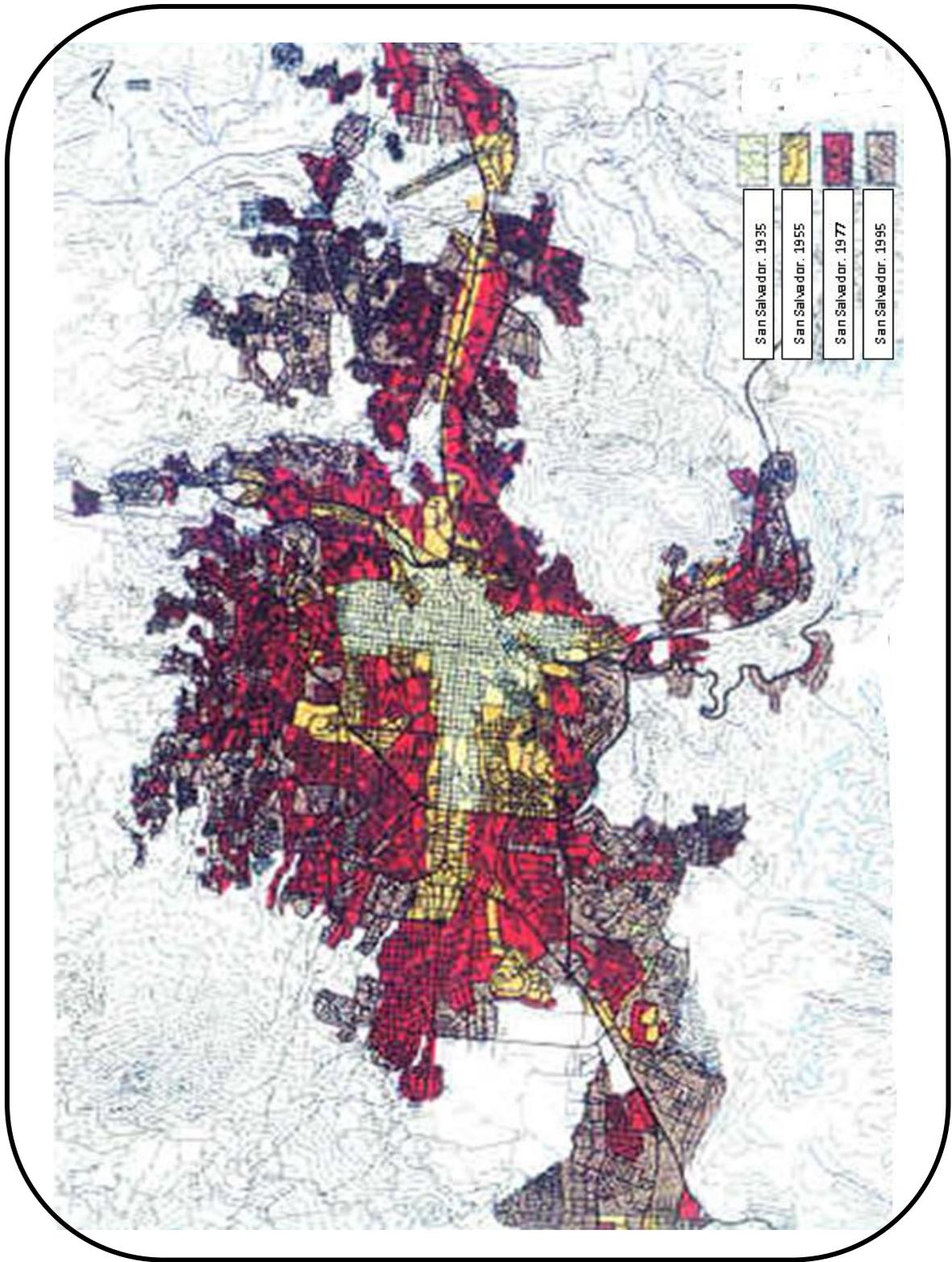
A continuación se presenta la evolución de la estructura urbana en San Salvador desde su fundación:

Foto (17): El Banco Mundial, por ejemplo, señalaba a finales de los setenta que el rápido crecimiento demográfico en El Salvador era "el problema de largo plazo más importante del país, dado el tamaño y la base de recursos naturales del mismo". En ese sentido, recomendaba que los programas del gobierno se concentraran en "reducir el crecimiento de la población a su nivel más bajo posible" (Banco Mundial, 1979).



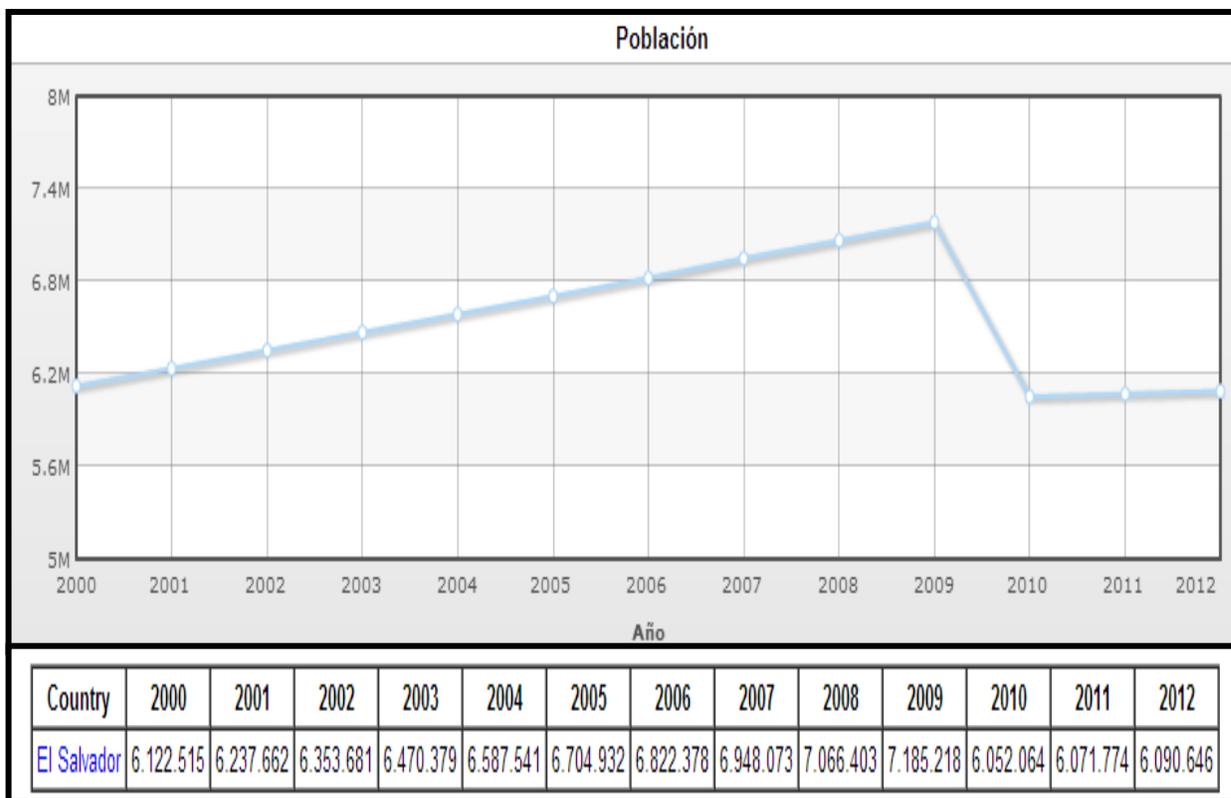
M2. Evolución de la estructura urbana de San Salvador (años 1554, 1807, 1900, 1935)
http://www.urbalvictoria.gob.mx/foros_seminarios/evolucion.htm

Mapa (2): En 1525 fue fundada la Villa de San Salvador, sufriendo los siguientes cambios:
 1554 - La ciudad comprende unas pocas manzanas y elementos urbanos que definen ya su trazo original en cuadrícula
 1807 - Construcción de edificios públicos importantes y el apareamiento de barrios, la ciudad triplica su extensión
 1900 - Ciudad consolida sus barrios residenciales especialmente hacia el poniente
 1935 - Ciudad muestra un crecimiento notable, definiéndose como el núcleo poblacional de mayor dimensión del país



M3. Evolución de la estructura urbana de San Salvador (años 1935, 1955, 1977, 1995)
http://www.urbalvictoria.gob.mx/foros_seminarios/evolucion.htm

Mapa (3): Entre los años de 1935 a 1995 se dio un crecimiento acelerado de la ciudad de San Salvador dentro del Área Metropolitana, causando un crecimiento que se expande en forma desordenada.



14. Grafico del comportamiento demográfico en El Salvador a partir del año 2000 al 2012

Según datos de la Encuesta de Hogares de propósitos Múltiples 2002 - DIGESTYC; el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) tiene un total de 2,052,493 de habitantes, lo que representa más del 30% de la población total del país y tiene una extensión territorial de 591.5 km² de los 20,742 km² que conforman el país.

2.3.3 Producción de Desechos Sólidos en el AMSS

El problema de la acumulación y manejo inadecuado de la basura en las zonas urbanas del AMSS es otro problema que se ha agravado enormemente con la creciente concentración de población, particularmente en los municipios de más rápido crecimiento.

La concentración de población en el AMSS genera niveles de desechos que sobrepasan la capacidad de recolección en todos los municipios.

En términos relativos, el problema es particularmente severo en San Martín y Ciudad Delgado, donde actualmente, apenas se recolecta el 7% y el 10% de la basura generada.

En términos absolutos, es en los municipios de San Salvador y Soyapango donde la basura sin recolectar alcanza los niveles más elevados, unas 246 y 134 toneladas diarias, respectivamente.

Si la falta de recolección de la basura genera grandes riesgos para la salud y otros problemas, su acumulación en los botaderos genera también problemas ambientales severos, entre ellos una significativa contaminación hídrica.

Algunos de estos desechos por si solos no constituirían un peligro para la vida, particularmente los de origen natural u orgánico, que son biodegradables ⁽¹⁾; pero otros como el plástico, el vidrio y los metales, permanecen en el ambiente durante cientos de años, alterando los ciclos biogeoquímicos ⁽²⁾ y los ecosistemas naturales, amenazando la salud de la población.

(1)-BIODEGRADABLE: Es el producto o sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.

(2)-CICLO BIOGEOQUIMICO: Es el movimiento de cantidades masivas de carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno,

Del total de la basura producida sólo se recogía hace 20 años, un poco más de la mitad. El resto se tiraba en botaderos situados en las quebradas y ríos del AMSS. Esta situación no ha mejorado sustancialmente ya que un estudio de USAID estimaba que durante la década pasada solo se recogía el 70% de los desechos sólidos producidos en el municipio de San Salvador (AID, 1991). A esto se añade la falta de tratamiento de la basura recolectada.



F18. Botaderos de cielo abierto en San Salvador

En el siguiente cuadro se muestra el tiempo que tardan en degradarse algunos desechos sólidos:

C2. Tiempo en que tarda algunos desechos sólidos en degradarse

Desechos sólidos (Residuo solido o basura)	Tiempo para degradarse
Desechos orgánicos vegetales	3 a 4 semanas
Una página de papel bond	3 a 8 semanas
Materiales de algodón, lino (no sintético)	1 a 5 meses
Fibra de Maguey	3 a 14 meses
Telas de algodón	1 año
Celofán	1 a 2 años
Bambú	1 a 3 años
Zapato de cuero (no sintético)	3 a 5 años
Estaca de madera pintada	12 a 15 años
Envases de lata común	10 a 100 años
Un envase de aluminio	350 a 500 años
Materiales plásticos	500 aproximadamente
Cerámica, vidrio, loza, vinil, envases modernos como tetra pax, tetra rix, etc.	Indefinido

2.3.4 Producción de Aguas Residuales en el AMSS

La producción de aguas residuales lanzadas de forma cruda sin ningún tratamiento a los ríos por ANDA y Empresas industriales, es otro de los graves problemas que enfrenta el país puesto que están contaminando las aguas de los mantos acuíferos de donde se obtiene el agua potable. Esta agua desechada ya alcanza en el presente, un promedio de producción anual (según informes de ANDA), de 450 millones de metros cúbicos, de los cuales en el AMSS, se producen 130 millones que son lanzados al río Acelhuate y que está incrementando los niveles de contaminación con millones de

bacterias, residuos fecales y sustancias químicas radio activas, elevando los niveles de insalubridad medioambiental

Otros ríos importantes en áreas de rápido crecimiento en cuanto a densidad poblacional urbana y rural, también desembocan en la misma presa del Cerrón Grande, arrastrando altos niveles de residuos agroquímicos, aguas negras, y desechos industriales.

Como resultado, estos ríos, que ya presentaban altos niveles de contaminación en los años setenta, en la actualidad se han degradado aun más.

Los contaminantes, al seguir su curso aguas abajo a través del río Lempa, alcanzan los frágiles ecosistemas costeros, donde tienen impactos negativos sobre la vida marina.

La contaminación, por los impactos negativos que tiene sobre los cuerpos de agua superficiales, está llevando paulatinamente, al embalse del Cerrón Grande (el mayor lago del país), y a otros cuerpos de agua, paulatinamente, hacia la muerte.

En 1992 se tenía reportado que de 258,612 viviendas del AMSS, 54,510 no estaban conectadas al sistema de alcantarillado; y en lo que concierne a comunidades marginales la mayoría carece del servicio de agua potable y alcantarillado.

Respecto al aprovisionamiento de agua potable, la captación de las fuentes subterráneas propias y de las zonas adyacentes es desde hace tiempo insuficiente, lo que obligó a perforar pozos en áreas relativamente alejadas del AMSS, desde los años 70, a través del proyecto conocido como "Zona Norte", situado a 25 km del AMSS y que entró en operaciones en 1984.

Sin embargo ya para finales de la década de los 80 esta opción se había agotado por lo que ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados) se vio obligada a captar agua de fuentes superficiales (el Rio Lempa) para poder garantizar el abastecimiento de agua potable para el AMSS.

Pero esta última opción, además de provocar un profundo trastorno ecológico de orden nacional, constituye la opción casi final pues el territorio nacional presenta una situación precaria de aguas superficiales y subterráneas.



F19. Río Acelhuate

2.3.5 Incremento Vehicular en el AMSS

Con el incremento vehicular, el cual, según el Vice ministerio de transporte; ya alcanza los 600,000 vehículos circulando en todo el Territorio Nacional, del cual, en el AMSS circulan 380,000 y considerando las fábricas industriales, se produce una cantidad de smog fotoquímica ⁽¹⁾ en las regiones urbanizadas que es altamente dañina para la salud humana.

En una situación normal de la atmósfera, la temperatura desciende con la altitud, lo que favorece que suba el aire más caliente (menos denso) y arrastre a los contaminantes hacia arriba.

(1)-SMOG FOTOQUIMICO: Contaminación del aire, principalmente en áreas urbanas, por ozono originado por reacciones fotoquímicas y otros compuestos.

Foto (19): Parte de la contaminación del río Acelhuate se debe a los vertidos sin tratamiento previo que descargan, al menos, cien industrias a lo largo del afluente y las aguas residuales domésticas.

En una situación térmicamente alta, una capa de aire más cálido se sitúa sobre el aire más frío e impide la ascensión del aire caliente superficial, por lo que la contaminación queda encerrada y va aumentando. Las reacciones fotoquímicas que originan este tipo de fenómenos, suceden cuando la mezcla de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, emitidas por los automóviles, y el oxígeno atmosférico, se da, los cuales reaccionan inducidos por la luz solar en un complejo sistema de reacciones que acaba formando ozono. El ozono es una molécula muy reactiva que sigue reaccionando con otros contaminantes en el aire, y termina formando un conjunto de varias decenas de sustancias distintas como nitrato de peroxiacilo, peróxido de hidrógeno, radicales hidroxilo, formaldehído, etc. Estas sustancias en conjunto pueden producir graves daños en las plantas, irradiaciones oculares y problemas respiratorios. En el AMSS, la producción de smog fotoquímica se ha incrementado en los últimos 20 años, sobre todo a consecuencia del incremento vehicular, la existencia de fábricas, y las geotérmicas como la Nejapa Power, que lanzan al aire libre, grandes cantidades de estas sustancias sin ningún control y reparo ambiental, la cual ya está afectando la calidad de vida de la población más próxima al lugar.



2.4 CRONOLOGIA DE LOS PLANES DE DESARROLLO URBANO GENERADOS PARA EL AMSS.

La Planificación del desarrollo urbano en la ciudad de San Salvador tiene sus inicios en la década de los años cincuenta del siglo XX.

Anteriormente la expansión urbana se refería a la prolongación de las calles de la cuadrícula original o bien al ensanche de las mismas, lo cual se legalizaba mediante Decreto Ejecutivo.

La cuadrícula original y el incremento urbano de las épocas colonial y republicana siguieron las cédulas reales de Felipe II y Carlos II, destinadas a la fundación de nuevas poblaciones de los Reinos de las Indias.

Los esfuerzos de planificación territorial en San Salvador se han desarrollado cronológicamente de la siguiente manera:

-1954

Formulación del primer Plan de San Salvador a cargo del Ministerio de Obras Públicas / Dirección de OP/DUA. Fue diseñado por el arquitecto español Gabriel Riesgos Fernández.

Este plan tenía por objeto ordenar la ciudad y regular su crecimiento durante los próximos cuarenta años, fomentando en la mejor forma la seguridad, salud, moral, orden, convivencia social, espíritu de colaboración ciudadana, prosperidad y bienestar de los actuales y futuros habitantes.

El plan tuvo transcendencia en el crecimiento de San Salvador, principalmente a través de la Ley de Planes reguladores (1955), el Plan Vial Metropolitano (1956) y la Ley de Urbanismo y Construcción (1956).

Foto (20): Según César Córdova, jefe del Departamento de Líneas de Construcción de la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS). "La cantidad de carros por habitantes ha ido creciendo pero ahorita anda arriba de los 600 mil a nivel nacional y sólo en el área metropolitana se concentra el 50 por ciento. Es un hecho de que la ciudad no tiene el espacio suficiente para ofrecerle parqueo a todos"

-1968-1969

En consecuencia del terremoto de 1965 en San Salvador, se elaboró el Plan de Desarrollo Metropolitano "Metro Plan 80". Este plan definió el área metropolitana de San Salvador (10 municipios) y realizó una propuesta sobre la estructura administrativa del AMSS, que involucraba al organismo de planificación nacional (CONAPLAN).

Trazado con una proyección de veinte años, las principales propuestas fueron: El área central comercial, La vivienda ilegal, El área industrial de Soyapango-Ilopango, El plan vial primario y La conservación de Recursos Naturales (Proteger el volcán de San Salvador a partir de la cota 900m de longitud y proteger la cuenca entre el cerro de San Jacinto y el Lago de Ilopango).

-1988-1989

Creación de la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS). Esta oficina surge como una entidad autónoma de carácter municipal adscrita al Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador (COAMSS) con funciones de planificación y control del desarrollo urbano.

-1990

Formulación de METROPLAN2000. Se define básicamente como un instrumento que norma y dirige el crecimiento de la ciudad (ampliándola a 13 municipios) con el fin de garantizar su desarrollo, controlado y equilibrado. Se indica que está dirigido a lograr un nivel de vida mejor de la población por medio del desarrollo ordenado de la ciudad. Comprende los siguientes componentes: Plan de usos del suelo (zonificación), Plan de equipamiento e infraestructura, Plan de vivienda y Plan vial.

Cabe mencionar, que METROPLAN2000 trató de subsanar los problemas urbanos agravados por más de una década de conflictos armados y falta de una planificación urbana metropolitana

-1995

En abril de 1994 el Vice ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano de El Salvador efectuó un concurso internacional para formulación de un Plan Maestro de Desarrollo Urbano del área Metropolitana de San Salvador Ampliada (PLAMADUR AMSSA) y contrató al consorcio Ítalo Salvadoreño (ITS, SPEA, CT) para la elaboración del plan mismo, el cual dio inicio el seis de marzo de 1995.

PLAMADUR es un estudio de proyecciones y metas, normas de protección ambiental y ordenamiento territorial, propuestas jurídico-administrativas, y programas de inversión, dirigidos a la recuperación y el desarrollo del área metropolitana de San Salvador.

Constituye además un instrumento de planificación interactivo que permite acuerdos y coordinación de intervenciones entre los actores de la planificación urbana, así como la ayuda en la toma de decisiones

En 1997 PLAMADUR propone la ampliación del AMSS agregando 4 municipios más: Santo Tomas, Santiago Texacuangos, Panchimalco y Tonacatepeque. Conformando la llamada Área Metropolitana de San Salvador ampliada o AMSSA ^(M4)

-2001

El Vice ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU) junto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) contrató con fondos del Fondo Salvadoreño de Estudios de Pre inversión (FOSEP) un consorcio internacional para que elaboraran el Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNODT).

-2004

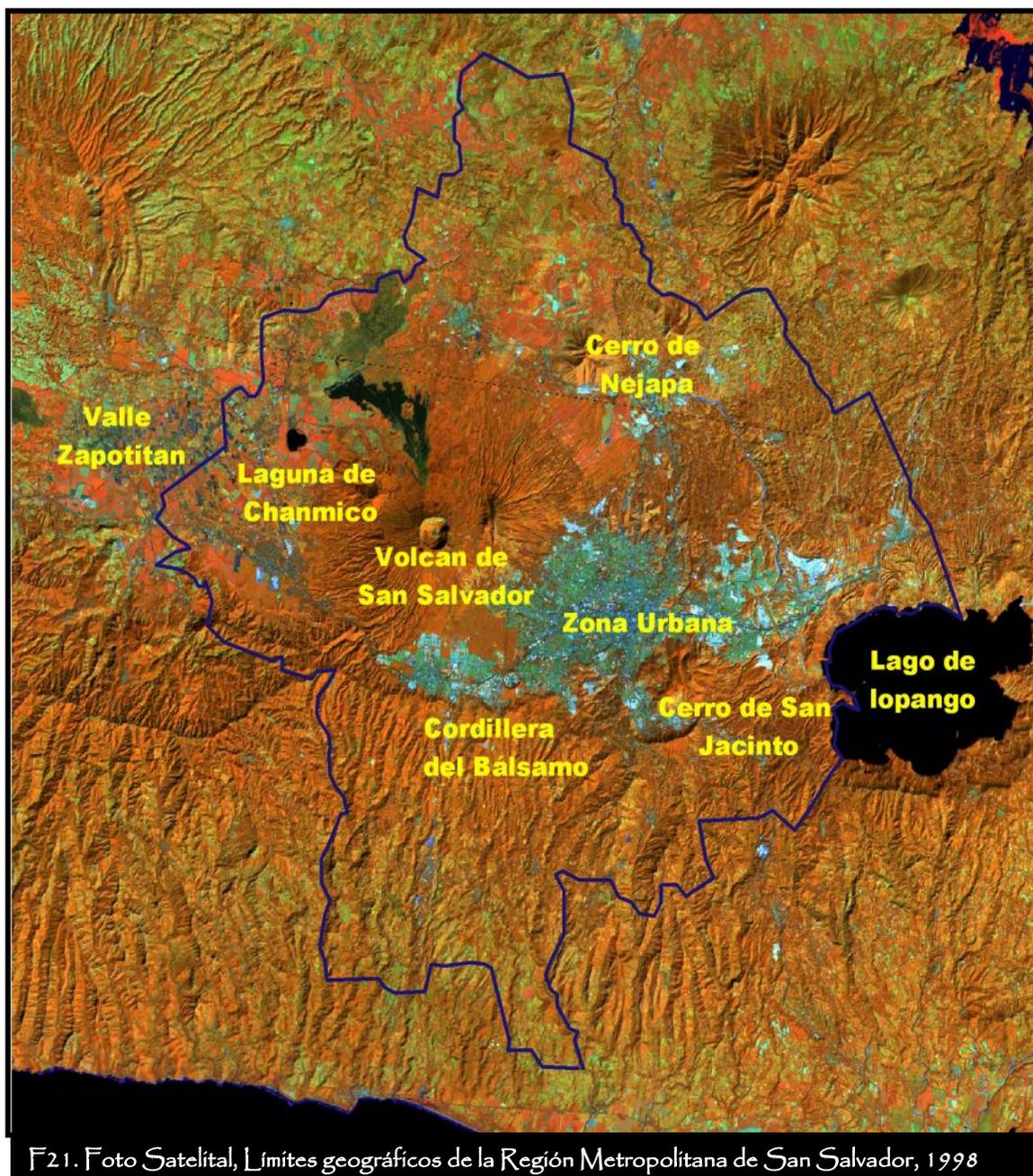
El Consorcio EPYSA-IBERINSA presentó el informe final de la consultoría con cuatro productos principales:

1.0 Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial

- 2.0 Anteproyecto de Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial
- 3.0 Sistema de Información Territorial (software)
- 4.0 Propuesta de Política de Ordenamiento y Desarrollo Territorial

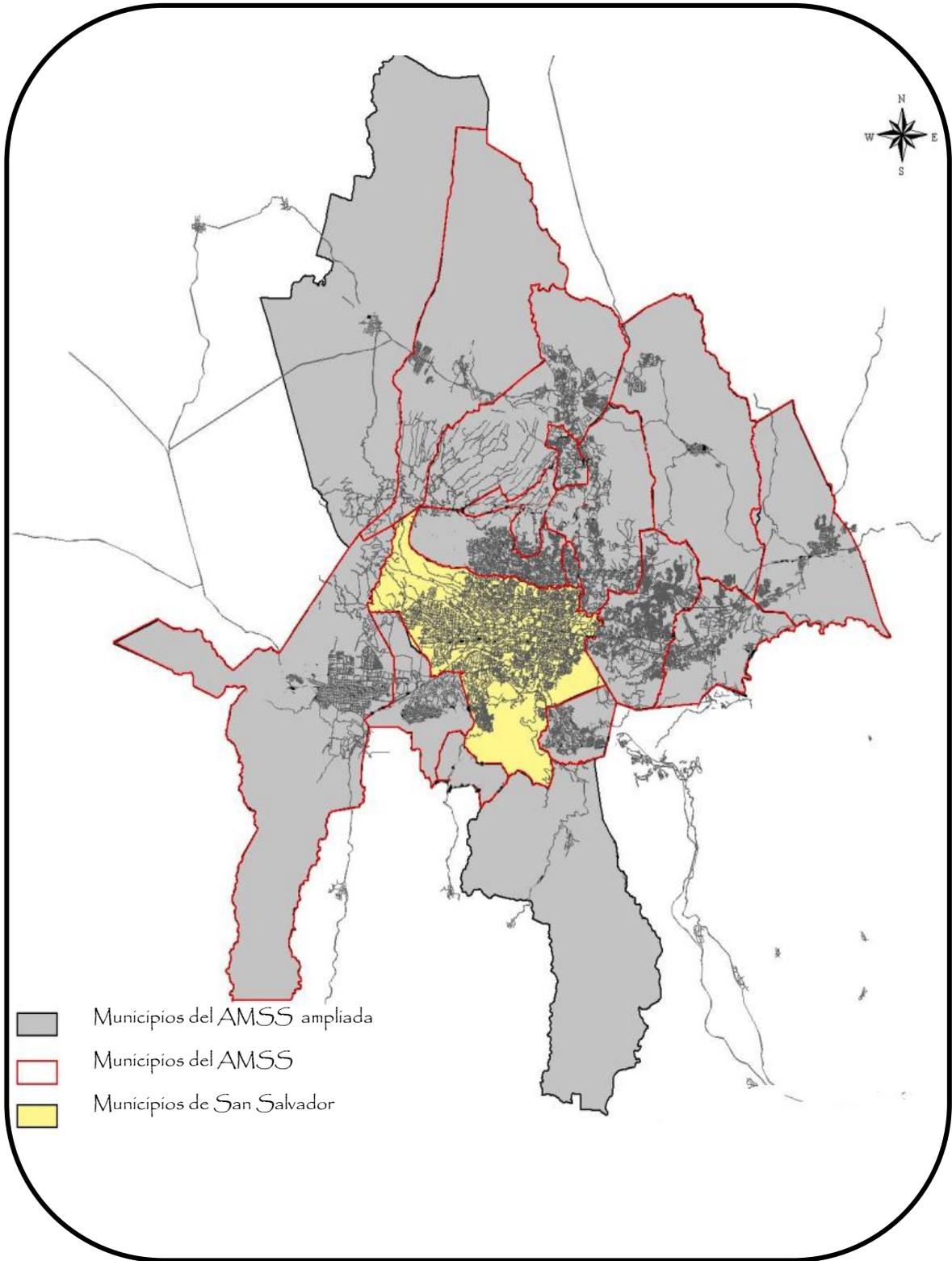
Paralelamente han seguido desarrollándose otros esquemas de planificación territorial a escala local donde instituciones públicas como el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL) y el Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal (ISDEM) y los gobiernos municipales han jugado un papel relevante.

Como puede observarse, el país acumula ya más de cincuenta años de experiencia en esta temática. Sin embargo, se destaca en este proceso la falta de una visión común y de una articulación efectiva de esfuerzos entre lo local y lo nacional, entre el gobierno central y las agencias de cooperación.



F21. Foto Satelital, Límites geográficos de la Región Metropolitana de San Salvador, 1998

Foto (21): La Región Metropolitana, limita con el volcán de San Salvador al Norponiente, el cerro de Nejapa al Norte, el Lago de Ilopango al Oriente, el cerro (volcán) de San Jacinto al Suroriente y la Cordillera del Bálsamo al Sur.



M4. Área Metropolitana de San Salvador ampliada o AMSSA
<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/2008GEOSanSalvador.pdf>

2.5 LEGISLACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN EL SALVADOR

2.5.1 Ley del Medio Ambiente

Una de las principales herramientas legales que se posee en el sector de la construcción es la “Ley del Medio Ambiente” dictada por la Asamblea Legislativa el 2 de abril de 1998. Con esta ley, se ha tomado la debida importancia a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales debido al acelerado deterioro ambiental que está ocasionando graves problemas económicos y sociales.

Esta ley trata en su espíritu diferentes temas que establecen derechos, deberes y sanciones dirigidas a todos en general; pero principalmente al sector industrial y construcción. Se describe una serie de artículos tanto para el manejo de desechos, así como también, para la conservación de los pocos recursos naturales y ambientales que van quedando.

Por otra parte, establece procedimientos y mecanismos de recuperación del medio ambiente en general, encaminando a que se realice un uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar en gran medida el nivel de vida de las presentes y futuras generaciones. Permite también, normar la gestión ambiental, pública y privada.

La ley establece en sus principios que es derecho de todos los habitantes vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado; además establece, que la contaminación de éste, o de alguno de sus elementos, y que deteriore sus procesos esenciales, conllevará como obligación, la restauración o la debida .3compensación de los daños causados.

En lo referente a materiales ya sea producidos en el país o importados, esta ley es clara cuando señala que se deberá incentivar la eficiencia ecológica, estimulando el uso racional de los factores de producción y desincentivando la producción innecesaria de desechos sólidos, el uso eficiente de la energía, del recurso hídrico, así como también, del desperdicio generado de materias primas o materiales que pueden reciclarse.

2.5.2 Tratados Internacionales suscritos por el Gobierno de El Salvador

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) es el principal foro y único espacio formal y multilateral de negociaciones de las Naciones Unidas, para desarrollar un régimen internacional de cambio climático que promueva la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a niveles que no causen daños adversos en los sistemas socio-naturales, permitiendo a los ecosistemas adaptarse con anticipación y no detener el desarrollo socio-económico de los pueblos.

El Salvador ratificó la CMNUCC, en agosto de 1995 y el protocolo de Kyoto en septiembre de 1998. A fin de dar cumplimiento con lo anterior, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales fue nombrado como Autoridad Nacional Designada.

Para este fin, creó la oficina de cambio climático basado en el marco de Las Naciones Unidas; lo cual significa, que no tiene compromisos legalmente vinculantes para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Su prioridad debe ser la adaptación a los efectos adversos del cambio climático mediante una mejora en la capacidad de adaptación de la población humana, la resiliencia ⁽¹⁾ de los sistemas socio-naturales y la disminución de la pobreza.

El primer comunicado nacional de cambio climático fue el informe que el país presentó en el año 2000, en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre cambio climático, el cual se refirió a las circunstancias,

(1)-RESILENCIA: Es un proceso dinámico que persigue como resultado la adaptación positiva en contextos de gran adversidad.

prioridades y medidas de respuesta en mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación a los efectos adversos del cambio climático.

El informe posee un inventario nacional de producción de gases para el año 1994, así como un diagnóstico de las circunstancias nacionales.

Además, incluye un estudio sobre opciones de mitigación en el sector energético de El Salvador y un estudio de evaluación de la vulnerabilidad en el sector agropecuario de la zona costera y en la seguridad alimentaria.

2.6 EDUCACIÓN AMBIENTAL

2.6.1 Educación ambiental en general

La Educación Ambiental es un proceso dinámico y participativo, que busca despertar en la población una conciencia que le permita identificarse con la problemática Ambiental tanto a nivel general (mundial), como a nivel específico (medio donde vive). Busca identificar las relaciones de interacción e independencia que se dan entre el entorno (medio ambiental) y el hombre, así como también se preocupa por promover una relación armónica entre el medio natural y las actividades antropogénicas a través del desarrollo sostenible, todo esto con el fin de garantizar el sostenimiento y calidad de las generaciones actuales y futuras.

La Educación Ambiental se basa en dos líneas:

La primera hace referencia a cómo interactúa dentro de sí, la naturaleza (medio ambiente) donde se definen los ecosistemas, la importancia de la atmósfera, el agua, el suelo, el flujo de materia y energía dentro de los diferentes entornos naturales. Así mismo analiza el comportamiento de las comunidades y poblaciones.

La segunda línea va dirigida a la interacción que hay entre el ambiente y el hombre. Se analiza cómo las actividades antropogénicas influyen en los ecosistemas y cómo el ser humano ha aprovechado los recursos. Así mismo brinda la descripción y consecuencias de la contaminación generados en las diferentes actividades. Se estudia cómo se puede prevenir el reciclaje, manejo adecuado de residuos y energía; y que soluciones existen: procesos de tratamiento a residuos peligrosos, implementación de políticas Ambientales, entre otras.

Además se promueve de una u otra forma el desarrollo sostenible y la conservación del entorno.

Por otra parte es necesario comprender el grado de importancia que tiene la cultura ambiental para proteger y conservar el planeta.

Por tanto la educación ambiental debe promoverse en todos los niveles sociales, sin excepción de personas.

Como consecuencia, la elaboración de un Documento Técnico de Materiales Bioclimáticos será un material de apoyo con el fin de conseguir los siguientes objetivos:

- **Toma de Conciencia.**

Es necesario generar mayor sensibilidad y conciencia del medio ambiente y de los problemas actuales y venideros que afectan al mundo entero.

- **Fundamentar Conocimientos.**

Es indispensable adquirir una comprensión básica del medio ambiente, de los problemas conexos y de la presencia y función de la humanidad en él.

- Generar Actitudes.

La adquisición de valores sociales y un profundo interés por el medio ambiente impulsará la participación activa en la protección y mejoramiento del medio ambiente.

- Favorecer Aptitudes. Resulta necesario favorecer las aptitudes indispensables para resolver los problemas ambientales.

2.6.2 Educación Profesional

La Educación Profesional se destaca como un factor estratégico de competitividad y desarrollo humano en el nuevo orden económico mundial.

Los desafíos están relacionados a los avances tecnológicos y a las nuevas expectativas de las organizaciones, que ahora enfrentan mercados globalizados, sumamente competitivos. Con ello, también surgen nuevas exigencias en relación al desempeño de los profesionales.

De esa forma, la educación deberá favorecer la mejora en la calidad de vida y obviamente facilitará el acceso de jóvenes y adultos al mercado de trabajo.

La aplicación de la misma en los diferentes niveles de enseñanza: grado y postgrado, permitirían ver resultados alentadores en la concientización de alumnos y profesionales jóvenes.

2.7 INCIDENCIA DE LA ARQUITECTURA EN EL CALENTAMIENTO GLOBAL

En el mundo, la mayoría de los sistemas y estrategias constructivas utilizadas tienen un alto costo ambiental, consumiendo recursos y generando altos costos de mantenimiento de los edificios, fundamentalmente al estar concebidos sin tener en cuenta la identidad física del medio en el que se insertan.

Sin embargo, existe todo un conjunto de soluciones y estrategias, hasta ahora poco utilizadas, que se pueden considerar ecoeficientes, ya que además de ser más ventajosas ambientalmente son más competitivas desde el punto de vista económico, tanto en su proceso de construcción como en el de puesta en funcionamiento de los edificios.

Muchas prácticas, que hoy son ecoeficientes, durante mucho tiempo no lo han sido por razones económicas.

Al identificar aquellos ejemplos que además de tener nulo o bajo impacto ambiental son favorables desde el punto de vista económico, se estarán creando las bases para generar un legado edificado más sostenible. Para difundir las ventajas competitivas de esta nueva concepción de la arquitectura (tanto para los nuevos edificios como para la regeneración de los existentes), es imprescindible que se cuantifiquen las ventajas ambientales y el ahorro económico mediante una hoja de datos técnicos que permita identificar claramente la ecoeficiencia y, por tanto, el interés que presenta para todos los agentes implicados en la edificación: promotores, técnicos, constructores y usuarios.

