

**UDS**

**ANTOLOGIA**

ARQUITECTURA SUSTENTABLE  
ARQUITECTUTA  
8° CUATRIMESTRE

---

## Marco Estratégico de Referencia

---

### ANTECEDENTES HISTORICOS

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1979 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor de Primaria Manuel Albores Salazar con la idea de traer Educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer Educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tarde.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en septiembre de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró como Profesora en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de finanzas en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta Educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de Educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían

intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el Corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y Educativos de los diferentes Campus, Sedes y Centros de Enlace Educativo, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca a nivel nacional e internacional.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

## **MISIÓN**

Satisfacer la necesidad de Educación que promueva el espíritu emprendedor, aplicando altos estándares de calidad Académica, que propicien el desarrollo de nuestros alumnos, Profesores, colaboradores y la sociedad, a través de la incorporación de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **VISIÓN**

Ser la mejor oferta académica en cada región de influencia, y a través de nuestra Plataforma Virtual tener una cobertura Global, con un crecimiento sostenible y las ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

## VALORES

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

## ESCUDO



El escudo de la UDS, está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

## ESLOGAN

“Mi Universidad”

## ALBORES



Es nuestra mascota, un Jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen.

---

## Arquitectura Sustentable

---

**Objetivo de la materia:** Propiciar en el alumno la adquisición de conocimientos de escenarios y conceptualización actuales de la Arquitectura Sustentable en México, Latinoamérica y el mundo a partir de la comprensión y un mejor entendimiento de los fenómenos del ambiente natural, la economía y el medio social en su interacción con las edificaciones.

### UNIDAD I

#### Fundamentos Teóricos.

I.1. Concepto de sustentabilidad.	11
I.2. Desarrollo sustentable o sostenible.	11
I.3. Bases de las cuales se sustenta un desarrollo sostenible.	12
I.3.1. Revivir el crecimiento económico.	13
I.3.2. Cambiar cualitativamente el crecimiento.	14
I.3.3. Satisfacer las necesidades humanas elementales.	15
I.3.4. Establecer un nivel sostenible de población.	16
I.3.5. Conservar y reforzar la base propia de recursos naturales.	16
I.3.6. Reorientar la tecnología y el manejo de riesgos.	18
I.3.7. Unir los aspectos económicos y ambientales en la toma de decisiones.	19
I.3.8. Estatus de la acumulación de residuos contaminantes de la comunidad.	20
I.4. Métodos, indicadores y criterios de evaluación del desarrollo sostenible.	27
I.5. Arquitectura sostenible.	36

1.6. El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura. \*

ANEXOS 65

## UNIDAD II

### Arquitectura bioclimática.

2.1	Arquitectura bioclimática.	40
2.2	Aspectos que incorpora la postura bioclimática.	41
2.2.1.	Aspectos biofísicos.	
2.2.2.	Aspectos constructivos.	
2.2.3.	Aspectos antropológicos culturales.	
2.3	Estado actual de la arquitectura frente al bioclimatismo.	51
2.4	Factores condicionantes de la edificación.	54
2.5	Diseño interior: compartimentación, altura, dimensiones, proporciones y escalas.	56
2.6	Características de la piel del edificio. Aislamiento térmico y acústico; textura y color.	56
2.7	Características de los materiales y técnicas locales.	57

## UNIDAD III

### Estrategias bioclimáticas.

3.1	Consejos generales en función del clima.	62
3.2	Clima cálido seco.	62
3.3	Clima cálido húmedo.	63
3.4	Clima frío.	64
3.5	Clima templado.	65

## UNIDAD IV

### Arquitectura ecológica.

4.1.1.	Introducción.	82
--------	---------------	----

4.1.2. Afrontar los desafíos medioambientales.	83
4.1.3. Objetivos de la arquitectura ecológica.	84
4.1.4. Aproximaciones a la arquitectura ecológica.	87
4.2 Principios básicos.	88
4.2.1. Principios básicos.	89
4.2.2. Continuidad.	91
4.2.3. Proyecto holístico.	93
4.3. Normas, estándares y guías.	94
4.3.1. Normas.	95
4.3.2. Estándares.	97
4.3.3. Guías.	102

## **TEMAS Y SUBTEMAS**

### **UNIDAD I**

#### **Fundamentos Teóricos.**

- I.1 Concepto de sustentabilidad.
- I.2 Desarrollo sustentable o sostenible.
- I.3 Bases de las cuales se sustenta un desarrollo sostenible.
  - I.3.1. Revivir el crecimiento económico.
  - I.3.2. Cambiar cualitativamente el crecimiento.
  - I.3.3. Satisfacer las necesidades humanas elementales.
  - I.3.4. Establecer un nivel sostenible de población.
  - I.3.5. Conservar y reforzar la base propia de recursos naturales.
  - I.3.6. Reorientar la tecnología y el manejo de riesgos.
  - I.3.7. Unir los aspectos económicos y ambientales en la toma de decisión
  - I.3.8. Estatus de la acumulación de residuos contaminantes de la comunidad.
- I.4 Métodos, indicadores y criterios de evaluación del desarrollo sostenible.
- I.5 Arquitectura sostenible.

1.6 El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura. \*

## ANEXOS

### UNIDAD II

#### Arquitectura bioclimática.

2.1 Arquitectura bioclimática.

2.2 Aspectos que incorpora la postura bioclimática.

2.2.1. Aspectos biofísicos.

2.2.2. Aspectos constructivos.

2.2.3. Aspectos antropológicos culturales.

2.3 Estado actual de la arquitectura frente al bioclimatismo.

2.4 Factores condicionantes de la edificación.

2.5 Diseño interior: compartimentación, altura, dimensiones, proporciones y escalas.

2.6 Características de la piel del edificio. Aislamiento térmico y acústico; textura y color.

2.7 Características de los materiales y técnicas locales.

### UNIDAD III

#### Estrategias bioclimáticas.

3.1 Consejos generales en función del clima.

3.2 Clima cálido seco.

3.3 Clima cálido húmedo.

3.4 Clima frío.

3.5 Clima templado.

### UNIDAD IV

#### Arquitectura ecológica.

4.1.1. Introducción.

4.1.2. Afrontar los desafíos medioambientales.

4.1.3. Objetivos de la arquitectura ecológica.

4.1.4. Aproximaciones a la arquitectura ecológica.

4.2 Principios básicos.

4.2.1. Principios básicos.

4.2.2. Continuidad.

4.2.3. Proyecto holístico.

4.3. Normas, estándares y guías.

4.3.1. Normas.

4.3.2. Estándares.

4.3.3. Guías.

## UNIDAD I

### 1.1. Concepto de sustentabilidad.

Sustentabilidad es la actividad realizada en cualquier área o campo, que permite satisfacer las necesidades actuales sin comprometer o sacrificar las necesidades futuras (Cfr. Instituto de recursos naturales, 1992:22)

### 1.2. Desarrollo sustentable o sostenible.

Organización de Naciones Unidas (ONU). A partir de la publicación del informe Brundtland 1982 donde se acuña por primera vez, la formulación del concepto de Desarrollo sostenible, como el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones



actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, se da a conocer mundialmente con la publicación del informe de “Nuestro Futuro Común”, publicado en 1987 (ONU), en función de la preparación de la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio

Ambiente y Desarrollo que se efectuaría en Rio de Janeiro en 1992.

En este contexto, después de la primera formulación del concepto de Desarrollo Sostenible, en 1992 en Rio de Janeiro en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente e y Desarrollo se emite la “Declaración de Rio de sobre Medio Ambiente y el Desarrollo”, se planteó el objetivo de establecer una alianza mundial con acuerdos internacionales donde se respetan los intereses de todos, en aras de proteger la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial. Como resultado de la Conferencia, se redactan diversos compromisos entre países, y además nace el documento de “agenda 21” o “Plan de acción Global hacia el Desarrollo Sostenible”; donde se establecieron detalladamente las acciones que por parte de los gobiernos, organizaciones internacionales y que otros niveles emprenderían a fin de lograr la integración de Medio Ambiente y Desarrollo, en el horizonte del siglo XXI. Siendo el resultado más importante de esta Conferencia, Agenda 21 se convierte en el marco de referencia internacional para normar el proceso de desarrollos según los principios de sustentabilidad.

### **I.3. Bases de las cuales se sustenta un desarrollo sostenible.**

Aun bajo estas interrogantes, resulta ineludible identificar aquellas condiciones que han resultado comúnmente reconocidas como deseables en un país o región que aspire a un avance hacia el desarrollo sostenible. Un punto de partida inicial puede constituirlo las denominadas Premisas para un desarrollo sostenible”, recogidas



bajo este nombre en el epígrafe 27 del mencionado “Informe Brundtland”, el cual dice:

Objetivos críticos en una política de desarrollo y medio ambiente que complemente el concepto de desarrollos sostenible son:

- Revivir el crecimiento económico.

- Cambiar cualitativamente el crecimiento.
- Satisfacer necesidades elementales de trabajo, alimentación, agua, energía y sanidad.
- Asegurar un nivel sostenible de la población.
- Conservar y reforzar la base de recursos naturales.
- Reorientar la tecnología y el manejo de riesgos.
- Unir los aspectos económicos y ambientales en la toma de decisiones.

En el propio informe, se analizan después cada uno de los objetivos, realizando acotaciones que resulta pertinente comentar, pues, aunque algunas de ellas no mantienen su actualidad, de modo general si aportan una visión más completa de lo que debe constituir una política para lograr el desarrollo sostenible, como se verá a continuación.

### **1.3.1. Revivir el crecimiento económico.**

Se precisa que no todos los países ni regiones requieren de una magnitud semejante. Los países con un ya elevado nivel de su producto interno bruto, pueden no requerir altos crecimientos o incluso, pueden ser deseable un decrecimiento, no así aquellos considerados “subdesarrollados” o en fase de desarrollo. Para América Latina se argumenta como necesario un nivel de crecimiento de un 5.5% anual. Esta cifra ya no posee actualidad, y en realidad es muy diversa la situación por países dentro de la región, pero lo cierto es que donde no se ha alcanzado un nivel de crecimiento económico resulte imprescindible.

En este mismo acápite, se precisa también que un desarrollo sostenible debe abordar el tema de las personas que viven por debajo del nivel de pobreza, esto es que no pueden cubrir sus necesidades básicas elementales. Una condición necesaria, pero no suficiente para ello, es un incremento de los ingresos per cápita en los países del tercer mundo.

### 1.3.2. Cambiar cualitativamente el crecimiento.

Se argumenta que el desarrollo económico debe estar sólidamente fundamentado en los stocks de recursos naturales de cada país, y cuando se consuman un stock renovable deben contemplarse los costos asociados a su reposición. De modo similar, el consumo de stocks no renovables que generen ingresos debe acompañarse de medidas y dedicar una parte de dichos ingresos a crear fuentes futuras renovables equivalentes. Resalta el informe que no basta crecer, es necesario y hacerlo y que ellos contribuya a una distribución más equitativa de los ingresos, que ello beneficie a un número mayor de personas.

También se argumenta que un desarrollo no es sostenible si se incrementa la vulnerabilidad ante las crisis. La vulnerabilidad puede ser reducida utilizando tecnologías, o escogiendo alternativas que reduzcan los riesgos, o creando reservas, por ejemplo de alimentos o de divisas. Una variante de desarrollo que combine crecimiento y menor vulnerabilidad es más sostenible que otra que incremente la vulnerabilidad.

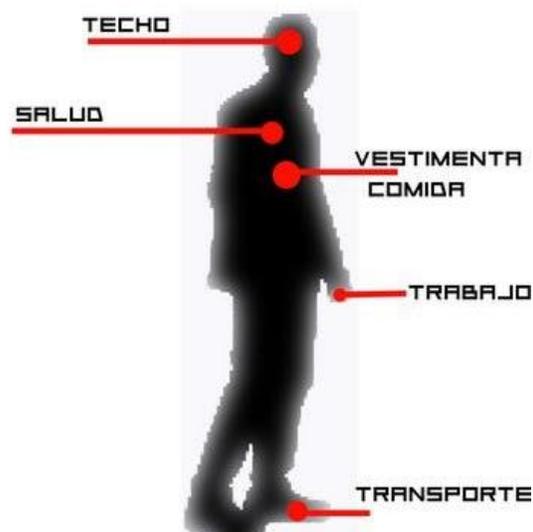
En el informe se recalca que no es suficiente para el Desarrollo Sostenible ampliar las variables económicas, se requiere considerar necesidades humanas tales como salud y educación, aire y aguas limpias, protección de bellezas naturales y atención a los grupos más desfavorecidos que pueden presionar el medio natural. El desarrollo económico y el social pueden resultar no excluyentes y el incremento de los gastos en salud y educación puede contribuir a elevar el PIB y la productividad.



### 1.3.3. Satisfacer las necesidades humanas elementales.

Se recalca como objetivo central del desarrollo sostenible. La más básica de las necesidades es disponer de un trabajo que permita asegurar la subsistencia. Crear fuentes de empleo con un ingreso que permita satisfacer necesidades básicas, es un desafío que debe encarar cualquier proyecto de desarrollo sostenible. Junto con ello, se deben satisfacer los índices básicos de alimentación, energía, acceso a agua potable, educación, salud, sanidad y vivienda. Sobre cada uno de estos aspectos, existen indicadores específicos que permitan su evaluación.

Con relación al objetivo de establecer un nivel sostenible de población, se enfatiza que el desarrollo sostenible podrá asegurarse solo si se estabiliza un nivel de población acorde con la capacidad productiva de los ecosistemas.



### **1.3.4. Establecer un nivel sostenible de población.**

Se enfatiza que el desarrollo sostenible podrá asegurarse solo si se estabiliza un nivel de población acorde con la capacidad productiva de los ecosistemas. Se destaca la necesidad de atender el desbalance entre la población urbana y rural y se recomienda promover los pequeños núcleos urbanos, en lugar de las grandes ciudades. Las grandes urbes entrañan mayores riesgos, mayor consumo energético y de agua y un deterioro de la calidad del aire.

El envejecimiento de la población y la emigración pueden conducir a un desbalance entre la población económicamente activa y la población envejecida, jubilada o con necesidad de asistencia social por edad o salud, que puede comprometer el desarrollo sostenible.