En este sentido, recabar la opinión y la experiencia de maestros en temas de edificación sostenible, permitiría a los profesionales del sector verificar más aún la viabilidad del concepto de ecoeficiencia, con la constatación de que ya existe un buen número de éxitos que demuestran su eficacia.

La edificación constituye pues un sector importante en la lucha contra el cambio climático y especialmente en cuanto a las emisiones asociadas a la vida útil de los edificios que se habrán de producir al menos durante 50 años.

La edificación debe ser vista además como un sector que va a resultar fuertemente presionado por las políticas de lucha contra el cambio climático y, en consecuencia, debe de ir internalizando las estrategias que le permitan ser lo más ecoeficiente posible.

Disponiendo de la referencia de buenas prácticas y experiencias de éxito se facilitarían la introducción de criterios ambientales en los proyectos que de esta forma tendrían en cuenta la ecoeficiencia.



F22. Condominio Dinastía del Sol, Colombia



F23. Casa, Dinastía del Sol, Colombia



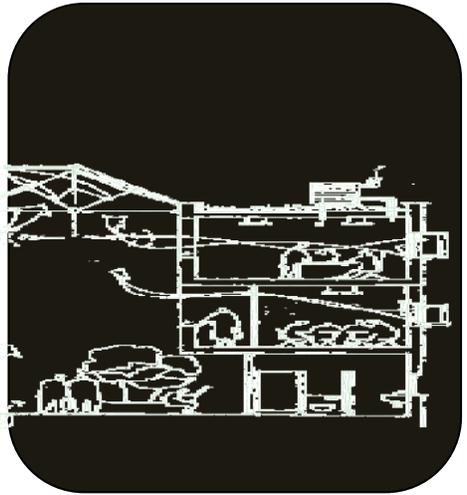
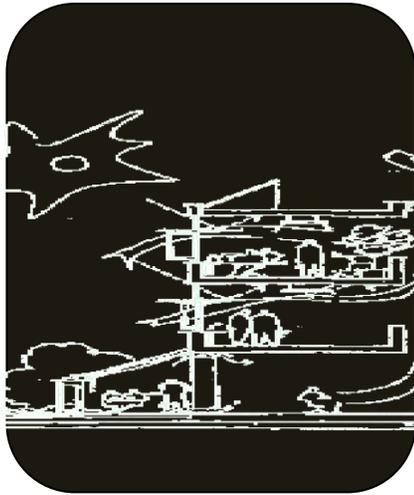
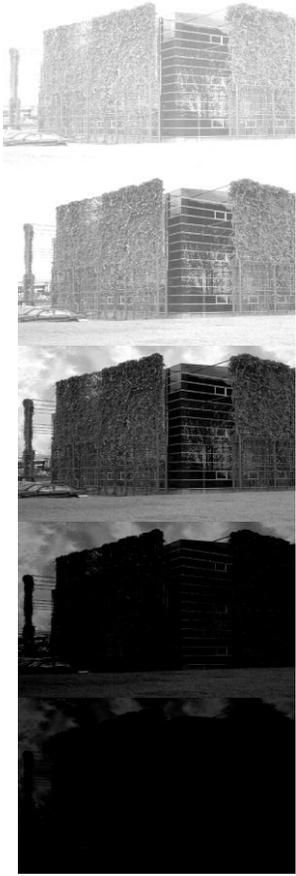
F24. Casa, Dinastía del Sol, Colombia

Objetivos del Proyecto Condominio Dinastía del Sol:

1. Lograr un proyecto de vivienda teniendo en cuenta principios bioclimáticos con múltiples actividades recreativas que afectara lo menos posible el medio ambiente, que aprovechara los recursos de la región y usara tecnologías económicas y resistentes.
2. Diseñar viviendas flexibles a las necesidades y gustos de cada usuario. Viviendas cómodas que se integraran al paisaje y contaran con procesos de refrigeración e iluminación naturales.
3. Mostrar la posibilidad de generar espacios interiores y formas diferentes usando como material protagónico el bambú y demostrar la acogida de este material en proyectos de estrato alto.
4. Verificar que es posible combinar ecología y estética.
5. Capacitar en el uso del bambú en procesos constructivos y generar empleo a la población de la zona en donde se desarrolla el proyecto.
6. Motivar e Implantar el uso del bambú en procesos constructivos en la zona

Foto (22-23-24): Condominio Dinastía del Sol fue concebido como un modelo ecológico de reforestación en una zona afectada por la inclemencia del clima, y la tala indiscriminada de la vegetación nativa, siendo el resultado un proyecto que se convirtió en un pulmón para la región.

DIAGNOSTICO



3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AMSS

3.1.1 Conformación y Ubicación

La República de El Salvador se extiende sobre una superficie de 20,742 km² y cuenta con una población total de 6 millones de habitantes.

Su capital, San Salvador, es el centro poblacional y económico más importante de todo el país. Aunque la ciudad de San Salvador corresponde administrativamente al municipio de San Salvador, ésta ha sobrepasado los límites municipales y actualmente abarca un espacio territorial más amplio.

El municipio, cuenta con 72.25 km², que equivale al 0.12% del total del AMSS y 479,605 habitantes, es decir un 0.32% de la población del AMSS. Administrativamente se divide en 7 distritos incluyendo el Centro Histórico ^(M5)

El concepto de Área Metropolitana de San Salvador fue adoptado por primera vez en 1969 por el “Plan de Desarrollo de la Región Metropolitana de San Salvador” (Metro Plan 80).

Para ese entonces, el AMSS incluía a San Salvador y los municipios circunvecinos: Mejicanos, Ciudad Delgado, Ayutuxtepeque, Cuscatancingo, Soyapango, Ilopango, San Marcos, Antiguo Cuscatlán y Nueva San Salvador (hoy Santa Tecla). A partir de 1987, el AMSS constituye la primera asociación de municipios legalmente reconocida y normada en el país. Cubriendo un área de 126 kilómetros cuadrados.

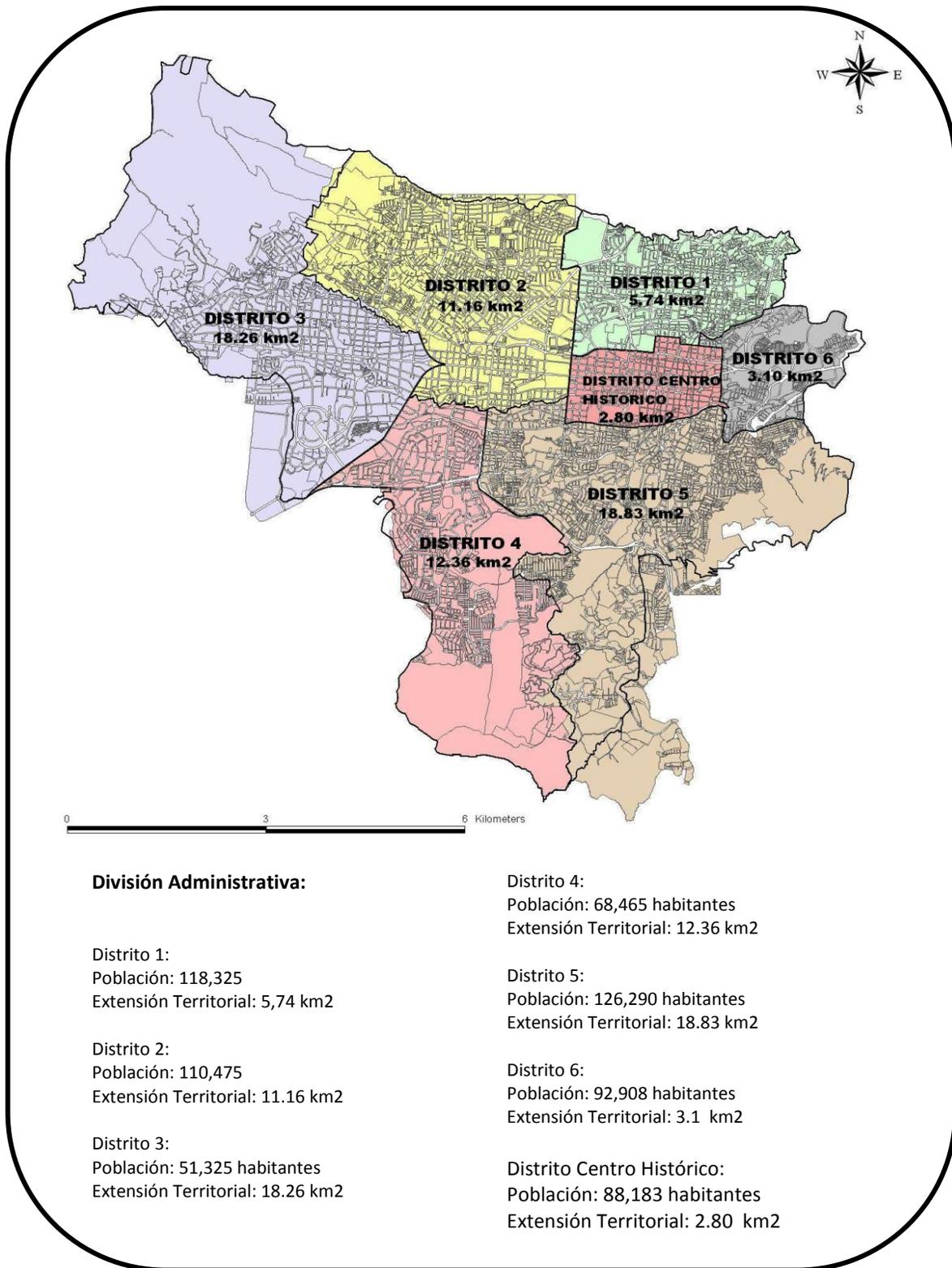
En el año de 1993, a través del Decreto Legislativo 732 fue decretada la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área metropolitana de San Salvador (AMSS), y definidos los territorios de los municipios que la conformarían, siendo 13 municipios ^(M6)

- 1 San Salvador
- 2 Antiguo Cuscatlán
- 3 Santa Tecla (antes Nueva San Salvador)
- 4 Apopa
- 5 Cuscatancingo
- 6 Ciudad Delgado
- 7 Soyapango
- 8 Ilopango
- 9 San Marcos
- 10 Ayutuxtepeque
- 11 Nejapa
- 12 San Martín
- 13 Mejicanos

En el artículo 4 de la misma ley se estableció que el AMSS podría ampliarse por decreto del Órgano Legislativo previa solicitud del municipio aledaño, hecha por el Concejo Municipal por intermedio del Alcalde Municipal del municipio de que se trate; en virtud de lo anterior el 29 de julio de 1996 se agregó por Decreto Legislativo el municipio de Tonacatepeque, siendo actualmente 14 los municipios que conforman el AMSS.

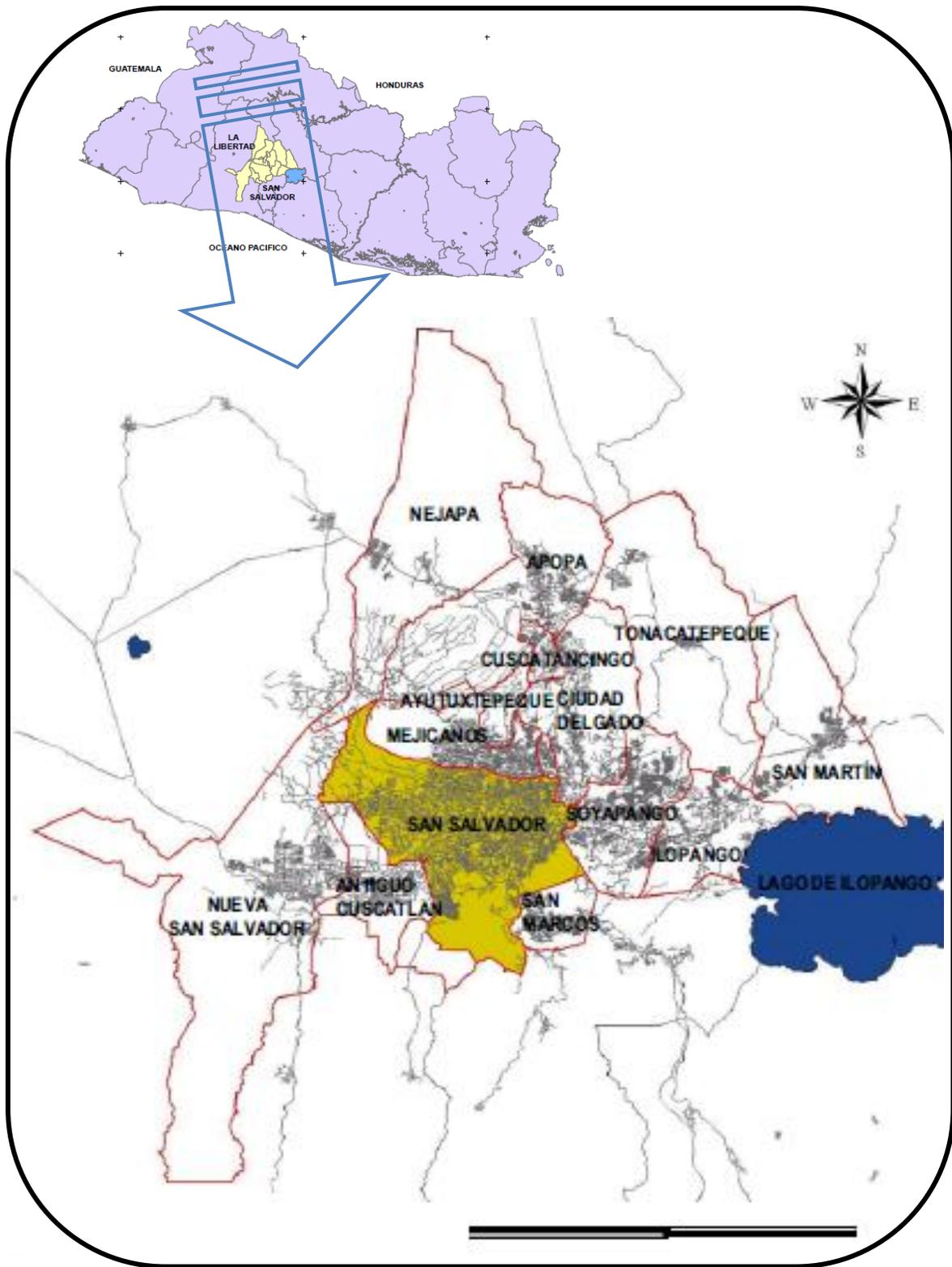
Según datos de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2002-DIGESTYC; el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) tiene un total de 2,052,493 de habitantes, lo que representa más del 30% de la población total del país y tiene una extensión territorial de 591.5 km².

En los últimos años, el crecimiento urbano del AMSS ha desbordado su propio ámbito político administrativo, con importantes consecuencias económicas, políticas, sociales y ambientales, que cuestionan a largo plazo la sostenibilidad y gobernabilidad del territorio.



M5. División Administrativa de San Salvador

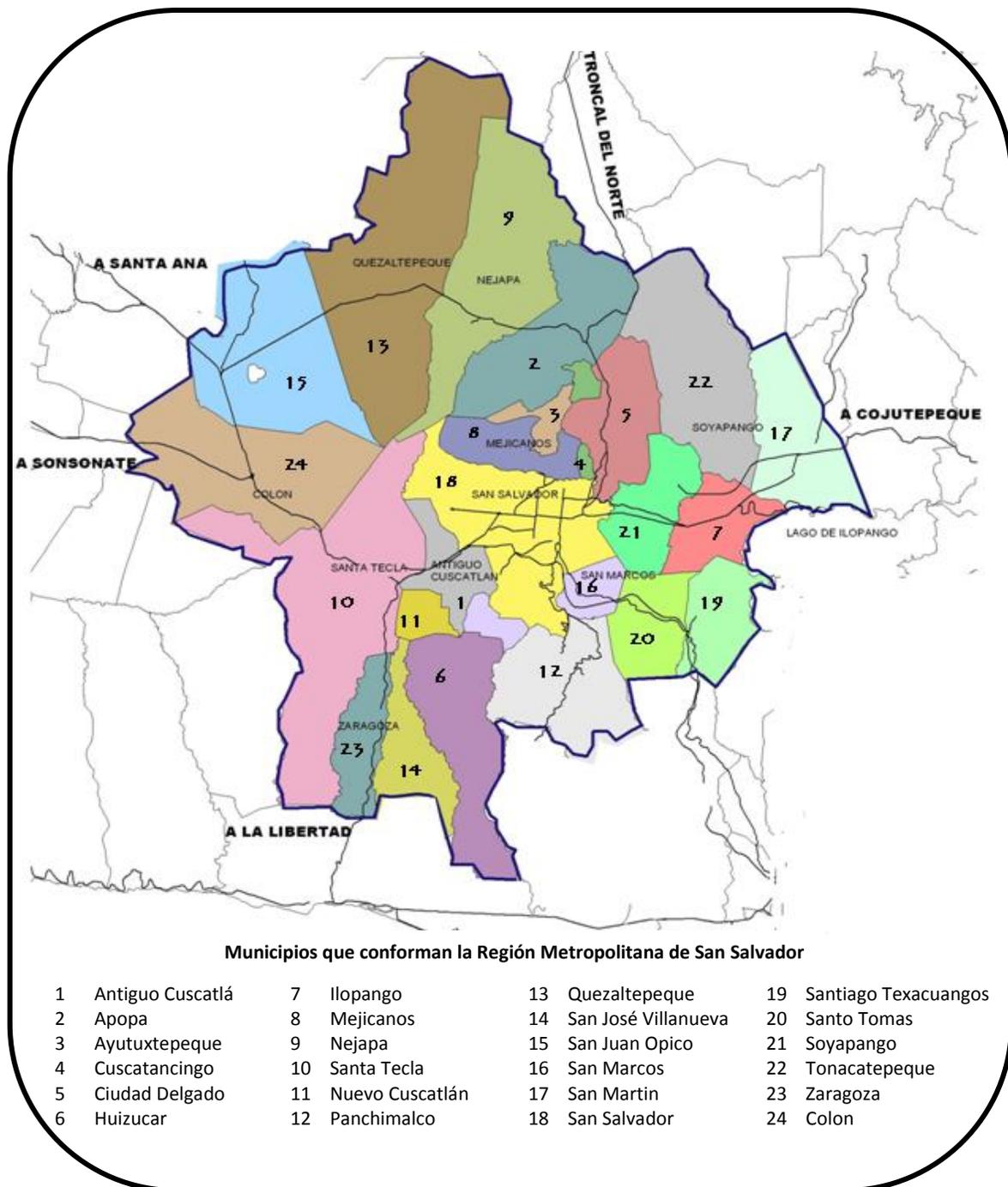
<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/2008GEOSanSalvador.pdf>



M6. Conformación del Área Metropolitana de San Salvador.
<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/2008GEOSanSalvador.pdf>

Mapa (6): El Área Metropolitana de San Salvador en el año de 1996 quedó conformada por 14 municipios; totalizando aproximadamente 2 millones de habitantes, lo que representa más del 30% de la población total del país

Tomando en cuenta que el primer concepto de Región Metropolitana de San Salvador ^(M7) fue adoptado por primera vez en 1969 por METROPLAN80 y estaba conformada por los 10 municipios incorporados inicialmente al AMSS y cuatro agrupaciones adicionales de municipios. El ámbito de la Región Metropolitana fue definido según el Decreto ejecutivo No. 39 de la fecha 9 de agosto de 1988, publicado en el Diario oficial No. 150 tomo 300, de fecha 17 de agosto de 1988.



M7. Región Metropolitana de San Salvador.

<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/2008GEOSanSalvador.pdf>

Mapa (7): La Región Metropolitana de San Salvador concentra un alto porcentaje de la población pues en un área del 5% del territorio nacional, vive el 32% de los habitantes del país (PRISMA, boletín No.17)

37.0

La Región Metropolitana de San Salvador (RMSS) constituye la unidad de análisis territorial para varios de los estudios encontrados relacionados con el ambiente. Esta incluye, además de los 14 municipios del AMSS, total o parcialmente 10 municipios más; con una extensión de 1,020 km² aproximadamente el doble de la actual extensión del AMSS.

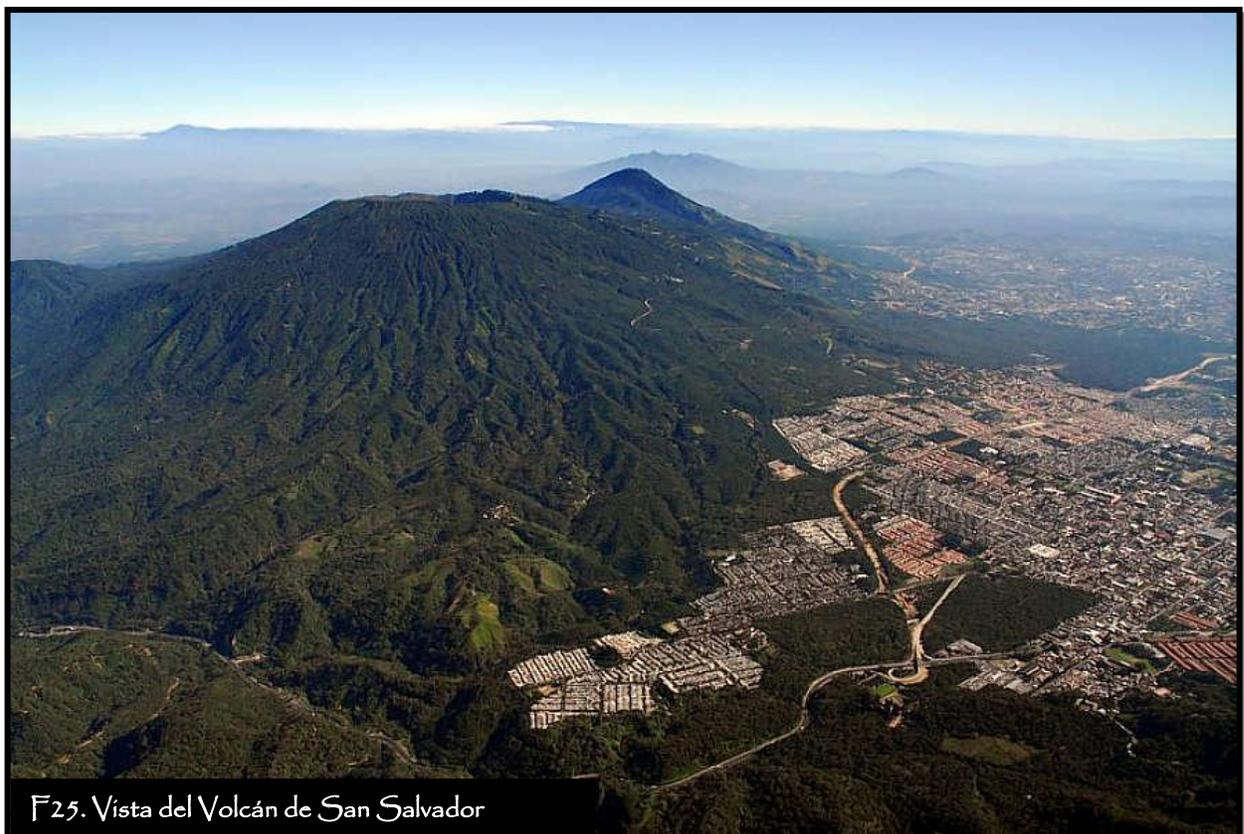
3.1.2 Geomorfología

San Salvador y su área metropolitana están situados sobre una superficie relativamente plana, con una altura entre 600 y 800 msnm, dentro de la unidad geomorfológica denominada Graben Central, a lo largo del cual se ubican los volcanes de San Salvador y la caldera de Ilopango. Esta planicie está delimitada al Este por el Lago de Ilopango (438 msnm) y al oeste por el volcán de San Salvador (Boquerón y Picacho con 1967 msnm). Al Sur, toda esta superficie está delimitada por la Cordillera del Bálsamo con alturas máximas de 1100 msnm y por el Cerro de San Jacinto con 1154 msnm con una morfología semicircular al sur del cerro la cual se interpreta como el remanente del colapso de una antigua estructura volcánica. Al norte se encuentra una zona de cerros más bajos con una elevación máxima de 798 msnm en los Cerros de Mariona.

A grandes rasgos, las formas del relieve incluidas en el AMSS están agrupadas en los siguientes Sistemas Morfoestructurales ⁽¹⁾:

-La Cadena Volcánica: la cadena volcánica de El Salvador tiene una longitud de 170 km y una superficie de 2,600 km², equivalente al 12% del territorio salvadoreño.

La cadena volcánica incluye en el AMSS el volcán de San Salvador (tanto el Boquerón como el paleo volcán El Picacho-Jabalí), la cadena de Ilopango, el volcán La Joya, el domo de San Jacinto, la caldera de Planes de Renderos, Plan de la Laguna.



F25. Vista del Volcán de San Salvador

(1)-MORFOESTRUCTURALES: Son las formas (morfos) y la disposición interna (estructura) que adopta el relieve.

Foto (25): En las faldas del Volcán de San Salvador se instalaron, y siguen instalándose residencias de "alta calidad" constituidas por viviendas de medianas y grandes dimensiones, frecuentemente de dos pisos. Algunos de estos asentamientos se están desarrollando en terrenos de cotas altimétricas muy elevadas, frecuentemente boscosos, comprometiendo sin remedio territorios de enorme valor ambiental y paisajístico.

-La Gran depresión central: Esta depresión cruza El Salvador de oeste a este en forma de mesetas bajas. Los límites son la cadena fronteriza al norte y la cadena volcánica junto con la cadena costera al sur. Su relieve es relativamente plano comparado con las fuertes pendientes de los volcanes que la delimitan. En el AMSS se encuentra el Valle de San Salvador, incluido en los valles y cuencas adosadas a la cadena volcánica.

Tiene características de valle de fondo plano, circundado al sur y oeste por zonas con relieves montañosos y al norte por relieves más llanos salpicados de pequeñas lomas y cerros.



F26. Vista del Valle de San Salvador, Plan de La Laguna

3.1.3 Condiciones Climatológicas

Desde el punto de vista climatológico, El Salvador se encuentra situado en la parte interior del Cinturón Climático de los Trópicos, caracterizado por tener unas propiedades térmicas casi constantes durante todo el año y dos estaciones muy marcadas, una lluviosa y otra seca. Las precipitaciones se concentran casi exclusivamente durante la estación lluviosa, si bien, dentro de ella pueden aparecer grandes oscilaciones. Sus valores máximos suelen darse unas semanas después del paso del sol por su cenit.

3.1.3.1 Zonas Térmicas

Debido a la forma y movimientos de nuestro planeta los rayos solares llegan de manera distinta a la superficie terrestre, lo que origina las zonas térmicas, las cuales están delimitadas a partir de las líneas imaginarias, de nuestro planeta.

Las zonas térmicas describen el régimen de temperaturas disponibles para el crecimiento de los cultivos durante el periodo de crecimiento. Se definen generalmente en base a los rangos de temperaturas medias. En áreas de montaña tropical, la temperatura media está con frecuencia fuertemente correlacionada con la altitud.

Las diferencias en la distribución de calor han originado 5 zonas térmicas en el planeta las cuales son:



15. Zonas Térmicas de la Tierra.

Foto (26): Lo que se conoce hoy en día como el Plan de la Laguna es un cráter volcánico que sucumbió hace 2200 años. En el interior del cráter se encontraba una laguna pero sus aguas fueron drenadas después de un terremoto a principios de 1900. Hoy en día Plan de la Laguna es un área de numerosas plantas industriales y también cuenta con un jardín botánico.

Según la altura en metros sobre el nivel medio del mar (msnm), se distinguen las siguientes tres zonas térmicas en El Salvador, de acuerdo al promedio de la temperatura ambiente a lo largo del año.

Zona 1

De 0 a 800 metros:

Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 27 a 22 °C en las planicies costeras y de 28 a 22 °C en las planicies internas.

Zona 2

De 800 a 1,200 metros:

Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 22 a 20 °C en las planicies altas y de 21 a 19 °C en las faldas de montañas.

Zona 3

De 1,200 a 2,700 metros:

De 20 a 16 °C en planicies altas y valles, de 21 a 19 en faldas de montañas y de 16 a 10 °C en valles y hondonadas sobre 1,800 metros.

- La zona urbanizada del AMSS ocupa en su mayoría un área ubicada entre 400 y 1000 metros sobre el nivel del mar.
- La altitud máxima es en el Volcán de San Salvador también conocido como El Boquerón, que alcanza los 1874 metros a nivel del mar.
- La zona urbana se desarrolló en la parte más plana del Valle de San Salvador que está delimitado al norte por el Volcán de San Salvador, al sur por la Cordillera del Bálsamo y al este por el Lago de Ilopango y el Cerro de San Jacinto.
- En la zona del AMSS la Cordillera del Bálsamo se extiende a una altura media entre 1000 y 1200 metros sobre el nivel del mar.

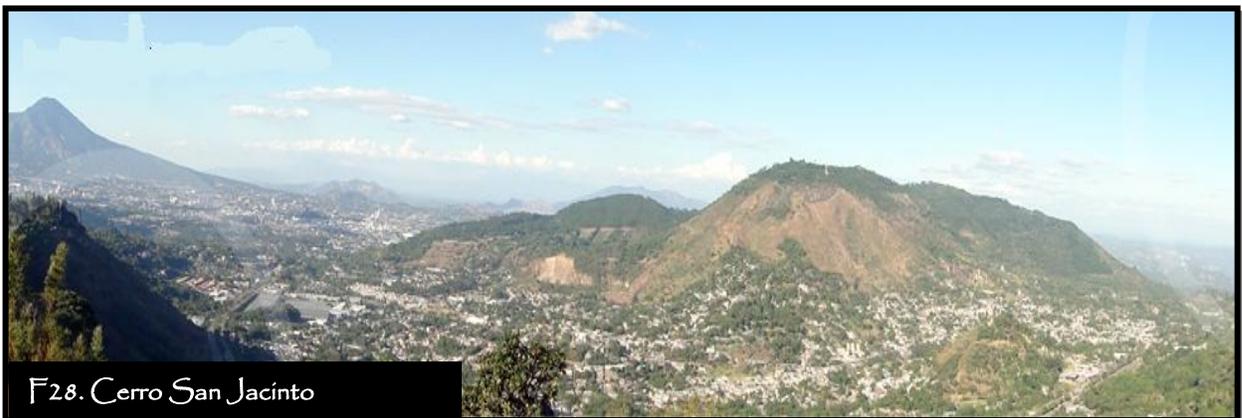
Otros elementos topográficos importantes son el Cerro de San Jacinto, el Volcán de San Salvador, el Cerro de Nejapa.

C3. Zona Térmica a la que pertenecen los municipios del AMSS

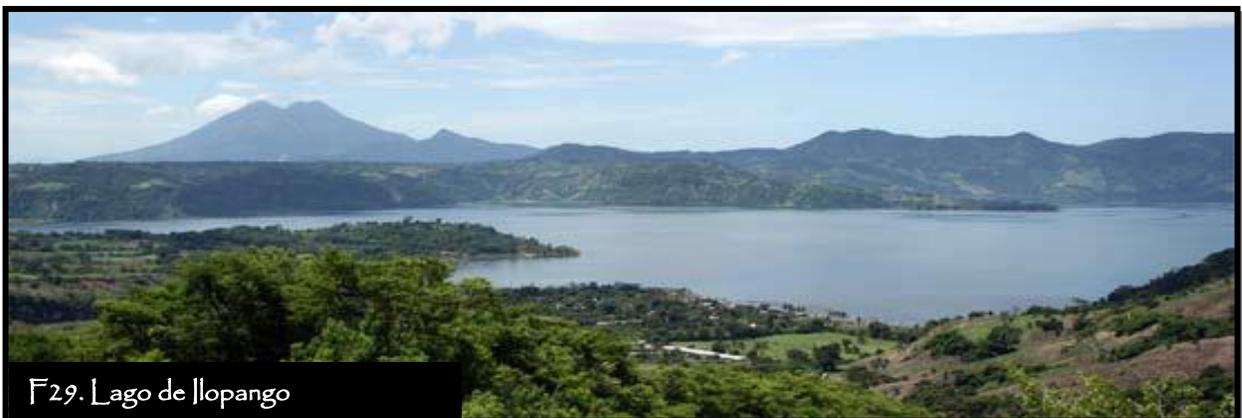
	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud msnm	Zona Térmica
1	San Salvador	13°43'51.60"N	89°09'39.60"W	577	1
2	Antiguo Cuscatlán	13°40'23.00"N	89°14'26.00"W	838	2
3	Santa Tecla (antes Nueva San Salvador)	13°41'00.00"N	89°17'00.00"W	961	2
4	Apopa	13°48'00.00"N	89°11'00.00"W	433	1
5	Cuscatancingo	13°44'00.00"N	89°11'00.00"W	657	1
6	Ciudad Delgado	13°44'12.66"N	89°10'01.96"W	645	1
7	Soyapango	13°42'07.07"N	89°08'51.99"W	648	1
8	Ilopango	13°42'00.00"N	89°07'00.00"W	621	1
9	San Marcos	13°39'08.19"N	89°10'31.30"W	817	2
10	Ayutuxtepeque	13°45'00.00"N	89°12'00.00"W	640	1
11	Nejapa	13°48'32.10"N	89°13'43.09"W	478	1
12	San Martin	13°44'20.22"N	89°03'20.58"W	734	1
13	Mejicanos	13°44'00.00"N	89°13'00.00"W	751	1
14	Tonacatepeque,	13°46'33.93"N	89°07'04.17"W	616	1



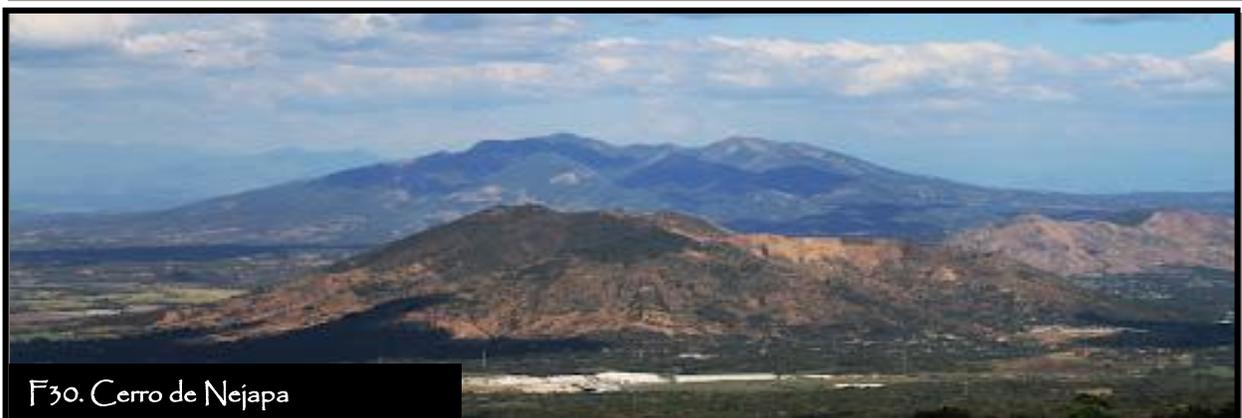
F27. Volcán de San Salvador



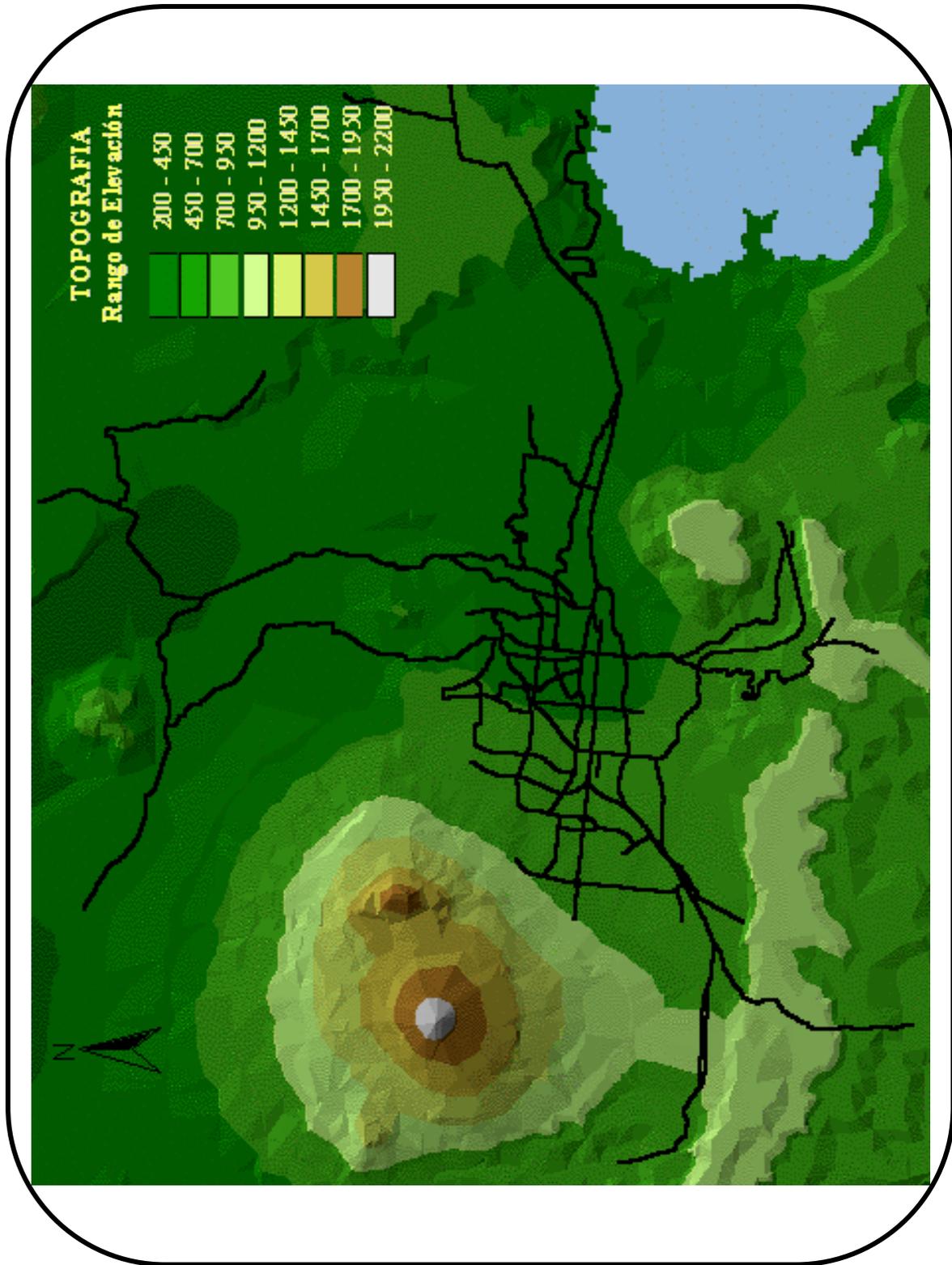
F28. Cerro San Jacinto



F29. Lago de Ilopango



F30. Cerro de Nejapa



M8. Mapa Topográfico del Área Metropolitana de San Salvador
<http://www.opamss.org.sv/sit.html>

Mapa (8): La zona urbanizada del AMSS ocupa en su mayoría un área ubicada entre 400 y 1000 metros sobre el nivel del mar.

C4. Zonificación climática de San Salvador según Koppen-Sapper-Laurer y Holdrige

Elevación	Estación	Zonificación climática según Koppen, Sapper y Laurer	Región climática según Holdridge
0-800 msnm	San Salvador Ilopango Soyapango	Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente	Bosque húmedo subtropical, transición a tropical (con biotemperatura > 24° C)
800-1200 msnm	Santa Tecla	Sabana Tropical calurosa o tierra templada	Bosque húmedo subtropical (con biotemperatura y temperatura del aire, medio anuales < 24° C)

3.1.3.2 Precipitación

El AMSS abarca un sector cuyas precipitaciones van desde los 1600 hasta los 2100 mm anuales, observándose las mayores cantidades en la zona sur y oeste, correspondiendo con la cordillera del Bálsamo y el volcán de San Salvador.

Estas áreas montañosas y de relieves elevados son propicios para la condensación y descarga de grandes cantidades de agua, muchas veces de forma intensa y en corto plazo de tiempo.

Con los datos obtenidos a lo largo de más de 50 años se han podido establecer unas fechas promedio para el comienzo y el final de las dos estaciones, así como para los intervalos de transición que hay entre ellas

C5. Cuadro de duración aproximada de las estaciones.

Época del año	Principio	Final	Días
Estación seca	14 noviembre	19 abril	157
Transición seca-lluviosa	20 abril	20 mayo	31
Estación lluviosa	21 mayo	16 octubre	149
Transición lluviosa-seca	17 octubre	13 noviembre	28

Del estudio realizado se concluye, lo siguiente:

En junio se produce el primer máximo de actividad lluviosa, presentándose lluvias intensas y de carácter intermitente a cualquier hora del día.

En este mes comienza la época de huracanes y se prolonga hasta el 30 de noviembre, aunque este patrón no es fijo, existiendo una gran variabilidad a lo largo de la temporada y de un año a otro. Estas pautas se ven modificadas por la presencia del Niño o la Niña.

Septiembre es normalmente el mes más copioso del año. Esta situación, sumada a tener a estas alturas del año gran cantidad de agua acumulada en el suelo, es una de las razones por las que son recurrentes, en esta época, los problemas de desbordamientos e inundaciones.

C6. Cuadro de precipitación Pluvial anual por municipios del AMSS
(Rango de oscilación en milímetros)

Municipio	Precipitación Pluvial (mm)	Municipio	Precipitación Pluvial (mm)
Antiguo Cuscatlán	1,800 y 2,200	Nejapa	1,800 y 2,000
Apopa	1,800 y 2,000	San Marcos	1,850 y 2,050
Ayutuxtepeque	1,700 y 1,850	San Martin	1,750 y 1,970
Cuscatancingo	1,700 y 1,800	San Salvador	1,650 y 2,000
Ciudad Delgado	1,700 y 1,950	Santa Tecla	1,900 y 2,200
Ilopango	1,700 y 1,850	Soyapango	1,700 y 1,850
Mejicanos	1,700 y 1,950	Tonacatepeque	1,800 y 2,000

3.1.3.3 Vientos ^(M9)

El Salvador está situado en la parte Norte del cinturón tropical de la Tierra, de tal modo que en Noviembre y Octubre se ve influenciado principalmente por vientos del Noreste y, ocasionalmente, por NORTES rafagosos que nos traen aire fresco originado en regiones polares de Norteamérica, pero calentado en gran medida al atravesar el Golfo de México en su camino a Centroamérica.

Vientos de carácter local: brisas mar-tierra:

Poseen dos direcciones, la primera se produce en sentido mar-tierra durante el día, debido al gran calentamiento que se opera en la superficie terrestre, que provoca una zona de menor presión. Mientras, sobre la superficie del océano Pacífico, que se encuentra más fría, se genera una zona de mayor presión, lo que provoca que el aire circule en sentido océano-tierra.

Estas brisas marinas pueden llegar a penetrar hasta unos 100 Km tierra adentro, llegando hasta el valle medio del Río Lempa. Por la noche se produce el fenómeno contrario, debido a la rápida pérdida del calor del continente, y el mayor calentamiento de la masa de agua del océano.

Vientos de carácter local: brisas montaña-valles:

Estos vientos poseen dos direcciones en función del momento del día. Durante el día las zonas más altas del país se calientan más rápidamente que los valles y mesetas, por lo que se generan vientos locales que soplan desde los valles y mesetas hacia las zonas montañosas (brisas del valle), suavizando las temperaturas diurnas de las áreas de mayor altura del país.

Cuando llega la noche las zonas altas del país se enfrían rápidamente, mientras que las zonas bajas (valles y metas) pierden lentamente el calor acumulado durante el día, por lo que las brisas soplan desde las zonas montañosas hacia los fondos de los valles y mesetas (brisas de montaña), suavizando las temperaturas nocturnas de las zonas bajas.

Existen pocos estudios sobre la determinación del potencial eólico en el país. Uno de ellos lo constituye “**El viento en Centroamérica**” realizado por NRECA en la década de los años 80.

Entre las principales conclusiones de este estudio para el caso de El Salvador fueron:

- Se encontró que en el país existe un patrón de viento estacional fuertemente marcado. El primero es el patrón general de vientos de la región (alisios) que tiene su mayor velocidad entre los meses de octubre a febrero. El otro sistema es el de las brisas del mar que se contraponen al sistema general y tiene sus mayores velocidades en los meses de abril a septiembre.

- El Salvador no cuenta con zonas de altas velocidades de viento; las más altas estarían en la parte central hacia el norte 5-6 m/s.

El resto del país tiene velocidades entre 4-5 m/s con un patrón constante a lo largo del año.

3.1.3.4 Radiación (M10)

El Salvador se encuentra en una de esas posiciones privilegiadas, en que el promedio de radiación solar anual es excelente para el empleo de sistemas de energía solar, por lo que el diseño de planes orientados a un mayor uso de este recurso natural debe ser prioritario y en ello debemos contribuir todos los profesionales de la ingeniería y la arquitectura.

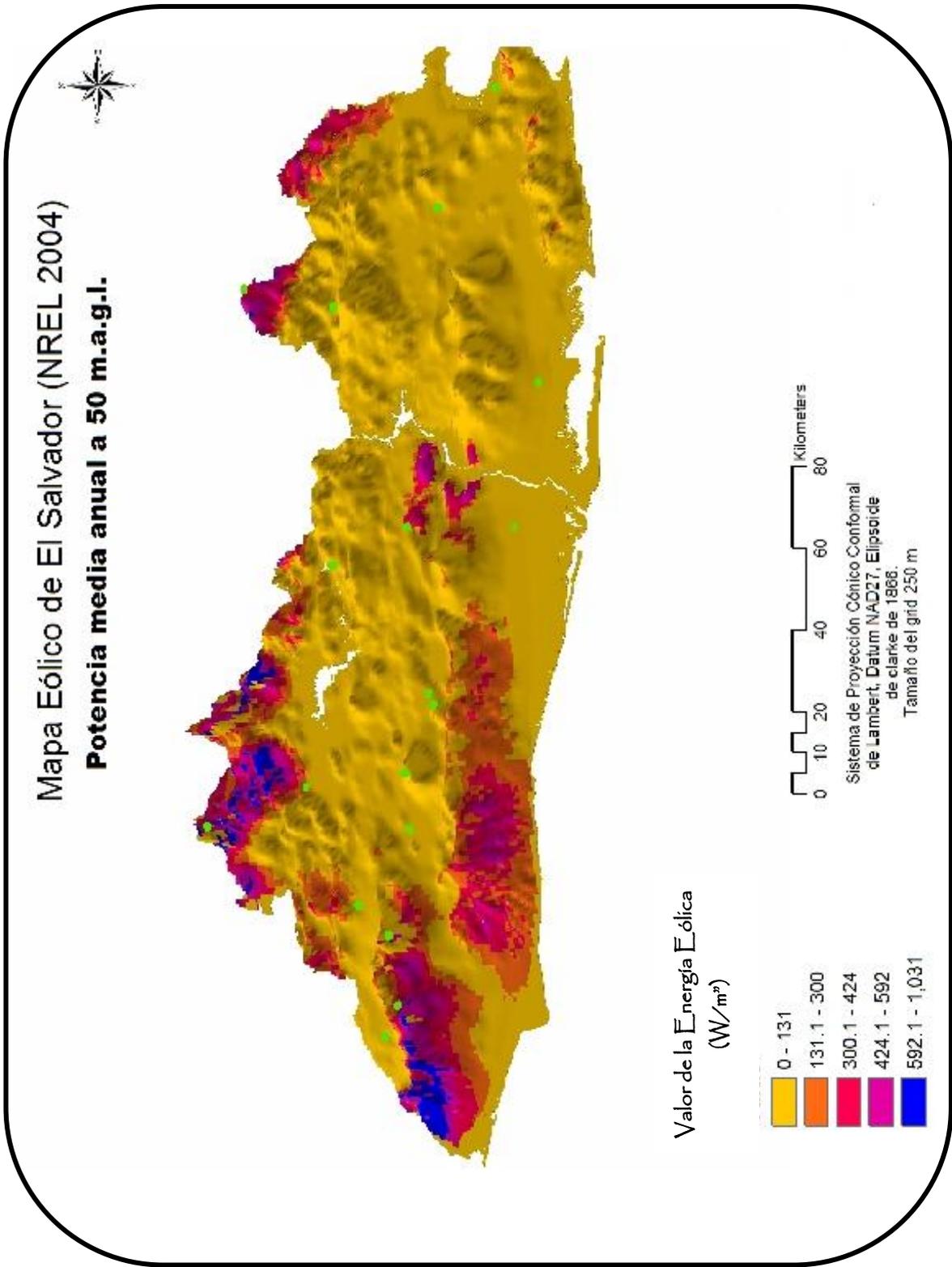
Pero esto será un esfuerzo vano si no existen políticas claras asociadas al empleo de este recurso, que además incluyan beneficios a todos aquellos que se incorporen a la producción de energía eléctrica por medio del sol: “Energía Verde, Limpia y Silenciosa”.

De acuerdo con la Wikipedia, “la potencia de la radiación solar 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 superior a los 1000 W/m² en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia”.

“La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas. 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.”

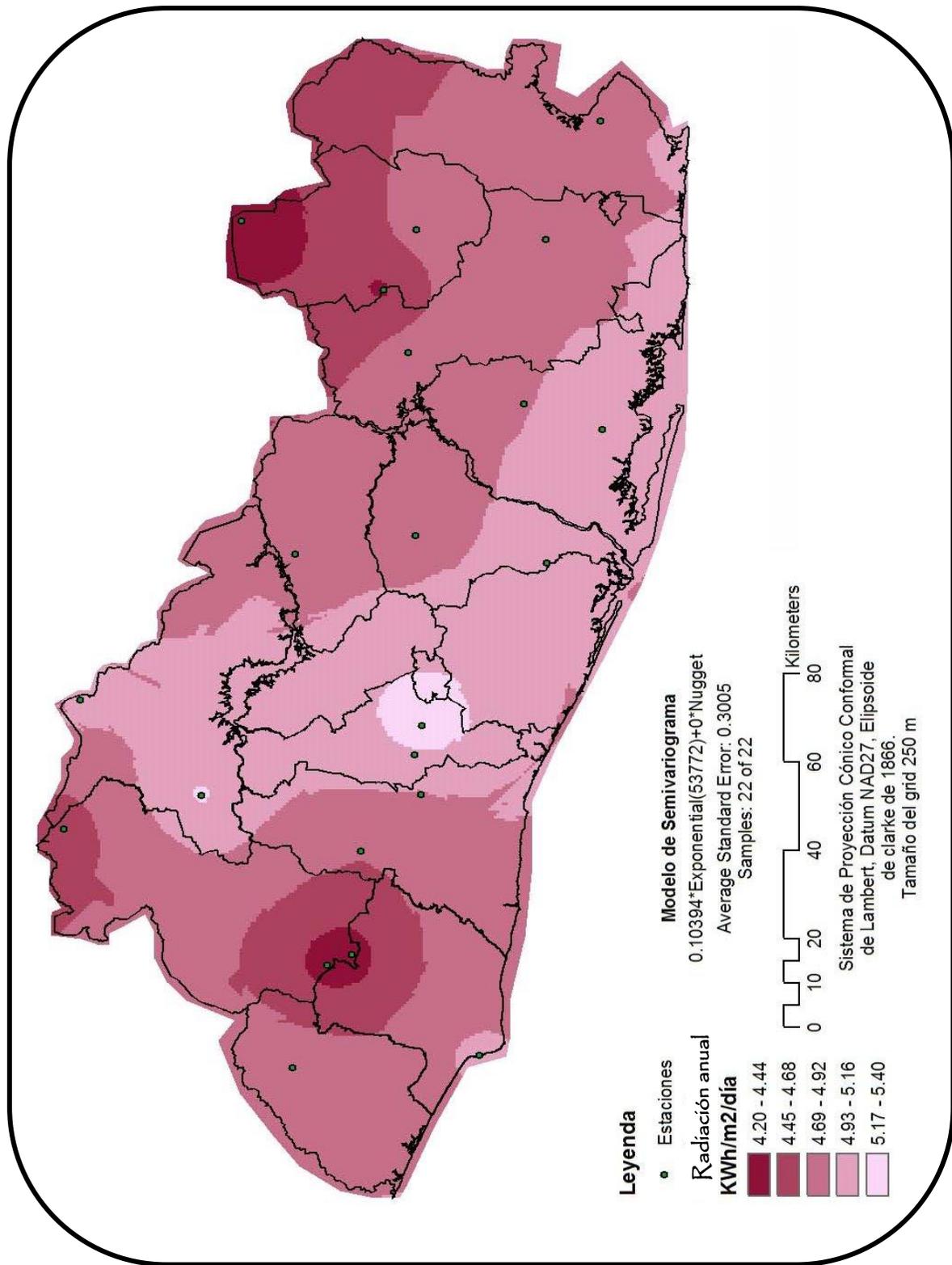
Entre los posibles usos de la energía solar, figuran: acondicionamiento de aire, calefacción doméstica, centrales termosolares, calentamiento de agua, potabilización de agua, cocinas, destilación, evaporación, fotosíntesis, refrigeración, secado, señalización, alumbrado público, vallas publicitarias, bombeo de agua, y repetidoras de sistemas de telecomunicaciones, entre otros.



M9. Mapa Eólico de El Salvador

http://cef.uca.edu.sv/descargables/proyectos/UCASolarAssessment_es_206.pdf

Mapa (9): De los estudios de potencial eólico realizados en el país se concluye que existe gran potencial para el desarrollo de sistemas pequeños de energía. Las instalaciones eólicas pequeñas evitan los altos costos de extender la red eléctrica a localidades remotas, evitan cortes de energía y son no contaminantes.



M10. Mapa de Radiación Solar

http://cef.uca.edu.sv/descargables/proyectos/UCASolarAssessment_es_206.pdf

Mapa (10): En la región central del área metropolitana de El Salvador la irradiación solar es alta (5.3 kWh/m²/día), en comparación con la de otros países como Alemania o Tokio (3.3 kWh/m²/día)

3.2 ARQUITECTURA EN EL AMSS

La Arquitectura en El Salvador, es una mezcla de estilos arquitectónicos que pueden ser mucho más notables en la capital, San Salvador.

Por ser una ciudad en proceso de desarrollo exhibe una variedad de edificaciones que muestra un mosaico de materiales, procesos constructivos, estilos arquitectónicos y varias tendencias; viviendas con una mezcla de Arquitectura Colonial y estilo Californiano, dadas sus características, así como también viviendas de tipo Americano, pues son viviendas al estilo de Estados Unidos, viviendas de tipo Europeo con acabados en madera y piedra, y las que dominan en su mayoría las de tipo racional, donde se busca la racionalidad de los espacios por medio de la función de éstos.

Se pueden encontrar una diversidad de estilos arquitectónicos en las Iglesias de la ciudad, desde estilos eclécticos, hasta el dominante estilo Neo-gótico.

En relación a los centros comerciales que se están construyendo, debido al concepto de Globalización, estas grandes masas comerciales no responden a una arquitectura en sí, son más bien una tendencia en colores, materiales para decoración, sistemas constructivos y masas consumistas que están muy de moda hoy en día.

Aun cuando se está innovando en materiales y sistemas constructivos, los tradicionales materiales que se ocupan para construir, siguen siendo ocupados por miles de Arquitectos en todo el país.

El material por excelencia para la construcción de paredes es el bloque de concreto, el cual se puede encontrar una diversidad de estilos y colores y empresas que los distribuyen.

Algunos de los materiales que se están ocupando mucho últimamente es la Tabla Roca o Tabla Yeso que es utilizado en paredes interiores para restarle peso al edificio, el Reynobond utilizado en fachadas de edificios e interiores de espacios, paneles decorativos con texturas simulando piedras que son utilizados para decoración de viviendas, los marcos de las ventanas en P.V.C, pisos de cerámica para viviendas y oficinas, y lo más innovador son las estructuras metálicas en los esqueletos (columnas, vigas y losas) y estructuras de techos de los edificios.



Foto (31): El Centro Histórico de San Salvador presenta una diversidad de edificaciones que muestra un mosaico de materiales, procesos constructivos, estilos arquitectónicos y varias tendencias.



F32. Palacio Nacional, Catedral de San Salvador, Centro de San Salvador



F33. Parque Simón Bolívar, Centro de San Salvador

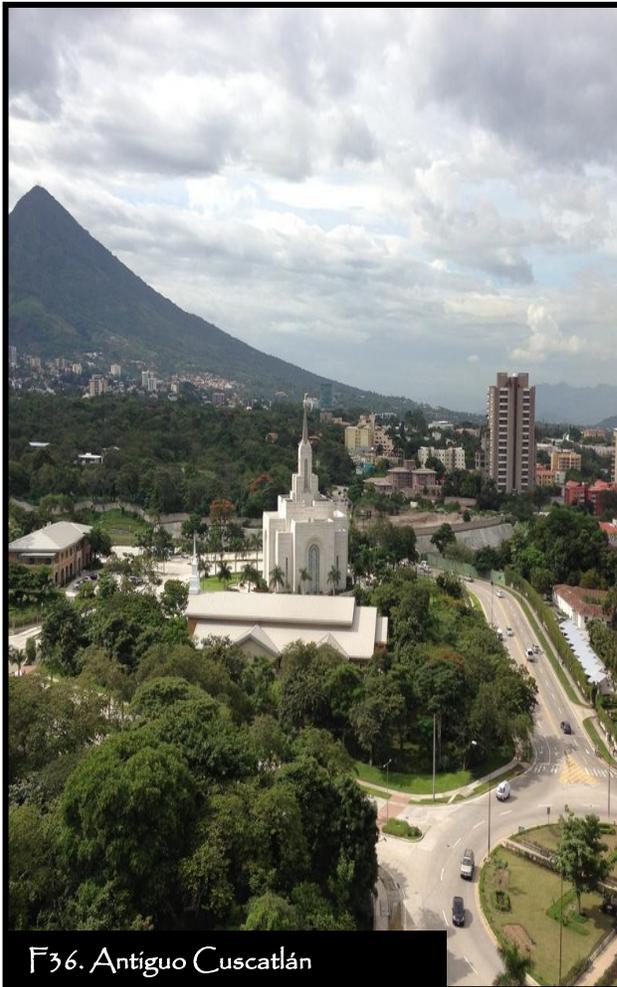


F34. Centro Comercial Plaza Mundo, Soyapango

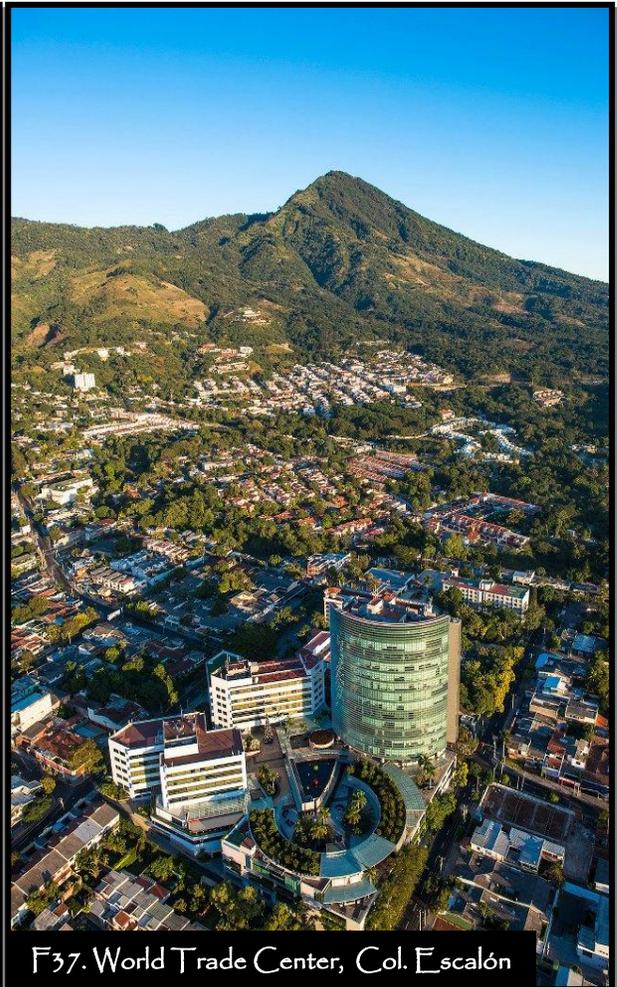
Foto (32, 33, 34): Panorámicas de diversos lugares de San Salvador, en donde se puede apreciar la diversidad de estilos arquitectónicos que existen.



F35. Condominio La Castellana, Antigua Cuscatlán



F36. Antigua Cuscatlán



F37. World Trade Center, Col. Escalón

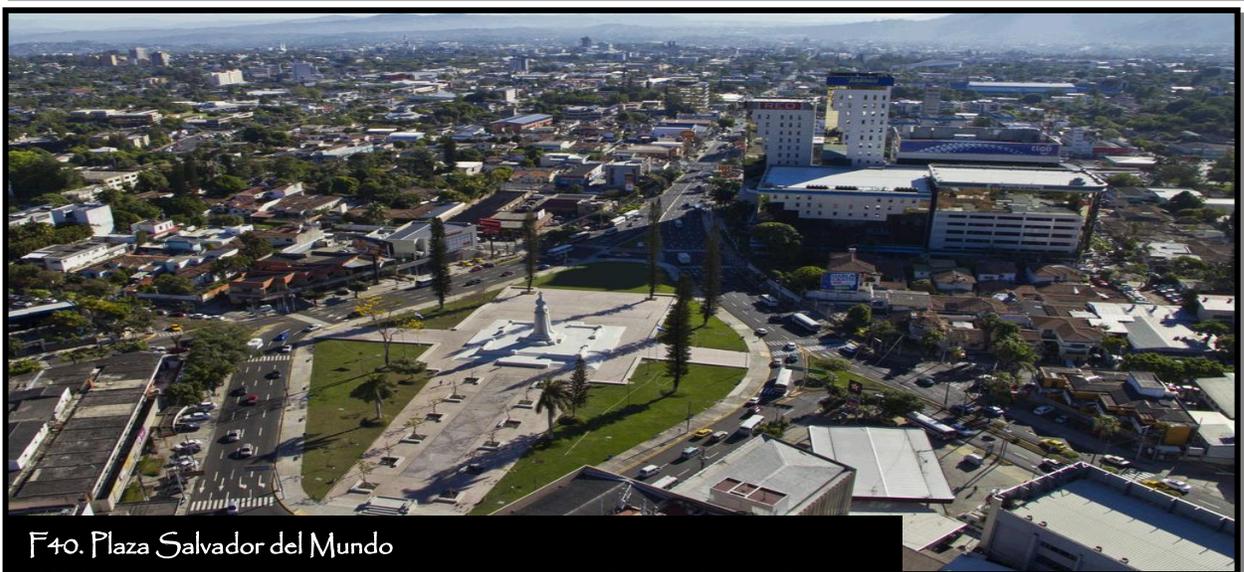
Foto (35, 36, 37): Panorámicas de diversos lugares de San Salvador, en donde se puede apreciar la diversidad de estilos arquitectónicos que existen.



F38. Centro Comercial La Gran Vía



F39. Centro Comercial La Gran Vía



F40. Plaza Salvador del Mundo

Foto (38, 39, 40): Panorámicas de diversos lugares de San Salvador, en donde se puede apreciar la diversidad de estilos arquitectónicos que existen en plazas y centro comerciales.

3.3 ARQUITECTURA BIOCLIMATICA EN EL SALVADOR

En El Salvador el término Arquitectura Bioclimática ha venido teniendo resonancia en aquellos profesionales dedicados al arte de la construcción en búsqueda de nuevas técnicas que le permita ser amigables con el medio ambiente.

Sin embargo, en comparación con otros países estamos apenas iniciando el camino que nos conduce a la producción de una arquitectura con responsabilidad social y sobre todo con un respeto al medio ambiente; en donde la imaginación juega un papel importante ya que pone a funcionar la creatividad en función de materiales y técnicas ya existentes obteniendo al máximo provecho de los recursos naturales que nos brinda el entorno.



En El Salvador se están desarrollando proyectos ambiciosos donde se puede apreciar la influencia de la arquitectura moderna con una intención de aplicar los conceptos básicos de la arquitectura bioclimática, un ejemplo de ello es el **Edificio Avante**, considerado como la moderna Mega construcción que ofrece a sus usuarios en su mayoría empresarios el confort ideal para hacer negocios. Se considera una mega construcción por su inversión, dimensión y tiempo de construcción. Por ser el edificio con el sótano de parqueo mas profundo del país con capacidad para un aproximado de 700 vehículos para 9 niveles de oficinas y un nivel de comercio. Avante se convirtió en la mejor solución para satisfacer la carencia actual de parqueo del área metropolitana debido a su relación de parqueos por metro cuadrado de espacios de oficina

Con el fin de extender la investigación de esta referencia arquitectónica se realizó una entrevista con el Arquitecto Luís Murcia, Superintendente del proyecto Avante, empresa Castaneda Ingenieros el cual expresó algunas de las características que hacen distinto el proyecto en mención, las cuales serán detalladas a continuación: En el techo se colocó una membrana de PVC, combinado con una insolación (placas) de una losa, con el fin de evitar la concentración de calor en las áreas internas, permitiendo la circulación fluida del aire acondicionado a todos los niveles.

Los sótanos del parqueo tienen una ventilación automática en el ambiente que trabaja sobre la base de un medidor de CO₂.

A cierto nivel un ascensor activa la inyección del aire y a su vez lo extrae. El elevador cuanto más pausa realice consume más energía.

El colocado en edificio AVANTE está diseñado para no realizar pausas ya que contiene fuera de ellos los controladores necesarios que indican a que elevador dirigirse para transportarlo directo sin realizar pausas y viceversa, si pasa 5 minutos en un determinado piso vuelve automáticamente al nivel uno en espera, de ser llamado otra vez cuando se presentan las emergencias como incendios o terremotos permite la apertura y traslado de personas hasta el primer nivel.

El sistema de ventanería utilizado es el LOW-E, fabricado en Estados Unidos, utilizado en sus fachadas. La cámara doble que conforma el sistema de ventanas en el edificio Avante permite retardar y absorber los sonidos del exterior tales como bocinas, viento, música, alto tráfico vehicular, etc.

La ventanería minimiza los consumos energéticos en los espacios, facilitando así la entrada de luz natural al edificio. Este sistema está conformado por dos hojas de vidrio de 6 mm y una cámara de aire al centro hermético (sistema insulado) de 1" y la parte fija del sistema de 1.5" de espesor. Cabe mencionar que adicionalmente se usó un modelo de vidrio llamado ARTIPLUE compuesto por una película refractada de tono azul el cual solo permite la temperatura necesaria internamente a los diferentes niveles. Esa combinación de barrera de entrada de luz, combinado con la refracción de las altas temperaturas disminuye considerablemente los usos de los sistemas de Aire Acondicionado.



F42. Torres 105 Campestre

Otro proyecto significativo es el de **las Torres 105 Campestre**

Cuenta con las torres habitacionales más altas de El Salvador con un área de 37,000 m² de construcción.

Estudios realizados para determinar el diseño:

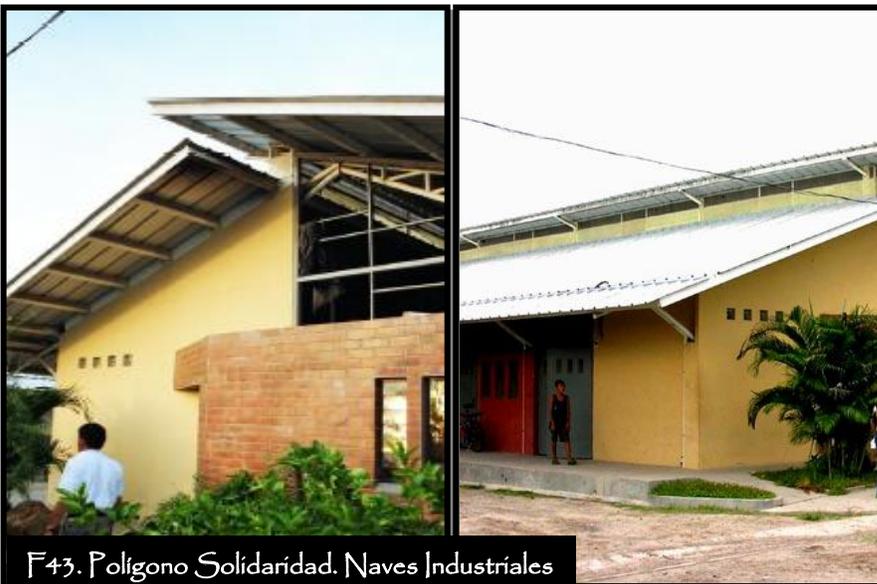
Inversiones Bolívar realizó varios estudios, que no suelen ser tomados en cuenta a la hora de realizar una construcción.

Entre ellos están:

-Estudio bioclimático de asoleamiento, del cual resulta un diseño que busca ahorrar energía tanto en luz como en sistemas de aires acondicionado por medio del mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

-Comportamiento del viento.

Cada detalle ha sido pensado y cuidado en este proyecto para obtener la máxima comodidad para sus habitantes.



F43. Polígono Solidaridad. Naves Industriales

Otro ejemplo es el **Polígono Solidaridad, Tecoluca, San Vicente.**

Dentro de este complejo, perteneciente a la ONG salvadoreña CORDES, se diseñaron: dos naves industriales; un salón de usos múltiples (para 125 personas) y un restaurante (para 150 personas).

Todos los diseños se basan en la aplicación de técnicas bioclimáticas tropicales.

Las Naves Industriales

Estos edificios están destinados a la producción de productos de la zona (jaleas, pan, dulces, etc.).

Se construyeron dos naves que comparten un área de carga y descarga y una batería de servicios.

El diseño de basa en un volumen rectangular a dos aguas.

Las cubiertas se separan ligeramente al nivel de la cumbre para permitir la evacuación del aire caliente interno.

Aleros pronunciados protegen de la lluvia y el sol.

Cada nave se rodea de un cinturón de vegetación que ayuda al control de la temperatura interior.



En el caso del Restaurante, para aprovechar mejor la ventilación natural las fachadas norte-sur poseen aperturas que permiten la libre circulación del aire. Además la altura pronunciada (4mt) permite que el aire caliente (que tiende a subir) salga del interior de la edificación. Asimismo la forma del techo con aleros pronunciados, protege de los rayos del sol (fachada sur).

En el caso de las fachadas este-oeste los techos, que se transforman en paredes, sirven como pantallas protectoras de la luz solar.



F44. Polígono Solidaridad. Restaurante



El salón de Usos Múltiples, está formado por tres cuerpos que se interceptan: el salón principal con su techo en 'capas traslapadas'; el prisma blanco donde se ubica un pequeño salón-mezanine para capacitaciones y el rectángulo de ladrillo de barro donde se localizan los servicios del edificio (bodegas y sanitarios).

En el prisma blanco se colocan persianas de madera que permean la entrada de la luz solar a lo largo del día, creando diferentes sensaciones.



F45. Polígono Solidaridad. Salón de Usos Múltiples



F46. Polígono Solidaridad. Salón de Usos Múltiples, Fotos interiores



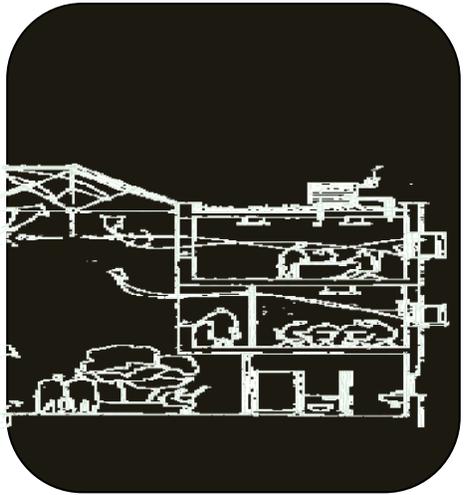
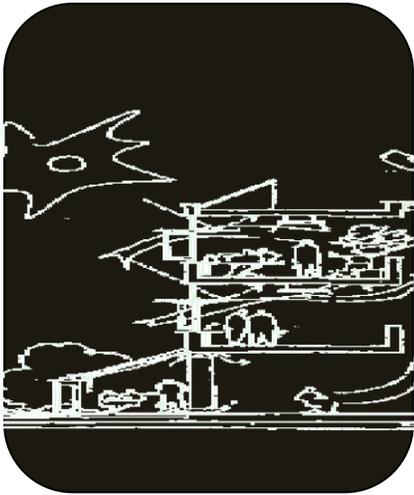
Dormitorios para Empleados.

Los techos inclinados en los dormitorios al igual que en el área de baño permiten que el aire caliente salga del interior de las áreas. En el diseño se considero el uso de pantallas y aleros que permiten una mayor protección del sol, generando un ambiente agradable para los usuarios.



F47. Polígono Solidaridad. Dormitorios para empleados.

IMPLEMENTACION



4.1 REFLEXION PRELIMINAR

El arquitecto debe reconocer la necesidad de articular su proceso formativo con el ejercicio profesional, considerando que la toma de decisiones frente a una necesidad humana es un acto de enorme responsabilidad.

Esta responsabilidad implica una serie de acciones en relación con diferentes procesos, de los cuales no se puede apartar el ser humano, y que en particular la Arquitectura, tampoco puede escapar, puesto que es la encargada de transformar los espacios, como respuesta a las necesidades demandadas por el mismo hombre.