### **1.3.5. Conservar y reforzar la base propia de recursos naturales.**

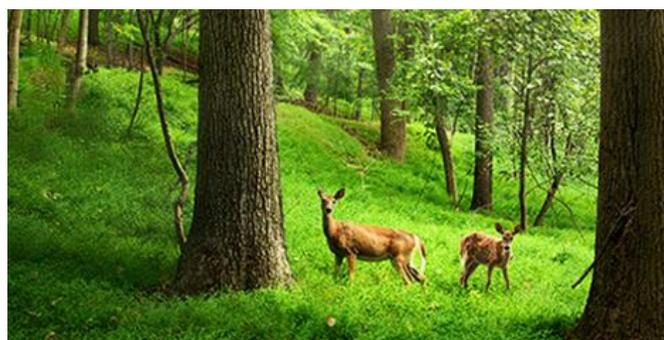
Contribuye un pilar esencial para lograr un desarrollo sostenible. Este debe asentarse en las capacidades y recursos naturales existentes en un territorio, en su vocación natural. Conservar los recursos agrícolas es esencial para satisfacer las necesidades de alimentos. Las prácticas ecológicamente más benignas basadas en el control del consumo de agua, y el empleo de pesticidas y fertilizantes orgánicos contribuyen a una agricultura sostenible.

El uso razonable de la tierra constituye un aspecto fundamental, evitar una sobreexplotación que conduzca a problemas de erosión, salinización, compactación o mal drenaje, entre otros, requiere atención particular para un uso sostenible del suelo. Similar atención amerita el recurso agua. Su utilización solo en las medidas necesarias, evitar las pérdidas y la contaminación, incentivar su reúso y adoptar prácticas tendentes a incrementar la eficiencia en su uso son acciones asociadas a su empleo sostenible.

El informe recomienda prestar atención especial a los ecosistemas más vulnerables, tales como zonas montañosas, costeras y humedales. Atender que se mantenga la tasa de reposición de los recursos renovables, tales como los recursos pesqueros, forestales y otros resulta esencial para alcanzar un desarrollo sostenible. La energía constituye un

factor de los recursos naturales que puede constituirse en limitante final del desarrollo sostenible. Es por ello que se destaca la necesidad de disminuir el consumo energético y las pérdidas en sistemas de transmisión e incrementar el empleo de energías renovables para alcanzar un desarrollo sostenible.

Los recursos naturales agotables o no renovables, tales como los minerales materiales de construcción, el petróleo o el gas, cuando son consumidos o utilizados no estarán disponibles para las futuras generaciones. Sin embargo, es inevitable su empleo como parte de la actividad económica necesaria para cubrir necesidades de las presentes generaciones. Lo que puede hacer un país o un territorio es reducir los niveles de consumo de estos recursos, aumentar la eficiencia de su uso y buscar siempre que sea posible su remplazo por recursos renovables, en el empeño de lograr la sostenibilidad.



### **1.3.6. Reorientar la tecnología y el manejo de riesgos.**

Durante un largo periodo de tiempo en el pasado siglo, el desarrollo estuvo orientado a la búsqueda de beneficios económicos, sin atender debidamente el consumo material energético, los riesgos ambientales o los peligros para la salud humana. El desarrollo sostenible demanda una drástica modificación de esta tendencia. Las tecnologías a utilizar deben enfatizar en reducir el consumo material energético, la emisión de residuos nocivos al ambiente, y las condiciones de trabajo propensas a generar riesgos para la salud humana y el ecosistema o daños irreversibles en los recursos naturales.

Las prácticas de reciclaje, la extensión de los ciclos de vida útil de equipo y maquinarias, la incorporación de medios destinados a reducir las emisiones de gases y la evaluación rigurosa de medidas tendentes a reducir los riesgos de operación en industrias, sistemas complejos, medios de transporte y grandes urbes, forman parte de las acciones para alcanzar la sostenibilidad.



### **1.3.7. Unir los aspectos económicos y ambientales en la toma de decisiones.**

Alcanzar un desarrollo sostenible implica valorar de modo conjunto las implicaciones económicas y ambientales de aquellas decisiones que determinan el desarrollo. No debe primar exclusivamente el aspecto económico, toda nueva inversión debe contemplar una evaluación de sus impactos ambientales, a corto, mediano y largo plazo y ello debe ser incorporado en las evaluaciones de créditos de los bancos e instituciones financieras. Las estrategias de desarrollo deben integrar ambos aspectos.

De modo similar, no puede primar exclusivamente un enfoque ambientalista. Toda actividad económica conlleva utilizar recursos del medio natural, materiales y energía, y a su vez genera algún tipo de residuos que se devuelven al medio natural, y pueden o no ser degradados y asimilados por este. Pero, se argumenta satisfacer las necesidades sociales, ni tampoco dar solución a los pasivos o daños ambientales generados en el pasado.

En la interpretación de esta premisa, han de surgido en épocas recientes diversas iniciativas que pretende conciliar el desarrollo económico y la preservación ecológica. Una de ellas es promovida por el **PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)**, es el paradigma de “economía verde” (como alternativa a la “economía marrón” paradigma económico prevaleciente en la actualidad), la cual según el reporte del Secretario General (ONU; 2011) “se enfoca principalmente en la intersección entre medio ambiente y economía”, y supone “aprovechar” oportunidades para avanzar en metas económico-sociales y ambientales.

### 1.3.8 Estatus de la acumulación de residuos contaminantes de la comunidad.

#### Residuos Sólidos (caso Comitán, Chiapas).

En la ciudad de Comitán se desechan más de 150 toneladas de basura al día, su destino es un predio donde se verte la basura a cielo abierto, transportado por un sistema vehicular a una distancia de 4.5 kilómetros de la mancha urbana, existe un módulo diseñado para que funcione como RS (Relleno Sanitario) pero nunca ha funcionado por falta de maquinaria e infraestructura complementaria. La extensión del predio es aproximadamente de 25 hectáreas, funcionando como tiradero a cielo abierto con todas las afectaciones que ésta generando por esa condición, no existe un control normativo de lixiviados, emisión de gases, control de aves de rapiña y otros factores negativos.

En México se genera diariamente 102,895.00 toneladas de residuos, de los cuales se recolectan 83.93 % y se dispone en sitios de disposición final solo el 78.54 %, reciclando únicamente el 9.63 % de los residuos generados.

En todo el mundo se genera 1.4 billones de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por año una media de 1.2 kg generados por persona al día (promedio), la tasa media de generación de basura per cápita en América latina (en los países cuyo idioma oficial es español o portugués) es de 0.87 kg. al día.



El reciclaje es precisamente, una de las grandes asignaturas pendientes en América Latina y el Caribe, según datos del Banco Mundial, esta es la región que menos recicla del mundo: solo un 4.5% de basura, cuando el promedio del planeta es de 13.5%.

La composición de los residuos sólidos urbanos (RSU) que se generan en el estado de Chiapas, el 50% son residuos orgánicos y de jardinería, el 11% son plásticos y PET, 8% es de papel y cartón, el 4% es vidrio y el 3% metales, el restante 24% lo constituyen, otros materiales como son pañales, textiles, uncel, fibras, etc., en este sentido la problemática radica en el número de municipios que realizan separación y reciclado es mínimo, por lo tanto su recuperación es menor que el

10% de los materiales. La mayor recuperación se realiza a través de la segregación informal, lo que genera un mayor volumen de residuos sin tratamiento en los sitios de disposición final. (SEMAHN 2018)

De acuerdo al Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, en 2017 se construyeron 6 rellenos sanitarios (RS) con lo que se llegó a un total de 12, sin embargo, durante la gestión de la titular de la Semavi en la entidad, se anunció la construcción de 13 RS con una inversión de 21 millones de pesos, la mayoría fueron un fracaso, no se instalaron, aunque los recursos se ejercieron.

De tal forma que los 12 que están funcionando, seis ya operaban y los otros seis se establecieron en la administración (2012-2018), los doce tienen una capacidad de contener el 40% del total de los desechos generados en Chiapas, mientras que el 60% de la basura va a cielo abierto o sitios ilegales sin ningún control sanitario.



Si se considera los estándares de producción de basura en México, nuestra población genera aproximadamente un promedio de 960 gramos de basura diaria, según el INEGI censo 2020, la población del municipio de Comitán es de 166,178 de los cuales 38,221 es población rural y 127,957 es población urbana por lo tanto se deberían de producir 122.8 toneladas diarias de basura, sin embargo, se producen más de 150 toneladas diarias da como resultado que cada habitante produce 1.17 kg diarios de basura.

En el municipio se carece de la cultura del reciclaje un mínimo porcentaje es reutilizado como cartón, PET, y metales.

### **Aguas residuales.**

En este sector se deben de considerar **dos temas importantes** que tienen que ver con sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Comitán.

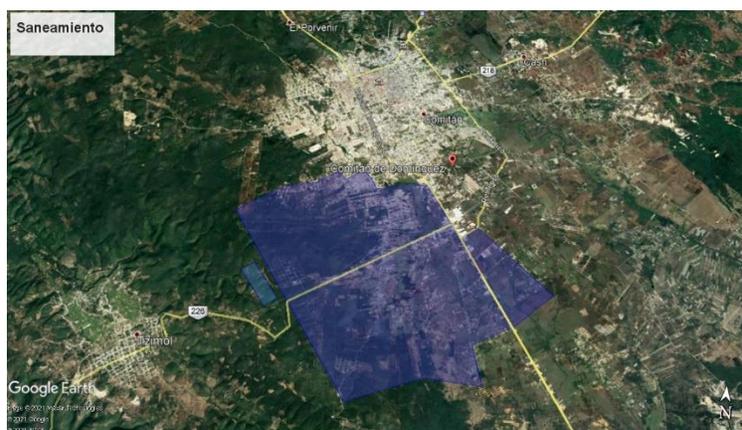
Primero debemos de saber el número de viviendas que cuentan con un sistema donde descargan sus aguas utilizadas, según el INEGI en el censo de 2020 el número de viviendas

es de 32,726 de un total de 34,207 es decir 95.6% cuentan con drenaje, sin embargo, el dato que se tiene también del INEGI es que solo el 53.7% (17, 574 viviendas) están conectadas al sistema de drenaje municipal. La realidad es que varias colonias de la zona poniente de la ciudad no están conectadas al sistema de drenaje municipal, estas viviendas cuentan con una fosa séptica o letrina. La razón es porque las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) existentes se localizan a una distancia considerable y el colector más cercano no permite una conexión ya que el sistema de drenaje funciona por gravedad y se requiere mínimo un 2% de pendiente, para que el caudal fluya correctamente, por la distancia que existe de las viviendas y por la topografía del terreno se genera una contrapendiente.



drenaje municipal.

En la imagen esta de color verde las zonas que están conectadas al sistema de



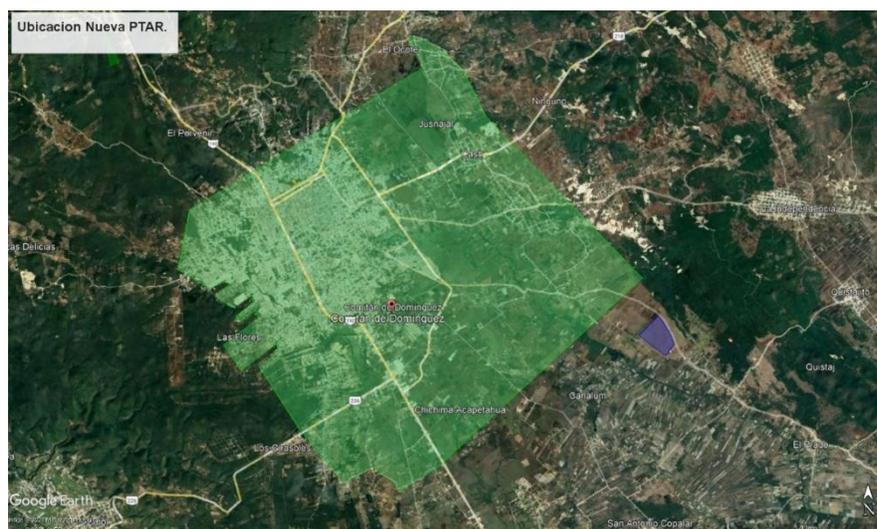
municipal.

En esta imagen están representado de color azul las zonas que no están conectadas al sistema de drenaje

Para el 100% de la mancha urbana cuente con el sistema de drenaje, es decir que todas las viviendas estén conectadas al sistema de drenaje municipal, existen dos opciones:

A.- Construir una PTAR en el lado poniente de la ciudad. Que daría el servicio a toda la zona marcada con color azul.

B.- Mover el sistema de PTAR existente hacia una cota más abajo, es decir, más hacia el sur, colindando con la comunidad de Copalar.



Esta es una posible reubicación de la PTAR existente para que las 34,207 viviendas cuenten con el servicio de drenaje municipal.

El **punto numero dos** importante en relación al tema es: que actualmente la PTAR existente se encuentra colapsada en su funcionamiento, con solo ver imágenes actuales se puede determinar que no funciona por las condiciones físicas de la infraestructura. La siguiente imagen obtenida de Google Earth Pro del



año 2005 se observan dos módulos para recibir y tratar el agua servida, en condiciones relativamente buenas, cuando en Comitán habitaban 84,770 personas y se descargaban aproximadamente 15,700 metros cúbicos diarios de aguas residuales, esta cantidad se obtiene de multiplicar la cantidad de litros de agua que por norma utiliza una persona diariamente, que es de 150 litros, por el número de habitantes.



Y obtuvimos una imagen del año 2022 y se puede observar que ya son tres módulos que conforman el sistema para tratar las aguas residuales, aplicamos el mismo criterio del multiplicar el número de habitantes del año 2022 (136,227 habitantes) por 150

litros que según la norma utiliza una persona diariamente y nos arroja la cantidad de 20,441 m<sup>3</sup> que recibe el sistema, en las condiciones que se observan en la imagen, dudosamente cumpla con su función que es de tratar las aguas residuales, es decir que si arrojan una gran cantidad de metros cúbicos de aguas negras a la cuenca del río grande.

### Punto número tres

Uno de los problemas que afronta la comunidad mundial es la escasez de agua para el consumo humano, según la UNESCO se considera como un fenómeno natural, pero también un fenómeno inducido por los seres humanos. Aun cuando hay suficiente agua dulce en el planeta para satisfacer las necesidades de una población mundial de cerca de siete mil millones de personas, su distribución es desigual tanto en el tiempo como en el espacio, y mucha de ella es desperdiciada, contaminada y manejada de manera insostenible. No existe en el mundo escasez de agua como tal, en su lugar hay un número de regiones en el mundo que sufren escasez de agua, <sup>29</sup> esto debido a que el uso de este recurso ha crecido más del doble en relación con la tasa de incremento poblacional en el último siglo. Cerca de una quinta parte (1,200 millones) de la población mundial de 6 mil millones de

personas, habita en áreas que enfrentan escasez de agua, y otro cuarto de la población mundial (1,600 millones) enfrenta recortes en el suministro de agua debido a que carecen de la infraestructura necesaria para tomar agua de los ríos y acuíferos (ONU, 2005). La escasez de agua representa para muchos países el desafío más acuciante para el desarrollo socioeconómico y humano en general.