La Arquitectura como disciplina profesional se ha encargado de plantear soluciones y respuestas tanto formales, como tecnológicas y funcionales, y ha alcanzado las dimensiones culturales y sociales, frente a la demanda de las necesidades espaciales nacientes de las diversas actividades y relaciones, que establece el ser humano en el entorno natural, con sus recursos y en el entorno social, con las otras personas y grupos sociales.

Esta acción humana determina una intervención y una transformación de los ecosistemas, para lo cual se desarrolla un constante reemplazo de la cobertura vegetal por coberturas artificiales, alterando y afectando los procesos que se desarrollan en el ecosistema natural, con procesos de cambio del uso del suelo, de asentamientos urbanos, industrialización y el empleo de los recursos naturales para suplir la demanda de materias primas necesarias para su ejecución en términos físicos, formales, constructivos, tecnológicos y funcionales.

En un contexto histórico, no se sabe en qué condiciones, las partes que conformaban el espíritu armónico, que hoy se percibe del hombre primitivo, se degradaron en la carrera de adquirir poder junto con la transformación de la humanidad; o simplemente ellas son aparentes para nosotros y nunca se han tenido conscientemente en cuenta.

Por ejemplo la riqueza material, soportada en los recursos naturales, en un principio era de todos, y hoy pasaron a representar los “capitales” de las potencias, convirtiéndose en Recursos Económicos con un valor en el mercado, aunque con la necesidad de preservarlos a través del tiempo, para las generaciones existentes y las futuras.

Primero los recursos se buscaron para el sustento alimenticio, luego se generaron referentes espaciales para identificar las actividades de la especialización del hombre en diferentes oficios, producto de una necesidad de sustento, luego se estableció la necesidad de fijar límites y de manera paralela como una necesidad de localizar el intercambio de los mismos.

De esta forma, las relaciones que entre los hombres se establecieron como puntos para demarcar espacios, se transformaron en urbes. Es decir que conformaciones establecidas por un grupo de individuos que en principio fueron respuesta al hombre nómada, al cazador y al recolector, finalmente fueron cambiando para lograr su supervivencia, para el suministro alimentario y para protegerse de los impactos del medio ambiente. Fue así como se establecieron límites y transformaciones espaciales del espacio existente, transformando y afectando los sistemas biofísicos, estableciendo otros sistemas de asentamiento y ecosistemas urbanos.

Pero, ¿en dónde?, ¿con qué? y ¿a costa de qué?, la transformación artificial ha llegado a proponer el día de hoy un nuevo esquema de uso, producción y beneficio de los recursos que ofrece la biósfera para lograr el mínimo beneficio?, ¿Dónde está la responsabilidad de conservar o aprovechar los recursos que la naturaleza ofrece, considerando las necesidades en el tiempo?, y ¿dónde está la articulación coyuntural que debe plantear la disciplina de la Arquitectura para responder responsablemente ante su hecho específico de transformación? De esta manera al evidenciar la incidencia de la acción del arquitecto en la toma de decisiones, al momento de responder a las necesidades espaciales, el efecto en el contexto, va más allá de lo que parece.

Por esta razón, el plantear unas Recomendaciones Técnicas elementales relacionadas a la Arquitectura Bioclimática que gira alrededor del aprendizaje; permite que el uso de herramientas como ésta ayuden a ejecutar propuestas donde la responsabilidad formal por el uso eficiente y efectivo de los recursos naturales se vean más allá del contexto meramente económico y político administrativo.

Considerando que la actividad del Arquitecto es creadora y también produce objetos, participa del cambio; proporciona a los seres humanos la seguridad de un refugio al formar el marco de sus modos de vida individuales y comunitarios, asociando la permanencia; razones que hacen que se actúe sobre el entorno físico, relacionando la Arquitectura con la naturaleza.

El Arquitecto no debe olvidar las directrices, que siempre han estado presentes desde que se entendió la Arquitectura como una disciplina, que en su tiempo Vitruvio las estableció como firmitas, utilitas y venustas (estabilidad de la construcción, su uso adecuado y su proporción y belleza formal), las cuales determinaron en su momento el manejo de un contexto integral, y que de alguna manera, aún hoy permiten desarrollar diferentes aspectos tanto técnicos, ambientales como socioculturales y que favorecen las diferentes propuestas de manera coherente e integral.

4.2 PRINCIPIOS A CONSIDERAR EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMATICA



- La consideración de las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas del entorno en que se construyen los edificios, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto.
- La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético
- La reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables
- La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.
- La valorización de las necesidades de espacio y superficie, distinguiendo entre aquellas indispensables de las optativas, y priorizándolas.
- Se debe favorecer el uso racional del agua utilizando dispositivos que reducen el consumo hídrico, o aprovechando el agua lluvia para diversos usos (ducha, lavado de ropa, riego de plantas, etc.)

Foto (50): Si bien el edificio Antilla se viste de verde, lo cierto es que la certificación de un edificio pasa más allá del solo tratamiento en fachada y es necesario entender los principios que sustentan la sostenibilidad, que por definición se asocia con "...the ability to meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs." (la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades)

- El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico ⁽¹⁾, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.

- La valorización positiva del uso de tecnologías que usan energías renovables. Es conveniente utilizar la energía eléctrica combinada con sistemas de cogeneración ⁽²⁾, con paneles fotovoltaicos o con generadores eólicos.

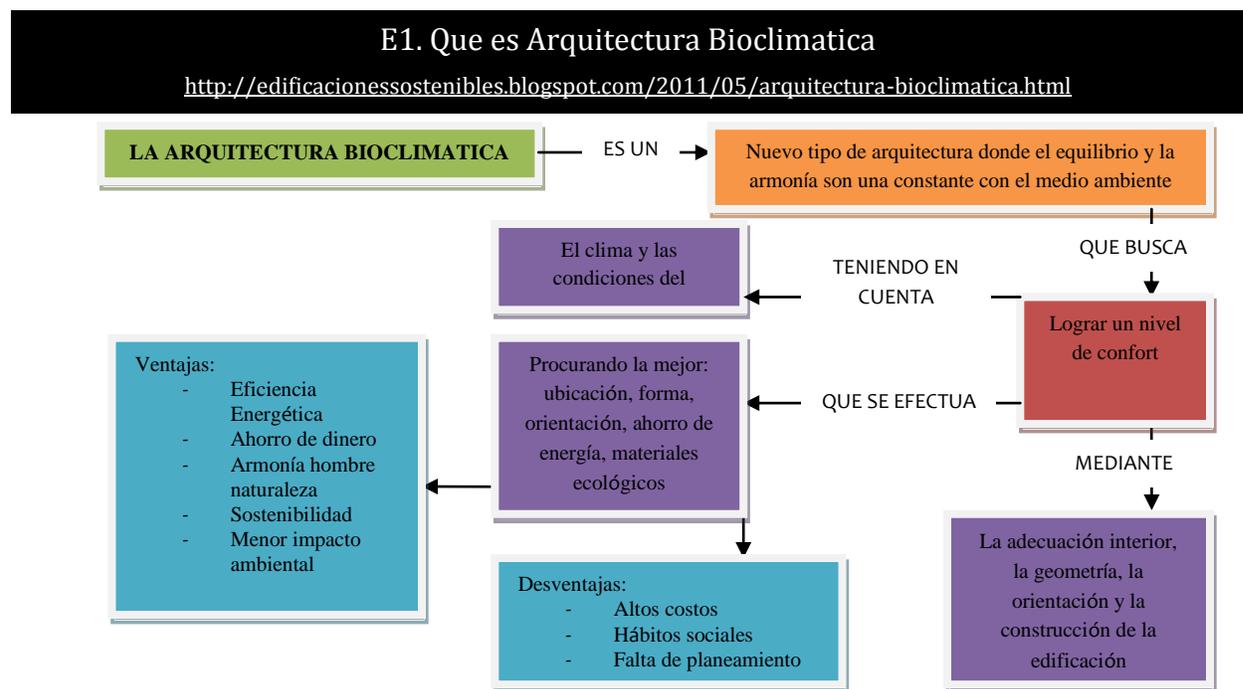
- Racionalización en el uso de los materiales.

El uso de materiales obtenidos de materias primas locales (abundantemente disponibles) y que usen procesos que involucren poca energía, reducen sensiblemente el impacto ambiental. El uso de materias locales redundará en menores tiempos de transporte, reduce el consumo de combustible y la contaminación ambiental. Los riesgos para la salud de los trabajadores no dependen sólo de la seguridad en la obra, sino también de los materiales de construcción utilizados durante la producción y levantamiento de la obra.

Las grandes cantidades de solventes, polvos, fibras y otros agentes tóxicos son nocivos, incluso después de la construcción y por un largo tiempo contaminan el interior del edificio y provocan dificultades y/o enfermedades a las personas o animales que habiten el lugar.

- Se debe favorecer la utilización de materiales reciclables, puesto que estos prolongan la permanencia de las materias en el ciclo económico y ecológico, y por consiguiente, reduce el consumo de materias primas y la cantidad de desechos.

- En lo posible se debe favorecer el reciclaje de materiales. Para poder gestionar ecológicamente los desechos provenientes de las demoliciones o reestructuraciones - restauraciones de los edificios se debe disminuir la cantidad y la variedad de materiales, subdividiendo los desechos por categorías (plásticos, metales, cerámicas, etc.) de manera que se facilite la recuperación, el reciclaje o la reutilización de materiales de construcción. Se debe procurar lo más posible, la armonía de los edificios con el medio ambiente. Los edificios ecológicamente sostenibles tienen mayor calidad y mayor longevidad, son de fácil mantenimiento y adaptables para los cambios de uso. Exigen menos reparaciones y al final de su ciclo de vida son fácilmente desmontables y reutilizables; sobre todo si el sistema de construcción es simple y limitado la variedad de materiales usados.



(1)-CONFORT HIGROTÉRMICO: Puede definirse confort higrotérmico, o más propiamente comodidad higrotérmica, como la ausencia de malestar térmico.

(2)-COGENERACION: Es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria)

4.3 PAUTAS DE DISEÑO EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

En este momento se está viendo la necesidad cada vez mayor, de que la arquitectura adopte criterios de diseño y construcción más sensibles y respetuosos con el medio ambiente natural, no sólo como postura ética “apropiada” para reducir los impactos negativos sobre todo en las ciudades, sino como una necesidad de actualizar sus competencias para estar en condiciones de responder a las normativas ambientales ya establecidas legalmente.

En este sentido las directrices generales para la implementación de criterios medioambientales en el proceso de diseño arquitectónico son:

1. Partiendo del enfoque socio físico de la arquitectura se debe analizar la incorporación de criterios ambientales considerando todas sus dimensiones, ya sean éticas, estéticas o técnicas, que implican el desarrollo proyectual.
2. Es necesario enfatizar la importancia de incorporar la temática ambiental como parte integral del proceso de diseño y no como un “agregado” legal, normativo, propagandístico o de moda.
3. Es importante recalcar el papel fundamental que tienen las etapas de formación del arquitecto para desarrollar una conciencia tanto a nivel individual como colectivo.

El material que se expone en el presente documento pretende servir de referencia, tanto para docentes como para alumnos de arquitectura; al incorporar criterios ambientales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de Proyectos Arquitectónicos.

Por esto mismo es de suma importancia mencionar que se describen conceptos, se analizan procesos o se evalúan estrategias de proyecto, pero no se proponen “problemas resueltos”.

4.3.1 La calidad ambiental en arquitectura:

Cuando se habla de entorno, ambiente, medio ambiente o contexto, de manera genérica, se considera todo lo que rodea al producto arquitectónico, es decir tanto lo físico y tangible, sea natural o artificial, como lo no físico, lo intangible que caracteriza cualquier cultura humana, sean valores, sensaciones, usos, costumbres, significados o relaciones. El concepto de medio ambiente lo incluye todo.

El medio o entorno natural se refiere al marco de las cosas creadas por la naturaleza, que incluye todos los procesos biológicos, químicos, geológicos, cósmicos, sean orgánicos o inorgánicos y sus diversas interacciones e interrelaciones, simples o complejas, que conforman el universo en general y la Tierra en particular.

El contexto o entorno cultural, incluye todos los objetos o procesos, sean tangibles o no, creados por el hombre. Es decir, que esto implica considerar todas las creaciones físicas del hombre, desde una simple herramienta hasta los edificios o ciudades más grandes, pero también incluyen los productos no físicos como las costumbres, los ritos, los valores, el lenguaje y todo aquello que caracteriza al hombre como especie autoconsciente, que genera, mediante dichas manifestaciones, cultura.

Así, cuando se habla del Impacto de la arquitectura sobre el entorno es necesario considerar su impacto físico y sociocultural simultáneamente.

El proceso de diseño ha de considerar este impacto de una manera integral, puesto que el objeto arquitectónico, ya construido, impactará al mismo tiempo en el entorno natural y en el humano, el que a su vez impactará en esa construcción, uno con desgaste, y el otro con uso. Así, arquitectura y medioambiente se interrelacionan permanentemente.

La Arquitectura, por lo tanto, si realmente ha de ser sostenible, tiene que responder no sólo a contaminar poco la atmósfera, sino también a crear un ambiente donde el usuario puede tener una buena calidad de

vida: funcional, accesible, amplia, higiénica, saludable, confortable y estéticamente satisfactoria. En pocas palabras y parafraseando a Aalto, se debe “humanizar” la arquitectura.

4.3.2 Factores biofísicos en el proceso de diseño:

El hábitat humano, con todos sus componentes ambientales necesariamente, debe materializarse, ya sea con la utilización de materiales absolutamente naturales o a partir de la transformación de la materia prima en materiales de construcción.

La parte técnica de la arquitectura, trata de cómo utilizar, colocar, disponer, orientar, combinar y transformar los materiales y componentes, mediante las herramientas y tecnologías seleccionadas, en relación con las condiciones y características del entorno natural (topografía, asoleamiento, vientos, actividad sísmica, etc.) y cultural (realidad social) del sitio donde se coloca el edificio, para lograr el uso o funcionamiento deseado, el efecto visual estético prefigurado o la sensación térmica recomendada.

La arquitectura y la construcción en general, desde que se inventaron, implican en su lógica dos vertientes: por un lado el aprovechamiento al máximo de las condiciones naturales y por otra las condiciones culturales del sitio.

La ventaja de la primera es que se aprovechan: la inercia, la disposición, la forma, el nivel y la fuerza del lugar (sol, viento, tierra, agua) modificando lo menos posible las condiciones del sitio y aunque se rompe el equilibrio original, su recomposición requiere de menos eslabones por reparar. Todo ello implica, en cierto modo, una actitud de adaptación al sitio.

La desventaja de la segunda es que es necesario crear alternativas artificiales que modifiquen, en la edificación, las condiciones del lugar, lo que normalmente conlleva la incorporación de energía, materiales y tecnologías no siempre provenientes del sitio. Además, al transformar de manera más importante las condiciones originales del lugar con ello se rompen su equilibrio ecológico, e implica normalmente una actitud de oposición al sitio.

4.3.3 La Naturaleza como estrategia proyectual:

Cuando se trata el problema ambiental en arquitectura, sea arquitectura ecológica, bioclimática, verde, de ahorro energía o sostenible, una de las críticas que se presentan en el campo arquitectónico es el resultado plástico en cuestión.

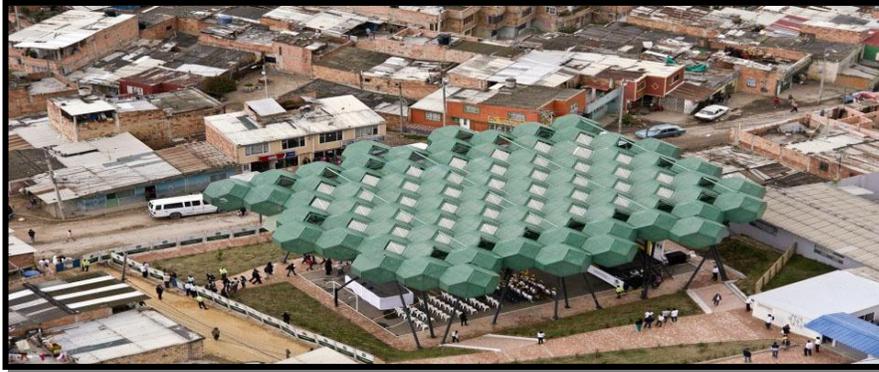
Abordar la dimensión estética de la arquitectura no es fácil, ya que se regresa al eterno problema de definir, que es lo bello, lo cual depende de diversos factores sociales: de la cultura a la que se pertenece, del nivel socio-económico, del nivel de educación y, en especial, de la experiencia individual.

Lo cierto es que la humanidad se ha inspirado siempre en la naturaleza, ya que es la única preexistencia conocida, a partir de la cual se ha construido en el universo, una segunda naturaleza.

En cuanto a la referencia de la naturaleza, su implementación como modelo, se aplica en diversos modelos:

La analogía: a partir de las formas naturales, se construye el objeto arquitectónico con claras referencias a su fuente de inspiración, sea el caracol, el esqueleto, la topografía, la vegetación, etc.

La abstracción: se inspira en la forma natural, no se pretende imitarla. Se pretende representarla de manera más o menos abstracta, jugando entre el ser y el no ser.



F49. Bosque de La Esperanza. Bogotá

El Bosque de la Esperanza es un centro deportivo diseñado por Giancarlo Mazzanti, en las afueras de Bogotá consta de una superficie horizontal de 1.744 m² y una cúpula de estructura espacial de 700 m², que "evoca un montón de árboles como símbolo de naturaleza, unión y esperanza en la zona de Altos de Cazucá".

Mazzanti llegó al proyecto con la creencia de que el valor de la arquitectura está en lo que puede producir

La analogía funcional: reproduce procesos más que formas, que en ocasiones están asociadas. La alta tecnología tiene su expresión en este filón.

Durante la etapa de diseño conviene hacerse las siguientes preguntas:

- Clima.

¿Cómo es el clima del lugar? El objeto de esta pregunta es poder determinar cuáles son los problemas que deben ser resueltos y en qué orden de importancia: frío, calor, vientos, humedad, etc.

- Temperatura.

¿Cuánto calor hace a lo largo del año? ¿Cuánto se necesitará preocuparse si el problema es el calor para decidirse a implementar un sistema de aire acondicionado?

- Humedad.

¿Llueve mucho?, ¿Cuánto llueve?

- Insolación.

¿Suele estar nublado o despejado?, ¿Qué providencias se deben de tomar para defenderse del sol?

- Viento.

¿Cuál es el viento predominante?, ¿Qué providencias se deberán de tomar para defenderse del viento?

- Condiciones micro-climáticas.

¿Hay montañas en los alrededores?, ¿con qué orientación?, ¿hay agua cerca (mar, embalse, etc.)?, ¿hay bosques cercanos? Las montañas actúan como barreras del viento y pueden obstaculizar también al sol,

especialmente en los amaneceres y atardeceres. El agua influye en la humedad y en que se alcanzan temperaturas menos extremas.

- Entorno.

¿Cómo es el terreno y el entorno donde voy a construir? la elección de la ubicación de un edificio puede ser decisivo en su comportamiento bioclimático. ¿Tiene pendiente el terreno?, ¿con qué orientación?, ¿hay edificios cercanos?, ¿hay alguna otra construcción o elemento natural que pueda actuar como barrera frente al viento o como obstáculo frente al sol?

- Orientación y forma.

¿Qué orientación tendrá cada una de las ventanas del edificio?, ¿Cuántas plantas tendrá el edificio?, ¿hay posibilidad de comunicarlas? Dos o más plantas comunicadas, permiten que el aire circule libremente entre ellas, de tal manera que el aire más caliente se sitúe en la planta alta y el más frío en la baja. ¿Es posible diseñar un edificio alargada en la orientación este - oeste?, ¿Será un edificio compacto o tendrá alas, entrantes y salientes? A mayor compacidad ⁽¹⁾, menores pérdidas térmicas. ¿Tendrá un patio interior?, ¿cómo se diseñará el techo?

- Distribución interna.

Si hay varias plantas, ¿van a estar convenientemente separadas para evitar la estratificación térmica del aire?, ¿cuáles van a ser los espacios más utilizados?, ¿están en la zona más confortable de la casa?

- Masa térmica.

¿Cuánta masa térmica va a tener el edificio?, ¿Qué materiales se utilizaran en su construcción?, ¿Es posible captar la energía solar? ¿De qué se construirán los muros exteriores?, ¿es material hueco o macizo?, ¿qué grosor tendrá?, ¿Es posible utilizar materiales aislantes?, ¿y las paredes interiores (material, grosor)?, ¿y los suelos y techos?

- Espacios tapón.

¿Se van a colocar espacios anexos al edificio?, ¿dónde conviene colocarlos para que actúen como espacios tapón frente a condiciones climáticas desfavorables?, ¿Cuáles son los adosamientos del piso?, es decir, ¿qué hay debajo, encima, y a los lados?

Cuanta más fachada exterior tenga el edificio, más vulnerable será a la temperatura y a la radiación exterior (excepto si tiene un buen aislamiento).

- Aislamiento.

¿Cómo se deberá procurar el aislamiento de los muros exteriores?, ¿cómo se deberá procurar el aislamiento de las ventanas?, ¿tendrá cristal simple o doble?, ¿se han considerado aislamientos móviles eficaces para manipular por la noche (persianas, contraventanas, etc.)?, ¿se deberá considerar aislamiento acústico, para evitar ruidos innecesarios provenientes del exterior?

- Infiltraciones en época fría.

¿Qué dirección tiene el viento predominante en época fría?, ¿con qué fuerza media sopla?, si sopla fuerte, ¿hay barreras naturales frente al viento?, ¿es posible establecerlas (vallas, árboles)?, ¿se ha diseñado la casa para que sea "aerodinámica" frente a este viento?, ¿en qué lugar se encuentran la cocina y el baño, y cómo se ha resuelto su ventilación? ¿hay alguna fachada con ventanas que dé a la dirección de donde viene el viento predominante (normalmente del norte)?, ¿suele soplar este viento con fuerza?, ¿está situado el edificio en un lugar tal que algo actúe de barrera frente al viento (edificios cercanos, etc.)?.

- Ventilación.

¿Está la casa correctamente orientada para aprovechar las brisas?, ¿tiene la abertura adecuada en las fachadas, y una adecuada comunicación interna?, ¿existen patios para utilizar su beneficio térmico? ¿Tiene el edificio ventanas en la orientación del viento predominante?, ¿hay comunicación interior entre

(1)-COMPACIDAD: En topología, un espacio compacto es un espacio que tiene propiedades similares a un conjunto finito, en cuanto a que las sucesiones contenidas en un conjunto finito siempre contienen una sucesión convergente.

estas ventanas?, ¿tiene el edificio alguna salida por el techo de tal manera que se puedan crear corrientes de convección?, ¿tiene el edificio salida a un patio fresco?

- Protección frente a la radiación solar.

¿En qué condiciones se encuentra la fachada sur?, ¿qué dispositivos de sombreado voy a instalar (alero, vegetación, persianas, toldos, etc.)?, ¿cómo es la vegetación delante esta fachada?, ¿en qué condiciones se encuentran las fachadas este y oeste?, ¿existe algún espacio tapón en alguna de ellas?, ¿tendrá la pared un color claro?, ¿hay acristalamiento en estas fachadas?, ¿Cuánta superficie de fachada existe hacia el sur?, ¿cuánta superficie de fachada existe hacia el este y oeste?. ¿Tiene la fachada un color apropiado para reflejar la radiación?, ¿hay ventanas abiertas en estas fachadas?, ¿tienen dispositivos de sombreado adecuados (algún voladizo en el caso de la fachada sur, persianas, contraventanas, etc.)?

- Relación con el suelo.

¿Se deberá construir un sótano?, ¿va a ser habitable?, ¿va a haber alguna parte de la casa semienterrada? (por ejemplo, en caso de construir en pendiente), ¿qué refuerzos estructurales y protección frente a la humedad se necesita en este caso?, ¿encarece esto mucho?

- Otros dispositivos.

Puede que inicialmente, o en un futuro, se desee instalar otros sistemas que ayuden energéticamente, como por ejemplo colectores solares para agua caliente sanitaria, paneles fotovoltaicos para energía eléctrica solar, captación del agua de lluvia, etc. En este caso, es importante un buen diseño del tejado para permitir la instalación de estos sistemas con un mínimo costo, y disponer los espacios adecuados en el interior o el exterior de la vivienda para alojar los sistemas necesarios.

4.4 CRITERIOS

El término tecnología puede entenderse de distintas formas.

Generalmente se utiliza para definir los procedimientos y aplicaciones prácticas de la ciencia, es decir para definir un conjunto de técnicas aplicadas.

Otras veces, para denominar una cierta manera de hacer las cosas, en las que domina la máquina y las ingenierías, y en la cual el grado de complejidad se considera como sinónimo de avance y vanguardia.

Algunas otras, el término tecnología se refiere al conocimiento de cómo hacer las cosas con un alto grado de eficiencia; aunque ésta es medida, generalmente en términos productivos.

Si se acude al diccionario encontraremos como respuesta que la tecnología se refiere al «conjunto de los instrumentos, procedimientos y métodos empleados en las distintas ramas industriales».

Ciertamente la tecnología engloba todos estos aspectos, pero cuando se refiere a las tecnologías arquitectónicas se debe considerar además, las implicaciones y consecuencias que tiene la aplicación de dichas técnicas en los ámbitos humano y ambiental.

De hecho una aplicación tecnológica puede ser exitosa en un lugar, bajo condiciones ambientales y sociales particulares, y ser un fracaso en otro lugar con características diferentes, de ahí que la tecnología debe ser apropiada a cada caso específico.

Desde luego esto no significa que toda la tecnología tenga que ser local, de hecho, el desarrollo de la humanidad se ha dado en base a la amplia difusión del conocimiento, técnico y científico.

Muchas tecnologías pueden tener un amplio espectro de aplicación, y en muchos casos éstas pueden ser «universales».

Lo importante es que su uso no sea irracional. Se deben analizar y evaluar las implicaciones sociales, culturales, ambientales, etc. y establecer su pertinencia o no; en su caso adecuar y definir la forma de utilización bajo condiciones distintas a aquellas que le dieron origen.

En otras palabras, lo importante es el «concepto», la idea y el porqué, y no solamente el resultado final.

4.4.1 Contar con un equipo multidisciplinario

El involucramiento de profesionales de arquitectura, ingeniería, urbanismo, gestión del territorio, calidad ambiental; asociaciones, técnicos de medio ambiente de la administración pública o entidades privadas y en general a cualquier ciudadano interesado en la autoconstrucción y el fomento de la arquitectura sostenible; dentro de todas las etapas del proyecto enriquece aún más el resultado de los objetivos planteados.

4.4.2 Adaptación a la temperatura

La base de todo diseño ambientalmente consciente que se pretenda eficaz, es una respuesta adecuada a los inconvenientes y a las ventajas del clima del lugar. Si esto no es tenido en cuenta deberemos acudir a sistemas mecánicos de acondicionamiento térmico, con el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes.

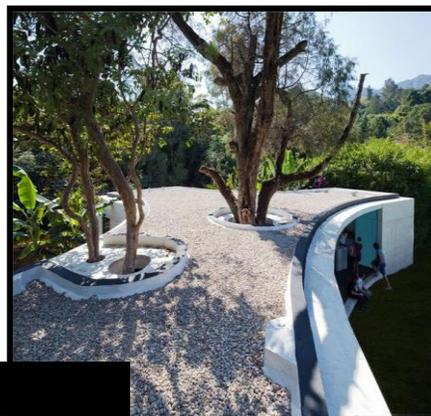
La diferencia de densidad del aire caliente y el aire frío, que provoca corrientes en una u otra dirección dependiendo de las trampas que estén abiertas.

Estas corrientes de aire caliente o templado calientan o refrescan introduciendo o extrayendo el aire caliente del edificio o las habitaciones donde se instale.

En la arquitectura bioclimática, se busca aprovechar al máximo la energía térmica del sol cuando el clima es frío, por ejemplo para calefacción y agua caliente sanitaria.



F50. Tepoztlán Lounge, México



La arquitectura no puede ni debe competir contra un entorno exuberante. Esa parece ser la premisa del *Tepoztlán Lounge* del dúo mexicano-catalán Cadaval & Solà-Morales, que se sitúa en los límites de una fecunda reserva natural.

"La primera vez que visitamos el terreno nos pareció impresionante, con mayúsculas. Decidimos que el protagonista no era el edificio, sino el entorno."

Diseñaron la cabaña de concreto circunspecta, que más que ocuparlo reposa sobre el paisaje; una extensión que se adapta al sitio y replica las condiciones del entorno: cálida, abierta, sinuosa.

4.4.3 Ubicación de la edificación

La ubicación determina las condiciones climáticas con las que la edificación tiene que relacionarse. Se puede hablar de condiciones macro-climáticas y micro-climáticas.

Las condiciones macro-climáticas son consecuencia de la pertenencia a una altitud y región determinada.

Los datos más importantes que las definen son:

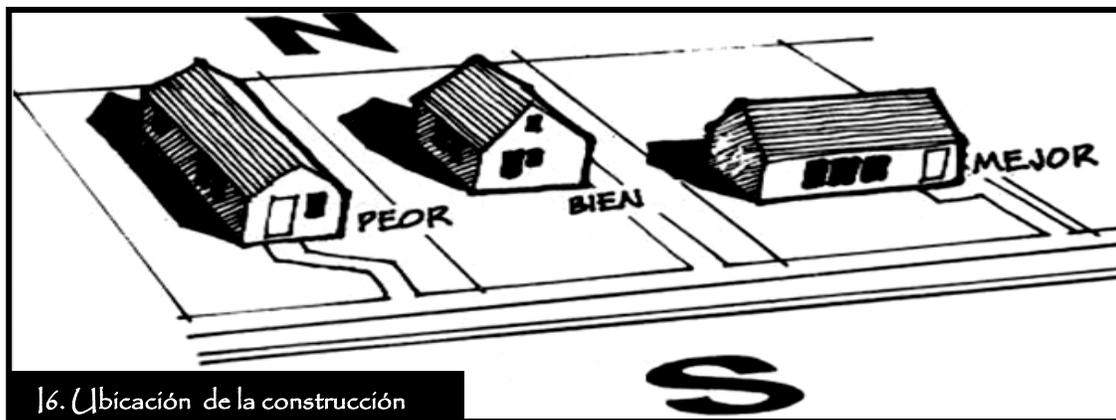
- Las temperaturas medias, máximas y mínimas.
- La pluviometría
- La radiación solar incidente
- La dirección del viento dominante y su velocidad media

Las condiciones micro-climáticas son consecuencia de la existencia de accidentes geográficos locales que pueden modificar las anteriores condiciones de forma significativa. Se puede tener en cuenta:

- La pendiente del terreno, por cuanto determina una orientación predominante de la vivienda
- La existencia cercana de elevaciones, por cuanto pueden influir como barrera frente al viento o frente a la radiación solar.
- La existencia de masas de aguas cercanas, que reducen las variaciones bruscas de temperatura e incrementan la humedad ambiente
- La existencia de masas boscosas cercanas
- La existencia de edificios

La elección de la ubicación de la edificación, si ello es posible, es una decisión muy importante en el proceso de diseño bioclimático, si acaso tan importante como el diseño de la edificación en sí misma.

Además de seleccionar la ubicación más adecuada, debemos tener en cuenta que siempre es posible actuar sobre el entorno (añadiendo o quitando vegetación o agua, por ejemplo), para modificar las condiciones micro-climáticas. Es a lo que se llama corrección del entorno.



16. Ubicación de la construcción

4.4.4 Importancia del tratamiento exterior de las edificaciones

Es importante considerar elementos de sombreado que impidan la radiación hacia las ventanas; a causa de la trayectoria solar.

Algunos de estos elementos son:

- Aleros fijos, con dimensiones adecuadas que impidan algo la penetración solar.
- Toldos y otros dispositivos externos, cuya ventaja es que son ajustables a las condiciones requeridas.

- Aleros con vegetación de hoja caduca. Debe ser más largo que el alero fijo y con un enrejado que deje penetrar la luz. Tiene la ventaja de que las hojas se caen, dejando pasar la luz a través del enrejado, mientras que cuando están las hojas lo hace opaco.

- Contraventanas. Son más efectivas, pero pueden bloquear demasiado la luz.

- Árboles. Se pueden utilizar varias estrategias. Por una parte, cualquier tipo de árbol, colocado cerca de la zona sur de la fachada, refrescará el ambiente. Por otra parte, se puede lograr que el árbol sombree la fachada sur e incluso parte del techo, si es suficientemente alto.

4.4.5 Forma de la edificación

La forma de la edificación influye sobre:

- La superficie de contacto entre la edificación y el exterior, lo cual influye en las pérdidas o ganancias caloríficas.

Normalmente se desea un buen aislamiento, para lo cual además de utilizar los materiales adecuados, la superficie de contacto tiene que ser lo más pequeña posible.

Para un determinado volumen interior, una forma compacta (como el cubo), sin entrantes ni salientes, es la que determina la superficie de contacto más pequeña.

- La resistencia frente al viento. La altura, es determinante. Una edificación alta siempre ofrece mayor resistencia que una edificación baja.

La forma del techo y la existencia de salientes diversos, también influyen en conseguir una edificación más o menos aerodinámica.

4.4.6 Orientación de la edificación

Siendo el sol la principal fuente energética que afecta al diseño bioclimático, es importante tener una idea de su trayectoria en las distintas estaciones del año. Como se sabe, la existencia de las estaciones está motivada porque el eje de rotación de la tierra no es siempre perpendicular al plano de su trayectoria de traslación con respecto al sol, sino que forma un ángulo variable dependiendo del momento del año en que nos encontremos.

La orientación de la edificación influye sobre:

- la Captación solar.

La forma ideal es una edificación compacta y alargada, es decir, de planta rectangular, cuyo lado mayor va de este a oeste, y en el cual se encontrarán la mayor parte de los dispositivos de captación (fachada sur), y cuyo lado menor va de norte a sur. Hay que reducir la existencia de ventanas en las fachadas este y oeste, puesto que no son muy útiles para la captación solar.

- La influencia de los vientos dominantes sobre la ventilación y las infiltraciones.

4.4.7 Implementación de energías renovables

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

Entre las energías renovables se cuentan la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, la biomasa y los biocombustibles.

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

Entre las primeras:

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

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 biodiesel, mediante reacciones de transesterificación ⁽¹⁾ y de los residuos urbanos.

Mediante la integración de fuentes de energía renovable, es posible que todo el consumo sea de generación propia y no contaminante.

En este caso, se habla de "edificios 0 emisiones". Puede llegarse incluso a generar más energía de la consumida, en cuyo caso hablamos de "edificios energía plus".

Las fuentes más empleadas en la arquitectura bioclimática son la energía solar fotovoltaica, la energía solar térmica e incluso la energía geotérmica.

4.4.8 Masa térmica

La masa térmica provoca un desfase entre los aportes de calor y el incremento de la temperatura, funciona a distintos niveles.

- En ciclo diario:

La masa térmica estratégicamente colocada almacena el calor solar durante el día para liberarlo por la noche.

- En ciclo interdiario

La masa térmica es capaz de mantener determinadas condiciones térmicas durante algunos días una vez que estas han cesado: por ejemplo, es capaz de guardar el calor de días soleados durante algunos días nublados venideros.

La edificación con elevada masa térmica se comporta manteniendo una temperatura sin variaciones bruscas, relativamente estable frente a las condiciones externas.

El objetivo es conseguir que, mediante un buen diseño bioclimático, esta temperatura sea agradable.

(1)-TRANSESTERIFICACION: Es el proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un alcohol. Estas reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la acción de un ácido o una base.

La masa térmica elevada no es aconsejable en edificaciones ocasionales (edificaciones de fin de semana, por ejemplo), cuyas condiciones de temperatura son irrelevantes excepto en los momentos en que se ocupan, momentos en los que se requiere calentarlas o enfriarlas rápidamente. Y rapidez y masa térmica están reñidas, por el desfase del que hablábamos anteriormente.

En general, materiales de construcción pesados pueden actuar como una eficaz masa térmica: los muros, suelos o techos gruesos, de piedra, hormigón o ladrillo, son buenos en este sentido; colocados estratégicamente para recibir la radiación solar tras un cristal, funcionan fundamentalmente en ciclo diario, pero repartidos adecuadamente por toda la casa, funcionan en ciclo interdiario.

Si la casa está enterrada o semienterrada, la masa térmica del suelo ayudará también a la amortiguación de oscilaciones térmicas, en un ciclo largo.

4.4.9 Sistema de aislamiento

El aislamiento térmico dificulta el paso de calor por conducción del interior al exterior de la edificación y viceversa. Una forma de conseguirlo es utilizar recubrimientos de materiales muy aislantes, como espumas y plásticos.

No conviene exagerar con este tipo de aislamiento, puesto que existe otra importante causa de pérdida de calor: las infiltraciones.

De nada serviría tener una edificación "súper aislada" si no se ha cuidado este otro factor; de todas maneras, aunque se quieran reducir al máximo las infiltraciones, siempre es necesario un mínimo de ventilación por cuestiones higiénicas, lo que supone un mínimo de pérdidas caloríficas a tener en cuenta.

Para hacer eficaz el aislamiento, también es necesario reducir al máximo los puentes térmicos.

En cuanto a la colocación del aislamiento, lo ideal es hacerlo por fuera de la masa térmica, es decir, como recubrimiento exterior de los muros, techos y suelos, de tal manera que la masa térmica actúe como acumulador eficaz en el interior, y bien aislado del exterior.

Para que las pérdidas de calor sean mínimas, las paredes, muros, cubiertas y suelo deben estar bien aislados con materiales naturales como el corcho; otro sistema son las plantas, que contribuyen notablemente a la vitalidad y salubridad del ambiente, purifican el aire, aumentan en él la proporción de iones negativos, generan oxígeno, absorben el anhídrido carbónico y otros gases, regulan la humedad y la temperatura ambiental, tienen un efecto sedante sobre las personas, reducen ruido, retienen el polvo y tiene muchas más cualidades, algunas de ellas específicas de cada planta y realmente sorprendentes; además son seres vivos que, aparte de contribuir a embellecer la vivienda, nos harán sentir más en contacto con la naturaleza.

También es importante aislar los acristalamientos; durante el día actúan eficazmente en la captación de la radiación solar para obtener luz y calor, pero por las noches se convierten en sumideros de calor hacia el exterior por conducción y convección (no por radiación, pues el cristal es opaco al infrarrojo).

Un doble acristalado reduce las pérdidas de calor, aunque también reduce algo la transparencia frente a la radiación solar durante el día; de cualquier manera, nada tan eficaz como aislamientos móviles (contraventanas, persianas, paneles, cortinas) que se echen durante la noche y se quiten durante el día; en verano, estos elementos pueden impedir durante el día la penetración de la radiación solar.

Bajo este contexto se define como ambiente al espacio tanto interior como exterior a la envolvente del cerramiento, en el cual se incluye todos aquellos parámetros físicos que intervienen en los procesos de transferencia de calor, ya sea por radiación como por convección.

Se define como cerramientos a los elementos de separación entre el ambiente interior y el ambiente exterior de un edificio y que constituyen su envolvente.

Los elementos delimitadores del ambiente interior que pueden permitir el paso del aire, la luz, etc. se denominan huecos y particiones entre diferentes zonas del ambiente interior.

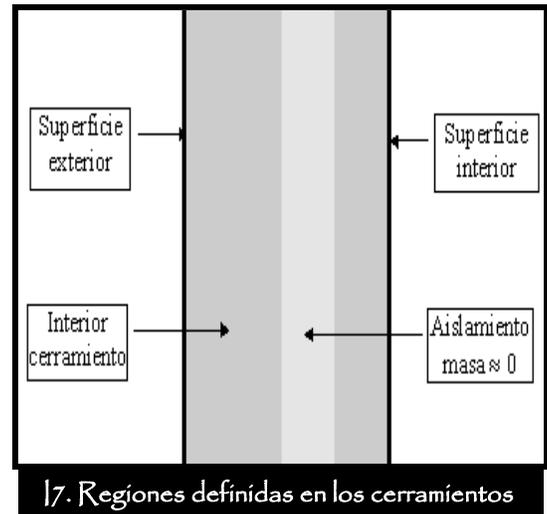
En la transmisión del calor a través de los cerramientos, entre el ambiente exterior y el ambiente interior de los edificios, se distinguen varios mecanismos de transferencia y regiones donde se realizan ⁽¹⁷⁾:

Superficies, en contacto con el ambiente exterior e interior, donde se intercambia calor por radiación y convección entre el ambiente y el interior del cerramiento.

Interior del cerramiento, donde se transmite calor por conducción entre ambas superficies a través de varias capas, y se almacena calor por acumulación en su masa térmica.

Aislamientos, que son regiones del interior del cerramiento con elevada resistencia térmica y sin acumulación de calor.

Los casos convencionales son las capas aislantes, de masa despreciable, y las cámaras de aire, que si bien actúan por mecanismos de convección y radiación, se asimilan a una resistencia térmica y por supuesto carecen de capacidad de acumulación.



Modos de Transferencia Térmica

Conducción y acumulación:

Es el modo de transferencia térmica en el que el calor se mueve o viaja desde una capa de temperatura elevada del cerramiento a otra capa de inferior temperatura debido al contacto directo de las moléculas del material.

Cuando el cerramiento se encuentra en equilibrio termodinámico resulta que el flujo de calor y la temperatura en cada punto del mismo permanece constante; dicho flujo de calor es función de la propiedad de conductividad que posee cada material.

La tabla que se muestra a continuación se refiere a la capacidad de ciertos materiales para transmitir el calor ^(C7).

El coeficiente de conductividad térmica caracteriza la cantidad de calor necesario por m², para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1 °C de temperatura entre las dos caras.

Es elevada en metales y en general en cuerpos continuos, es baja en polímeros, y muy baja en algunos materiales especiales como la fibra de vidrio, que se denominan por ello aislantes térmicos.

C7. Conductividades térmicas de diversos materiales en $w/(k^{\circ}m)$

Material	λ	Material	λ	Material	λ
Acero	47-58	Corcho	0.03-0.04	Mercurio	83.7
Agua	0.58	Estaño	64.0	Mica	0.35
Aire	0.02	Fibra de vidrio	0.03-0.07	Níquel	52.3
Alcohol	0.16	Glicerina	0.29	Oro	308.2
Alpaca	29.1	Hierro	80.2	Parafina	0.21
Aluminio	209.3	Ladrillo	0.80	Plata	406.1-418.7
Amianto	0.04	Ladrillo refractario	0.47-1.05	Plomo	35.0
Bronce	116-186	Latón	81-116	Vidrio	0.6-1.0
Zinc	106-140	Litio	301.2	Cobre	372.1-385.2
Madera	0.13	Tierra húmeda	0.8	Diamante	2300

Convección:

Cuando el aire de un ambiente se pone en contacto con la superficie de un cerramiento a una temperatura distinta, el proceso resultante de intercambio de calor se denomina transmisión de calor por convección.

Si consideramos un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser transportado por el propio movimiento del fluido.

Si el movimiento del fluido se produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas (aire caliente sube, aire frío baja) la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento) la convección es forzada.



Radiación:

Se presenta cuando la superficie del cerramiento intercambia calor con el entorno mediante la absorción y emisión de energía por ondas electromagnéticas.

Mientras que en la conducción y la convección es precisa la existencia de un medio material para transportar la energía, en la radiación el calor se transmite a través del vacío, o atravesando un medio transparente como el aire.

La Radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol.

La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiación, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra. Su unidad es el W/m^2 (vatío por metro cuadrado).



Mecanismos combinados de transmisión del calor

Los procesos de transmisión del calor por medio de la conducción, convección y radiación, junto con la eventual acumulación, se producen de forma simultánea y concurrente, de manera que en

situaciones reales, e incluso en condiciones de laboratorio, es difícil discernir con exactitud la contribución de cada mecanismo en la transmisión de calor entre los ambientes y el cerramiento.

Capacidad calorífica e inercia térmica

Si a un cuerpo le aportamos calor, este eleva su temperatura. Si lo hace lentamente decimos que tiene mucha capacidad calorífica, puesto que es capaz de almacenar mucho calor por cada grado centígrado de temperatura.

En la siguiente tabla ^(C8) se puede ver 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.

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.

La capacidad calorífica y el almacenamiento de calor traen aparejados ciertos fenómenos; como por ejemplo la inercia térmica la cual se determina como la "resistencia" de la temperatura a reaccionar inmediatamente a los aportes de calor. Este es un concepto importante en las viviendas bioclimáticas: si tienen poca inercia térmica, reaccionarán rápidamente a la radiación solar, calentándose pronto durante el día, pero también por la noche se enfrían más rápido: el retardo entre los aportes de calor y la temperatura alcanzada es pequeño.

En cambio, en viviendas con gran inercia térmica, la radiación solar no provocará una subida rápida de la temperatura de la casa, porque el calor se está almacenando, y posteriormente se libera lentamente por la noche, por lo que no se producirá una disminución brusca de temperatura; además las variaciones de temperatura se amortiguan, no alcanzando valores tan extremos.

Entonces, la inercia térmica en una vivienda lleva aparejado dos fenómenos: el de retardo (de la temperatura interior respecto a la temperatura exterior), y el de amortiguación (la variación interior de temperatura no es tan grande como la variación exterior).

En un último grupo se encuentra (3 a 35 kcal/m³ °C), los aislantes térmicos de masa como la fibra 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.

La mayoría de los sistemas de calefacción solar y algunos de refrigeración solar se basan en el almacenamiento de calor de la energía solar en un material durante un cierto período. Esto se logra calentando un material que puede almacenar calor en su interior hasta que sea necesario devolverlo al ambiente.

Para la refrigeración, por el contrario, se hace el proceso contrario. Se quita calor a un material, es decir se enfría, para que pueda absorber más calor.

La calefacción o refrigeración pasiva de un espacio se basa fundamentalmente en el mismo concepto, que consiste en crear una diferencia de temperatura entre el material y su entorno. Por esto es muy importante, al diseñar un edificio, prever zonas o sectores ubicados adecuadamente para que puedan almacenar una cantidad suficiente de calor durante el día y mantenerlo en una temperatura confortable durante la noche.

C8. Calor específico y capacidad calorífica de algunos materiales

Material	Calor específico kcal/kg°C	Densidad kg/m ³	Capacidad calorífica kcal/ m ³ °C
Agua	1	1000	1000
Acero	0.12	7850	950
Tierra seca	0.44	1500	660
Granito	0.19	2645	529
Madera de roble	0.57	750	430
Ladrillo	0.20	2000	400
Madera de pino	0.6	640	384
Piedra arenisca	0.17	2200	374
Piedra caliza	0.22	2847	484
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

Dado que conceptualmente parece simple de aplicar esta estrategia en un edificio hay que ser cuidadosos en su uso ya que pueden lograrse efectos indeseados.

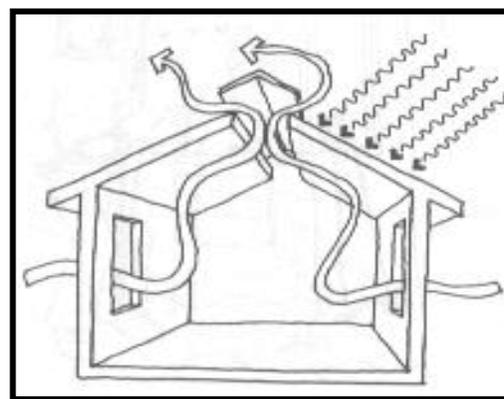
Por ejemplo:

- Si no hay un adecuado estudio del asoleamiento a lo largo de todo el año en el interior y exterior pueden generarse calentamientos en zonas no deseadas.
- De manera semejante si no hay un adecuado sistema de ventilación natural pueden no "enfriarse" la masa térmica y sobrecalentar el edificio.
- Hay que ser cuidadosos con el tamaño de las ventanas y prever protecciones solares adecuadas.

Sin necesidad de mecanismos adicionales, la energía solar puede ser acumulada a través de técnicas sencillas como el efecto invernadero, el cual es utilizado en las casas bioclimáticas para captar y mantener el calor del sol; la radiación penetra a través del vidrio, calentando los materiales que se encuentran detrás de él.

Estos materiales retienen el calor y lo van liberando paulatinamente.

El calor se puede acumular a través de sistemas directos, del acristalamiento del edificio, semidirectos, con un invernadero adosado que sirve de intermediario entre el interior y el exterior y sistemas indirectos detrás del cristal se dispone un elemento de almacenamiento del calor.



10. Efecto Invernadero

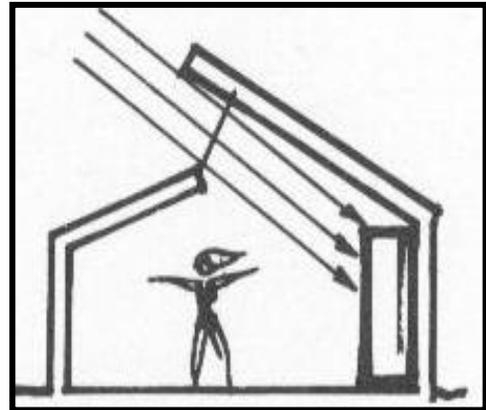
Durante el día la masa térmica almacena calor y lo libera durante la noche. La masa térmica actúa también entre días, acumulando calor en días calurosos y evacuándolo en días nublados; incluso entre estaciones diferentes, la masa térmica es capaz de equilibrar las diferencias bruscas de temperatura.

Para defender la construcción del calor y del frío el aislamiento térmico es básico. Los materiales muy aislantes para los recubrimientos son efectivos, aunque no se debe exagerar su uso para evitar las infiltraciones.

El aislamiento de los acristalamientos es otro procedimiento necesario; doble acristalamiento, contraventanas, persianas, paneles o cortinas son elementos adicionales que ayudan a preservar el edificio del calor o del frío.

La edificación con elevada masa térmica se comporta manteniendo una temperatura sin variaciones bruscas, relativamente estable frente a las condiciones externas.

El objetivo es conseguir que, mediante un buen diseño bioclimático, esta temperatura sea agradable.



11. Asoleamiento y masa térmica

En general, materiales de construcción pesados pueden actuar como una eficaz masa térmica: los muros, suelos o techos gruesos, de piedra, hormigón o ladrillo, son buenos en este sentido; colocados estratégicamente para recibir la radiación solar tras un cristal, funcionan fundamentalmente en ciclo diario pero repartidos adecuadamente por toda la edificación, funcionan en ciclo interdiario.

Si la casa está enterrada o semi-enterrada, la masa térmica del suelo ayudará también a la amortiguación de oscilaciones térmicas en un ciclo largo.



Esta casa, fue bautizada por sus dueños como "jardín del cielo" (Sky Garden) debido a sus originales cubiertas verdes. El creador de esta espectacular obra es el arquitecto de origen australiano Guz Wilkinson, cuya oficina se especializa en el diseño y la construcción de casas sustentables, proyectadas con principios bioclimáticos.



Además de un recurso estético, las cubiertas verdes ayudan a absorber la radiación solar y a mitigar la temperatura, lo que permite enfriar naturalmente la casa en un clima bastante cálido y húmedo, lo que significa también una forma de reducir el uso de aire acondicionado.

51. Casa Sky Garden, Sentosa Island, Singapur



F52. Proyecto "Morada Ecológica", Sao Pablo, Brasil

4.4.10 Sistemas de ventilación

En arquitectura se denomina ventilación a la renovación del aire del interior de una edificación mediante extracción o inyección de aire.

4.4.10.1 Tipos de ventilación

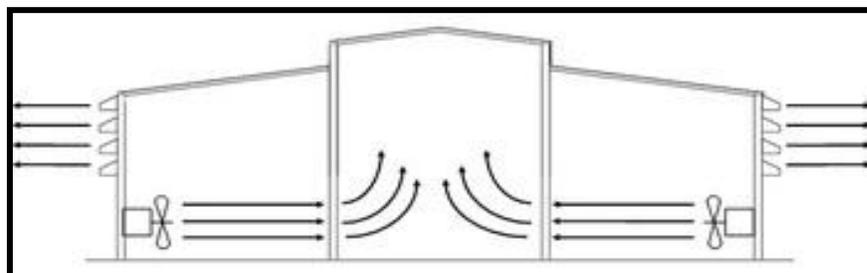
Se realiza mediante el estudio de las características arquitectónicas, uso y necesidades de cada área.

4.4.10.1.1 Ventilación forzada

Es la que se realiza mediante la creación artificial de depresiones o sobre presiones en conductos de distribución de aire o áreas del edificio. Estas pueden crearse mediante extractores, ventiladores, unidades manejadoras de aire u otros elementos accionados mecánicamente.

Tipos de ventilación forzada:

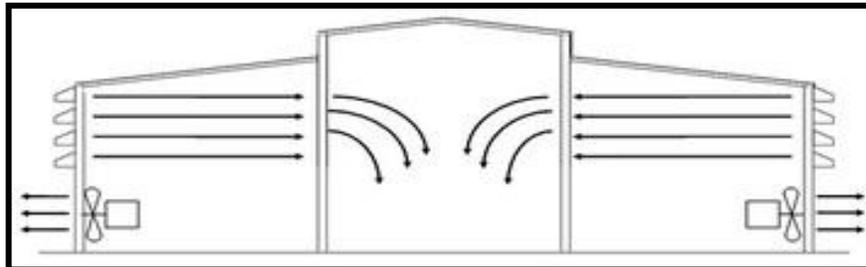
Ventilación por Sobre-Presión:



12. Esquema de ventilación por sobre presión

Este tipo de ventilación consiste en suministrar aire a un espacio determinada aumentando la presión interna con respecto a la presión atmosférica. Generalmente cuando se requiere de sobre presión en un espacio, se inyecta una cierta cantidad de aire y se calcula un volumen de presurización con la finalidad de extraer menos aire que se inyecta y así poder mantener las condiciones internas de sobre presión.

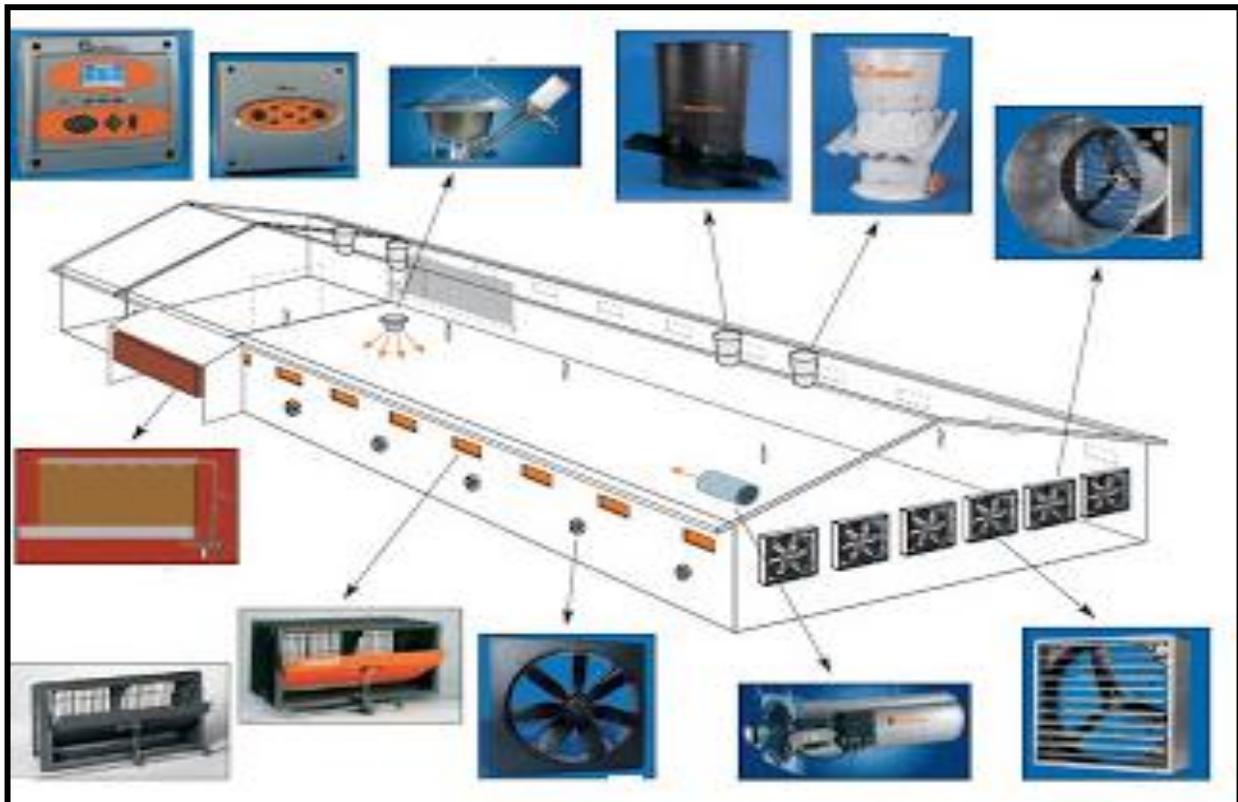
Ventilación por Depresión



113. Esquema de ventilación por depresión

En este tipo se colocan extractores en el espacio sacando el aire del interior provocando una caída de presión dentro de este respecto a la atmosférica. De esta manera el aire penetra por el diferencial de presión a través de las distintas aberturas dispuestas para ello, logrando lo mismos resultados que en la ventilación por sobre-presión.

Ejemplo de unidades mecánicas para la obtención de ventilación cruzada.



114. Ejemplos de unidades mecánicas para la obtención de ventilación cruzada

4.4.10.1.2 Ventilación natural

Es la que se realiza mediante la adecuada ubicación de superficies, pasos o conductos aprovechando las depresiones o sobre presiones 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.

Tanto la ventilación natural como la forzada se pueden especializar más y dividir de la siguiente forma:

- **Ventilación por capas:**

Puede inferirse ⁽¹⁾ que se trata de renovar aire a determinado nivel por sus características de temperatura, pureza o humedad en locales generalmente industriales o por que los gases indeseables bajen caso CO₂ o suban (gases livianos, helio, humos, vapor de agua, etc.).

- **Ventilación cruzada:**

Se dice cuando hay acceso de aire por un extremo de un local y se expulsa por el otro. Entraría aire fresco por abajo y saldría aire caliente por arriba y del lado opuesto, o por simple circulación por aventanamientos y corrientes de aire.

- **Ventilación por inyección de aire o sobre presión:**

Se trata de inyectar aire forzado por ventiladores o turbinas y salidas por rejillas y aventanamientos.

- **Ventilación por extracción de aire o presión negativa:**

Se produce cuando se colocan extractores, generalmente de un lado de los locales con acceso de aire natural abajo o al otro extremo.

- **Ventilación localizada o puntual:**

Es la que se aplica en algún sector particular que por su actividad, impurezas o temperatura requiera una ventilación especial. Como las maquinarias, cocinas, hogares, campanas de extracción de gases, humos, etc.

- **Ventilación general:**

Es la que se aplica sin sectorizar especialmente acceso o salida ni por sistemas forzados, es la que se aplica en locales sin actividad que deteriore la calidad del aire, se hace generalmente con ventanas o rejillas comunes.

También se debe tener en cuenta los sistemas por conductos de inyección y extracción que hoy son muy usados

4.4.10.1.3 Ventilación selectiva

La ventilación selectiva es una estrategia de diseño bioclimático de edificios propuesta por Givoni cuando el tenor de humedad del aire es bajo y de aplicarse estrategias como la ventilación cruzada el edificio entraría en discomfort higrotérmico.

Esto debido a que una corriente de aire con bajo tenor de humedad sobre la piel produce su desecación con el consiguiente discomfort.

En estos casos la ventilación selectiva se aprovecha de la diferencia de entalpía entre el aire diurno y nocturno favoreciendo el refrescamiento de los espacios interiores de los edificios.

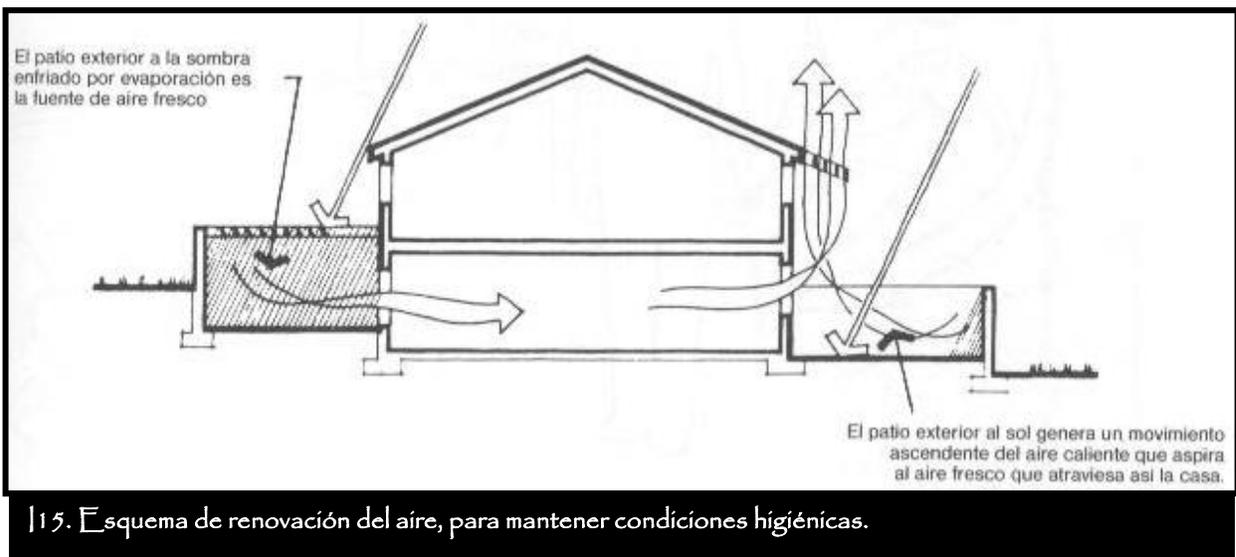
Esto implica que durante el día la ventilación de los locales será mínima y deberán ser umbríos (sombreados) reduciendo todo lo posible la incidencia de la radiación solar directa y difusa. Con esto mantendremos los espacios frescos.

4.4.10.4 Infiltración

Es la entrada de aire desde exterior por fenómenos o usos en principio no considerados, pero que afectan o son asumidos para la ventilación, por ejemplo, rendijas en puertas o difusión a través de determinadas superficies.

En una vivienda bioclimática, la ventilación es importante, y tiene varios usos:

- Incrementar el confort térmico, puesto que el movimiento del aire acelera la disipación de calor del cuerpo humano.
- Climatización. El aire en movimiento puede llevarse el calor acumulado en muros, techos y suelos por el fenómeno de convección. Para ello, la temperatura del aire debe ser lo más baja posible.
- Infiltraciones. Es el nombre que se le da a la ventilación no deseada.
- Renovación del aire, para mantener las condiciones higiénicas. Un mínimo de ventilación es siempre necesario.



4.4.11 Soleamiento y Protección Solar

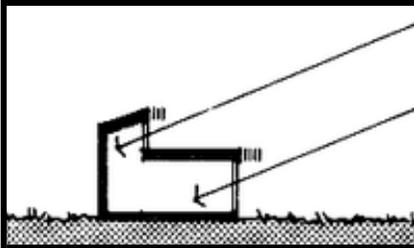
Los sistemas solares pasivos se utilizan, principalmente, para captar y acumular el calor proveniente de la energía solar.

Se los llama pasivos ya que no se utilizan otros dispositivos electromecánicos para re-circular el calor.

Esto sucede por principios físicos básicos como la conducción, radiación y convección del calor.

Tipos de Sistemas Solares Pasivos:

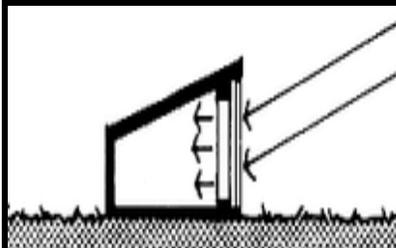
- Ganancia directa.
- Muro de acumulación no ventilado.
- Captación solar y acumulación de calor.
- Muro de acumulación ventilado.
- Muro de agua.
- Invernadero adosado.
- Techo de acumulación de calor.



116. Ganancia directa

Es el sistema más sencillo e implica la captación de la energía del sol por superficies vidriadas, que son dimensionadas para cada orientación y en función de las necesidades de calor del espacio a climatizar.

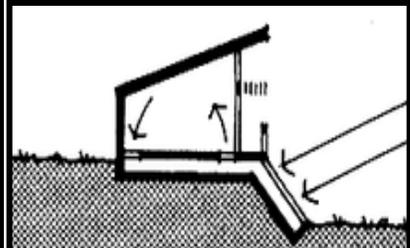
Las ventanas con una adecuada protección solar, alargadas en sentido vertical y situado en la cara interior de la pared, dejan entrar menos radiación solar, evitando el sobre-calentamiento de espacios soleados.



117. Muro de acumulación no ventilado

También conocido como muro trombe que es un muro construido con piedra, ladrillos, hormigón o incluso agua, pintado de negro o color muy oscuro por la cara exterior.

Para mejorar la captación se aprovecha una propiedad del vidrio que es generar efecto invernadero, por el cual la luz visible ingresa y al tocar el muro caliente, emitiendo radiación infrarroja, la cual no puede atravesar el vidrio. Por este motivo se eleva la temperatura de la superficie oscura y de la cámara de aire existente entre el muro y el vidrio.



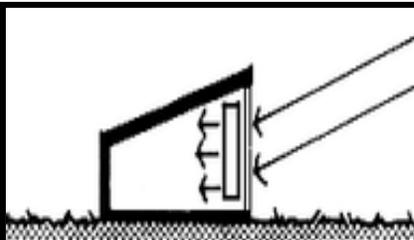
118. Captación solar y acumulación de calor

Es un sistema más complejo y permite combinar la ganancia directa por ventanas con colectores solares de aire o agua caliente para acumularlo debajo del piso.

Luego, de modo similar al muro acumulador ventilado, se lleva el calor al ambiente interior.

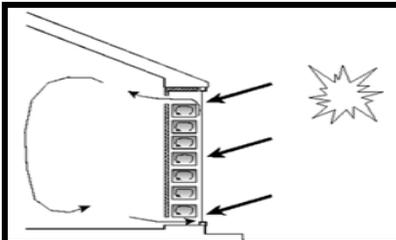
Adecuadamente dimensionado permite acumular calor para más de siete días.

En casi todos los casos se puede utilizar como sistemas de refrescamiento pasivo invirtiendo el sentido de funcionamiento.



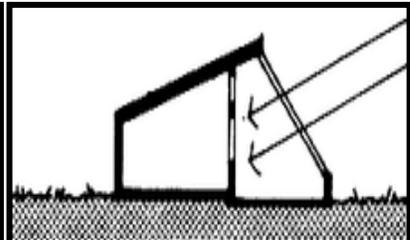
119. Muro de acumulación ventilado

Similar al anterior pero que incorpora orificios en la parte superior e inferior para facilitar el intercambio de calor entre el muro y el ambiente mediante convección.



120. Muros de agua

Son recipientes o paredes llenas de agua que forman un sistema integrado de calefacción, al combinar captación y almacenamiento.



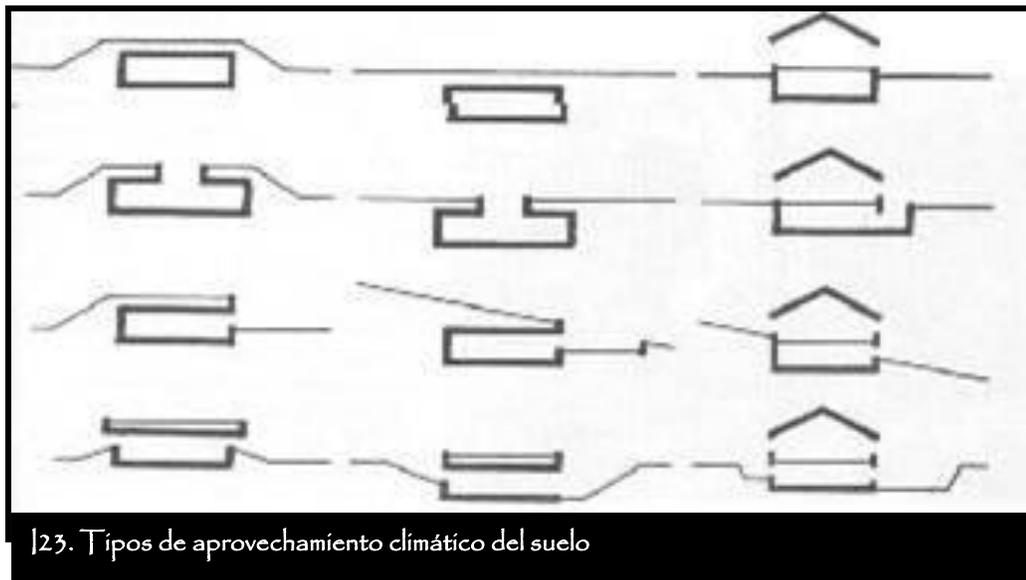
121. Invernadero adosado

En este caso al muro que da al sur se le incorpora un espacio vidriado, que puede ser habitable, mejorando la captación de calor durante el día, reduciendo las pérdidas de calor hacia el exterior.



Es posible usar la superficie del techo para captar y acumular la energía del sol. También conocidos como estanques solares requieren de complejos dispositivos móviles para evitar que se escape el calor durante la noche.

4.4.12 Aprovechamiento Climático del Suelo



23. Tipos de aprovechamiento climático del suelo

La elevada inercia térmica del suelo provoca que las oscilaciones térmicas del exterior se amortigüen cada vez más según la profundidad y el tipo de suelo.

Para amortiguar las variaciones día - noche el espesor debe ser de 20 - 30 cm, para amortiguar las variaciones entre días de distintas temperaturas, espesor de 80 a 200 cm, y para amortiguar variaciones invierno - verano, espesores de 6 - 12 m.

A una determinada profundidad, la temperatura permanece constante (es por eso que el aire del interior de las cuevas permanece a una temperatura casi constante e independiente de la temperatura exterior).

Además de la inercia térmica, una capa de tierra puede actuar como aislante adicional.

Las cuevas siempre fueron utilizadas como protección frente a las inclemencias del tiempo; los sótanos han sido conocidos siempre por su frescor, pero las dos grandes desventajas del enterramiento, la ausencia de luz y la alta humedad relativa, han hecho que cualquier idea de habitar bajo suelo sea infravalorada.

Sin embargo, nuevos diseños pretenden aprovechar los efectos climáticos del suelo sin suponer una merma de iluminación y controlando la humedad.

Una idea interesante puede ser que ciertas fachadas de la edificación estén enterradas o semienterradas.

Para aprovechar la temperatura del suelo, se pueden enterrar tubos de aire (cuanto más profundos mejor), de tal manera que este aire acaba teniendo la temperatura del suelo. Se puede introducir en la casa bombeándolo con ventiladores o por convección.



F53. Hotel Forum Homini, Sudáfrica

El hotel fue diseñado y construido por la oficina de arquitectura, diseño y arte oficina Activate Architects..

El Hotel Boutique Forum Homini es un hotel atractivo no solo por el servicio que presta sino también por su filosofía para su diseño y construcción. El Forum Homini fue construido utilizando materiales rescatados de edificaciones demolidas. Un punto imposible de obviar es la regeneración del río que formó parte del proyecto. El río que atraviesa la propiedad fue degradado debido a los trabajos de minería y durante la construcción del Hotel Boutique Forum Homini se realizaron trabajos de gestión ambiental para recuperarlo y de este modo servir como complemento natural a la arquitectura moderna que se llevaba a cado. Se observa que gran parte de las paredes del hotel ecológico son de piedras; estas piedras fueron recogidas a lo largo de todo el terreno pues eran escombros que se retiraban de explotación minera en Letamo.

4.4.13 Espacios Tapón

Son espacios adosados a la edificación, de baja utilización, que térmicamente actúan de aislantes o "tapones" entre la edificación y el exterior.

El confort térmico en estos espacios no está asegurado, puesto que, al no formar parte de la vivienda propiamente dicha (el recubrimiento aislante no los incluirá), no disfrutarán de las técnicas adecuadas de climatización, pero como son de baja utilización, tampoco importa mucho.

La colocación adecuada de estos espacios puede acarrear beneficios climáticos para la edificación.

4.4.14 Sistemas evaporativos de refrigeración.

La evaporación de agua refresca el ambiente. Si se utiliza la energía solar para evaporar agua, paradójicamente se estaría utilizando el calor para refrigerar.

Hay que tener en cuenta que la vegetación, durante el día, transpira agua, refrescando también el ambiente.

Varias ideas son practicables; en un patio, una fuente refrescará esta zona que, a su vez, puede refrescar las estancias colindantes. El efecto será mejor si hay vegetación.

La existencia de vegetación y/o pequeños estanques alrededor de la casa, especialmente en la fachada sur, mejorará también el ambiente. Sin embargo hay que considerar dos cosas: por una parte, un exceso de vegetación puede crear un exceso de humedad que, combinado con el calor, disminuirá la sensación de confort. De cualquier manera, en climas calurosos, suele ser conveniente casi siempre el uso de esta técnica.

El riego esporádico alrededor de la casa, o la pulverización de agua sobre fachadas y techo, también refrescará la edificación y el ambiente.

4.4.15 Diseños de sistemas para el precalentamiento del agua, mediante placas solares.

La aplicación más corriente de los paneles solares térmicos es el calentamiento de agua.

4.4.16 Ahorro de agua

En cuanto al suministro de agua, la vivienda bioclimática reutiliza las conocidas aguas grises - procedentes de la ducha y la cocina - para las cisternas del baño. El agua de la lluvia se utiliza para regar las plantas.