La escasez de agua es la condición en la cual la demanda de este recurso, en todos los sectores, incluyendo el del medio ambiente, no puede ser satisfecha debido al impacto del uso del agua en el suministro o en la calidad del recurso. La escasez de agua puede empeorar a causa del cambio climático, especialmente en zonas áridas y semiáridas, que ya de por sí presentan estrés hídrico. Así, la protección de los recursos de agua dulce mundiales requiere que el impacto de origen humano sobre el medio ambiente y el clima sea abordado de manera integrada. Es de importancia crítica invertir en programas que protejan el medio ambiente natural, conserven los recursos hídricos y los utilicen de manera eficiente.

La degradación de la calidad del agua contribuye a la escasez de este recurso. Este es un aspecto importante en el manejo de los recursos hídricos, el cual ha sido tratado con negligencia. La mala calidad del agua tiene múltiples consecuencias para la salud y el medio ambiente, que vuelven al recurso no apto para su uso, dando como resultado la reducción en la disponibilidad de recursos hídricos. En efecto, la contaminación del agua ha devenido en una de las grandes amenazas para la disponibilidad y reúso del agua dulce. La acelerada urbanización, el incremento en las actividades agrícolas, el uso de fertilizantes y plaguicidas, la degradación del suelo, las altas concentraciones de población y la deficiente eliminación de desechos afectan la disponibilidad de los recursos de agua dulce.

El tratamiento del agua puede ser caro; en consecuencia, es necesario abordar las cuestiones relativas en particular a la escasez y calidad del agua. El Programa Hidrológico Intergubernamental (PHI) puede contribuir de forma significativa a la comprensión y manejo de la calidad del agua en el mundo en vías de desarrollo.

En la ciudad de Comitán no es la excepción, y presenta problemas de distribución y captación de los pozos que se localizan en la zona de la cuenca del río grande. Podemos

asegurar que en la región se cuenta con mantos acuíferos suficientes para la demanda de la ciudad, sin embargo, en varias zonas de la mancha urbana se carece del suministro del vital líquido. Según datos del INEGI en el año 2020 en el municipio de Comitán el 52.4% de viviendas cuentan con agua entubada, el restante 47.6% lo obtiene de pozos artesanales, cuerpos de agua, etc. Si bien tenemos datos de que los nueve pozos profundos de donde se capta el agua tienen un gasto de 531.00 litros /segundo, que dan como aforo 1,912 metros cúbicos / hora, según la demanda es de 19,190 metros cúbicos al día. Con solo 10 horas de bombeo diario se podría cubrir al 100% el suministro a la población.

### **Conclusión.**

En materia de arquitectura sustentable debemos de conocer el entorno de la comunidad con relación al destino final de residuos contaminantes que genera la población, las condiciones de la infraestructura, en este caso específico, **Residuos Sólidos Urbano (RSU)**, su tratamiento, manejo, aprovechamiento y depósito y **Aguas residuales** o como comúnmente las conocemos “aguas negras” y de la misma forma, la infraestructura para su traslado, manejo, tratamiento y desde luego su aprovechamiento para un posible riego agrícola.

En cuanto al **sistema de suministro de agua** entubado a la población, concluimos que la captación por sistema de bombeo y rebombeo a los tanques de almacenamiento genera un alto consumo de energía eléctrica, la falta de mantenimiento de los sistemas de bombeo, hacen ineficiente el sistema, además en la red de distribución del líquido debe de realizarse una revisión, pues se considera que un gran porcentaje de agua se pierde por fugas, debido a los años de operación con tuberías ya cumplieron con sus años de servicio además, por la demanda, ya no satisfacen por su diámetro. Un punto importante es que los pozos profundos de captación se localizan en la zona baja donde también se ubicó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales poniendo en riesgo la contaminación de los mantos freáticos.

#### **1.4. Métodos, indicadores y criterios de evaluación del desarrollo sostenible.**

La evaluación del grado de desarrollo sostenible alcanzado por un país o una región, resulta un tema complejo y no totalmente resuelto por varias razones. De una parte, el concepto de desarrollo sostenible en sí mismo resulta algo ambiguo y susceptible a diversas interpretaciones, en dependencia de quien realiza la evaluación. Por otro lado, integrar aspectos económicos, sociales y ecológico-ambientales en una evaluación no es una tarea fácil, pues entraña valorar aspectos que se miden en unidades distintas y cuya importancia relativa dependen también del criterio del observador.

Si bien los aspectos económicos se pueden evaluar en términos de dinero, no sucede lo mismo con los temas sociales o ambientales. En cualquiera de ellos, concurren componentes diversos, susceptibles de ser evaluados por diferentes índices, asignar a los cuales un peso relevancia específica entraña cierto grado de subjetividad. Así por ejemplo, el desarrollo social comprende aspectos tales como salud, vivienda y educación, entre otros. Para evaluar la salud se puede utilizar la esperanza de vida, la cantidad de niños nacidos vivos, y muchos otros criterios. Así por ejemplo, el desarrollo social comprende aspectos tales como salud, vivienda y educación, entre otros. Para evaluar la salud se puede utilizar, entre otros. Para evaluar la salud se puede utilizar la esperanza de vida, la cantidad de niños nacidos vivos, y muchos otros criterios.

De aquí que la evaluación del grado de desarrollo sostenible de un país sea un tema relevante, abordado en numerosas investigaciones desde el mismo momento en que fue formulado el concepto, y sobre el cual se continúa trabajando con resultados parciales que indican cierta insatisfacción con los criterios utilizados hasta este momento, como se verá a continuación. Atendiendo a estas circunstancias, no es de extrañar que en las evaluaciones del desarrollo sostenible a nivel de país métodos utilizados preferentemente haya sido el de informes valorativos donde se considera el avance o retrocesos de indicadores seleccionados en esferas económicas, sociales y ambientales.

Estas evaluaciones, aunque descansan en la evolución de datos estadísticos, poseen un carácter cualitativo y fraccionado, sin pretensiones de alcanzar un criterio integrador. Resulta útil cuando logran una sistematicidad que permite comparar los cambios de un mismo territorio en el tiempo, pero son más limitadas para comparaciones entre diferentes países o regiones. Otro método intentado ha sido lograr un indicador único, o varios indicadores generales que permitan expresar de modo integrado un valor numérico o cuantitativo del grado de sostenibilidad de un país o región, lo cual facilita la comparación con otros países o regiones.

Un primer intento rápidamente descartado, fue el empleo del producto interno bruto como medidas del desarrollo sostenible. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en 1992, descartó el empleo de este indicador pues el mismo no incluye ni el capital natural ni los efectos de la contaminación ambiental, entre otras limitaciones. Es conveniente precisar aquí que se entiende por capital natural, según (Azqueta, D., 2002) “se entiende por capital natural aquel que proporciona la base de recursos naturales de la biosfera”, en tanto (Daly, 2002) lo define como “es la capacidad del ecosistema de ofrecer tanto una fuente de recursos naturales como un flujo de servicios naturales”.

La diferencia entre capital natural y el capital hecho por el hombre sustancial en los criterios valorativos de la sostenibilidad. Así, asociado al capital natural, se han desarrollado dos modelos o criterios de evaluación de la sostenibilidad: la llamada “sostenibilidad fuerte” parte de la posición de que no es posible el remplazo del capital natural por una cantidad equivalente de capital construido por el hombre. En cambio, las “sostenibilidad débil” asumen que se asegura la sostenibilidad si se le entrega a futuras generaciones una cantidad total de capital similar a la recibida, fuera en capital natural o en capital construido por el hombre. En esta concepción el capital natural puede ser utilizado, siempre que se constituía por una cantidad equivalente de capital construido por el

hombre. Esta posición es severamente criticada y no resulta aceptable para muchos especialistas.

La búsqueda de un indicador o de una evaluación considerando múltiples criterios es quizás el método que se considera más aceptable. Como acertadamente señalan (Matinez-Alier, J. y J. Roca-Jusmet, 2006): “La naturaleza multidimensional del desarrollo sostenible, que comprende aspectos económicos, sociales, institucionales y medioambientales requiere la consideración simultanea de mediciones representando varios aspectos del desarrollo en el tiempo”. Pero lograr un indicador único, no ha sido logrado hasta el momento. Los resultados más frecuentes están asociados al empleo de varios indicadores, cada uno de los cuales integra varios factores asociados a una de las dimensiones de la sostenibilidad.

En la búsqueda de criterios rigurosos de evaluación de la sostenibilidad hay que destacar tres reglas o principios propuestos por Herman Daly (1990) en una obra clásica que evalúa críticamente la ambigüedad del concepto enunciado en el “Informe Brudtland”. Las tres reglas son:

- La tasa de consumo de los recursos renovables no debe exceder si tasa de renovación.
- La emisión de residuos no debe superar la capacidad de absorción de los ecosistemas
- Los recursos no renovables deben ser utilizados a una velocidad tal que permita sustituirlos con la creación de un recurso renovable equivalente, a partir de los ingresos generados.

Siendo estas tres reglas rigurosamente válidas para alcanzar la sostenibilidad, resulta complejo encontrar métodos de evaluación de su grado de cumplimiento, por lo cual ha sido limitado su alcance practico. La experiencia más comúnmente utilizada en el contexto mundial ha sido desarrollar indicadores donde predomina una de las dimensiones de la sostenibilidad. A continuación, se describe algunos de los indicadores más frecuentemente utilizados según la experiencia internacional. La “huella ecológica” (“Ecological Footprint”

en idioma inglés). Es un indicador físico, de sostenibilidad fuerte, propuesto por Rees y Wackenagel (1994). Se define como la superficie de tierra productiva y agua (ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos que consumen una sociedad y asimilar los residuos que esta produce, dondequiera que se encuentre esta tierra y agua. La comparación con la tierra productiva y agua realmente disponible es un país o región dada, permite deducir si esta sociedad está dependiendo de sus propios recursos, o si esta, utilizando recursos superiores a su dotación. Los resultados de su cálculo en el mundo actual, como era de esperar, indican que los países desarrollados están viviendo por encima de su capacidad, lo que suplen a través de su comercio con el mundo subdesarrollado. De modo agregado, la huella ecológica del planeta en 1999 (2.8 hectáreas por habitante) era ya superior a su capacidad (2hectareas). A modo de ejemplo, la de España era de 3.8 y la de Estados Unidos 10.3.

El valor esencial de la huella ecológica es político, al poner de manifiesto quienes tienen un nivel de vida y de consumo superior a sus recursos naturales, pero es poco útil para valorar la evolución de un país, ya que de una parte, no contempla todas las sustancias contaminantes, ni tampoco toma en consideración aspectos sociales. El **“índice de desarrollo humano” (IDH)** es un indicador promovido en el marco del **Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)** con el objetivo de diferenciar el desarrollo humano del económico. El desarrollo humano es definido como un proceso de ampliación de oportunidades de las personas. De los niveles posibles de desarrollo, el índice destaca tres selecciones básicas para las personas: alcanzar una vida larga y saludable, adquirir conocimientos y tener recursos para disfrutar de un nivel de vida adecuado.

El IDH se basa en un promedio de estas tres medidas fundamentales: esperanza de vida al nacer, nivel educacional y logaritmo de ingreso per cápita. Este índice constituye una herramienta para valorar comparativamente diversos países y regiones, sus valores más limitados para valorar tendencias dentro de un país, pues la esperanza de vida y nivel educacional no experimentan grandes cambios de un año a otro. El “indicador de

Sustentabilidad Ambiental” (Environment Sustainability Index, ESI) es un indicador multicriterio de sostenibilidad fuerte, desarrollado por un grupo de la universidad de Yale, Estados Unidos, diseñado para comparar la capacidad de proteger el medio ambiente. Para ello, integra 76 datos primarios en 21 indicadores de sustentabilidad ambiental, agrupados en 5 categorías, que son: sistemas ambientales, reducción de presiones ambientales, reducción de la vulnerabilidad humana a las presiones ambientales, capacidad social e institucional para responder a los retos ambientales y gestión y cooperación global.

#### **1.4.1 Arquitectura sustentable.**

Para definir a la Arquitectura sustentable se debe tener muy claro el concepto de Desarrollo Sustentable, esto es, el desarrollo que satisface las necesidades presentes sin crear problemas medioambientales y sin comprometer la demanda de las generaciones futuras. (UIA, 1993). En este sentido, hablar de arquitectura sostenible es hablar de diseño y construcción sostenible, pero esto no es algo nuevo, pues visionarios destacados ya han abordado estos conceptos que hoy en aras de transformar a nuestras ciudades en mejores lugares donde vivir, han tomado presencia decidida frente a una época marcada por los crecientes problemas ambientales. Se ha manifestado que hoy los edificios consumen 60% de los materiales extraídos de la tierra y su utilización aunado a las acciones de edificación originan alrededor de la mitad de las emisiones de CO<sub>2</sub> vertidas a la atmósfera, esto sin dejar de mencionar que ha evidenciado que al menos el 30% de las edificaciones nuevas o rehabilitadas provocan afecciones a la salud de sus moradores. (Woldwatch, 1995).