Aprovechamiento del agua

Debemos reconocer que para muchos usos caseros no se necesita la calidad de agua potable, por ejemplo en el inodoro, gastamos alrededor 40 litros de agua potable a diario, consumo fácilmente reemplazable por agua de lluvia, al igual que la limpieza general de la casa y el funcionamiento de lavadoras y lavavajillas. No sólo dejamos de malgastar agua potable, sino que, al ser el agua de lluvia mucho más blanda que la del grifo, estamos ahorrando hasta un 50% de detergente.

Para poder conseguir una buena recogida de agua se deben considerar algunas reglas básicas.

La premisa será: -"Cuanto más simple y menos mantenimiento, mejor"-
Y se debe evitar especialmente:

- La suciedad
- La luz
- El calor excesivo

Estos factores pueden convertir el agua almacenada en un caldo maloliente. La condición previa para que una instalación funcione bien, es una buena planificación, y la selección cuidadosa de los diferentes elementos constructivos. Un punto importante que deben tener en cuenta propietarios y arquitectos, es decidir de dónde se recogerá el agua de la lluvia:

- Techos verdes y superficies de patios no son idóneos, porque conllevan demasiada biomasa.
- Techos de tela asfáltica tiñen el agua de amarillo.
- Techos de fibrocemento desprenden fibras de amianto.
- Cualquier otro tipo de cubierta es apto.

Lo siguiente, que se necesita antes de la entrada a la cisterna, es un buen filtro, para que lleguen al depósito la mínima cantidad de materias indeseadas posibles.

No es aconsejable la descarga del agua de lluvia a la cisterna sin filtros.

Si el agua es recogida sin un filtro, es desaconsejable su utilización para las instalaciones de dentro de las casas, en todo caso podrían servir para instalaciones simples en jardines. Las instalaciones para el aprovechamiento del agua de lluvia tienen que estar aseguradas contra reflujos, gases de la alcantarilla y animales, por ejemplo contra ratas, a quienes les gusta moverse por el agua de las cisternas. Si se instala un sistema de recogida de agua pluvial en una casa ya construida, se aconseja utilizar depósitos de polietileno.

Un material compatible con el medio ambiente es el polietileno reciclado. No se recomiendan, por razones ecológicas, los depósitos de PVC o los plásticos reforzados con fibra de vidrio. El depósito, en ningún caso, debería dejar pasar la luz, ya que ésta podría producir crecimiento de algas.

Es importante considerar la ubicación del mismo, ya que situarlo cerca de fuentes de calor (calefacción, caldera, etc.) aumentaría considerablemente el riesgo de proliferación de bacterias, de manera descontrolada.

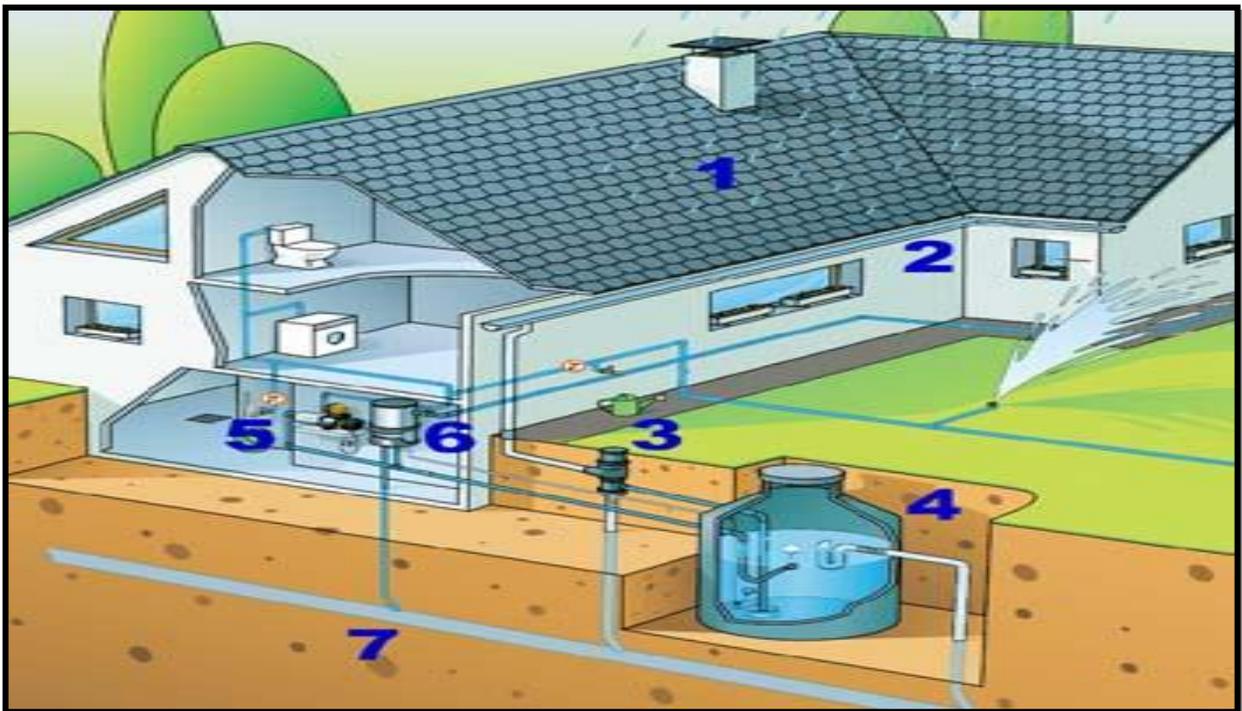
La temperatura de almacenamiento ideal es por debajo de 12 °C, esta se logra, en la mayoría de los casos, con un depósito exterior enterrado.

Si se comienza una nueva edificación, siempre se recomienda un depósito enterrado, la excavadora ya está en el sitio para los trabajos de excavación y será sencillo adaptar un buen emplazamiento para el depósito de recogida.

El corazón de la instalación es la bomba, la menor potencia posible y una óptima calidad, son las premisas para su elección, las mejores para esta aplicación son las de plástico (polietileno), económicas y mucho más duraderas en este tipo de agua, que las de acero inoxidable.

Respecto a las tuberías, al no tener que cumplir necesariamente las estrictas normas para agua potable, pueden ser empleadas de plástico, entre ellos el polietileno.

Para mayor seguridad se recomienda instalar un sistema de desinfección por rayos ultravioleta, antes de la entrada del agua recogida en las instalaciones de la vivienda, esto evitara la presencia de bacterias, asegurando su potabilidad microbiológica, por lo cual ya no serán necesarias precauciones adicionales en cuanto a su posible consumo.



124. Diseño básico de recogida de aguas pluviales.

El diseño básico de recogida de aguas pluviales consta de los siguientes elementos:

- 1 Cubierta: en función de los materiales empleados tendremos mayor o menor calidad de agua recogida.
- 2 Canal: para recoger el agua y llevarla hacia el depósito de almacenamiento, antes de los bajantes se aconseja poner algún sistema que evite entrada de hojas y similares.
- 3 Filtro: necesario para hacer una mínima eliminación de la suciedad y evitar que entre en el depósito o cisterna.
- 4 Deposito: espacio donde se almacena el agua ya filtrada, su lugar idóneo es enterrado, evitando así la luz (algas) y la temperatura (bacterias). Es fundamental que posea elementos específicos como deflector de agua de entrada, sifón rebosadero anti roedores, sistema de aspiración flotante, sensores de nivel, etc.
- 5 Bomba: para distribuir el agua a los lugares previstos. Es muy importante que esta construida con materiales adecuados para el agua de lluvia e igualmente interesante que sea de alta eficiencia energética.
- 6 Sistema de gestión agua lluvia - agua de red: mecanismo por el cual tenemos un control sobre la reserva de agua de lluvia y la continuación automática con el agua de red, este mecanismo es fundamental para aprovechar de forma confortable el agua de lluvia, obviamente se prescinde de él si no existe otra fuente de agua.
- 7 Sistema de drenaje de las aguas excedentes, de limpieza, etc. Que puede ser la red de alcantarillado.

4.4.17 Sistemas vegetales hídricos reguladores de la temperatura y de la humedad.

En la técnica de los jardines verticales, existen al menos tres tipos de de jardines verticales:

a) **Los jardines verticales a dos caras**, utilizado a modo de tapia de separación de espacios o a veces como paredes de sombra y humedad destinadas a crear un clima agradable en un espacio terminado.

De todos los tipos de Jardín Vertical éste es el de peor defensa, pues hay otras soluciones igualmente bellas más naturales, y de menor consumo hídrico, como puede ser el cubrir un muro con cualquiera de las enredaderas típicas utilizadas en jardinería. No obstante su utilización puntual puede estar justificada si deseamos crear dentro del jardín un punto de relax de buena temperatura y elevada humedad-

b) **Los jardines verticales pasivos**, son los más comunes. Son iguales a los anteriores pero con una sola cara. Pueden ser instalados tanto en interior como en exterior, y aparte de su belleza aportan beneficios ambientales y energéticos, pues aumentan el aislamiento térmico del muro donde se encuentra y en consecuencia ahorran energía, tanto por reducir la ventilación necesaria al actuar como biofiltro ⁽¹⁾ del aire, como al refrescar el aire de su entorno. Un metro cuadrado de cobertura vegetal atrapa 130 gramos de polvo por año.

Estos jardines son ligeros de peso y pueden instalarse en el exterior de edificios y en diferentes climas, creando así superficies vegetales que reduciendo hasta 8 grados la temperatura exterior y hasta 10 decibelios la contaminación acústica-. Usando una base metálica, una capa de PVC y otra de fieltros especiales como soporte se consigue que 30 plantas por metro cuadrado crezcan sin sobrepasar los 30 kg. de peso.

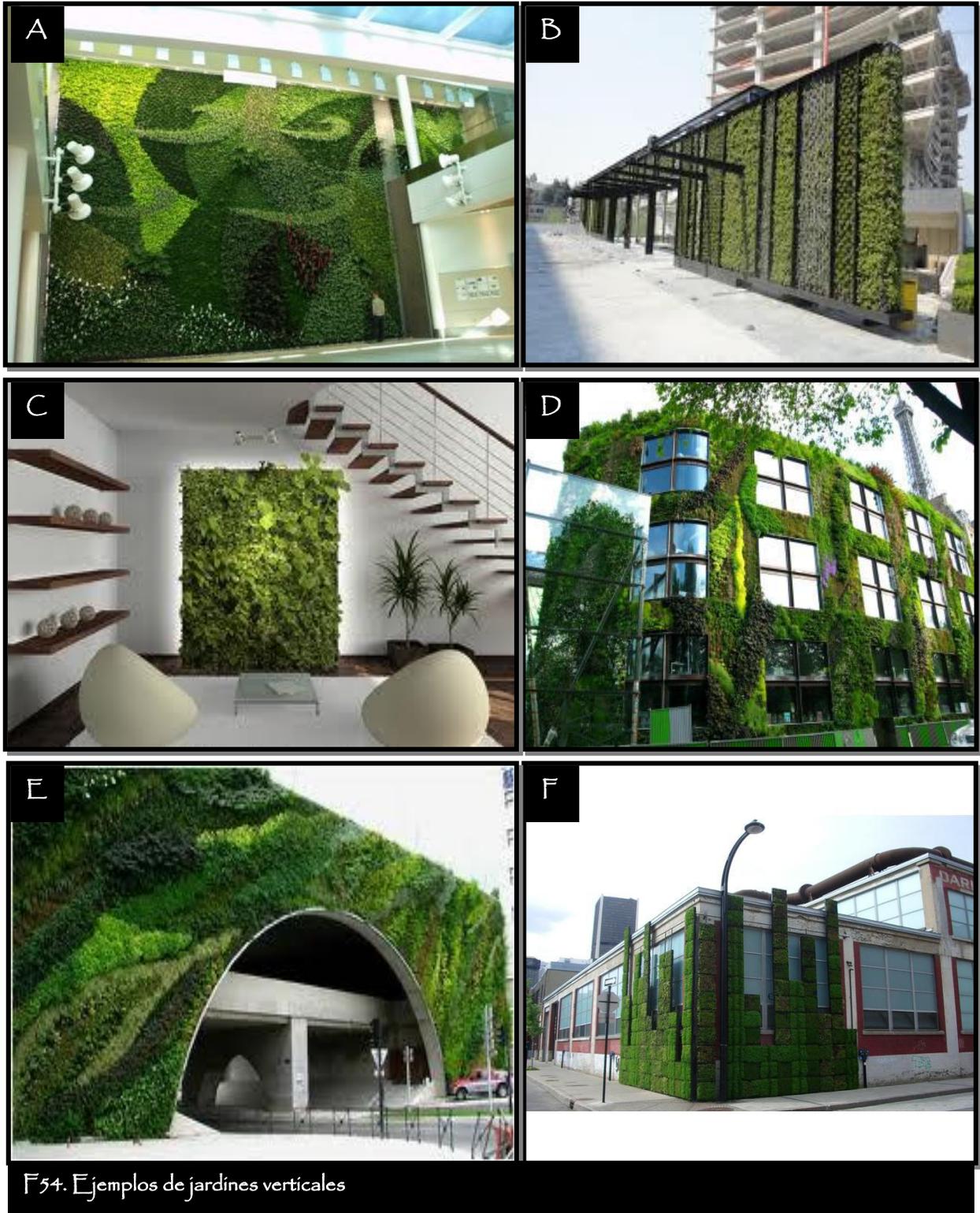
En el exterior, aparte de fijar el CO₂ un metro cuadrado de cobertura vegetal en un jardín vertical genera el oxígeno requerido por una persona en todo el año, mejoran la calidad del espacio urbano, aumentan la biodiversidad, y reducen el efecto isla de calor que provocan las ciudades.

Con ello los caros espacios del centro de la ciudad, se pueden llenar de espacios verdes, sin pagar el alto costo que supondría dedicar esa superficie del centro de las ciudades al ajardinado.

El verde rompe la dureza del hormigón y crea un entorno más acorde con el hábitat natural del ser humano.

(1)-**BIOFILTRO**: También denominados filtros biológicos, son dispositivos que eliminan una amplia gama de compuestos contaminantes desde una corriente de fluido (aire o agua) mediante un proceso biológico.

Por otra parte defienden al edificio del clima exterior. Los muros verticales apenas precisan mantenimiento, porque funcionan con el principio hidropónico ⁽¹⁾, el gasto de agua se reduce en lo posible, pues normalmente el agua sobrante vuelve a ser reutilizada, el único mantenimiento necesario es una revisión periódica de las instalaciones, así como eventuales podas.



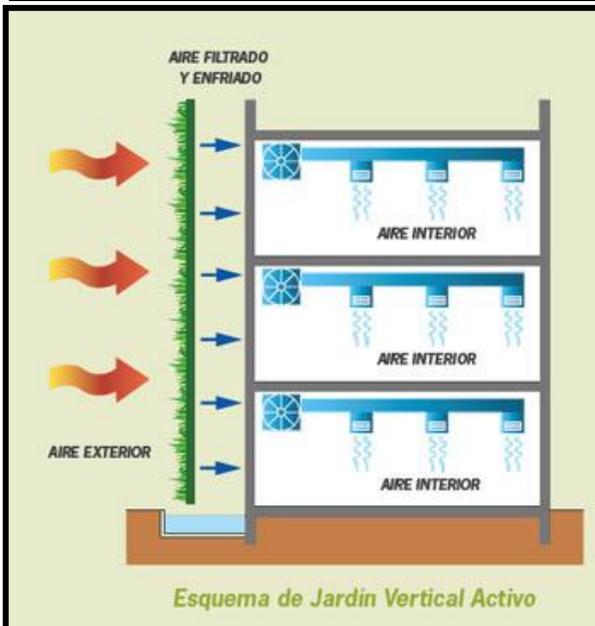
(1)-HIDROPONICO: Es un método utilizado para cultivar plantas utilizando soluciones minerales en vez de suelo agrícola.

c) Por último están **Los jardines verticales activos**, de última generación, que además de los beneficios indicados para los jardines verticales pasivos se utilizan tanto en el interior como en el exterior, componente auxiliar de la ventilación y climatización de los edificios, actuando como sistemas ecológicos de acondicionamiento y biofiltrado de aire en combinación con los sistemas de climatización y ventilación convencionales de los edificio.

Situado en el propio interior del la edificación, La pared verde funciona es como un gigantesco filtro de aire que no solo humidifica y refresca, sino que además lo filtra de impurezas y oxigena.



F55. Ejemplo de jardín vertical activo



F56. Edificio Pέργola

Foto (56): El Edificio Pέργola, el arquitecto diseñador toma asimismo la importancia de los componentes ecológicos como determinantes de la imagen formal, cuya calificación se basa en las proporciones estéticas y el uso de materiales aceta.

Xerojardineria

La Xerojardineria y el Xerojardin son conceptos acuñados en los Estados Unidos ('Xeriscape') a principios de los años 80. El prefijo "xero" significa seco, del griego "xeros".

Tras las graves sequías que sufrieron en los años 70 en el Oeste de los Estados Unidos, en concreto California y Colorado, se puso de manifiesto la necesidad de construir jardines de bajo consumo de agua, formulándose unos principios de diseño y concepción del jardín que constituyó lo que hoy se conoce por Xerojardineria. En España tuvo una gran difusión en la década de los 90, influenciado por otra fuerte sequía que azotó gran parte de la Península esos años.

La idea principal en este tipo de jardines es hacer un uso racional del agua de riego, evitando en todo momento el despilfarro.

El ahorro de agua no es el único objetivo, la Xerojardineria va más allá. También tiene un sentido ecológico y aboga por un mantenimiento reducido, por ejemplo, intentar limitar la utilización constante de productos fitosanitarios, el menor uso de maquinaria con gasto de combustible, el reciclaje, etc.

Está demostrado que un jardín diseñado y mantenido con criterios de uso eficiente del agua consume apenas una cuarta parte del agua de riego que se gasta en un jardín convencional.

Diseño del jardín.

Lo primero es planificar sobre el papel la distribución de las plantas agrupando las especies según sus necesidades de agua. Por ejemplo, es un error plantar una Hortensia (necesita bastante agua) al lado de un Romero (necesita poca agua) ya que se va a regar con la misma cantidad a una planta que a otra, recibiendo el Romero un exceso perfectamente evitable si se planta en otro lugar junto a plantas de similares requerimientos hídricos.

En este sentido distinguimos tres niveles: las especies que tienen un consumo de agua bajo, medio o alto, y habría en consecuencia tres tipos de zonas:

Zona seca, plantada con especies autóctonas donde no será necesario regar casi en todo el año. Sólo riegos de apoyo.

Zona de riego moderado donde aporta ocasionalmente agua a las especies más exigentes y a las plantas capaces de formar tapices, que al principio necesitarán un poco de ayuda para extenderse más rápidamente.

Zona húmeda en la que las necesidades de riego son mayores y, por lo tanto, será la más pequeña, para:

- Proteger del sol deshidratador se crea sombra plantando árboles o instalando una pérgola con trepadoras. Además, una sombra parcial será muy favorable para favorecer el establecimiento de las recién plantadas en momentos calurosos
- Proteger del viento ya que es otra secante para las plantas. Los cortavientos es mejor que sean permeables, es decir, que el viento los puede atravesar, a diferencia de una pared que no es permeable y provoca turbulencias al otro lado.
- Plantar a más distancia de la normal unos ejemplares de otros para reducir la competencia por el agua. Así es como se encuentran las plantas en estado silvestre.

Para crear xerojardin o jardines con bajo consumo de agua se pueden seguir las siguientes pautas:

- Los suelos no deben ser ni arcillosos (pues retienen el agua) ni arenosos (que la filtran rápidamente). Hay que tratar de preparar suelos que retengan y aporten el agua que necesiten las plantas.
- Elegir adecuadamente las especies de plantas.
- Reducir la superficie dedicada al césped. Además, si se quiere plantar césped, es preferible optar por tipos de plantas que no necesiten tanto riego.
- Cubrir algunas superficies del jardín con piedras, gravas, arenas o cortezas de árboles para reducir las pérdidas de agua por evaporación y para facilitar el control de las malas hierbas.

Estos materiales que funcionan como cubiertas naturales del jardín deben reponerse periódicamente, ya que se van degradando con el tiempo. Pero, por otra parte, su descomposición beneficia a la **fertilidad** del suelo. Por su parte, piedras y grava duran mucho tiempo.

- Regar de forma eficiente. Hay que elegir la técnica adecuada para cada jardín, cada localidad, cada clima y cada estación del año. En los nuevos jardines, hay que diferenciar claramente las zonas que no necesitan tanto riego de las zonas con necesidades moderadas y las que necesitan mucho riego (que deberán ser las menos o inexistentes). Así, agrupando las especies por necesidad de riego se podrá regar adecuadamente. Así mismo, nunca hay que olvidar que regando en las horas de menos calor se pierde menos agua por evaporación.

- Crear zonas de sombra para reducir la pérdida de agua de la vegetación que se ubica bajo su protección. En lugares donde hay mucho viento, que puede traer consecuencias negativas como desecar y erosionar las plantas, se deben crear pantallas con elementos vegetales.

Además del principal objetivo, que es ahorrar agua, la xerojardinería tiene otras ventajas.

Una de ellas es que necesita menos mantenimiento: menor necesidad de tareas como cortar el césped, recortar setos o controlar malas hierbas, además de una necesidad menor de productos fitosanitarios.



F57. Ejemplos de Xerojardinería

4.5. MATERIALES

Cada vez se construyen más casas ecológicas, ¿pero ofrece el mercado los materiales adecuados para este tipo de viviendas? En general, la oferta de este tipo de materiales es muy limitada, a pesar de que numerosos expertos han recalcado la toxicidad de algunos de los elementos tradicionales presentes en nuestras casas.

Por ejemplo, el cemento suele contener metales pesados (cromo, zinc, etc.); de las pinturas y los barnices derivados del petróleo emanan elementos volátiles tóxicos como el xileno, las cetonas y el tolueno; y los elementos de PVC son altamente tóxicos sobre todo en el momento de su fabricación y en su combustión.

Por otra parte, la “bioconstrucción” busca relacionar todos los elementos de una vivienda de forma armónica, utilizando nuevas tecnologías con el objetivo de lograr hábitats que respondan a las necesidades humanas en condiciones saludables, sostenibles e integradoras.

Pero con este tipo de construcciones surge la necesidad de contar con nuevos materiales con cualidades ecosustentables.

La utilización de este tipo de elementos es una verdadera revolución en el mundo de la construcción, porque se calcula un ahorro energético entre un 80% y 90%, mientras que las reducciones de gas de efecto invernadero son de un 85%.

Existen dos grandes grupos de materiales ecológicos para construir. Los primero son aquellos que la naturaleza proporciona y que se han venido utilizando desde hace miles de años, como es el caso de la madera, el barro, el corcho o la piedra.

Además de estos, se han desarrollado una serie de nuevos materiales con propiedades ecosustentables.

Otro tipo de materiales ecológicos son los reciclados, que son elaborados a partir de escombros y de residuos sólidos industriales, que sustituyen el consumo creciente de materias primas escasas o ubicadas en sitios distantes, reduciendo el incremento de costos y resultando además más económicos que los materiales comunes de construcción.



F58. Edificio Sustentable

Los edificios denominados “verdes” y construidos siguiendo pautas bioclimáticas pueden lograr entre un 50% y un 80% de ahorro energético respecto de los convencionales. Para conseguirlo, deviene fundamental dar con la orientación que permita la máxima captación solar en las épocas frías. En el diseño bioclimático se tiene en cuenta las condiciones del terreno, el recorrido del sol y las corrientes de aire, aplicando todos esos aspectos en la distribución de los espacios y la orientación de las ventanas con la finalidad de que no sea necesario el uso del aire acondicionado.

4.5.1 Materiales para cubiertas

En el caso de los materiales para Cubiertas de techos se puede mencionar:

- **Lamina Termoacustica**
- **Lamina de Policarbonato alveolar**
- **Lamina de Policarbonato**
- **Lamina de Polietileno**
- **Madera**



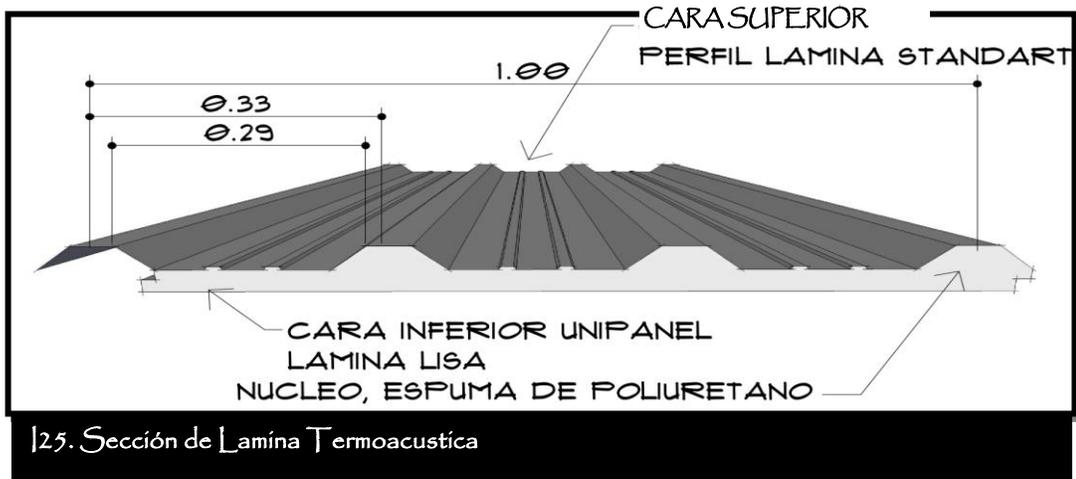
La fachada de esta casa en realidad es la cubierta.

Este elemento normalmente alto, inaccesible y muchas veces solo visible desde el aire se hace visible y tocable, haciendo como que la casa se hunde ó la persona frente a ella se eleva devolviendo la sensación de protagonista a quien la observa.

La situación de la puerta de entrada a la casa desde la entrada de la calle está elegida de forma que desde ella no se ve la puerta de entrada a la casa, quedando oculta por uno de los brazos. Se pretende que no haya camino en el césped ó pavimento que indique por donde aproximarse y entrar; si por la izquierda ó por la derecha, por el porche sur.

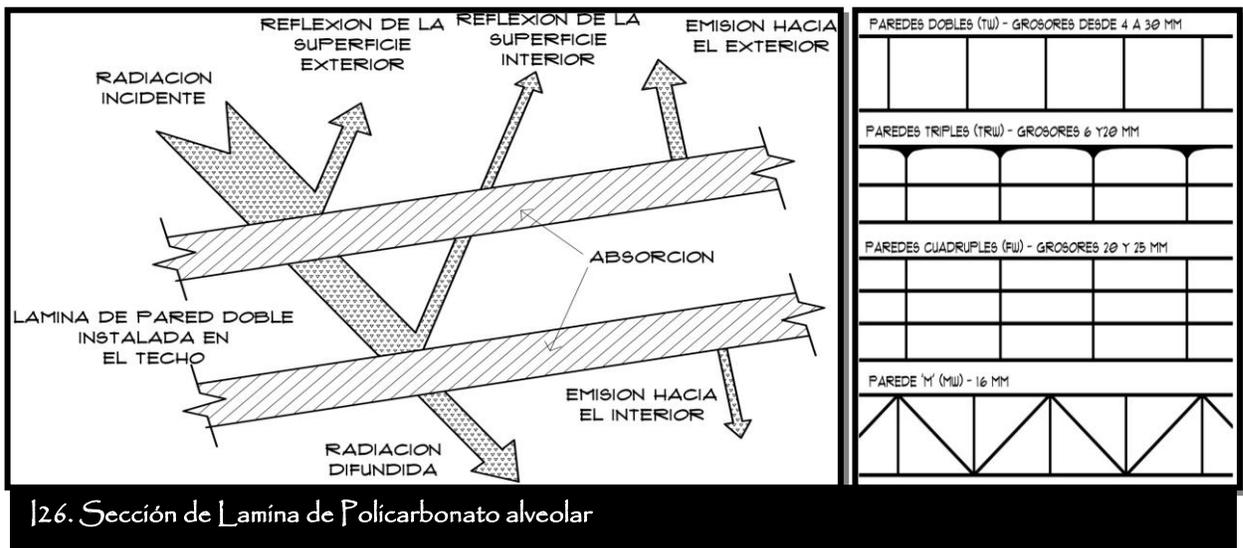
La cubierta y la estructura del techo es de madera

4.5.1.1 Lamina termoacústica



Es un producto de diseño innovador que se incluye en los sistemas de cubiertas insuladas; el cual está compuesto de dos hojas de lámina con un núcleo de espuma de poliuretano que no permite la transferencia del calor manteniendo una temperatura optima en el interior de las edificaciones.

4.5.1.2 Lamina de policarbonato alveolar



Posee una capa de absorción de luz ultravioleta, de alto rendimiento en la superficie exterior.

Esta capa de absorción evita formando una barrera que la radiación ultravioleta penetre incidentemente.

Tipos y Ventajas:

- Maximización de luz natural
- Ambiente interno frio
- Difusión de la luz
- Reducción del aumento del calor solar hasta un 50% y calidad de luz suave en el interior
- Ambiente íntimo y calidad de luz suave

4.5.1.3 Lamina de policarbonato

Es una plancha semirrígida de policarbonato corrugada, en la que se caracteriza por su alta resistencia al impacto de 200 veces más fuerte que el cristal, claridad, peso liviano, versatilidad y bloqueo a la luz ultravioleta; ideal para aplicaciones industriales, agrícolas, domesticas, etc.

Posee una capa protectora que elimina el 98% de los rayos UV dañinos y también disminuye notablemente los efectos de las condiciones climáticas sobre las planchas.

El nivel de transmisión de luz del policarbonato transparente, que llega casi al 90%. Proporciona luz directa natural en el interior de las edificaciones.

El policarbonato tiene mucha resistencia a muchos químicos, con la excepción de solventes y alcalinos, Por lo que es muy apropiado en ambientes agresivos.

La capa superficie anti-goteo previene la formación de gotas de agua en ambientes de mucha humedad.



F 60. La Arena de Zagreb, Croacia

El mayor atractivo de la arquitectura de la Arena Zagreb está en su cubierta, que es una techumbre que envuelve un espacio de 90,340 metros cuadrados.

Esta enorme cubierta de forma curva sigue la lógica de las columnas que la soportan y envuelven y que en conjunto tienen la apariencia de un costillar.

El techo, que cubre un claro de 104 metros, se encuentra suspendida justo al centro del terreno de juego o sala de espectáculos y fue construida con una estructura de acero y lámina de policarbonato translúcida, material que permite tener en el interior diferentes efectos y juegos de luces y sombras que varían según la posición del sol.

4.5.1.4 Lamina de polietileno

Tiene un núcleo de polietileno celda cerrada con micro burbujas de aire. (El aire es el mejor aislante de calor conductivo.)

En su sistema, permite que la cámara de aire caliente formada entre la cubierta y el aislante, fluya de forma ascendente, evitando el pasaje de calor conectivo.



Fig. 29. Comportamiento de la lámina de polietileno.

Ventajas:

- Es fácil de instalar, incluso en estructuras existentes, con un bajo costo económico.
- Forma una capa limpia y estéticamente agradable debajo del fibrocemento o la chapa.
- Proporciona un nivel constante de aislamiento durante todo el día.
- Representa un ahorro considerable para las edificaciones con aire acondicionado y/o calefacción.
- Evita la condensación, es lavable y no absorbe olores
- No se deforma geométricamente.
- Ahorro en tiempo de instalación.
- Producto 100 % reciclable.
- No es toxico
- No provoca alergias (picazón) y/o problemas respiratorios.
- Aplicable para cubiertas nuevas o existentes
- Proporciona aislamiento térmico en paredes metálicas.
- Se puede aplicar en cielos rasos.

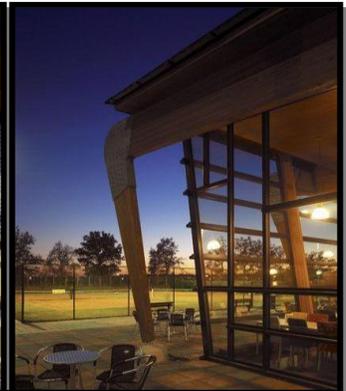
4.5.1.5 Madera

Se utiliza mayoritariamente para forjados y cubiertas.

También se utiliza en aglomerados de **virutas** orientadas y colocadas en capas en diferentes direcciones.



Fig. 61. Ejemplo de Cubierta con madera



El Restaurante Amersfoort, ubicado en Holanda; fue diseñado por los arquitectos AG.

La estructura es de madera laminada al igual que la base del techo.

La utilización de vitrales en la parte exterior en sus paredes perimetrales hacen que se integre con el entorno que le rodea.

F61. Restaurante, Amersfoort, Holanda

4.5.2 Materiales para paredes

- Termoarcilla.
- Bioblock
- Adobe
- Tierra en tapial
- Bloques de tierra comprimida
- Laminas de fibrocemento
- Laminas de policarbonato
- Paneles termo acústicos
- Bambú
- Botellas de plástico

4.5.2.1 Termoarcilla:

Una termoarcilla es un bloque cerámico de baja densidad y mayor grosor que el ladrillo convencional, que se utiliza como alternativa a otros materiales de construcción más comunes, como los ladrillos o los bloques de hormigón.

La termoarcilla ahorra en medios auxiliares, ya que no se necesita encofrado y puede ser abordada por un autoconstructor.

Entre sus cualidades singulares figura su porosidad, que permite la transpiración de la vivienda, y su buena inercia térmica.

Las ventajas que presenta el bloque Termoarcilla son las siguientes:

- Buen aislamiento térmico
- Buen aislamiento acústico
- Elevada resistencia al fuego
- Vivienda sin toxicidad, radiaciones, o alergias
- Costo reducido de puesta en obra
- Rapidez de ejecución



Características físicas:

-Macroporos. Aparecen al volatilizarse los materiales granulares añadidos a la masa arcillosa en el proceso de fabricación de los bloques, al pasar por el horno a altas temperaturas.

-Perforaciones. Los bloques Termoarcilla tienen una gran cantidad de perforaciones en el sentido de transmisión del calor, que permiten conseguir unas magníficas condiciones de aislamiento térmico. Además en el interior de los bloques existen dos perforaciones mucho mayores que el resto, cuya función es facilitar el manejo de los bloques.

-Machihembrados. Los bloques Termoarcilla tienen las testas machihembradas, permitiendo el encaje entre bloques, sin necesidad de colocar mortero en la junta vertical. Por este motivo se ahorra mortero, se consiguen mayores rendimientos, y se mejora el aislamiento térmico de los bloques

4.5.2.2 Bioblock

El bloque de bioblock es un material constructivo que está realizado en arcilla natural, está diseñado de tal manera que consigue una alta resistencia a la compresión.

Este bloque cerámico unido al granulado de corcho consigue un alto coeficiente aislante

Ventajas:

- Altamente saludable, hace más confortable y térmico el hogar. Gracias a sus propiedades el Bioblock filtra naturalmente el aire del hogar, además no almacena humedad librando así los focos de infección.
- Ligero. Solo 5.4 kg de peso por pieza, es 60% más ligero que el block de cemento-arena, por lo tanto, su manejo e instalación es mucho más fácil, rápida y segura.
- Fácil instalación. Terminado con tramas o estriadas para una excelente adherencia de cualquier tipo de acabados.

El Bioblock es extruido con dimensión nominal 15x40x20 cm, para la bioconstrucción de muros de carga y divisorios de cualquier tipo de obra.

4.5.2.3 Adobes

El adobe es una masa de barro mezclado a veces con paja, moldeado en forma de ladrillo y secada al aire. Se emplea en la construcción de paredes y muros.

Para evitar que se agriete al secar se añaden a la masa paja, heno seco, que sirven como armadura.

El agua ablanda el barro seco, por lo que se debe proteger de esta en distintas circunstancias: de aguas de lluvias, infiltraciones por malas instalaciones, inadecuado mantenimiento (al regar exteriores, etc.); la protección elemental es hacer aleros de suficiente vuelo hacia la zona desde donde proviene la lluvia y correcta construcción de las fundaciones o cimientos. Se requiere un mantenimiento continuo, que debe hacerse con capas de barro (revoques de barro).

No es correcto hacerlo con mortero de cemento, puesto que la capa resultante es poco permeable al vapor de agua y conserva la humedad interior, por lo que se destruye el adobe desde dentro.

Lo mejor para las paredes externas es la utilización de repello con base de cal apagada en pasta, con arcilla o arena, para la primera capa, en la segunda, solamente pasta de cal y arena.

Para las internas se puede hacer una mezcla de arcilla, arena y agua, o con revoques de terminación fina de tierra estabilizada con arena, a la que se le pueden agregar impermeabilizantes en el agua de amasado.

4.5.2.4 Tierra en Tapial

Técnica basada en la compactación de la tierra mediante apisonado manual de grandes masas de tierra, empleando un encofrado o molde desmontable de madera.

Las construcciones llevadas a cabo con esta técnica tienen propiedades bioclimáticas, manteniendo una temperatura relativamente estable en su interior durante todo el año.

Por su contenido energético extremadamente bajo, en la actualidad se vislumbra como una técnica constructiva que minimiza el impacto ambiental y las emisiones de gases de efecto invernadero: uno de los principales postulados de la Arquitectura sustentable.

4.5.2.5 BTC (Bloques de Tierra Comprimida)

Los bloques de tierra comprimida son bloques de construcción uniformes y crudos de tierra de arcilla comprimida, adecuada para el uso en muros de carga y en muros normales.

Una construcción de tierra constituye una tercera piel alrededor del usuario y mantiene un ambiente cálido tranquilo.

La tierra regula de forma natural el ambiente de la casa. Los bloques de tierra comprimida no están cocidos, de forma que conservan sus propiedades únicas de regulación de humedad y acumulación de calor.

El muro absorbe la humedad cuando el tiempo es húmedo y la libera cuando el aire es seco. El peso de los bloques de tierra comprimida hace que un muro de arcilla puede almacenar bien el calor y luego liberarlo para evitar los cambios de temperatura.

La arcilla no emite gases ni sustancias peligrosas a la atmósfera interior y además neutraliza el humo del tabaco, por ejemplo.

La humedad relativa constante (del 50% aproximadamente) que se mantiene en un interior de arcilla evita la formación de hongos. Por tanto, en este tipo de casas las personas con problemas respiratorios podrán "respirar aire fresco".

Los bloques de tierra comprimida se fabrican con una máquina de compresión móvil, capaz de producir in situ bloques para grandes proyectos, siempre y cuando el terreno de construcción sea de buena calidad. La tierra fértil de la superficie se aparta temporalmente para que la capa de arcilla inferior se seque por la incidencia del sol y el viento, y luego se pulveriza.

A continuación, se humedece y se mezcla con arena, dependiendo de la proporción de arcilla. Y tras unas semanas de secado, la mezcla estará lista para introducirse en la máquina de compresión y fabricar bloques de tierra uniformes.

Las propiedades de la arcilla no cambian durante la producción de los bloques de tierra comprimida, por lo que se puede usar de forma ilimitada siempre que la arcilla se use como mortero y el repello se haga con arcilla y/o con una pintura que permita la transpiración natural. No es necesario procesar los bloques de tierra comprimida antes de devolverlos al sistema ecológico.

La producción de bloques de tierra comprimida requiere en torno al 1% de la energía necesaria para producir un ladrillo de construcción. Solo se necesita 1 litro de diesel para fabricar 145 bloques de tierra, lo que hace que se trate de un proceso de producción que ahorra energía y tiene unas emisiones de CO2 mínimas.



F62. Escuela Sta. Eulalís de Roncana

Un edificio pensado para los niños. No se trata de una arquitectura para ser vista sino para sentir, respirar, jugar y vibrar beneficiando así el crecimiento de los pequeños y teniendo presente que el útero de la madre es el rincón del que provienen..

El diseño bioclimático empleado combina la estructura tradicional de muros de carga con muros trombe y grandes aberturas en la cara sur para la captación solar. Además la orientación es óptima para permitir el buen asoleamiento.

El ladrillo ecológico BTC bioterre es el material empleado en muros y cúpulas por su alta inercia térmica y el bajo impacto medioambiental

4.5.2.6 Laminas de Fibrocemento

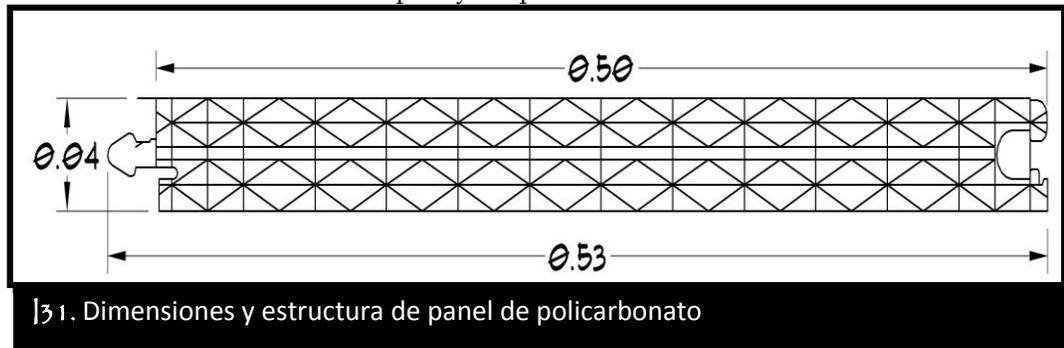
Son fabricadas con cemento tipo portland y fibras naturales mineralizadas tiene como propósito servir de paramento o cerramiento principal de una edificación.

Ventajas:

- Impermeable
- Incombustible
- Inoxidable
- Imputrescible
- Resistente a cambios bruscos de temperatura
- Resistente a agentes químicos
- Fácil de trabajar y rápido de instalar
- Aísla ruidos del exterior

4.5.2.7 Laminas de policarbonato

Este sistema de acristalamiento arquitectónico de policarbonato de múltiples paredes tiene como principal función introducir luz natural al interior de un edificio, reduciendo el consumo total de energía eléctrica con un plus adicional de una instalación rápida y simple.

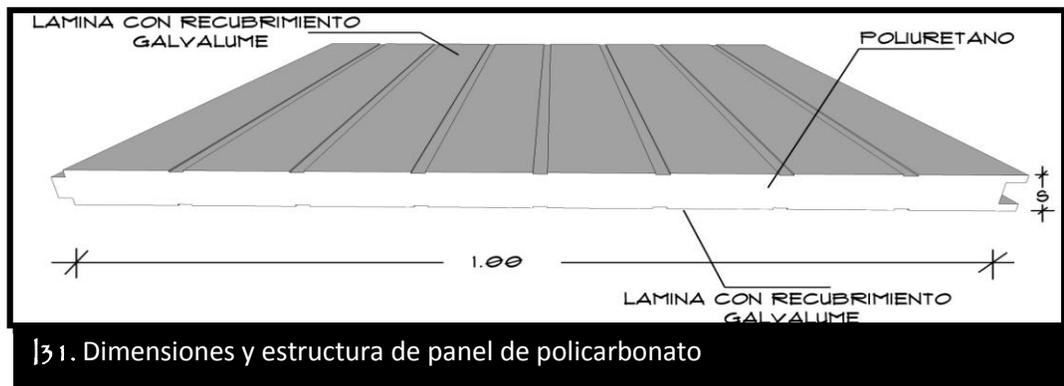


Ventajas:

- Aislamiento térmico.
- Alta transmisión de la luz.
- Sistema de acoplamiento y fijación simple.
- Ahorro energético
- Resistencia a la intemperie y resistente a los rayos UV.
- Resistencia a los daños y al impacto.
- Excelente comportamiento al fuego.

4.5.2.8 Paneles termoacústicos

Sistema termoacústico a base de doble lamina Cal 26 / Cal 26 con aislamiento de poliuretano de diferentes espesores, con longitudes máximas de fabricación de 11 mts.



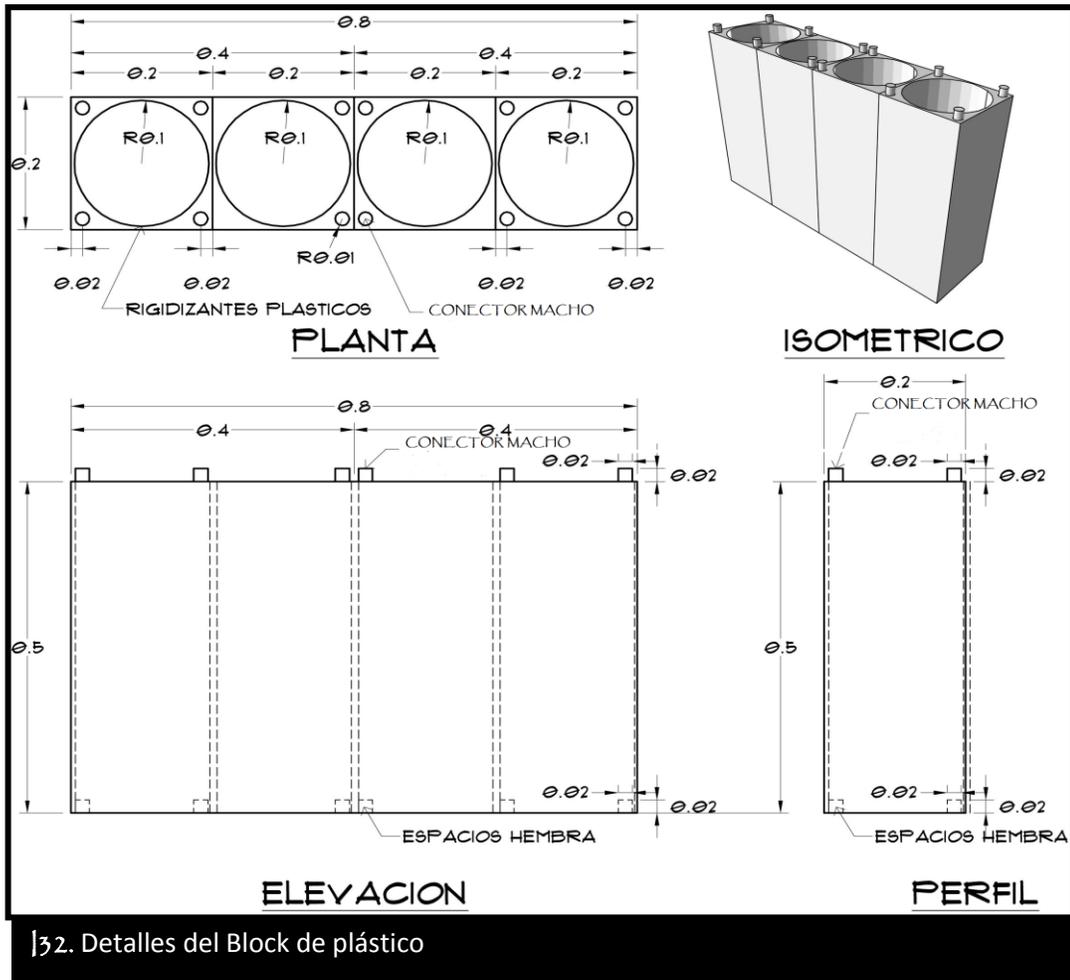
4.5.2.9 Block de plástico

Este sistema de muro tiene varias piezas, las cuales pueden ser encajadas una con otra, para darle forma. Estos bloques contemplan un plástico reciclado para su fabricación ayudando a la conservación del medio ambiente. Es de fácil maniobrabilidad y rapidez a la hora de armarse.

Al utilizar materiales de alta resistencia al fuego en su fabricación se pueden evitar incendios.

Cada pieza es vacía en su interior y encajan los agujeros de las piezas de arriba con las piezas de abajo con esto se logra bajar los costos de mano de obra.

Con los conectores machos se pueden encajar ambas piezas.



4.5.3 Materiales agregados

- Arlita
- Sudorita
- Cal hidráulica
- Corcho
- Cábamo
- Lino
- Fibra de madera
- Lana
- Celulosa



F63. Casa con paredes de cáñamo, Asheville, Carolina del Norte

Un hogar ecológico y sostenible construido con cáñamo en Asheville, NC. Algunos de los beneficios que se señalan incluyen las bajas emisiones de CO₂, la transpiración de las paredes y la reducción en el costo de calefacción o aire acondicionado.

Más allá de elementos referidos a sus cualidades como material aislante, este material apunta a su no toxicidad, libre de plagas, y resistente al moho y al fuego.

Otra de las particularidades que se anuncian de estos paneles es que, pese a que son más caros que el uso de materiales de construcción nacional, su costo se ve compensado por la menor necesidad de mano de obra calificada, ya que son fáciles de ensamblar. Estos paneles tienen una combinación de cemento y cal; poseen una alta densidad por las bolsas de aire que se crean en el proceso de fabricación.

4.5.3.1 Arlita

La arcilla expandida es un material aislante de origen cerámico, con estructura altamente porosa, derivada de la expansión a altas temperaturas. Su elevada resistencia intrínseca la hace apta para su utilización, tanto en morteros aislantes como en hormigones ligeros de altas prestaciones.

Es un árido cerámico de gran ligereza empleado en la construcción en hormigones, en rellenos para formar pendientes en cubiertas planas y como aislante térmico.

La arlita es un material usado también para filtrado en la depuración de aguas.

Su granulometría oscila entre los 10 y los 16mm, hasta diámetros inferiores a 5mm. A mayor tamaño del grano (más expandido), menor será la densidad del material, que varía entre los 325kg/m³ y los 750kg/m³. De tal manera que esta densidad es cinco veces inferior a la de la arcilla común (alrededor de 1.500kg/m³).

La ventaja más notable de la arcilla expandida o arlita es su relación entre peso y capacidad resistente. Por esta razón se la emplea generalmente como material de relleno de bajo peso en aquellos casos en que se requiere una cierta resistencia mecánica.

El método de aplicación más usado es la mezcla de arlita con aproximadamente un 15 a 20% de cemento creando el mortero de arlita.

También se utiliza en hormigones ligeros, con densidades que llegan a ser tan bajas como 500kg/m³ (1/5 parte que el hormigón común), aunque los hormigones ligeros utilizados en estructuras no presentan densidades inferiores a los 1.300-1.500kg/m³.

Por su característica porosidad, estos hormigones deben recubrirse con hormigón convencional o con otras técnicas que eviten la oxidación de las armaduras interiores. Existen elementos prefabricados que incorporan arlita en su composición, por ejemplo: bovedillas, pantallas acústicas, o losetas livianas.

4.5.3.2 Sudorita

La sudorita es un hormigón donde se sustituye la grava por corcho triturado consiguiendo al mismo tiempo un material ligero, y un aislamiento de corcho.

4.5.3.3 Cal Hidráulica

Cal hidráulica natural (NHL). Todas las NHL tienen la propiedad de fraguar y endurecer con el agua porque poseen en su composición constituyente análogos a los cementos naturales.

La cal es el ligante natural indispensable en la preparación de morteros para albañilería; su uso en la construcción se remonta a tiempos inmemorables. Países desarrollados especifican el uso obligatorio de cal a los morteros en zonas sísmicas por sus características únicas de adherencia y resistencia a tensiones diagonales.

A la fecha no existe otro material tan versátil como la cal en los morteros, ya que brinda mayores resistencias, mejor adherencia, y ayuda a que las construcciones sean térmicas e impermeables, todo esto a costos más bajos.

4.5.3.4 Corcho

El aislante natural por excelencia, es un excelente aislante tanto térmico como acústico.

Hay dos formatos, en plancha normalmente empleado como aislante entre dos paredes y triturado que se suele intercalar entre bloques de bioblock o como relleno en huecos de suelos, techos, etc.

Puede ser utilizado, también:

- Triturado, para rellenar el bioblock, rellenar techos en madera, etc...
- Plancha, para intercalar entre paredes, suelos, etc.

4.5.3.5 Cáñamo

Una alternativa ecológica, regulador natural de la humedad, grosor homogéneo mediante fibras textiles protectoras.

La buena calidad asegura una regulación automática de la humedad, sin pérdida de calor creando así un clima saludable en la vivienda.

Puesto que el cáñamo no contiene albúmina, desaparece el riesgo de ser atacado por parásitos, así como el de podredumbre.

4.5.3.6 Lino

Una alternativa ecológica y saludable, regulador natural de la humedad, sin tóxicos, gran efectividad térmica.

4.5.3.7 Fibra de madera

Una alternativa ecológica y saludable, regulador natural de la humedad, sin tóxicos, gran efectividad térmica

4.5.3.8 Lana

Una alternativa ecológica y saludable, regulador natural de la humedad, sin tóxicos, gran efectividad térmica.

4.5.3.9 Celulosa.

Una alternativa económica, ecológica y saludable, regulador natural de la humedad, sin tóxicos, gran efectividad térmica.

4.5.4 Impermeabilizantes

- Caucho EPDM
- Geotextil



F64. Utilización de Geotextil en cubierta, Chicago's City Hall

4.5.4.1 Caucho E.P.D.M.

El caucho E.P.D.M. (Etileno Propileno Dieno tipo M ASTM) es un material impermeabilizante con una gran resistencia al desgarro, punzonamiento y a la abrasión, puede trabajar a la intemperie más de 50 años.

4.5.4.2 Geotextil

Los GEOTEXTILES son tejidos de fibra de polipropileno. Se utilizan como elemento separador de drenajes y como elemento protector de las láminas impermeabilizantes. Se puede usar entre otras cosas en drenajes con y sin canalización, jardineras, etc.

4.5.5 Tuberías

- Polipropileno
- Polietileno
- Polibutileno

- **Tubos TLH**
- **Tubos saneamiento cerámicos**
- **Tubos drenaje cerámicos**

4.5.5.1 Polipropileno

El polipropileno es la alternativa al PVC en cuanto a tuberías de saneamiento. Dentro de sus características principales cabe destacar la resistencia al agua caliente (resistente a temperaturas de 100 °C), buena resistencia a los golpes, gran resistencia a los detergentes, tensoactivos, sales orgánicas, bases y ácidos minerales, y es difícilmente inflamable (según DIN 4102).

4.5.5.2 Polietileno

El polietileno es la alternativa al PVC en cuanto a tuberías de agua de consumo. Dentro de sus características principales cabe destacar la resistencia al agua caliente (resistente a temperaturas de 100 °C), buena resistencia a los golpes, gran resistencia a los detergentes, tensoactivos, sales orgánicas, bases y ácidos minerales, y es difícilmente inflamable (según DIN 4102).

4.5.5.3 Polibutileno

El polibutileno es la alternativa al PVC en cuanto a tuberías de instalaciones interiores de agua de consumo

4.5.5.4 Tubos TLH

Son la alternativa al PVC en cuanto a tuberías eléctricas.

4.5.5.5 Tubos saneamiento cerámicos

Son los tubos de saneamiento más duraderos y ecológicos. En Grecia se han encontrado tubos de saneamiento de más de 2500 años de antigüedad.

4.5.5.6 Tubos drenaje cerámicos

Son los tubos más duraderos y ecológicos.

4.5.6 Eléctricos

- **Interruptor de campos**
- **Cables libres halógenos**

4.5.6.1 Interruptor de campos

Los interruptores de campo se pueden poner en las instalaciones eléctricas próximas a las áreas de descanso. Evitan la contaminación con los campos electromagnéticos nocturnos.

4.5.6.2 Cables Libres Halógenos

Los cables Afumex, Excelent, etc, sin PVC son ideales para instalaciones eléctricas en todo tipo de locales (edificios de oficinas, escuelas, hospitales, naves industriales, etc).

Entre sus características cabe destacar que es un cable libre de halógenos, tiene una reducida emisión de gases tóxicos y una baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos, y evita la propagación de la llama y del incendio.

4.5.7 Pavimentos y revestimientos

- **Barro**
- **Mármol**
- **Linóleum**
- **Corcho**
- **Madera**

4.5.7.1 Barro

Es un elemento cerámico natural, es un material noble...

4.5.7.2 Mármol

Plaquetas de mármol para suelos y paredes. El mármol es una piedra natural extraído de canteras. Existen muchos tipos de acabados, un mármol ecológico es aquel que en su tratamiento no se emplean ningún tipo de resinas ni elementos contaminantes (por ejemplo para pulirlo), a destacar los acabados rústicos.

4.5.7.3 Linoleum

El linóleoum está fabricado a partir de materiales primos naturales, renovables, y los deshechos de producción son re-utilizados para alimentar el proceso de producción. El Marmoleum y Artoleum (clases de linóleoum) son la "elección natural" cuando se trata de aspectos como la salud, previene la propagación de microorganismos (incluido las bacterias).

4.5.7.4 Corcho

Pavimentos de losetas de corcho, tarimas flotantes y parkés.

4.5.7.5 Madera

Tarima, Machihembrado.

4.5.8 Pinturas y revocos

- **Pinturas naturales**
- **Morteros de cales hidráulicas NHL**
- **Morteros y cales aéreas grasas**

4.5.8.1 Pinturas naturales

Son pinturas a base de materias primas naturales poco tóxicas. Existen productos para paredes interiores y exteriores, para el suelo, productos para madera (barnices, lacas, etc) y una amplia gama de colores.

4.5.8.2 Morteros de Cales Hidráulicas NHL

Se fabrican productos a partir de cal hidráulica natural para interiores y exteriores, morteros de cal multiusos, morteros monocapa hidrófugos, estucos para interior y exterior, etc. Sólo la cal natural pura permite los cambios gaseosos entre el interior y el exterior de la vivienda. La cal en la impermeabilización es una alternativa confiable y de bajo costo.

Por sus propiedades de absorción y retención de agua y por estar formada por pequeñísimas partículas penetra en todos los huecos, de tal manera que evita el paso del agua.

4.5.8.3 Morteros y cales Aéreas Grasas

Es el mortero más antiguo, pues fue utilizado ya por los romanos. Se obtiene llenando los huecos de la arena con una pasta formada por cal aérea hidratada y agua. Se precisa para ello un volumen de cal para tres de arena. Los morteros de cal aérea se rigidizan primeramente por la pérdida del agua que forma la pasta (por succión de los ladrillos o secado al aire) y sólo, muy lentamente, fraguan por carbonatación con el contacto al dióxido de carbono presente en el aire permitiendo una mejor absorción de los movimientos de las fábricas. Hay morteros de cal para estucos de interior o exterior, etc.



4.5.9 Ventanería

- Vidrio insulado
- Vidrio templado
- Vidrios termoendurecidos
- Vidrios laminados
- Vidrio coloreado en masa
- Vidrio recubierto con capas metálicas



F66. Harpa Concert hall and Conference Centre, Reykjavik, Islandia

El Harpa Concert Hall y Conference Center son parte del proyecto urbano que está en desarrollo en East Harbour en Reykjavik.

Henning Larsen Architects diseñó el edificio conjuntamente con Battersby Architects.

La espectacular fachada sur lleva el inconfundible lenguaje de Olafur Eliasson y fue creada por el artista danés - islandés conjuntamente con los arquitectos.

La fachada se compone de una estructura tridimensional de acero y cristal, situada directamente en el puerto, los rayos del sol y la luz producen, según el ángulo de entrada, un continuo cambio de colores del edificio.

La estructura cristalina de Harpa está inspirada en los paisajes islandeses y en sus tradiciones.

Su espectacular diseño capta y refleja la luz de la ciudad, el mar y el cielo con un efecto sorprendente.

4.5.9.1 Vidrio insulado

Este consiste en armar dos o más vidrios separados por un elemento tubular lleno de sales secantes, sellando la cámara de aire deshidratado con butylo y posterior a este sello se aplica un segundo sello (hot melt) que se encarga de amarrar estructuralmente todo el conjunto, aumentando en gran medida su consistencia.

Cuando se trata de buscar el máximo confort, tanto en oficinas como en viviendas, optimizando las condiciones térmicas, acústicas y de aporte de luz natural, marcan una de las soluciones más creativas en la tecnología de los sistemas de acristalamiento para fachadas, puertas y ventanas: Vidrios Insulados (conocidos también como Doble Acristalamiento o genéricamente denominados Doble Vidriado Hermético).

El Vidrio Insulado cuenta con una cámara de aire deshidratado que le confiere cualidades, principalmente para lograr varias ventajas:

- Reducir la transferencia de calor o frío entre el interior y el exterior, reduciendo significativamente los gastos de energía en acondicionadores de aire.
- Reducir la intensidad del ruido (dB), esta característica se relaciona de forma directa con el espesor del vidrio y su separación.
- Amplios espacios que proporcionan luz y confort. El Vidrio Insulado permite realizar acristalamientos en grandes proporciones que ofrecen óptimas condiciones térmicas, acústicas y de aporte de luz natural.
- Protección de los excesos del sol: El Vidrio Insulado disminuye los aportes energéticos solares excesivos de radiación infrarroja (calor) y rayos UV (ultravioleta).
- Reducción de las consecuencias de los accidentes: El Vidrio Insulado permite composiciones con vidrios de seguridad que reducen el riesgo y la gravedad de las heridas por causa de roturas accidentales de los vidrios.
- Reducción del nivel de ruido del entorno: El Vidrio Insulado proporciona excelentes niveles de aislamiento acústico, preservando un ambiente confortable en el interior de las viviendas y edificios.
- Ahorro en el consumo de energía eléctrica: El Vidrio Insulado evita el sobrecalentamiento del espacio interior, reduciendo considerablemente el uso del aire acondicionado.

Una unidad de vidrio insulado permite reducir en un 50% las pérdidas y/o ganancias de calor producidos por los sistemas de aire acondicionado y/o el admitido por radiación solar a través de las ventanas, así mismo elimina las corrientes convectivas del aire junto a la ventana y la posibilidad de empañado de los cristales por condensación de la humedad.

Los sistemas de vidrio insulado resuelven el problema de conseguir un adecuado nivel de confort acústico.

4.5.9.2 Vidrio templado

El templado térmico del vidrio va a tener una gran importancia en su resistencia mecánica. La mayor parte del vidrio de seguridad templado que se fabrica de forma industrial se obtiene por temple térmico, en este proceso las piezas de vidrio, deben tener su forma definitiva antes de entrar en el horno de temple, puesto que una vez templadas, no se puede realizar ninguna manufactura sobre ellas.

4.5.9.3 Vidrios termoendurecidos

Los vidrios termoendurecidos nos llevan a un reforzamiento de la resistencia mecánica, pero estos no se consideran un producto de seguridad, ya que en caso de rotura los trozos son de una gran dimensión y pueden ocasionar incidentes.

4.5.9.4 Vidrios laminados

El vidrio laminado está compuesto por dos o más vidrios simples unidos por medio de láminas de butiral de polivinilo (un material plástico con muy buenas cualidades de adherencia, elasticidad, transparencia y resistencia). La característica más sobresaliente del vidrio laminado es su resistencia a la

penetración, por lo que resulta especialmente indicado para la protección de personas y bienes en caso de rotura de los fragmentos de vidrio quedan adheridos a la lamina butiral, con lo que se reduce el riesgo de accidente. La presencia del butiral mejora también las propiedades acústicas, ya que disminuye el fenómeno de resonancia.

También se usa el vidrio laminado como protección contra la radiación ultravioleta, ya que dicha radiación es absorbida por el butiral.

4.5.9.5 Vidrio coloreado en masa

Es un vidrio en el cual durante el proceso de fabricación, se le han añadido óxidos metálicos que le dan un color característico con el consiguiente aumento de la absorción. El vidrio coloreado se utiliza fundamentalmente como protección solar, es necesario el templado para evitar la rotura por choque térmico.

4.5.9.6 Vidrio recubierto con capas metálicas

Son vidrios en los que se ha depositado sobre una de sus superficies, una o varias capas metálicas mediante bombardeo iónico en alto vacío, ese tratamiento se realiza a baja temperatura, por lo que no afecta a la planimetría del vidrio.

Estos tipos de vidrios brindan la posibilidad de tener un gran control sobre la transmisión de luz y de energía, así como conseguir diferentes aspectos estéticos.

En las zonas climáticas en las que el aire acondicionado es necesario, es deseable limitar buena parte de la energía radiante solar.

Los vidrios con multicapas metálicas son la solución ideal para este propósito; también podemos combinar estos recubrimientos con vidrios coloreados en masa, lo que provoca que el color en reflexión cambie, dándose así un amplio rango de colores y propiedades de protección solar.

Una clase especial de vidrios con capa la constituyen los vidrios bajo emisivos en los que la capa metálica es prácticamente transparente a la radiación solar visible, reflejando en cambio la radiación del infrarrojo. Esta característica permite una reducción importante de la ganancia solar, a la vez que mantiene un alto coeficiente de transmisión luminosa.



F 67. Eden Project of the South

Samoo Architecture ha hecho público su proyecto para lo que podría llamarse el Proyecto Eden del Sur (Eden Project of the South). El conjunto comprende una serie de invernaderos gigantes con formas sinuosas y orgánicas comunicados entre sí y una serie de plataformas, paseos y láminas de agua que atan las cúpulas y aglutinan el proyecto. La alta tecnología filtra el sol y adapta el ambiente interior para crear un ecosistema global en el conjunto del recinto. El exterior estará acabado con placas metálicas, vidrio doble con aislamiento y baja emisividad térmica, madera y plexiglás.

4.5.10 Pisos

- **Concreto permeable**
- **Pavimentos ecológicos**

4.5.10.1 Concreto permeable

El concreto es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales.

El concreto permeable se encuentra dentro del espectro de los materiales ecológicos, ya que permite la filtración del agua al subsuelo logrando así la restauración de los mantos acuíferos.

El material es sumamente durable, no degradable e increíblemente resistente manteniendo sus características de permeabilidad.

4.5.10.2 Pavimentos ecológicos

Facilitan y aceleran el drenaje del agua superficial, impidiendo la formación de charcos y escorrentías, y contribuyendo con aporte hídrico a los acuíferos subterráneos.

Evitan que parte del agua de lluvia que caiga sobre él se incorpore a la red de saneamiento y, por tanto, pueda desbordar su capacidad de evacuación.

Permiten la transpiración del terreno sobre el que se ha realizado la pavimentación.

Combinan el empleo de hormigón con césped, proporcionando al entorno un ambiente natural tan necesario en paisajes urbanos.

-Pavimentación con celosía:

Se trata de piezas prefabricadas de hormigón que contienen huecos en su interior para poder efectuar en ellos la siembra de césped.

-Pavimentación con adoquines:

Los adoquines presentan unos separadores de 3 centímetros en sus laterales que los mantiene separados entre ellos para poder rellenar con tierra vegetal u otro tipo de sustrato fértil donde sembrar césped.

-Pavimentación con el separador ecológico biodegradable:

El separador ecológico biodegradable permite convertir cualquier adoquín o baldosa en un elemento óptimo para la composición de un pavimento ecológico, puesto que se trata de una pieza que se intercala entre los adoquines o baldosas de hormigón dejando un hueco libre entre ellos que, se puede rellenar con tierra vegetal y sembrar, posteriormente, césped.

-Pavimentación con adoquines permeables

Son adoquines con una formulación apropiada que les confiere la porosidad suficiente como para que el agua pueda filtrarse a través de ellos. Este modelo, por si mismo, no ofrece la posibilidad de combinar adoquín y césped; esta combinación es posible si se emplea el separador ecológico biodegradable.

Consideraciones:

En estas pavimentaciones los huecos generados se rellenan con un sustrato fértil y se siembra césped. No obstante, si lo que se desea es aumentar la capacidad de drenaje del pavimento, el relleno se puede realizar con gravilla (fracción superior nunca mayor de 8) eliminando la siembra de semillas de césped. Una densidad excesiva de raíces puede convertir la junta en una sección impermeable que impediría el drenaje.

Se recomienda el uso de los pavimentos ecológicos en zonas peatonales o donde el tránsito de vehículos sea bajo, dado que un mayor ancho de junta entre las piezas puede hacer perder eficacia en la transmisión de las cargas derivadas del tránsito.

El relleno de las juntas debe ser lo más firme posible, evitando el empleo de materiales con alto contenido en finos, puesto que disminuiría la capacidad de estos pavimentos para drenar el agua. Es importante que la sub base tampoco contenga muchos finos si no queremos que el agua quede retenida entre ella y los elementos con que se ha pavimentado.



F68. Ejemplo de pavimentación con adoquines permeables

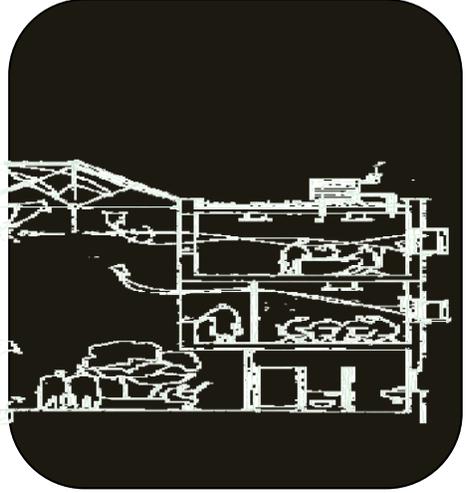
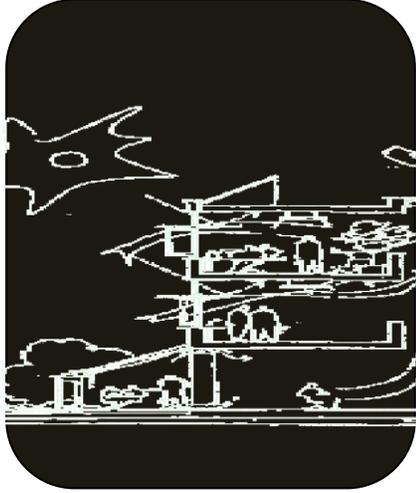
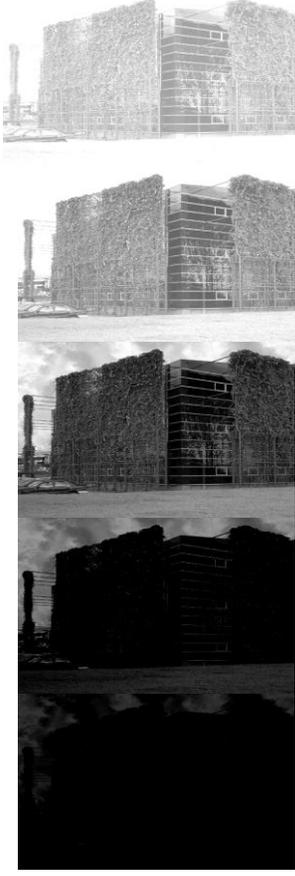


F69. Ejemplo de pavimento ecológico en patios



F70. Ejemplo de pavimento ecológico en plaza

RECOMENDACIONES



4.6 RECOMENDACIONES

En base a la información recopilada se recomienda lo siguiente:

4.6.1 RECOMENDACIONES GENERALES DEL PROYECTO:

4.6.1.1 Ubicación del lote: aislada

4.6.1.2 Configuración: abierta, alargada con remetimientos

4.6.1.3 Orientación de la fachada más larga: al eje eólico

4.6.1.4 Localización de las actividades:

- áreas de descanso: al eje eólico

- áreas de cocina: norte

- aseo, circulaciones: opuestas al eje eólico

4.6.1.5 Tipo de techo: inclinado

4.6.1.6 Altura de piso a techo: 2.70 m. mínimo



F71. Casa Wrap- Hiroshima

WRAP HOUSE tiene como visión agrupar y envolver los tres elementos: la luz solar, amplio sentido y privacidad para enriquecer el espacio de vida.

Para crear un espacio luminoso y amplio sin perder la privacidad en relación al entorno que lo rodea, está envuelto por una pared alrededor de toda el área creando un vacío en el área norte. Como resultado, la luz del sol brilla en el vacío por la mañana. La luz solar recogida se refleja sobre una pared blanca e ilumina otras áreas.

El espacio vacío se percibe como una extensión del espacio interior, mientras que el envoltorio de la pared es a la vez una protección de la privacidad del espacio residente contra el entorno.

4.6.2 RECOMENDACIONES DE PROTECCION (ASOLEAMIENTO)

4.6.2.1 Remetimientos y salientes en fachada: en todas las orientaciones

4.6.2.2 Patios interiores: no se requiere

4.6.2.3 Aleros:

- En todas las fachadas según grafica solar. Para control solar de 9 a 15 hrs.
- Sur y Sur-este: aleros de mayor dimensión
- Sur-oeste, Oeste y Nor-oeste: aleros combinados con parteluces y vegetación
- Este: con control de ángulos solares bajos

4.6.2.4 Pórticos, balcones, vestíbulos:

- En fachadas al eje eólico
- Orientación: este, sur y sureste, pórticos de control solar todo el año
- Nor-oeste, oeste y Sur-oeste: combinados con parteluces, celosías, vegetación, etc.

4.6.2.5 Tragaluces: orientación norte: operables con dispositivos de control solar

4.6.2.6 Parteluces: en fachadas este, oeste, sur-oeste y nor-oeste combinados con vegetación.

4.6.2.7 Vegetación:

- Arboles de hojas perenne, altos, densos para sombrear edificios y espacios exteriores durante todo el año en todas las orientaciones. En el eje eólico: que filtre el viento y no lo interrumpa.
- Arbustos para control de ángulos solares al sur-oeste, oeste, nor-oeste, este y nor-este.



F72. Residencia Areópago, Costa Rica

Arquitectos Paravant han diseñaron la Residencia Areópago ubicada en Atenas, Costa Rica.

El principal objetivo del proyecto fue crear un hogar que se comunicara con el paisaje circundante.

Las aberturas están estratégicamente situadas para proporcionar a la casa con ventilación cruzada y refrigeración natural.

La fachada privada orientada al sur y cuenta con acristalamiento transparente que permite una vista completa del valle en dirección a San José".

La residencia dispone de fuentes de energía renovables, como la solar y fotovoltaica y micro-residuos de tratamiento de agua para el riego de plantas.