Ya desde junio de 1993. La Unión Internacional de Arquitectos en el congreso Declaración de interdependencia por un futuro sostenible, celebrado en Chicago, reconocieron oficialmente el principio de sostenibilidad o sustentabilidad. Se definió como pauta de progreso y se comprometieron a ubicarlo social y ambientalmente como parte esencial de la práctica profesional del quehacer arquitectónico. Existe un consenso general a raíz de este congreso, de que para aplicar los principios de sustentabilidad en arquitectura deben considerarse cinco factores:

1. El ecosistema
2. Las energías
3. La tipología de los materiales
4. Los residuos
5. La movilidad

Con todos estos los arquitectos deben desarrollar el diseño y la edificación para asentamientos humanos y sus sistemas de soporte, en función de apoyar el desarrollo de una cultura global e interdependiente con el medio ambiente natural y lograr un futuro sustentable. Por su parte, en 1998 la escuela de Arquitectura y Planeación Urbana de la Universidad de Michigan publicó el documento de Introducción a la Arquitectura Sustentable, donde sintetiza en tres los principios de la arquitectura sustentable (Kim & Rigdon, 2008). La economía de recursos, que se refiere a la reducción, reutilización y reciclamiento de los recursos naturales utilizados en el edificio;

1. EL Diseño por Ciclo de vida del Edificio, que genera una metodología para analizar los procesos de edificación y su impacto en el medio ambiente, y
2. El Diseño en relación al usuario, con enfoque en la interacción entre hombre y el medio natural.
3. Para la aplicación de los principios, el desarrollo del diseño arquitectónico sustentable debe partir de un esquema conceptual de los componentes del proceso de diseño que conduzcan a un método. Esto es:

Tabla 2. Principios, Estrategias y Método de Diseño Sustentable

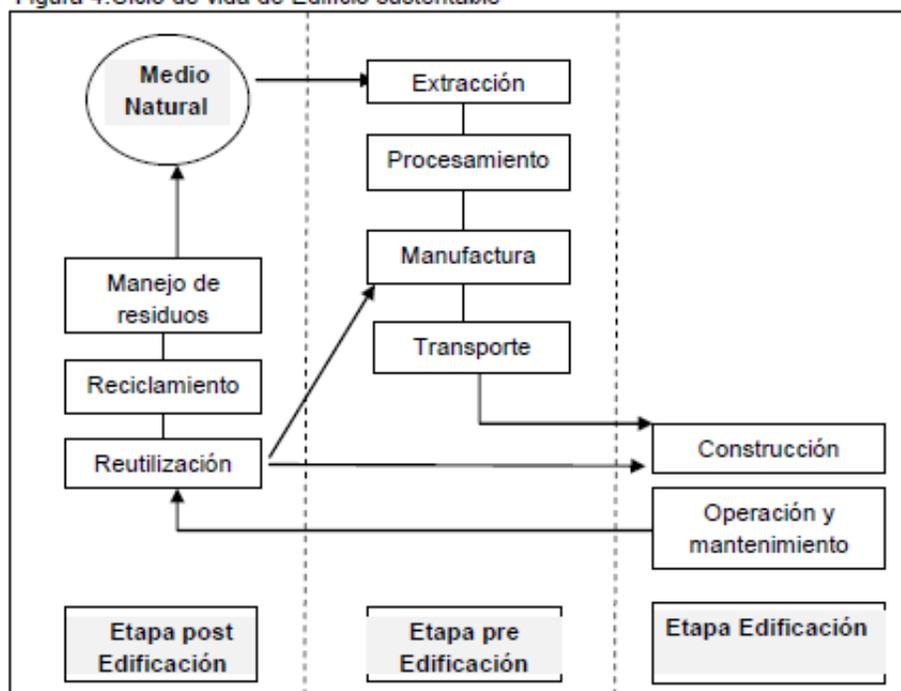
DISEÑO SUSTENTABLE		
PRINCIPIOS		
ECONOMIA DE RECURSOS	CICLO DE VIDA DEL DISEÑO	DISEÑO HUMANO
ESTRATEGIAS		
CONSERVACION DE ENERGIA	FASE PRE EDIFICACION	PRESERVACION DE CONDICIONES NATURALES
CONSERVACION DEL AGUA	FASE DE EDIFICACION	DISEÑO URBANO Y PLANEACION DEL SITIO
CONSERVACION DE MATERIALES	FASE POST EDIFICACION	DISEÑO PARA CONFORT HUMANO
METODOS		

Fuente: Introducción al Diseño Sustentable. Universidad de Michigan. Dec. 1996

Considerando que el ciclo de vida se da en cuatro etapas: Diseño, Construcción, Operación y Movimiento y finalmente Demolición.

En el ciclo de vida de un edificio sustentable se integran en las tres etapas de diseño las acciones de:

Figura 4. Ciclo de vida de Edificio sustentable



Fuente: Introducción al Diseño Sustentable. Universidad de Michigan. Dec. 1996

Finalmente, partiendo de que la vivienda sustentable se puede definir como crear unidades sostenibles por medio del consumo eficiente de los recursos naturales como la energía, agua, suelo, materiales y el trabajo humano. Por lo que las viviendas sustentables deben:

1. Ser eficientes en el consumo de energía
2. Ser eficientes en el uso de otros recursos, especialmente agua
3. Pensarse para formar unidades dolidas y autosuficientes de uso mixto
4. Estar proyectadas para tener una larga vida útil
5. Estar pensadas para maximizar el reciclaje
6. Ser saludables
7. Estar proyectadas para adaptarse a los principios ecológicos

Así que el proyecto de vivienda sustentable va más allá de sus atributos físicos. Será sustentable si conlleva prosperidad económica, fomenta la cohesión social, proporciona seguridad, promueve el bienestar social y mejora la salud individual, local y global. Todo esto además del ahorro energético. En sí, asocia lo físico, lo social y lo cultural en un único programa.

Los principios de proyecto para el desarrollo sustentable de una vivienda deben considerar ser proyectada: para reducir el impacto ambiental, durabilidad, reutilización, maximizar el consumo de energía renovable, con una distribución de espacios de forma que se auto-proteja de los elementos, teniendo en cuenta el clima, para proteger la salud de los usuarios.

El proyecto de vivienda sustentable es en general debe integrar el diseño para mejorar el rendimiento energético en los aspectos de calefacción, refrigeración e iluminación, y reducir el impacto ambiental en ámbitos como el diseño, la construcción y el uso del edificio, que incluyen la producción de impactos al medio ambiente por los residuos, los materiales y sistemas constructivos y el consumo de recursos naturales como el agua, la vegetación y el suelo.

En general los aspectos claves del proyecto deben ser sobre la estructura, cerramiento, iluminación, energía eléctrica, calefacción, refrigeración, agua, ventilación, costo, obra y paisaje.

Tabla 3. Estrategias de Diseño Sustentable.

Fase	Aspectos a considerar
Concepto	Identificar los aspectos ecológicos y energéticos del proyecto Acordar objetivos medioambientales para la vivienda
Estudio Preliminar	Analizar el emplazamiento desde parámetros de luz solar, resguardo y sombras Estudiar casos análogos Considerar los aspectos de costos
Esquemas iniciales	Utilizar estrategias de diseño solar pasivo que incluyan luz natural Proporcionar luz solar a espacios habitables potenciando la entrada de luz natural en la configuración de planta y alzado Utilizar inercia térmica para moderar fluctuaciones de temperatura Considerar sistemas de abastecimiento de agua y gestión de residuos Utilizar materiales locales Evaluar el rendimiento del edificio
Anteproyecto	Tener en cuenta: La altura de techos para calefacción, refrigeración e iluminación La inercia térmica según el uso de los espacios interiores Optimizar la proporción y distribución de huecos exteriores del cerramiento en relación a la calefacción e iluminación Especificar criterios para instalaciones de servicios Calcular el rendimiento del edificio.
Proyecto	Cumplir con los reglamentos sobre luz natural, ventilación, sistemas activos y pasivos Escoger materiales y sistemas constructivos teniendo en cuenta la inercia térmica, los huecos y la sombra así como el lugar de producción de los materiales
Proyecto ejecutivo	Desarrollar las especificaciones del edificio y de la obra Detallar rendimiento térmico, la luz natural y ventilación controlada Especificar los huecos exteriores para el rendimiento medioambiental Seleccionar acabados interiores y exteriores respetuosos con el medio ambiente Considerar el rendimiento ambiental en la selección de calefacción, refrigeración, radiadores y controles Especificar equipos y controles de iluminación eléctrica para minimizar el consumo Especificar sanitarios de bajo consumo de agua
Construcción	Tener presentes los requisitos del diseño ecológico Especificar las prácticas de construcción y niveles de tolerancia. Controlar el rendimiento medioambiental. (Infiltraciones, consumos, temperaturas, etc.)
Supervisión	Proteger el paisaje natural del emplazamiento Asegurar la aplicación correcta de aislamiento y evitar puentes térmicos en los huecos No cambiar materiales o componentes sin previo estudio Garantizar la existencia de sistemas de eliminación de residuos
Entrega del edificio	Asegurar que el usuario comprenda los conceptos y sistemas de construcción aplicados y instruirlo en la obtención del mayor rendimiento de los sistemas activos de control
Garantía	Dar seguimiento a los sistemas activos y comparar con el rendimiento real.
Mantenimiento y rehabilitación	Utilizar acabados ecológicos Utilizar materiales de limpieza y saneamiento que no deterioren el medio ambiente Realizar auditorías energéticas Evaluar posibilidades de actualizar los sistemas activos Considerar la calidad del aire interior y la salubridad del edificio.

Fuente: libro 'Un Vitubio ecológico'.2008

## 1.5. El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura.

El diseño sustentable en arquitectura es un proceso de creación en el cual se establecen criterios de desarrollo sustentable como: reducción de gastos en los recursos naturales empleados, reducción de la contaminación al suelo, al aire y agua, mejoramiento del confort y de la calidad interior del edificio, ahorro económico y financiero en los proyectos constructivos, reducción de los desperdicios y desechos generados tanto en el

proceso constructivo, de mantenimiento y de fin de la vida útil del edificio, como de la reducción de los desperdicios industriales generados por la fabricación de materiales constructivos.

Los siguientes puntos son principios de diseño sustentable en arquitectura:

- Respetar las condiciones y características del paisaje y del contexto en el proceso de creación del edificio, desde su trazado hasta su construcción y mantenimiento.
- Tomar en cuenta el ciclo de vida de los edificios como auxiliar en el proceso de diseño.
- Tomar en cuenta todas las características físicas del lugar como son clima, viento, suelo y agua para hacer un proyecto acorde y con ventajas en el confort térmico, acústico, aspectos visuales, consumos de energía y agua, etc.
- Así mismo se deben respetar los requerimientos arquitectónicos básicos como programas o partidas arquitectónicas, superficies, volúmenes, texturas, colores, etc. En relación con los requerimientos de tipo sustentable.
- En el diseño del proyecto sustentable se deben integrar los seis elementos principales del manejo del sitio, manejo de la energía del edificio con manejo de la calidad del interior del edificio, manejo del agua en los desechos y desperdicios generados en el proceso y en todo el ciclo de vida de los edificios, que incluye también el ciclo de vida de los materiales.
- Cuando se diseña un edificio desde el punto de vista sustentable, no debemos verlo como una moda ecológica sino como una verdadera necesidad actual y para el futuro del desarrollo regional o como país.
- Respetar y seguir las normas existentes que regulan la calidad de los edificios, y aunque en México y en muchos otros países aun no existan normas y legislación completas acerca de la edificación sustentable, nosotros como responsables del diseño y construcción de los proyectos, tenemos la obligación de plantear propuestas de diseño sustentable y diseñar sobre la base de criterios y lineamientos de desarrollo sustentable y ecológico y hacer de nuestros proyectos edificios que respetan al medio ambiente, reduzcan la contaminación, incrementen

el confort en los usuarios y reduzcan los desechos que genera esta gran industria de la arquitectura.

Los principios del Diseño Sustentable en Arquitectura se resumen en la figura 4, con base en el Diseño por Ciclo de Vida (DCV), que no es otra cosa más que incluir las fases del ciclo de vida de los edificios, y correlacionarlas con los procesos de diseño y creación de edificios (Kim, J. J. et al. 1998). El diseño sustentable se centra principalmente en prevenir la contaminación y disminuir el impacto ambiental causado por todos aquellos productos de la arquitectura. Cada uno de estos principios del diseño sustentable generan a su vez varias estrategias a tomar en cuenta para los procesos de diseño, construcción, uso y mantenimiento del edificio; y estas estrategias a tomar en cuenta para los procesos de diseño sustentable generan a su vez varias estrategias a tomar en cuenta para los procesos de diseño, construcción, uso y mantenimiento del edificio; y estas estrategias permiten a su vez la propuesta y generación de métodos para reducir el impacto ambiental por parte de los arquitectos y urbanistas.

La figura 4 muestra entonces los principios del diseño sustentable en arquitectura y las principales estrategias, de tipo económico, constructivo y ecológico, que debemos seguir los arquitectos para prevenir la contaminación al medio ambiente y disminuir notablemente el impacto al ambiente que genera la actividad e industria de la arquitectura y edificación, con base al diseño y análisis de Ciclo de Vida de los edificios.

La figura 4 es solo, un esquema conceptual dividida en principios, estrategias y métodos; de las cuales las estrategias referentes a: economía de los recursos y diseño humano y ecológico contienen 6 aspectos que determinan la sustentabilidad del proyecto o edificio; la columna central del esquema referente al Ciclo de Vida, se repite para cada estrategia durante el proceso de diseño del inmueble. Por lo que respecta a los métodos, también estos acompañan al análisis pro ciclo de Vida durante todo el proceso de diseño.

Cabe mencionar que en el esquema anterior se muestran básicamente los principios para el diseño Sustentable en Arquitectura, y que se relacionan directamente con el ámbito en

donde se desarrolla la sustentabilidad, es decir, la economía, la sociedad y el medio ambiente. El diseño en sí, es un proceso de creación mediante el cual creamos un producto, que para el caso de la arquitectura es una edificación.

Para llegar a generar un buen producto o edificación es arquitectura, requerimos de la herramienta imprescindible que se llama Diseño, y este a su vez debe tener las características de generar productos sustentables de ahí el nombre de Diseño Sustentable. Sabeos que el Diseño es un proceso, por tanto y a continuación, describimos este proceso de creación:

- Pre diseño
- Fase esquemática o de anteproyecto
- Desarrollo del diseño
- Documentación y estudios para la construcción
- Fase de construcción

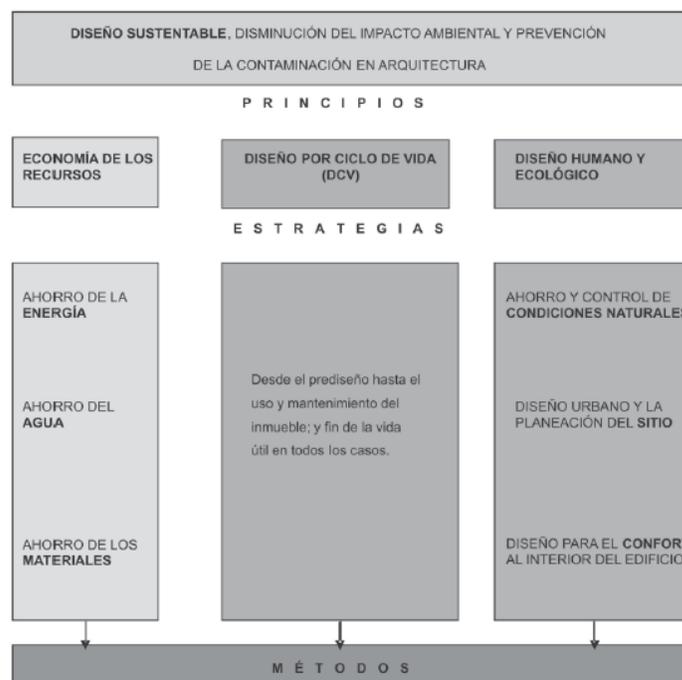


Figura 4. Esquema conceptual para el Diseño Sustentable en Arquitectura, con sus principios y estrategias básicas, a través del Ciclo de Vida (Fuente: Kim, J. J. y Rigdon, Brenda, 1998).

## Unidad 2

### 2.1. Arquitectura bioclimática.

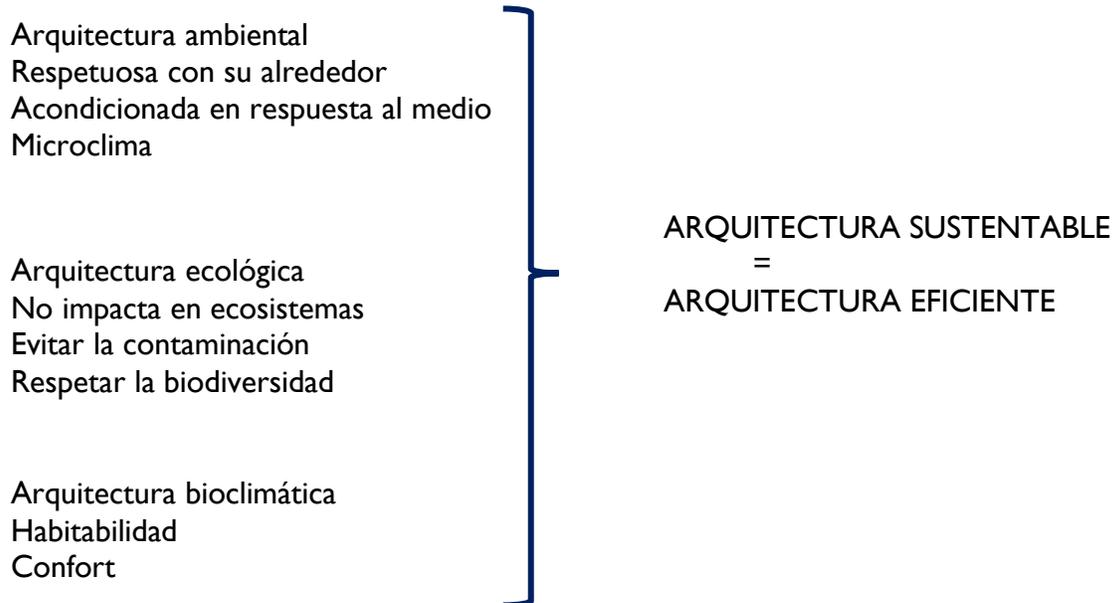
Composición de soluciones arquitectónicas a partir del conjunto de técnicas y los materiales disponibles, con miras a conseguir el resultado del confort deseado, conforme las exigencias del usuario y a partir del clima local.

La concepción bioclimática es ante todo una especie de compromiso cuyas bases son:

- Un programa de arquitectura
- Un paisaje
- Una cultura
- Unos materiales locales
- Cierta noción del bienestar y del abrigo
- Síntesis es la envoltura habitable.

Arquitectura ecológica, bioclimática, etc... son algunos términos, que nos son sinónimos, pero persiguen un común denominador, promover diseños con el objetivo de restaurar el balance o equilibrio entre el medio ambiente y lo manipulado por el hombre.

El buen comportamiento bioclimático de la arquitectura ha de pasar por entender y optimizar, en relación con el edificio, los ciclos de materia energía e información.



Para poder trabajar en términos de arquitectura sustentable necesitamos:

**Sensibilidad ecológica + conocimiento bioclimático.**

## 2.2. Aspectos que incorpora la postura bioclimática

La postura bioclimática se basa principalmente en la búsqueda del confort, y este, se relaciona directamente la sensación de bienestar. En el confort influyen multitud de factores físicos y psicológicos. En general podemos que los aspectos que incorpora la postura Bioclimática se desarrollan a partir de una búsqueda del confort físico, psicológico y cultural. El confort físico busca a través de la consideración de aspectos biofísicos y constructivos, el confort psicológico y cultural se introduce a partir de la consideración de aspectos antropológicos- culturales e igualmente constructivos.



### 2.2.1. Aspectos biofísicos.

Hacen referencia a dos puntos fundamentales: la calidad del aire para la respiración, con sus posibles olores, de difícil evaluación y que suele considerarse a través del parámetro de renovación del aire; y el confort térmico, donde intervienen los complejos fenómenos de intercambio de energía entre el cuerpo y el medio ambiente y que suele considerarse a través de los parámetros de temperatura del aire y temperatura radiante, humedad del aire, ventilación, etc.

El confort térmico se produce cuando se dan al mismo tiempo, las dos condiciones siguientes:

- La cantidad de calor producido por el metabolismo es igual a la cantidad de calor cedida al ambiente. En reposo absoluto y estado de comodidad, la producción mínima de calor en el cuerpo es de 70 kcal/h (1kcal/h por cada kg de peso) (80kcal/h sentado en un trabajo normal de oficina, 200 kcal/h caminando despacio y 500kcal/ corriendo y con trabajo duro 600 kcal/h)
- En ninguna parte del cuerpo se percibe sensación de frío o calor.
- Satisfacer necesidades elementales de trabajo, alimentación, agua, energía y sanidad.

## Fuentes y Sumideros energéticos naturales

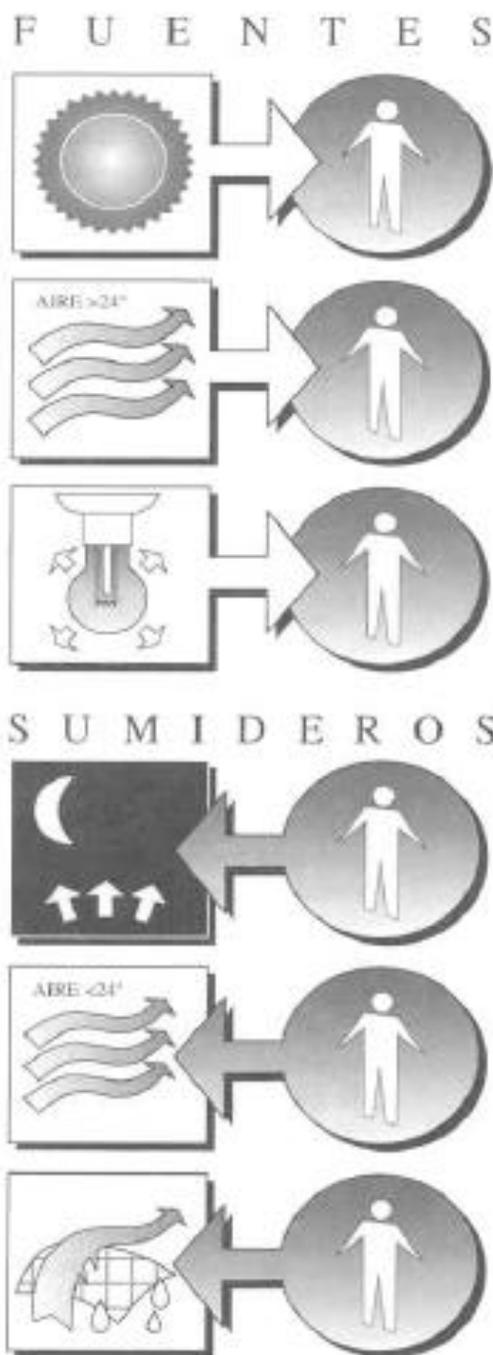
En este sentido, hay que tener en cuenta que estamos rodeados por fuentes y sumideros energéticos naturales, los cuales influyen constantemente en las condiciones térmicas que nos afecta.

Las fuentes energéticas básicas de que disponemos a nuestro alrededor son principalmente:

- La radiación solar. Es la principal fuente que se incorpora al edificio a través del acristalamiento.
- El aire exterior. Siempre que se encuentre a más de 24 °C
- El metabolismo interno. Engloba el calor tanto de las personas como de los electrodomésticos habituales.

Por otro lado, los principales sumideros son:

- El espacio. Incluso en las peores circunstancias, el edificio siempre trasvasa calor al espacio exterior.
- El aire exterior. Siempre que se encuentre por debajo de 24°C cual suele ocurrir en verano de madrugada.
- Superficies húmedas. Tanto artificiales como naturales (fuentes de vegetación) ya que el calor que utilizan para evaporar el agua lo sacan de su entorno inmediato.



## **Temperatura húmeda y seca**

El confort térmico está directamente relacionado con la temperatura del aire. Su valor medio recomendable oscila entre los 21° en invierno y los 26° en verano, aunque se admiten pequeñas fluctuaciones en función de la humedad del ambiente, la actividad y el tipo de usuario. También es importante la diferenciación entre la temperatura húmeda y seca, el rango de humedad del aire condiciona enormemente la percepción de la temperatura por el usuario. Tanto en verano como en invierno, la humedad absoluta a del aire debería mantenerse aproximadamente entre 5 y 1 gr de agua por kg de aire seco para lograr un confort climático-térmico. En verano se considera que en condiciones de confort la humedad relativa deberá estar entre el 40 y el 65%.

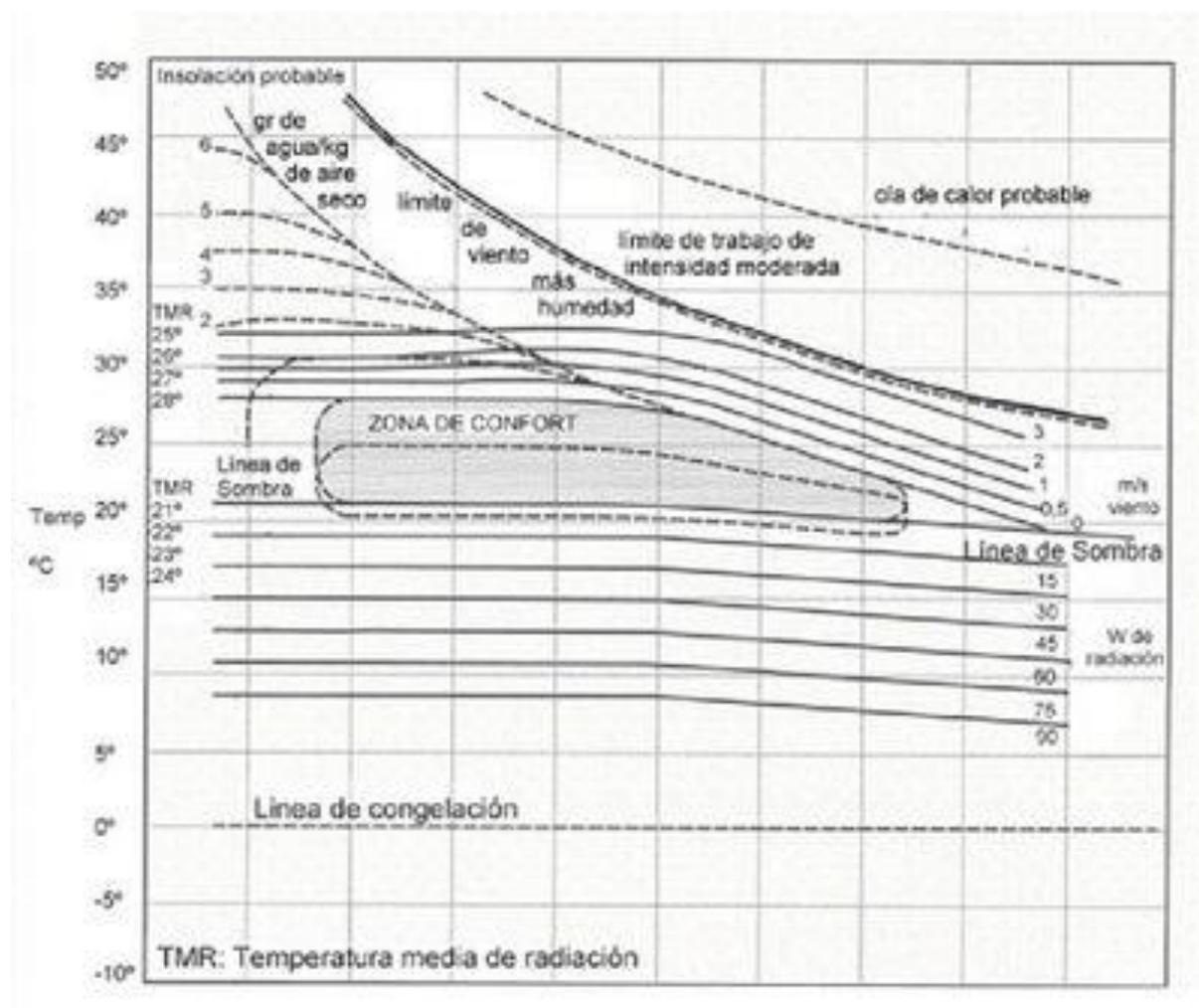
## **Ventilación, volumen y velocidad de renovación del aire.**

La calidad del aire necesaria para la respiración y para evitar posibles olores se consigue mediante la renovación del aire local considerado (mínimo del orden 0.5 renovaciones/hora, aumenta en función de la ocupación y la actividad). Se puede cuantificar a partir de las poluciones interiores del edificio y del porcentaje de personas satisfechas. La ventilación de los locales permite reducir el contenido de humedad y aumenta la sensación de frescor en climas cálidos. El movimiento del aire modifica la sensación térmica: una velocidad de 1m/s puede producir una sensación de temperatura inferior de 2 o 3°C. Sin embargo, existe un límite de velocidad, de 2.0 m/s, a partir del cual el movimiento del aire puede resultar molesto.

## **Diagrama psicométrico y diagrama bioclimático**

A partir de los parámetros y factores de confort térmico comentados, se han hecho diversos intentos de valoración conjunta de una parte o de todos ellos. Intentando calcular estadísticamente el confort que producen. De todos ellos destacaremos:

**Diagrama Bioclimático de Víctor Olgyay.** Dibujado por Olgyay en los años 50 y desarrollado en la Universidad de Berkeley. El iteres de este diagrama radica en la ayuda que ofrece para estudiar el potencial que tiene el diseño de los exteriores de los edificios



para suministrar confort. En la zona superior, en función de las condiciones exteriores (humedad relativa, temperatura), nos da los valores de velocidad del aire necesarios para que las condiciones sean similares a las del confort humano.

En la zona inferior de la zona de confort, refleja las temperaturas exteriores con las cuales podemos estar dentro de los niveles de confort si los niveles de radiación solar son los adecuados.

## Aspectos acústicos

El confort acústico se consigue cuando son adecuadas las condiciones de reproducción sonora y se evitan las molestias que producen los sonidos no deseados (ruidos) en el interior de un local. Un ruido puede ser molesto, aunque tenga un nivel de intensidad bajo, se produce la molestia por el hecho de ser sonido indeseado. Un sonido se considera excitante a partir de los 50 db y puede llegar a producir lesiones a partir de los 95-100 db. Aunque el oído humano percibe frecuencias de entre 16 y 20,000 Hz, es más receptivo para la zona comprendidas entre 200 y 5,000 Hz. Dentro de esta franja tiene mayor sensibilidad para las frecuencias graves (<250 Hz) que agudas (>1,000 Hz), siendo estas últimas más perjudiciales para el oído.

## Reverberación

El principal sonido que influye en la acústica interior de un recinto es el fenómeno de la reverberación. Consiste en la persistencia de un sonido después de haber cesado su emisión y está motivada por las reflexiones múltiples de las ondas sonoras sobre las superficies que limitan dicho recinto. Tiempo de reverberación de un local es el lapso que tarda un sonido en dejar de ser percibido por el oyente al cesar la fuente sonora; si en un local se emite un sonido que se registra con un nivel de 90 dba, el tiempo necesario para que se perciba con un nivel de 30dba será el tiempo de reverberación del local.