F73. Residencia Areópago, Panorámica fachada principal



F74. Residencia Areópago, Panorámica



F75. Residencia Areópago, Fachada posterior



F76. Residencia Areópago, Fachada principal

4.6.3 RECOMENDACIONES PARA LA VENTILACION:

4.6.3.1 Unilateral: no es recomendable

4.6.3.2 Cruzada: óptima, en espacios habitables entre doble cubierta y entre piso y suelo.



La Residencia Shell es una gran estructura en forma de concha que se encuentra en medio de un área boscosa.

Dentro de esta estructura en forma de concha se encuentra un suelo construido, paredes que separan los espacios y habitaciones amuebladas. Se ha tomado en consideración que los arboles crecerán y formaran entre si una armonía dentro del paisaje.



F77. Residencia Shell. Japón. Perspectivas interiores y exteriores

4.6.4 ABERTURAS:

4.6.4.1 Ubicación en fachada según dimensión:

- Máxima: al eje eólica
- Mínimas: opuestas al eje eólico
- Fachadas sur-oeste, oeste y nor-oeste: cerradas o vanos muy pequeños con control solar

4.6.4.2 Ubicación según nivel de piso interior:

- Al eje eólico en la parte media, baja del muro a nivel de ocupantes.
- Opuestas al eje eólica: en la parte alta del muro

4.6.4.3 Formas de abrir: abatibles de proyección banderolas, personas, celosías.

4.6.4.4 Protección: mosquiteros en persianas y celosías.



F78. Casa Orquídea, vistas exteriores

La Casa Orquídea es un desafío en la búsqueda de la mejora en la calidad de vida de los seres humanos.

Sustentable implica una gran cantidad de variables, como eficiencia y uso racional de la energía y el agua, ventilación e iluminación natural, así también materiales de bajo impacto en la fabricación y uso.

La vivienda nace de la conformación de las partes de una orquídea, raíces, tallo y flor.

Se implanta en un terreno de grandes dimensiones y se dota de la mejor orientación. Se activa cada función de la casa, según el recorrido del sol en cada ambiente, permitiendo un importante ahorro de energía.

Se trabajó con la incidencia del sol desde la ubicación de los ambientes hasta la resolución de cada volumen. Se estudiaron los ángulos de incidencia al exterior para verificar el retraimiento de los cerramientos.

El exhaustivo estudio y resolución de los detalles, hacen de esta, una vivienda bioclimática única y audaz.



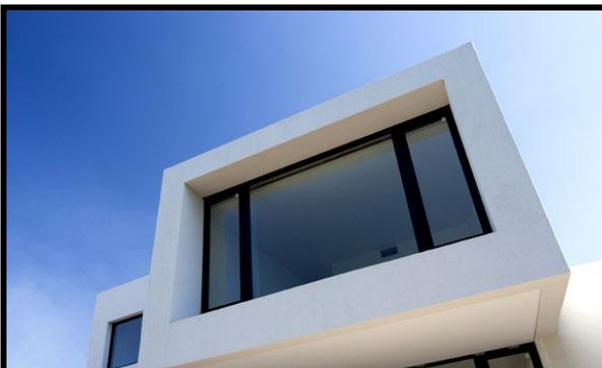
F79. Casa Orquídea, Vistas exteriores



F80. Casa Orquídea, Vistas interior-tragaluz



F81. Casa Orquídea, Vistas interiores



F81. Casa Orquídea, Detalle de salientes



4.6.5 RECOMENDACIONES DE MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS:

4.6.5.1 Techos:

- De poca densidad y baja conductividad
- Doble cubierta con paso de aire entre ambas

4.6.5.2 Muros exteriores: de poca densidad y baja conductividad

4.6.5.3 Muros interiores y entrepiso: ligeros, los muros de espesores mínimos son suficientes

4.6.5.4 Pisos exteriores: porosos

4.6.5.5 Color y textura de acabados exteriores: techos y muros con alta reflectancia, colores claros y textura lisa.

4.6.5.6 Equipos auxiliares de climatización: extracción mecánica del aire y humedad, para los momentos de máximo calor.

4.6.6 RECOMENDACIONES EN EL MANEJO DE LA VEGETACION:

4.6.6.1 Arboles:

- Arboles de hoja perenne: altos, densos, que sombrean edificios, en todas las fachadas y los espacios exteriores.
- Al eje eólico: que dejen pasar vientos dominantes, como catalizadores de vientos, como barreras de nortes.

4.6.6.2 Arbustos:

- Perennes: para control de ángulos solares.
- Que no obstruyan los vientos dominantes



F82. Edificio Pégola, Costa Rica



4.6.7 RECOMENDACIONES DE DISEÑO URBANO:

4.6.7.1 Agrupamiento:

- Tipo tablero de ajedrez
- Espaciamiento entre edificios
- Mínima: una vez la altura de los edificios
- En el sentido de los vientos dominantes tres veces la altura

4.6.7.2 Espacios exteriores

- Plazas y plazoletas: densamente arboladas con vegetación perenne
- Aceras: mínimas dimensiones, mínimo pavimento, sombreados todo el año
- Acabados de piso: permeables, que dejen pasar el agua al subsuelo

4.6.7.3 Vegetación:

- Árboles de hoja perenne en plazas, aceras y estacionamientos. Distancia entre árboles que den sombra continua., como barreras de nortes.
- Arbustos: como conductores de viento

Considerar los fenómenos naturales originados en el interior de la tierra y en su superficie; ya que la relación que se establece entre la sociedad y su entorno natural pueden generar impactos positivos (aprovechamiento de los recursos) o negativos (generación de riesgos geológicos e hidrometeorológicos); en base a este enunciado habrá que tomar en cuenta lo siguiente:

- Es importante no poblar más las laderas (Ilopango, San Marcos y al pie del volcán de San Salvador).
- No poblar las laderas con erosión fuerte, respetar una zona cercana del escarpe de la ladera de erosión (min 100 mts) ya que la erosión subterránea y la erosión retrograda pueden impactar las construcciones nuevas.
- No poblar las laderas con potenciales de movimientos de ladera. Algunas quebradas sirven como trayectoria de los flujos de escombros y por esto es importante abandonar las quebradas.
- Respetar las formas naturales del terreno durante el diseño de las canalizaciones de los drenajes.

- Tomar en consideración la topografía natural de la superficie durante el diseño para evitar cambios no planificados en la conformación natural del sitio.
- Es importante considerar y calcular los procesos exógenos naturales y escoger la tecnología de construcción más adecuada.

Considerar dentro de los procesos de desarrollo urbano:

- Economizar los recursos ambientales
- Evitar o disminuir la segregación socio-espacial de la población
- Proteger y valorizar el paisaje natural
- Promover la cultura para la protección del paisaje natural
- Prevenir las amenazas naturales y mitigar los riesgos antropicos de la población
- Recuperación de cuencas hidrográficas y programas de saneamiento ambiental en ríos y quebradas
- Controlar el crecimiento desmedido de la ciudad, considerando las áreas que soportan una mayor densificación
- Recuperación y revitalización del espacio público

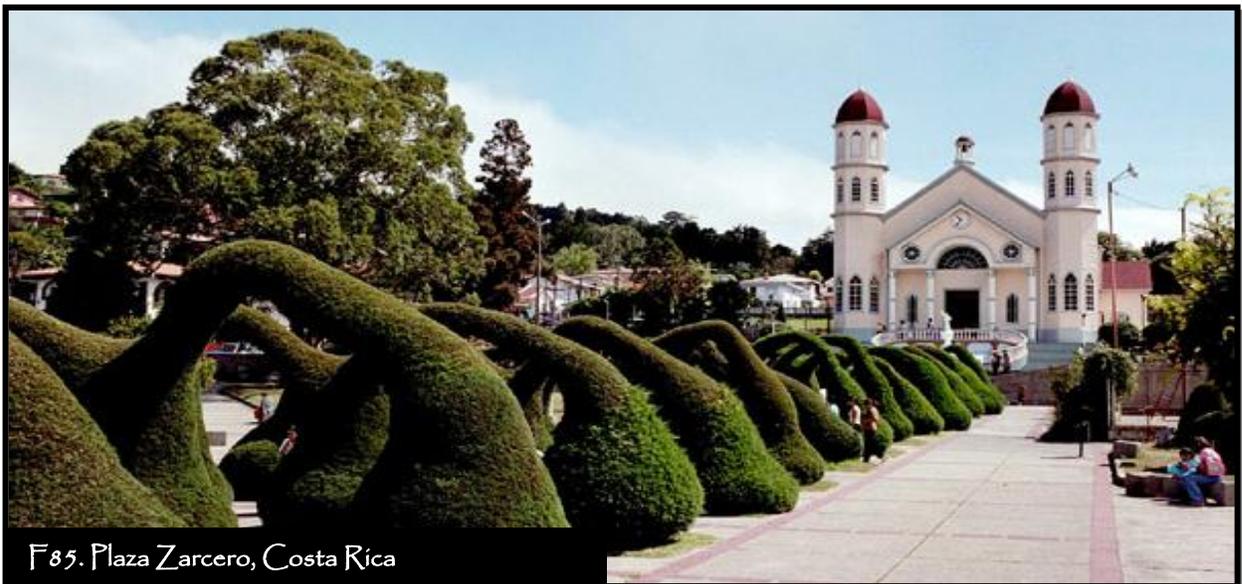


F 84. Vista panorámica del Centro de San Salvador

Identificación y conservación del soporte ambiental del AMSS como:

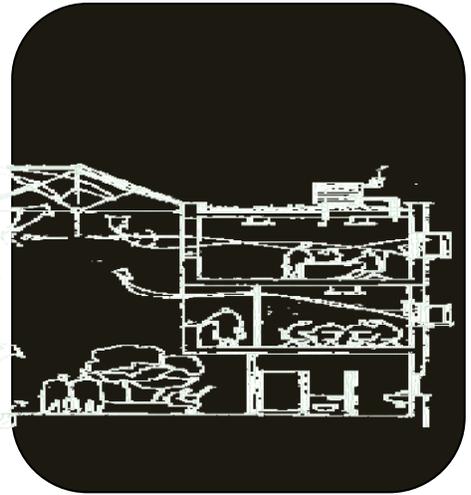
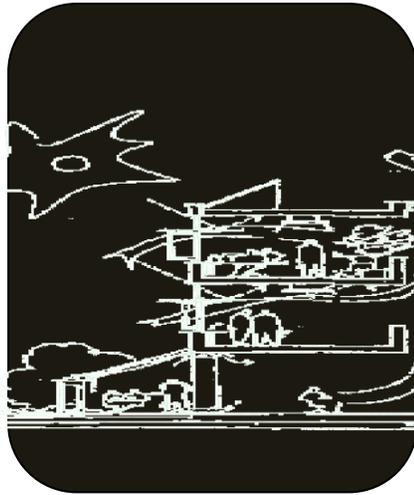
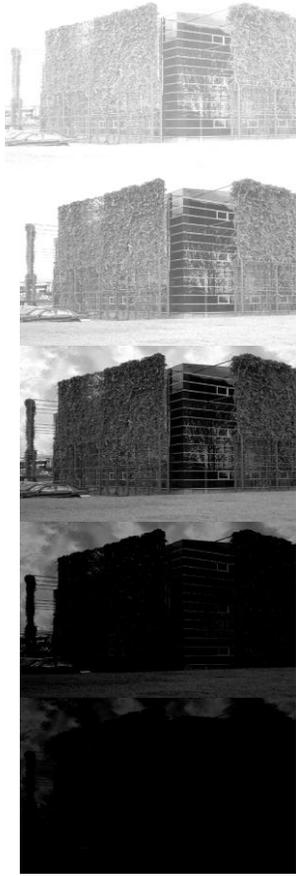
- Las zonas de reserva naturales
- Las zonas de amenazas naturales
- Las zonas de expansión horizontal controlada (baja densidad)
- Las zonas de densificación en altura
- Las zonas de protección patrimonial (memoria arquitectónica, urbana o paisajística)
- Las zonas de reserva para redes de equipamiento metropolitano

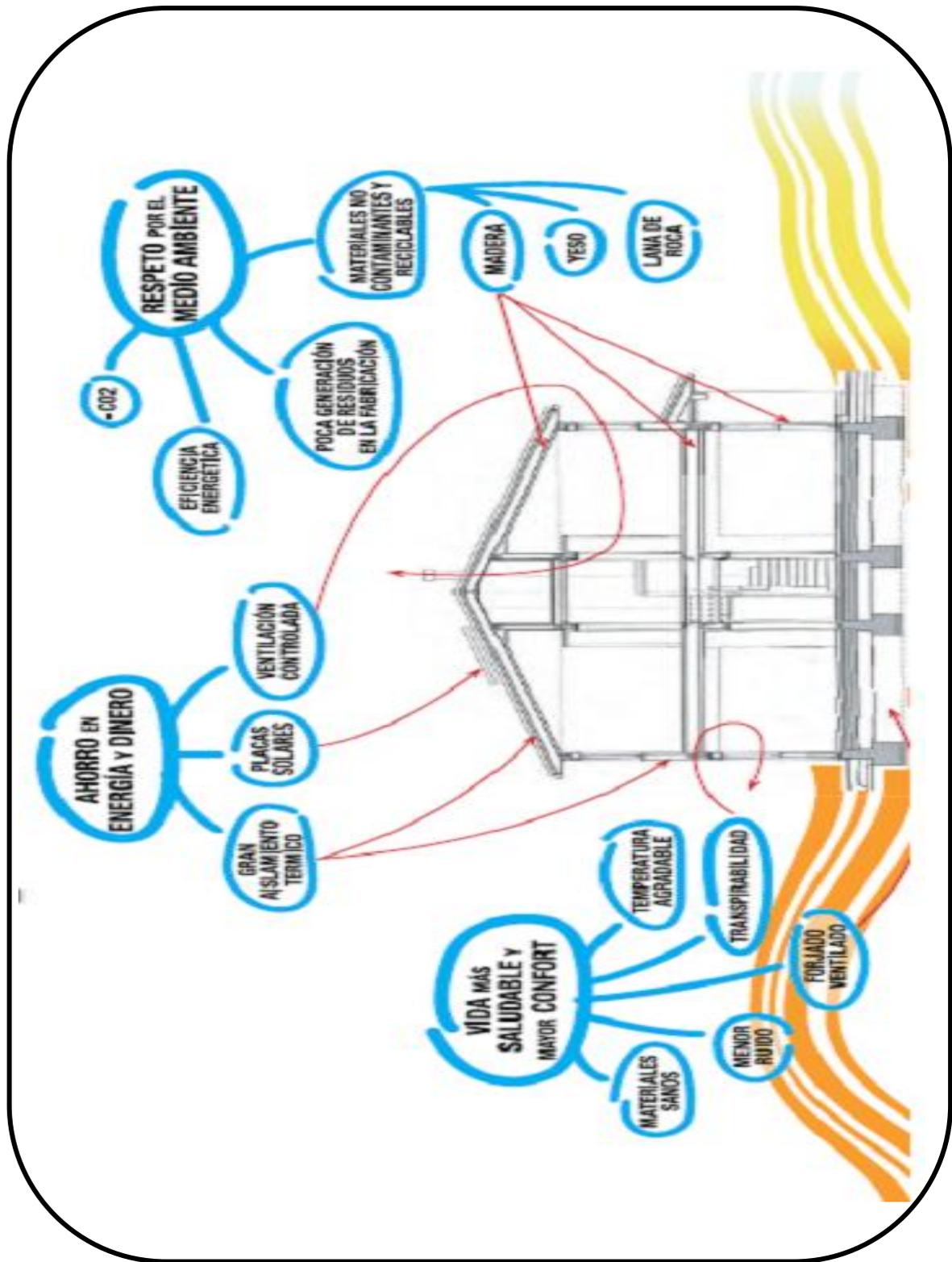
11.0 En todas las actividades relacionadas con la planificación, ejecución y control de la construcción ubicadas en las zonas de protección y conservación de los recursos naturales existentes en cada municipio del AMSS; acatar las resoluciones emitidas por la OPAMSS a través de los instrumentos de regulación vigentes como: La Ordenanza Municipal, El Plano General de la Zonificación del AMSS y Los Planes Especiales; basados en los análisis técnicos establecidos en el PLAMADUR-AMSSA.



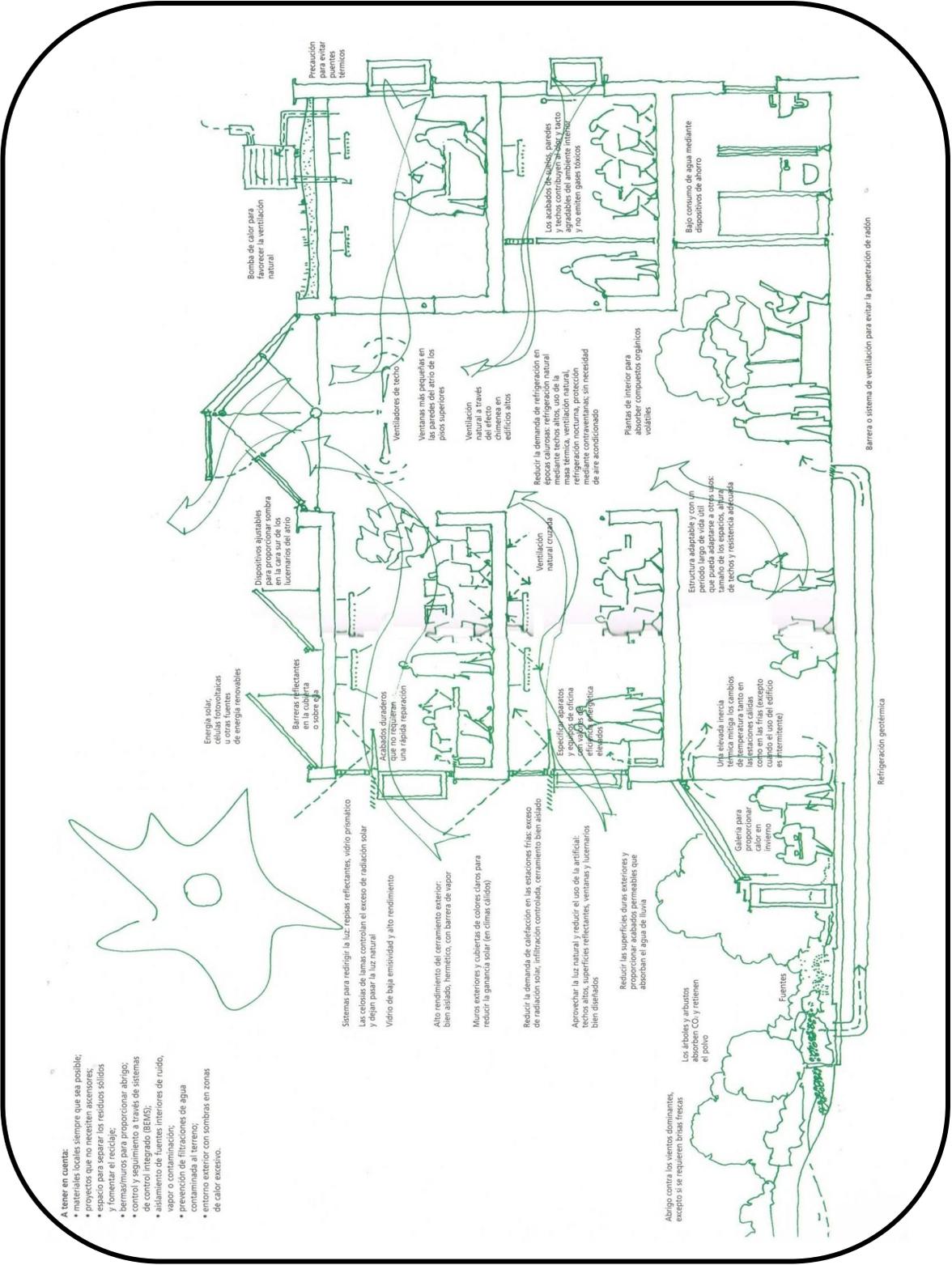
F 85. Plaza Zarcero, Costa Rica

S O X E L E N Z A





Anexo 1. Beneficios de la Arquitectura Bioclimática
<http://www.ecoproyectosweb.com/blog/ecoproyectos/que-es-arquitectura-sostenible>



- tener en cuenta:
 - tener en los siempre que sea posible;
 - espacio para separar los residuos sólidos y fomenta el reciclaje;
 - bermas/muros para proporcionar abrigo;
 - control y seguimiento a través de sistemas de control integrado (BEMS);
 - aislamiento de fuentes interiores de ruido, vapor o contaminación;
 - contaminada al terreno;
 - entorno exterior con sombras en zonas de calor excesivo.

Anexo 2. Ejemplo de un Edificio Bioclimático

<http://www.arquitecturayecosistema.com/arquitectura-y-sostenibilidad/un-vitruvio-ecologico/>

REFERENCIAS

REFERENCIAS - FOTOGRAFIAS.

F1. Escuela de Arquitectura, Universidad de El Salvador

<http://elab.fia.ues.edu.sv/sitio/academica/>

F2. Spire Edge Manesar

<http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2011/09/ken-yeang-proyectos-recientes.html>

F3. Bahrain International Airport

<http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2011/09/ken-yeang-proyectos-recientes.html>

F4. Qatar Airways

<http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2011/09/ken-yeang-proyectos-recientes.html>

F5. Premier City

<http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2011/09/ken-yeang-proyectos-recientes.html>

F6. Panorámica de San Salvador, año 1900

<http://centrohistoricoelsalvador.wordpress.com/2009/11/06/10/>

F7. Plano de San Salvador, año 1900

<http://centrohistoricoelsalvador.wordpress.com/2009/11/06/10/>

F8. Plano de San Salvador, año 1938

<http://sitiosescolares.miportal.edu.sv/10097/crono.html>

F9. Panorámicas de San Salvador, año 1970

<http://www.flickr.com/photos/reneaguiluz/2416386068/in/faves-magarza/>

F10. Panorámica de San Salvador, año 2006

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=231824&page=188>

F11. Panorámica de San Salvador, año 2010

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=399745&page=30>

F12. El Glaciar Upsala en la Patagonia

<http://pedrogarciamartin.blogspot.com/2011/04/undefined.html>

F13. Tráfico vehicular en el centro de San Salvador

<http://m.laprensagrafica.com/2012/02/09/vmt-presento-consultoria-sobre-el-transporte-publico/>

http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=6375&idArt=4326918

F14. Deforestación Área El Espino (2002, 2007, 2009, 2011)

[Geogle Earth](#)

F15. Panorámica del Área Metropolitana de San Salvador

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=994889&page=7>

F16. Panorámica del Área El Espino

<http://lacronicasv.wordpress.com/2011/12/11/la-vida-y-muerte-de-la-finca-el-espino/>

- F17. Vista Panorámica de San Salvador
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=385157&page=2>
- F18. Botadero Cielo Abierto Finca Aragon
<http://amsspres.blogspot.com/2011/01/botadero-cielo-abierto-autorizado-por.html>
- F18. Botadero Cielo Abierto Nejapa
http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=6375&idArt=5520761
- F19. Rio Acelhuate
<http://elmundo.com.sv/100-industrias-contaminan-el-rio-acelhuate>
http://elfaro.net/es/201006/especiales/1899/?st-full_text=1
- F20. A. Trafico vehicular Avenida Los Proceres
http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=47673&idArt=7420596
- F20. B. Trafico vehicular Boulevard del Ejercito
http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=6375&idArt=5364342
- F21. Foto Satelital, Límites geográficos de la Región Metropolitana de San Salvador, 1998
<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/2008GEOSanSalvador.pdf>
- F22. Condominio Dinastía del Sol, Colombia
<http://zuarq.blogspot.com/p/analisis-bioclimatico-de-la-casa.html>
- F23. Casa, Dinastía del Sol, Colombia
<http://zuarq.blogspot.com/p/analisis-bioclimatico-de-la-casa.html>
- F24. Casa, Dinastía del Sol, Colombia
<http://zuarq.blogspot.com/p/analisis-bioclimatico-de-la-casa.html>
- F25. Vista del Volcán de San Salvador
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=399745&page=8>
- F26. Vista del Valle de San Salvador, Plan de La Laguna
<http://www.flickr.com/photos/reneaguiluz/666181964/>
- F27. Volcán de San Salvador
<http://www.teleelsalvador.com/el-volcan-de-san-salvador/>
- F28. Cerro San Jacinto
http://www.elsalvadoraqui.com/elsalvador/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=8
- F29. Lago de Ilopango
<http://alcaldiass.wordpress.com/2009/05/05/lago-de-ilopango/>
- F30. Cerro de Nejapa
<http://elsalvadoresdemilente.blogspot.com/2011/10/el-salvador-natural-i.html>
- F31. Panorámica del Centro Histórico de San Salvador**
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=399745&page=4>
-

F32. Palacio Nacional, Catedral de San Salvador, Centro de San Salvador
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=763550&page=2>

F33. Parque Simón Bolívar, Centro de San Salvador
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=231824&page=201>

F34. Centro Comercial Plaza Mundo, Soyapango
http://elrinconemprendedordehoy.blogspot.com/2011_03_01_archive.html

F35. Condominio La Castellana, Antiguo Cuscatlán
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=231824&page=8>

F36. Antiguo Cuscatlán
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=231824&page=200>

F37. World Trade Center, Col. Escalón
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=231824&page=189>

F38. Centro Comercial La Gran Vía
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1356969&page=6>

F39. Centro Comercial La Gran Vía
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1356969&page=6>

F40. Plaza Salvador del Mundo
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1356969&page=5>

F41. Edificio Avante
<http://www.edificioavante.com/>

F42. Torres 105 Campestre
<http://livingbetter.com.sv/torres105.htm>

F43. Polígono Solidaridad, Naves Industriales
<http://adurelsalvador.blogspot.com/>

F44. Polígono Solidaridad, Restaurante
<http://adurelsalvador.blogspot.com/>

F45. Polígono Solidaridad, Salón de Usos Múltiples
<http://adurelsalvador.blogspot.com/>

F46. Polígono Solidaridad. Salón de Usos Múltiples, Fotos interiores
<http://adurelsalvador.blogspot.com/>

F47. Polígono Solidaridad. Dormitorios para empleados.
<http://adurelsalvador.blogspot.com/>

F48. El edificio Antilla desarrollado por Perkins and Will Architects.
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2007/11/04/que-te-hacer-ser-realmente-verde/>

F49. Bosque de La Esperanza. Bogotá

<http://www.domusweb.it/en/architecture/2012/01/04/el-bosque-de-la-esperanza.html>

F50. Tepoztlán Louge, México

<http://www.domusweb.it/es/noticias/2012/11/23/cadaval--sola-morales-tepoztlan-lounge.html>

F51. Casa Sky Garden, Sentosa Island, Singapur

http://noticias.arq.com.mx/Detalles/13803.html#.Uea2_Y2pBww

F52. Proyecto "Morada Ecológica", Sao Pablo, Brasil

<http://designceramico.com.br/2011/07/26/morada-ecologica-no-museu-de-arte-moderna-de-sao-paulo/>

F53. Hotel Forum Homini, Sudafrica

<http://www.arqhys.com/hotel-en-sudafrica.html>

F54.A Ejemplos de jardines verticales

<http://zenambient.blogspot.com/2013/01/jardines-verticales-muros-verdes-green.html>

F54.B Ejemplos de jardines verticales

<http://www.casahaus.net/2011/04/azoteas-verdes-y-jardines-verticales/>

F54.C Ejemplos de jardines verticales

http://jardines-verticales-mty.blogspot.com/2011_10_01_archive.html

F54.D Ejemplos de jardines verticales

<http://culturadesevilla.blogspot.com/2011/05/jardines-verticales-una-apuesta-de.html>

F54.E Ejemplos de jardines verticales

<http://www.verticalgarden.es/index-2.html>

F54.F Ejemplos de jardines verticales

http://www.ehowenespanol.com/expande-tus-horizontes-jardines-verticales-galeria_123236/

F55. Ejemplo de jardín vertical activo

<http://www.friki.net/contenido-propio/93418-el-paisajismo-puede-ser-friki.html>

F56. Edificio Pérgola

<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/bruno-stagno-agencia-bancaria-13-02-2007.html>

F57. A Ejemplos de Xerojardineria

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=998839&page=38>

F57. B Ejemplos de Xerojardineria

<http://plantas.facilissimo.com/xerojardineria>

F58. Edificio Sustentable

<http://grupo1construcciones.wordpress.com/2012/09/06/arquitectura-sustentable-edificios-verdes/>

F59. Casa del Tejado hasta el suelo, Becerril de la Sierra, España.

<http://manuelmonroy.com/la-casa-del-tejado-hasta-el-suelo/>



F60. La Arena de Zagreb, Croacia

<http://noticias.arq.com.mx/Detalles/10523.html#.UedCPY2pBwz>

F61. Ejemplo de Cubierta con madera

http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-464340950-machimbres-primera-tirantes-para-techos-vigas-aislantes-_JM

F62. Escuela Sta. Eulalia de Roncana

<http://www.ecoarquitectura.info/proyectos/obra-publica/escola-santa-eulalia-de-roncana/>

F63. Casa con paredes de cáñamo, Ashville, Carolina del Norte. USA

<http://www.semillasdemarihuana.es/blog/construyen-casa-con-canamo/>

F64. Utilización de Geotextil en cubiertas, Chicago's City Hall

<http://www.worldbusinesschicago.com/newsletters/email.Sept06.htm>

F65. Aplicación de morteros en fachadas

<http://naturcal.wordpress.com/>

F66. Harpa Concert Hall and Conference Centre, Reykjavik, Islandia

<http://www.plataformaarquitectura.cl/2013/04/29/el-harpa-concert-hall-gana-el-premio-mies-van-der-rohe-2013/>

F67. Edén Project of the South

<http://www.designersparty.com/entry/Eden-of-the-South-Samoo-Architects-Engineers-Grimshaw>

F68. Ejemplo de pavimentación con adoquines permeables

<http://www.construccion-y-reformas.vilssa.com/articulos/tipos-de-pavimentos-ecologicos>

F69. Ejemplo de pavimento ecológico en patios

<http://pergola-madera.es/category/pavimentos-y-baldosas/>

F70. Ejemplo de pavimento ecológico en plaza

<http://www.realestatepress.es/MostrarNoticia.asp?M=0&Id=11438>

F71. Casa Wrap- Hiroshima

<http://www.architonic.com/es/aisht/wrap-house-future-studio/5100379>

F72. Residencia Areópago, Costa Rica

<http://www.casasyfachadas.com/tag/residencia-areopago/>

F73. Residencia Areópago, Panorámica fachada principal

<http://www.casasyfachadas.com/tag/residencia-areopago/>

F74. Residencia Areópago, Panorámica

<http://www.casasyfachadas.com/tag/residencia-areopago/>

F75. Residencia Areópago, Fachada posterior

<http://www.casasyfachadas.com/tag/residencia-areopago/>

F76. Residencia Areópago, Fachada principal

<http://www.casasyfachadas.com/tag/residencia-areopago/>

F77. Residencia Shell. Japón. Perspectivas interiores y exteriores

<http://www.archdaily.com/11602/shell-artechnic-architects/>

F78. Casa Orquídea, Vistas exteriores

<http://www.peruarki.com/la-casa-orquidea-bioclimatica-arq-andres-remy/>

F79. Casa Orquídea, Vistas exteriores

<http://www.peruarki.com/la-casa-orquidea-bioclimatica-arq-andres-remy/>

F80. Casa Orquídea, Vistas interiores-tragaluz

<http://www.peruarki.com/la-casa-orquidea-bioclimatica-arq-andres-remy/>

F81. Casa Orquídea, Vistas interiores

<http://www.peruarki.com/la-casa-orquidea-bioclimatica-arq-andres-remy/>

F82. Casa Orquídea, Detalle de salientes

<http://www.peruarki.com/la-casa-orquidea-bioclimatica-arq-andres-remy/>

F83. A Edificio Pérgola, Costa Rica

<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/bruno-stagno-agencia-bancaria-13-02-2007.html>

F83. B Edificio Pérgola, Detalle de pantalla natural

<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/bruno-stagno-agencia-bancaria-13-02-2007.html>

F84. Panorámica de San Salvador

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=399745&page=3>

F85. Plaza Zarcero, Costa Rica

<http://landsinlove.com/blog/introducing-zarcero/>



REFERENCIA - IMAGENES

I1. Efecto del CO2

<http://www.vegetomania.com/medio-abiente/el-calentamiento-global-y-el-efecto-invernadero>

I2. Esquema - Efecto Invernadero

http://www.kalipedia.com/geografia-argentina/tema/efecto-invernadero-calentamiento-global.html?x1=20080606klpgeogar_9.Kes

I3. Esquema - Capas de La Atmosfera Terrestre

<http://biodiversidadpro.blogspot.com/>

I4. Grafico del comportamiento demográfico en El Salvador a partir del año 2000 al 2012

<http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?c=es&v=24&l=es>

I5. Zonas térmicas de la Tierra

http://simbiosis.okidoki.com.co/paginas/fauna_terrestre.php

I6. Ubicación de la construcción

<http://arqbioclimatica.galeon.com/>

I7. Regiones definidas en los cerramientos

http://editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/1_calor/4_transm/

I8. Transmisión de calor por convección

<http://laplace.us.es/wiki/index.php?title=Archivo:Conveccion.gif&limit=500>

I9. Transmisión de calor por radiación

<http://laplace.us.es/wiki/index.php?title=Archivo:Conveccion.gif&limit=500>

I10. Efecto Invernadero

<http://clgchalets.com/bio8.htm>

I11. Asoleamiento y masa térmica

<http://clgchalets.com/bio8.htm>

I12. Esquema de ventilación por sobre presión

<http://www.fission-engineering.net/sistemas-de-ventilacioacuten-forzada.html>

I13. Esquema de ventilación por depresión

<http://www.fission-engineering.net/sistemas-de-ventilacioacuten-forzada.html>

I14. Ejemplos de unidades mecánicas para la obtención de ventilación cruzada

<http://finallizjenny.blogspot.com/2010/06/viper-el-ordenador-de-clima-y.html>

I15. Esquema de renovación del aire, para mantener condiciones higiénicas.

<http://clgchalets.com/bio8.htm>

I16. Sistemas solares pasivos. Ganancia directa

<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1095604>

I17. Sistemas solares pasivos. Muro de acumulación no ventilado
<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1095604>

I18. Sistemas solares pasivos. Captación solar y acumulación de calor
<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1095604>

I19. Sistemas solares pasivos. Muro de acumulación ventilado
<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1095604>

I20. Sistemas solares pasivos. Muros de agua
<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1095604>

I21. Sistemas solares pasivos. Invernadero adosado
<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1095604>

I22. Sistemas solares pasivos. Techo de acumulación de calor
<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1095604>

I23. Tipos de aprovechamiento climático del suelo
<http://ingenieriaenconstruccion-ua.blogspot.com/2008/10/viviendas-bioclimticas-introduccion.html>

1.24 Diseño básico de recogida de aguas pluviales.
<http://www.h2opoint.com/lluvia.php>

I25. Sección de Lamina Termoacustica
[Manual Técnico Unimetal](#)

I26. Sección de Lamina de Policarbonato alveolar
[Manual Técnico Unimetal](#)

I27. Sección de Lamina de Policarbonato
[Manual Técnico Unimetal](#)

I28. La capa protectora que tiene la lamina elimina el 98% de los rayos UV
[Manual Técnico Unimetal](#)

I29. Comportamiento de la lámina de polietileno.
[Manual Técnico Unimetal](#)

I30. Bloque de Termoarcilla
http://brasil.acambiode.com/produto_84548694355655654507127002089893.html

I31. Dimensiones y estructura de panel de policarbonato.
[Manual Técnico Unimetal](#)

I32. Detalles del Block de plástico
[Información proporcionada por el fabricante](#)

REFERENCIA - CUADROS Y TABLAS

C1. Diferencia entre Efecto Invernadero y Calentamiento Global

<http://www.concienciaeco.com/2010/08/21/que-es-el-calentamiento-global/>

C2. Tiempo en que tarda algunos desechos sólidos en degradarse

<http://www.santicontreras.com/2012/12/cuanto-tiempo-tarda-en-degradarse.html>

C3. Zona Térmica a la que pertenecen los municipios del AMSS

Cuadro obtenido en base a la altura en metros sobre el nivel del mar de cada municipio y las tres zonas térmicas existentes en El Salvador.

C4. Zonificación climática de San Salvador según Koppen-Sapper-Laurer y Holdrige

<http://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00252/doc00252-seccion%20b.pdf>

C5. Cuadro de duración aproximada de las estaciones

http://cef.uca.edu.sv/descargables/proyectos/UCASolarAssessment_es_206.pdf

C6. Cuadro de precipitación Pluvial anual por municipios del AMSS (Rango de oscilación en 52milímetros)

http://cef.uca.edu.sv/descargables/proyectos/UCASolarAssessment_es_206.pdf

C7. Conductividades térmicas de diversos materiales en $w/(k*m)$

http://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_t%C3%A9rmica

C8. Calor específico y capacidad calorífica de algunos materiales

<http://manuelmonroy.com/la-casa-del-tejado-hasta-el-suelo-continuacion/>