## Aspectos lumínicos

El confort visual depende de la facilidad de nuestra visión para percibir aquello que le interesa. El confort visual interviene tres parámetros fundamentales: la cantidad de luz o iluminancia, el deslumbramiento y el color de la luz.

La iluminancia o cantidad de luz se mide en lux ( $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$ ). Aunque el ojo humano puede apreciar iluminancias comprendidas entre 3 y 100,00 lux, para poder desarrollar cómodamente una actividad desde 100 lux, en caso de poco esfuerzo visual, hasta 1000 lux si se precisa un esfuerzo visual alto.

Tan importan como la cantidad de luz es la relación entre luminancias ya que, en el caso de ser excesiva provoca el deslumbramiento. Aunque su valor es difícil se pueden recomendar algunas relaciones de iluminación adecuados a una actividad determinada. Aproximadamente de 1:3 entre el objeto observado y su fondo próximo, de 1:5 con la superficie de trabajo en general y de 1:10 con las otras superficies en el campo visual.

El color de luz es la consecuencia del reparto de energía en las diferentes longitudes de onda del espectro. En el color de la luz intervienen dos factores: la temperatura de color (la luz blanca tiene una temperatura alrededor de  $5000^\circ\text{K}$  y emite en todas las longitudes de onda) y el índice de rendimiento de color. Para tener una buena reproducción del color, la luz ha de tener energía suficiente en todas las longitudes de onda.

### 2.2.2. Aspectos constructivos.

#### Aspectos de funcionamiento.

Para poder diseñar bioclimáticamente es fundamental tener en cuenta los aspectos de funcionamiento de los elementos constructivos. Distintos materiales funcionaran de manera diferente según sus características y según se utilicen en sistemas constructivos concretos. Características de los materiales. La eficacia de los elementos constructivos en

el control o modificación de las condiciones térmicas, lumínicas y acústicas se definen por la manera en que los materiales empelados absorben, transmiten y acumulan energía.

No tiene sentido internarse a una clase de construcción sobre materiales y elementos constructivos, simplemente destacaremos la importancia de las características diferentes de los materiales desde el punto de vista térmico (resistencia térmica, capacidad térmica), desde el punto de vista lumínico (coeficientes de transmisión, absorción, reflexión y refracción de la luz), y desde el punto de vista acústico (absorción y reflexión de sonidos)

PROPIEDADES TERMICAS DE DISTINTOS MATERIALES  
UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION

Material	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Calor especifico Wh/kg °C	Conductividad térmica W/m °C
<b>ESTRUCTURAL</b>			
* Granito	2.600	2,5	0,25
* Hormigón aligerado	1.200	0,4	0,28
* Hormigón denso	2.100	0,23	1,30
<b>OBRA DE LADRILLO</b>			
* Ligero	1.300	0,22	0,40
* Medio	1.700	0,22	0,75
* Denso	1.900	0,22	1,0
<b>EXTERIORES</b>			
* Mármol	2.500	0,22	2,0
* Vidrio-ventana	2.500	0,5	1,05
* PVC rigido	1.350	0,29	0,16
* Aluminio	2.800	0,25	160
* Acea al carbono	7.800	0,1	450
<b>ACABADOS</b>			
* Yeso	950	0,23	0,16
* Parquet	650	0,33	0,14
<b>AISLANTES</b>			
* Lana mineral	300	0,28	0,06
* Poliestireno expandido	30	0,39	0,038
* Espuma formaldeido	10	0,39	0,04
* Vidrio celular	175	0,28	0,17

Diplomado Internacional: "Acercamiento a criterios arquitectónicos ambientales para comunidades aisladas en áreas naturales protegidas de Chiapas"

M A T E R I A L	FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DEL MURO					
	10 cm.	20 cm.	30 cm.	40 cm.	50 cm.	60 cm.
ADOBE	...	10°	4°	4°	5°	...
LADRILLO	...	13°	6°	4°	...	...
HORMIGÓN	...	15°	8°	5°	3°	3°
LADRILLO (Magnesio)	...	19°	13°	9°	7°	5°
AGUA	17°	10°	7°	6°	6°	5°

M A T E R I A L	CONDUCTIVIDAD TERMICA (kcal /hm°C)	ESPESOR RECOMENDADO (cm.)
ADOBE	0.45	20 - 30
LADRILLO	0.63	25 - 35
HORMIGÓN	1	30 - 45
AGUA	...	15 o más

**FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA Y ESPESORES  
COMUNES DE MUROS USADOS EN CONSTRUCCIÓN**

## Aspectos de economía constructiva

El pensamiento bioclimático introduce la idea fundamental del aprovechamiento de los recursos naturales, de una manera consciente y lógica, por ello propone la utilización de recursos locales. Carece de sentido la descontextualización de materiales y sistemas constructivos, la cultura constructiva de una zona permite mejor aprovechamiento de los mismos y generalmente garantiza su mejor funcionamiento. Aboga por una economía constructiva basada principalmente en el conocimiento constructivo.



## Aspectos de durabilidad.

Por lo general esta misma cultura constructiva determina el funcionamiento correcto de los materiales no solo inicial, sino continuo en el tiempo. Cada edificación debe diseñarse en función de su potencial funcionamiento en el tiempo. Hemos de valorar y dimensionar la elección de materiales y sistemas constructivos en base al programa temporal que plantea cada edificio. No tendrá sentido la elección de sistemas constructivos sólidos en arquitecturas efímeras y viceversa.

### 2.2.3. Aspectos antropológicos culturales.

Los aspectos antropológico-culturales son especialmente determinantes del confort psicológico del usuario de cualquier edificación. Durante el siglo XX y ahora los comienzos del XXI, hemos observado continuamente y sufrido en muchos casos la problemática del desarraigo, de la confusión poblacional motivada por la pérdida de raíces. Obviamente el desarraigo viene motivado principalmente por un alejamiento de la sociedad original a la que pertenecía el sujeto, pero no hemos de olvidar la gran responsabilidad que en ese sentido tiene también la arquitectura. La arquitectura siempre marco de la sociedad, es donde se desarrolla esta, donde tiene su pasado, presente y futuro y donde se permite el cambio gradual de las condiciones estético culturales que marca la historia. Por ello los aspectos histórico-antropológicos y estético culturales han de estar siempre presentes a la hora de abordar el problema del diseño arquitectónico bioclimático ya que la intención última será siempre la búsqueda de un confort y con ello una calidad de vida.

Aspectos estético-culturales,  
 Conformación del espacio  
 Volúmenes masas,  
 Direcciones, ejes nodos  
 Simetrías  
 Elementos ornamentales y decorativos  
 Elementos simbólicos representativos  
 Fachadas, umbrales, patios, etc...



Aspectos histórico-antropológicos  
 Características históricas  
 Costumbres y tendencias  
 Necesidades y usos  
 Modos de vida  
 El habitante  
 Concepto de bienestar y del abrigo  
 Participación operativa y de control



### 2.3. Estado actual de la arquitectura frente al bioclimatismo.

En su origen, por los años 70, el bioclimatismo es posicionamiento, frente al estudio de los sistemas naturales y culturales, distinto al que el movimiento Moderno había aportado. Se generó la voluntad de no reducir todo aquello que puede tener que ver con la producción de la ciudad o de las nuevas formas de arquitectura a un problema científico o ingenieril, ni tampoco a una elaboración puramente formal o historicista. En esa voluntad entraron en juego tres factores principales:

- La evolución de la actitud científica y tecnológica, a partir de los 60, que iba en el sentido de corregir el excesivo optimismo con que la ciencia se planteaba la posibilidad de intervenir en los sistemas humanos o naturales y que conducía a respetar esos sistemas a los que, éramos muy conscientes, se estaba dañando o comprometiendo, a veces con carácter irreversible.
- La sociedad se ha vuelto cautelosa respecto a los excesos de la tecnología y respecto al hecho de que sea predominante la ciencia la que sirva para proyectar nuestro propio futuro. La arquitectura reivindica un punto de vista propio que no quiere depender solo de las innovaciones tecnológicas para crear nuevas formas.
- La incorporación, que en todo caso es posible hacer, de una actitud dialógica en los posicionamientos que los arquitectos van adoptando en su trato con la naturaleza. El entorno natural y el contexto arquitectónico deben interrelacionarse e influirse mutuamente, de tal manera que la arquitectura sea modificada por el medio en que se inserta en la misma medida en que modifique a ese medio natural o edificado.

Lo moderno, la internacionalización apoyada por los avances tecnológicos y científicos iba evolucionando. Tras unos primeros racionalismos arquitectónicos y a sus imperialismos sucede un tardo-moderno que tenía mucho más en cuenta el lugar donde se opera y la estructura social concreta a la que se dirige, e intentaba actuar sobre el todo urbano (regionalismo) pero se hace compatible con el edificio inteligente, auto controlado y elaborado desde unos presupuestos racionalistas y tecnológicos. Se trata sin embargo de una arquitectura que no rechaza el caer en un cierto universalismo.

En lo que tenía reacción contra los excesos del estilo internacional llegaría más allá la actitud posmodernista. Se presentó una alternativa racionalista más blanda, abierta a la necesidad de lo particular, a la contextualización cultural y medioambiental. En este momento aparece un nuevo enfoque arquitectónico que pretende recuperar la influencia del lugar en las decisiones de diseño y aunque comienza por considerar básicamente las cuestiones climáticas, no renuncia a la necesidad de incorporar los aspectos culturales e históricos del mismo.

Coincide esta situación con la crisis energética mundial de 1974 y con la preocupación por los efectos contaminantes de la sociedad de consumo, creándose una cierta confusión disciplinar. Todo tipo de científicos irrumpen en la escena arquitectónica y de habla de arquitectura solar. Sistemas solares pasivos. Arquitectura Bio-solar, etc. Se crean numerosas asociaciones y movimientos en los que arquitectos participa, pero en donde se encuentra un tanto confusos y bastante marginados por la predominancia de aspectos científicos y técnicos que se discuten, ahogando el verdadero desarrollo de la arquitectura misma.

Algunos arquitectos, tratan de reconducir la situación hacia el punto de vista propiamente arquitectónico y poco a poco se va descartando el término “ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA”, que aun quedándose corto en su significado, acaba por representar la tendencia que se describe.

Se trata ciertamente de comprender la peculiaridad concreta de los microsistemas particulares del “lugar de la arquitectura”, pero tal opción reflejara la imagen de una vida ideal expresada por fuerzas socioculturales, en el sentido más amplio del término, que tienen mayor importancia en la generación de la forma arquitectónica que los factores físicos o meramente climáticos.

Este paradigma proporciona el ideal al que los arquitectos bioclimáticos se adscriben y quizás por esto mismo resulta tan difícil de asimilar por los propios arquitectos “creadores” que no quieren aceptar las condiciones previas y siguen soñando con la creación de formas “ex novo”, de un lenguaje que sustituya radicalmente al del movimiento moderno, sin importarles el equivocarse en aspectos fundamentales para la habitabilidad.

## **2.4. Factores condicionantes de la edificación.**

### **Forma constructiva**

Una vez conocidos el sitio, el clima, recorrido del sol, orografía y demás condicionantes del entorno, hemos de colocar el edificio en la parcela de implantación en función de la estrategia que queremos seguir. En el caso de un clima templado, las estrategias serían de captación de radiación solar en invierno y protección en verano. En el caso de clima cálido y húmedo, es básico en cualquier época del año la protección solar y la ventilación. La forma urbana influye notablemente en las condiciones de contorno de un edificio, según el parámetro de forma, densidad, altura relativa y tipo de trama.

### **Forma constructiva**

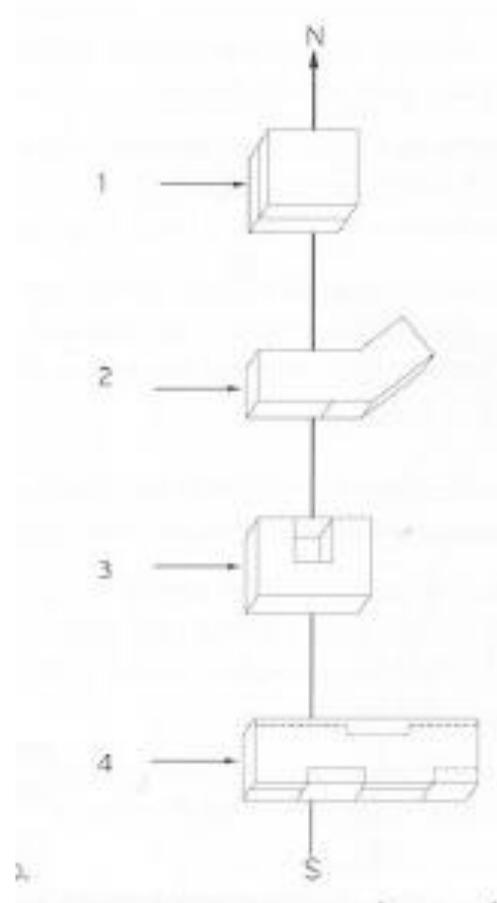
Conjunto de características geométricas y volumétricas que puede tener un edificio y lo definen. Características definitorias:

- Compacidad (grado de concentración de las masas que componen el edificio)
- Porosidad (proporción entre volumen lleno y vacío del edificio)
- Esbeltez (alargamiento sobre la vertical)

La forma del edificio debe dar respuesta al clima y microclima del emplazamiento. Se trata de minimizar las pérdidas de calor en épocas frías y las ganancias en épocas calurosas, facilitar la protección contra los vientos no deseados y favorecer la ventilación natural en aquellos climas en que sea necesario. En general debemos tener en cuenta que:

- En invierno la radiación solar incide más ortogonalmente a parámetros verticales que en verano.

- La fachada sur recibe más radiación solar en invierno que en verano a pesar de la distinta duración del día.
- La radiación solar en fachadas este y oeste es del orden 2.5 veces mayor en verano que en invierno.
- La cubierta recibe 4.5 veces más radiación en verano que en invierno
- En general, para climas templados, el edificio lineal en la dirección este-oeste es la forma más eficaz.
- En climas cálidos no necesitados de captación pueden resultar interesante las orientaciones norte, (siempre hablando en términos de hemisferio norte)
- En climas extremos, muy fríos o muy calurosos, son aconsejables los edificios compactos (factor de forma pequeño), con una exposición mínima bien a las bajas temperaturas o bien a la radiación solar.
- Pero no hay que olvidar el efecto beneficioso que puede tener una geometría compleja de fachada en zonas con fuerte radiación, donde la proyección de sombras entre paramentos exteriores o interiores (patios) proporcionara una disminución de la temperatura ambiental.
- La forma global del edificio deberá responder a las necesidades en nuestro caso de ventilación y protección solar.



De los trabajos de Olgay podemos sintetizar que:

- La casa de planta cuadrada no es la forma óptima en ninguna zona
- Todas las formas alargadas en dirección norte-sur funcionan menos eficientemente que la forma cuadrada

- La forma óptima en todos los climas templados es la alargada en dirección este-oeste
- En latitudes desde 32° a 56°, el sur del edificio recibe tres veces más radiación en invierno que los lados este y oeste del edificio. Durante el verano los lados este-oeste recibirán mayor radiación que el muro sur.

## **2.5. Diseño interior: compartimentación, altura, dimensiones, proporciones y escalas.**

La altura, dimensiones y compartimentación tienen gran importancia en el posterior comportamiento, sobre todo, térmico y lumínico del edificio. Dependiendo de la climatología del entorno se dimensionarán todos estos aspectos. Las estancias en las que la ocupación es continua a lo largo del día deberán situarse en las áreas del edificio climatológicamente más favorecidas, protegiéndolas de orientaciones más desfavorables mediante la interposición en los que las exigencias de confort no sean tan estrictas.

El grado de compartimentación aconsejado depende directamente del tipo del clima: en los fríos se recomienda una elevada compartimentación por su facilidad de control térmico. En climas húmedos son adecuados los espacios abiertos que permitan la ventilación. La inclusión de elementos verticales o lineales permite la estratificación y disipación de calor al exterior por la parte superior del edificio o bien por los laterales.

## **2.6. Características de la piel del edificio. Aislamiento térmico y acústico; textura y color.**

Regula el intercambio energético con el ambiente. Es importante en este caso la permeabilidad del edificio que depende de la situación del edificio frente al terreno, y

frente a toras edificaciones, pero sobre todo de las características de la propia piel del edificio,

La superficie de contacto entre el edificio y el terreno se relaciona en gran medida la inercia térmica, edificaciones semienterradas tendrán más estabilidad térmica. Las pieles constituidas como superposición de capas de materiales facilitan la incorporación de elementos aduantes, cámaras de aire intermedias y facilitan el control energético, permitiendo en algunos casos la ventilación en épocas determinadas.

La permeabilidad es aconsejable en climas que necesitan ventilación abundante y desaconsejable en climas extremos de frío o calor. La transparencia de la piel influye directamente en el grado de asoleo y las pérdidas energéticas del edificio, así como en el grado de iluminación natural. En climas cálidos son aconsejables colores claros para minimizar la absorción de calor por las paredes.

## **2.7. Características de los materiales y técnicas locales.**

También son de gran importancia como factores determinantes del buen comportamiento frente al confort del edificio. No hemos de olvidarnos de aprovechar el conocimiento de la arquitectura vernácula que nos proporcionara ventajas constructivas en muchos casos sorprendentes.

### **Elementos de la edificación**

Cada uno nos proporciona un aislamiento frente a ambiente exterior. Dependiendo del clima deberán dar una u otras prestaciones.

### **Ventanas y puertas**

Son los elementos generalmente más débiles en su relación con el exterior y al mismo tiempo importantes por su transparencia o traslucidez energética, por ello es fundamental que sean debidamente tratados en cada caso.

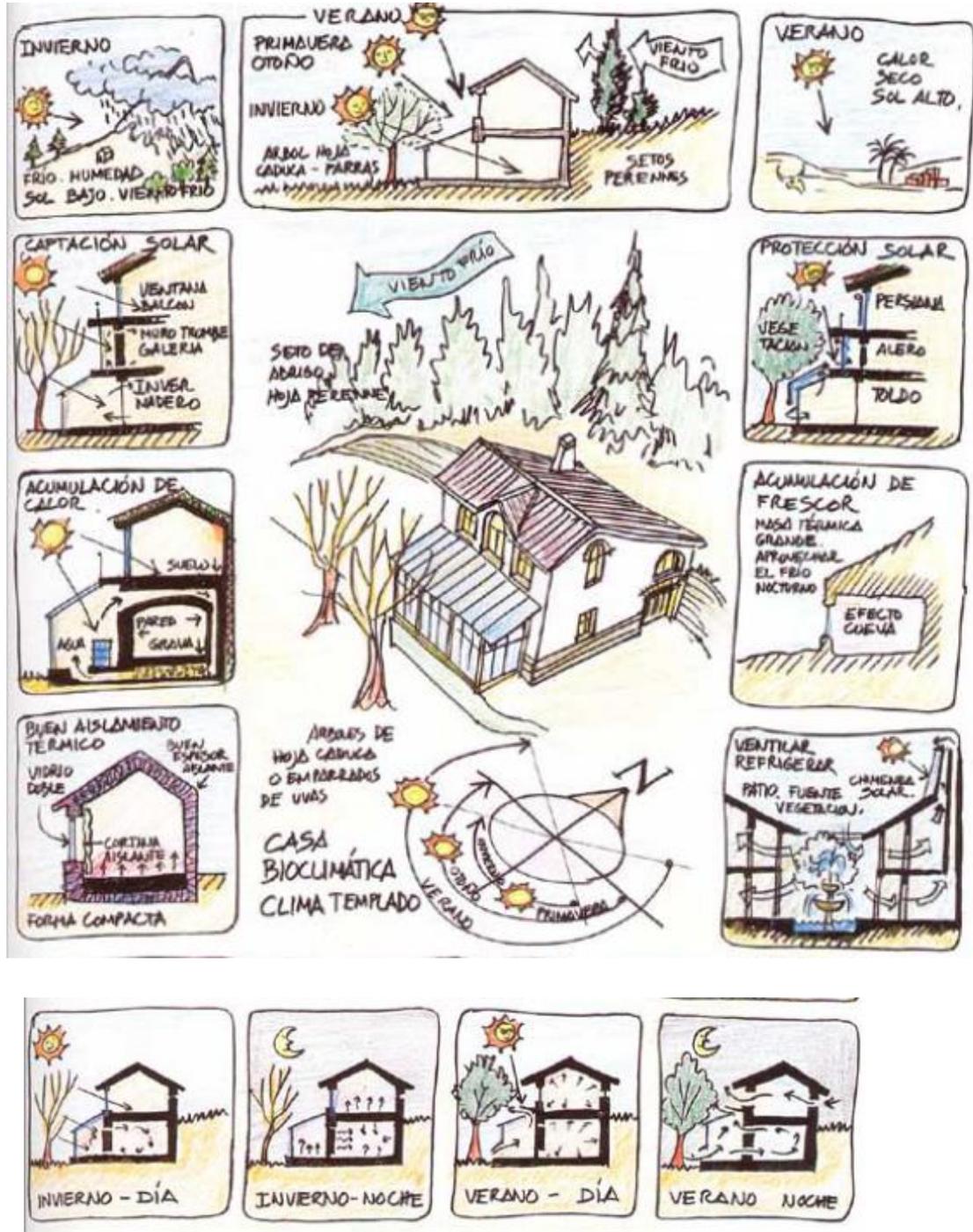
## Cubiertas

Es el siguiente elemento de mayor importancia en el orden de jerarquía ya que es el más expuesto a la radiación solar.

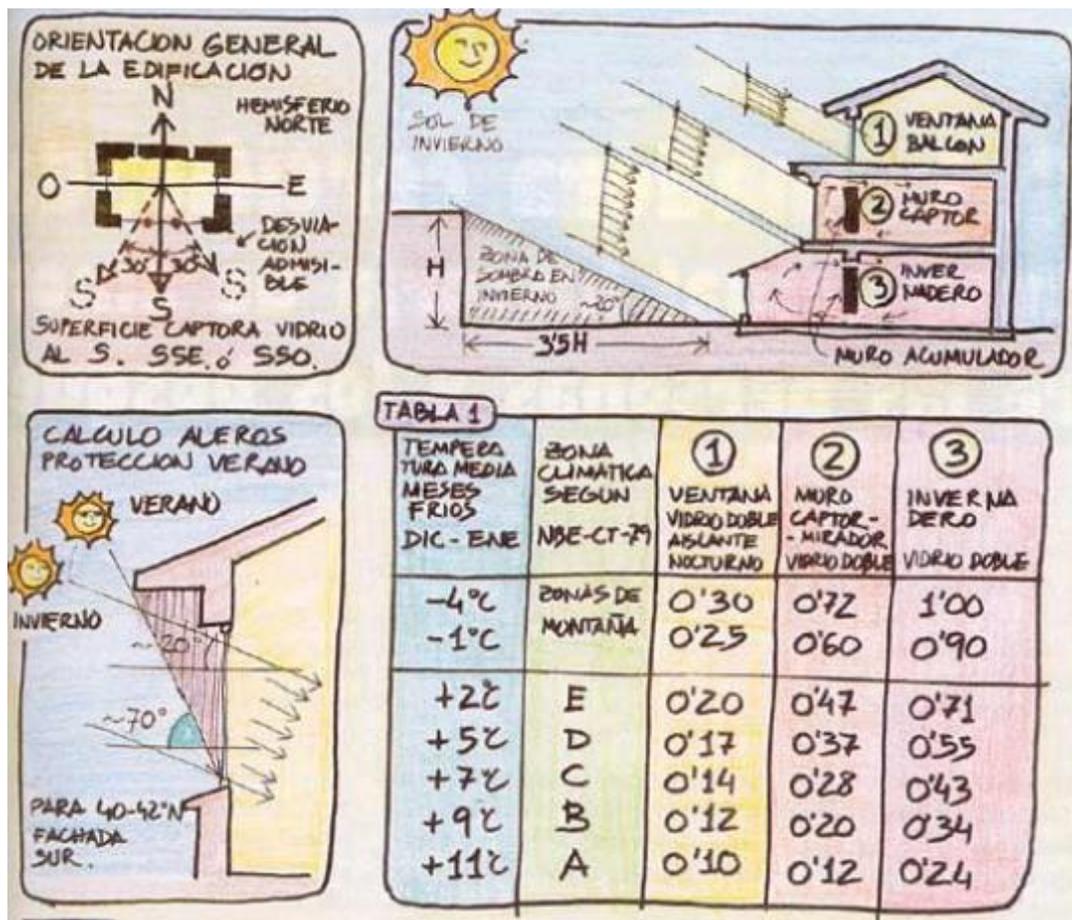
Suelos, muros, galerías, porches, accesorios, funcionan como reguladores del resto de espacios del edificio y matizan en muchos casos el comportamiento de muros, cubiertas, etc. Permiten mayor grado de control.

Bioclimatismo

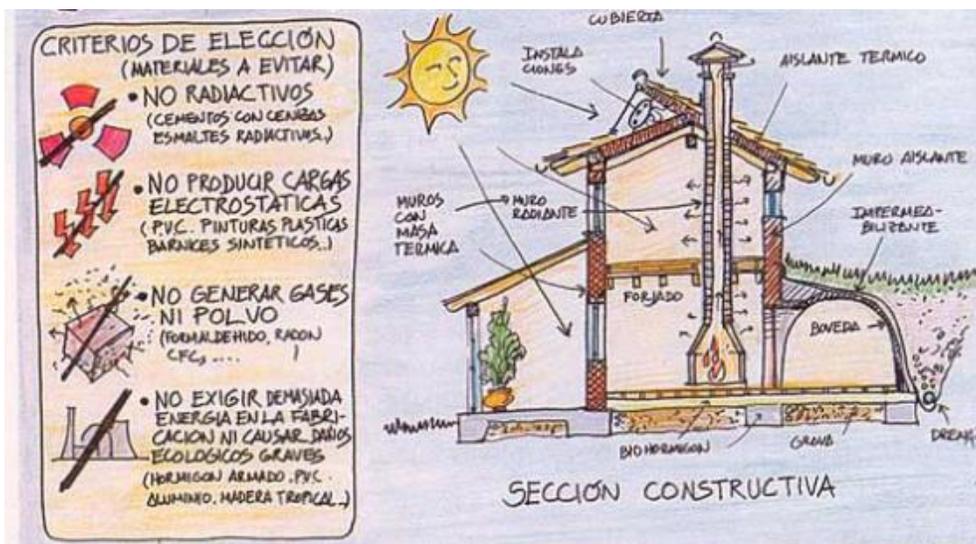
Comportamiento térmico pasivo.



Dimensionamiento solar pasivo.



# Materiales aptos para la bioconstrucción.



<p><b>MUROS CON MASA TERMICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ADOBE TIERRA Y PASA</li> <li>TAPIAL TIERRA PASADO LOMO SANO, ECOLÓGICO Y BARATO</li> <li>LADRILLO MACIZO (CARAVISTA Y PERFORADO) PARA MUROS TROMBE-INVERNADEROS Y MUROS RADIANTES</li> <li>PIEDRA MUY BUEN ACOMULADOR DE CALOR.</li> </ul> <p><b>MUROS AISLANTES PARA CERRAMIENTOS</b> (Kcal/hm<sup>2</sup>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>"TERMOARCILLA" 0'60</li> <li>"BIOBLOCK" 0'50</li> <li>HORMIGÓN CELULAR Y TONG-SIPODEX-CELUÓN 0'50</li> <li>"ARLIBLOCK" Bloques de "perlita" y cemento. 0'53</li> </ul>	<p><b>CUBIERTAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DE TEJA CERÁMICA TIPO ARÁBE Y MIXTA</li> </ul> <p><b>IMPERMEABILIZANTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CAUCHO BUTILICO, EPDM...</li> <li>- BENJONITA.</li> </ul> <p><b>FORJADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MADERA (ABETO, CHORO, PINO...)</li> <li>- HORMIGÓN CELULAR.</li> <li>- BIOHORMIGÓN POCO ARMADO.</li> </ul> <p><b>BOVEDAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LADRILLO CON MORTERO O CON YESO</li> </ul> <p><b>CIMENTOS - SOLERAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BIOHORMIGÓN ARMADO CON FIBRA DE VIDRIO.</li> </ul> <p><b>CARPINTERÍAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MADERA Y VIDRIO DOBLE.</li> </ul> <p><b>INSTALACIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ACERO INOX. NUEVOS PLÁSTICOS POLIBUTILENO, POLIETILENO...</li> </ul> <p><b>BIOHORMIGÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CON CAL HIDRAULICA-CEMENTO BLANCO Y NATURAL.</li> </ul> <p><b>MORTEROS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CON CAL AZEPA, CEMBASTO Y ARENA.</li> </ul>	<p><b>AISLANTES TERMICOS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MATERIALES</th> <th>K (Kcal/hm<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MINERALES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"ARLITA"</td> <td>0'35</td> </tr> <tr> <td>"PERLITA"</td> <td>0'40</td> </tr> <tr> <td>"TERMITA"</td> <td>0'33</td> </tr> <tr> <td>VEGETALES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANCHO AGRICOL</td> <td>0'30</td> </tr> <tr> <td>CANCHO EN PLACAS</td> <td>0'40</td> </tr> <tr> <td>PIÑA PICADA</td> <td>0'35</td> </tr> <tr> <td>HEVEDA AGRICOL</td> <td>0'48</td> </tr> <tr> <td>PANUELOS DE PINOS</td> <td>0'28</td> </tr> <tr> <td>ANIMALES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LANA DE OVEJA</td> <td>0'35</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>PINTURAS</b></p> <p><b>EXTERIORES</b> (COLORES CON TIERRAS Y OXIDOS INORGANICOS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A LA CAL</li> <li>- AL SILKATO POTÁSICO</li> </ul> <p><b>INTERIORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AL TEMPLE</li> <li>- AL ACEITE DE LUBIA-RESINA</li> <li>- CERA DE ABEJAS</li> </ul> <p><b>ACABADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BARRO COCIDO PARA SUELOS</li> <li>- TARIMA DE MADERA</li> <li>- YESO EN PAREDES</li> <li>- TELAS DE ALGODÓN-LINO</li> </ul>	MATERIALES	K (Kcal/hm <sup>2</sup> )	MINERALES		"ARLITA"	0'35	"PERLITA"	0'40	"TERMITA"	0'33	VEGETALES		CANCHO AGRICOL	0'30	CANCHO EN PLACAS	0'40	PIÑA PICADA	0'35	HEVEDA AGRICOL	0'48	PANUELOS DE PINOS	0'28	ANIMALES		LANA DE OVEJA	0'35
MATERIALES	K (Kcal/hm <sup>2</sup> )																											
MINERALES																												
"ARLITA"	0'35																											
"PERLITA"	0'40																											
"TERMITA"	0'33																											
VEGETALES																												
CANCHO AGRICOL	0'30																											
CANCHO EN PLACAS	0'40																											
PIÑA PICADA	0'35																											
HEVEDA AGRICOL	0'48																											
PANUELOS DE PINOS	0'28																											
ANIMALES																												
LANA DE OVEJA	0'35																											

## Unidad 3

### Estrategias bioclimáticas.

#### 3.1. Consejos generales en función del clima.

A modo de resumen y sin ánimo de ser exhaustivos, se relacionan los aspectos más importantes que deben considerarse en el diseño energéticamente sostenible de un edificio, basándose en el clima genérico de su emplazamiento. Recordemos que el clima mediterráneo es el más complejo de todos, es necesario remitirse a los parámetros de los climas más definidos (cálido o frío), ponderando su aplicación. Finalmente se apuntan algunas primeras reflexiones en cuanto a la planificación urbanística, ya que de ella depende la posibilidad de aplicación de estos principios de diseño energético en las edificaciones urbanas.

#### 3.2. Clima cálido seco.

Se caracteriza por las altas temperaturas durante el día y confortables o frescas duran la noche en verano.

- Son convenientes ubicaciones que protejan en verano de la radiación solar y de los vientos cálidos: en el interior de bosques (más frescos y húmedos), en área geográficas deprimidas (si son zonas muy secas y no tiene problemas de frío y humedad en invierno) y en zonas cercanas a masas de agua, ya que refrescan en el ambiente al evaporarse.
- Se intenta reducir la exposición a la radiación solar mediante asentamientos compactos incluso semienterrados, generando sombras proyectadas de unas superficies sobre otras, pintadas de colores claros para reflejar los rayos solares.
- Al producirse una gran oscilación de temperaturas día-noche, se utilizan materiales de gran inercia térmica para retrasar la entrada de calor diurno al interior. Los aislamientos colocados en la cara exterior de la obra aseguran que solo una pequeña parte del calor exterior atraviese la piel del edificio hacia su interior,

mientras que la masa interior absorberá el calor generado en el interior del edificio para liberarlo por la noche, cuando la temperatura es más baja.

- La inclusión de patios, con presencia de agua y de plantas para humidificar el ambiente, facilita el almacenamiento del aire fresco de las noches.
- Es necesario evitar una excesiva permeabilidad al aire caliente diurno en verano. Las aberturas al exterior, pocas, pequeñas y protegidas mediante voladizos, persianas o vegetación, se cierran en las horas de más calor y se abren por la noche al aire fresco.

### **3.3. Clima cálido húmedo.**

Se caracteriza por las altas temperaturas diurnas en verano u por su elevada humedad.

- Es necesaria una fuerte protección a la radiación directa y difusa: persianas, celosías, voladizos, etc. Pero más importante es garantizar una buena ventilación diurna y nocturna que aumente la sensación de bienestar.
- Para aumentar el confort de verano en estos climas se ha de aumentar la velocidad del aire que incide sobre los ocupantes, por su efecto refrigerante directo y por el enfriamiento derivado de una evaporación más rápida del sudor. La disposición de los edificios, alargados y estrechos, con un factor de forma elevado con aberturas importantes, no debe crear barreras al paso de los vientos suaves.
- Las edificaciones poco asentadas en el terreno favorecen la circulación del aire y, en consecuencia, la disminución de la humedad. Por lo tanto, son aconsejables los emplazamientos elevados porque proporcionan mayor probabilidad de ventilación. En climas muy húmedos es recomendable la construcción separada del terreno (palafitos) para obtener una mayor exposición a las brisas.
- En zonas muy húmedas no se recomienda ubicaciones cercanas a bosques, ya que aumentan la humedad ambiental y obstaculizan el paso del viento. Por el contrario, las ubicaciones próximas al mar son aconsejables, mientras que las cercanas a ríos o lagos deben garantizar las corrientes de aire que eviten el estancamiento de la humedad.

- Las formas dispersas (poco compactas) facilitan las posibilidades de ventilación, al mismo tiempo que aumentan la refrigeración nocturna por la mayor superficie de radiación a la bóveda celeste durante la noche.
- Las cubiertas y las fachadas sobrepuestas y ventiladas ayudan a refrigerar el edificio.
- La inercia térmica no supone siempre una ventaja, ya que son muy reducidas las variaciones de temperaturas de día-noche y entre estaciones.
- Es necesario favorecer la circulación del aire mediante huecos de ventilación. Para ello se colocarán las aberturas en fachadas opuestas (soleadas-en sombra), o en diferentes plantas para favorecer el tiraje térmico (sotano-bajo cubierta), siendo aconsejable la inclusión de corredores.
- Las grandes alturas permiten la estratificación del aire caliente.
- Es conveniente elegir colores claros y superficies rugosas en fachadas y en cubiertas.

### 3.4. Clima frío.

Caracterizado por sus temperaturas bajas en invierno y suaves o frescas en verano.

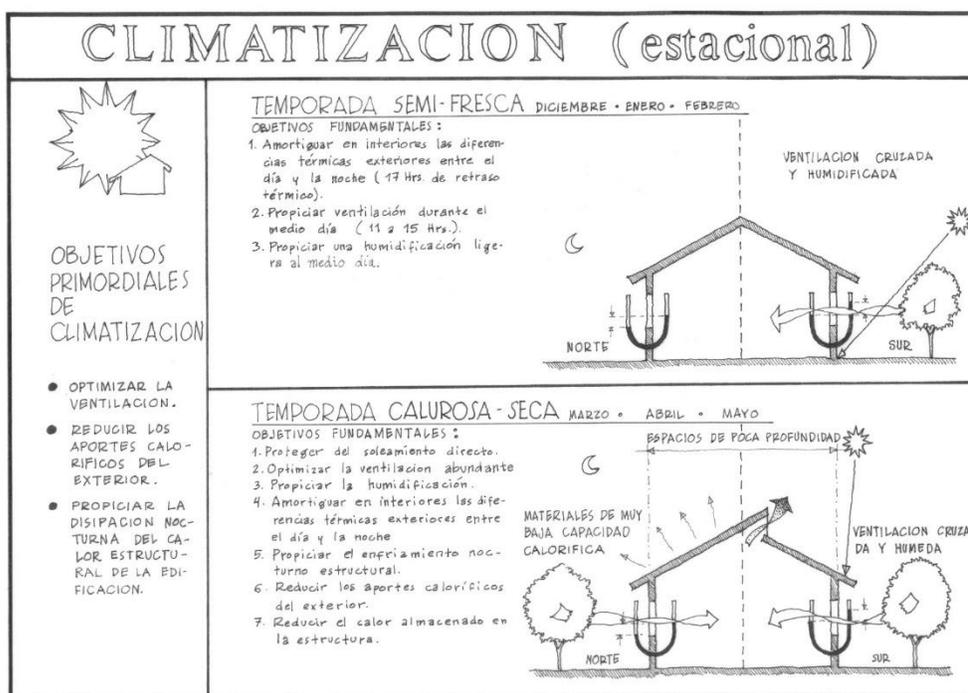
- Las edificaciones se agrupan, protegiéndose mutuamente del viento, o se entierran. Son construcciones compactas, herméticas y fuertemente aisladas, con el mini de superficie expuesta al frío exterior para mantener el calor generado en el interior. Sin embargo, cuando el grado de radiación solar lo permita, es fundamental propiciar el asoleo de los edificios, protegiéndolos al mismo tiempo del frío exterior.
- Las edificaciones deben situarse en laderas orientadas a sur y protegidas del norte, por ejemplo, mediante la vegetación, que puede actuar como pantalla de protección frente a los vientos fríos.
- Las ubicaciones próximas al mar pueden ser aconsejables porque suavizan las temperaturas, mientras que las cercanas a ríos o lagos pueden provocar el estancamiento de la humedad con el consiguiente aumento de la sensación de frío y la aparición de nieblas que interfieren la radiación solar.

- En general debe reducirse la superficie de las fachadas expuestas al viento, así como el número y tamaño de sus huecos. Aunque debe favorecerse la entrada de radiación solar, hay que valorar las pérdidas energéticas que una excesiva permeabilidad de su piel provocaría en el edificio.

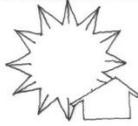
### 3.5. Clima templado.

Son climas complejos, ya que es una combinación de los anteriores en diferente grado. Uno de los más representativos es el clima mediterráneo (templado-cálido-húmedo, con verano seco).

- ANEXOS



# CLIMATIZACION (estacional)

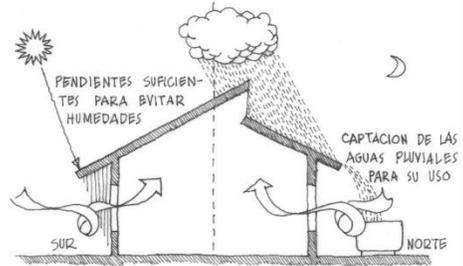


## OBJETIVOS PRIMORDIALES DE CLIMATIZACION

- OPTIMIZAR LA VENTILACION.
- REDUCIR LOS APORTE CALORIFICOS DEL EXTERIOR.
- PROPICIAR LA DISIPACION NOCTURNA DEL CALOR ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACION.

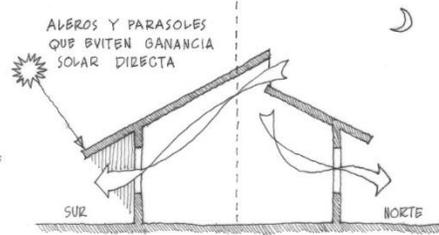
### TEMPORADA CALUROSA-HUMEDA JUNIO-JULIO-AGOSTO-SEPTIEMBRE

- OBJETIVOS FUNDAMENTALES:
1. Evitar la humidificación interior.
  2. Optimizar la ventilación.
  3. Proteger del soleamiento directo.
  4. Propiciar el enfriamiento nocturno estructural.
  5. Reducir aportes caloríficos del exterior.
  6. Reducir el calor almacenado en la estructura.
  7. Impermeabilizar áreas susceptibles de humedecerse.

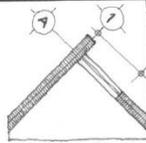


### TEMPORADA CALUROSA MODERADA OCTUBRE-NOVIEMBRE

- OBJETIVOS FUNDAMENTALES:
1. Optimizar la ventilación.
  2. Evitar la humidificación.
  3. Reducir los aportes caloríficos del exterior.
  4. Proteger del soleamiento directo.
  5. Reducir el calor almacenado en la estructura.
  6. Aumentar al máximo la superficie exterior de la envolvente.
  7. Impermeabilizar áreas susceptibles de humidificación.



# DISEÑO ARQUITECTONICO

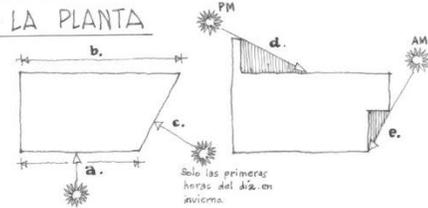
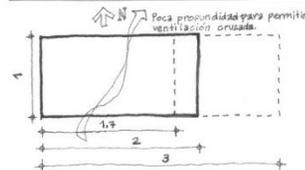


- DESARROLLO PERIMETRAL MAS RECOMENDABLE DE LA PLANTA

Rectangular de poca profundidad para optimizar la ventilación con poca exposición al este y al oeste. Proporción óptima según Mayer 1:2, aunque Ogilvy recomienda 1:1.7 hasta 1:3

- VARIANTES
  - a. Menor exposición al sur, sureste y suroeste.
  - b. Mayor exposición al norte.
  - c. Exposición al ESE para recibir sol matutino en invierno.
  - d. Con saliente al oeste para evitar sol en verano.
  - e. Con rematamiento al este para evitar sol en verano.

## DESARROLLO PERIMETRAL DE LA PLANTA

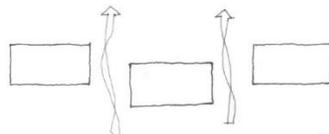


## DESARROLLO VOLUMETRICO DE LA ENVOLVENTE

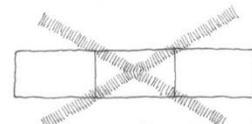


Se requiere mucho volumen en relación con el área de piso a fin de que la capa de aire caliente no esté en contacto con los usuarios, pero propiciando una buena ventilación se puede reducir el volumen. Altura mínima = 3.00 Mts (Mayer)

## COLINDANCIAS

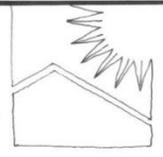


Propiciar pasos de ventilación entre viviendas de acuerdo a los puntos expuestos en DISEÑO URBANO.



No es recomendable este tipo de colindancia no solo por causa de la ventilación, sino por el efecto de sismos.

# CUBIERTAS

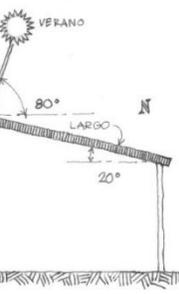


- LA FORMA GEOMETRICA MAS RECOMENDABLE ES AQUELLA QUE OFREZCA MAYOR SUPERFICIE DE DISTRIBUCION DE LA RADIACION SOLAR, PROCURANDO QUE ESTA FORMA NO PROPICIE SOLEAMIENTOS PERPENDICULARES Y A SU VEZ PERMITA EL DESALOJO DEL AGUA DE LLUVIA Y EVENTUALMENTE DE CENIZA VOLCANICA.

INVIERNO

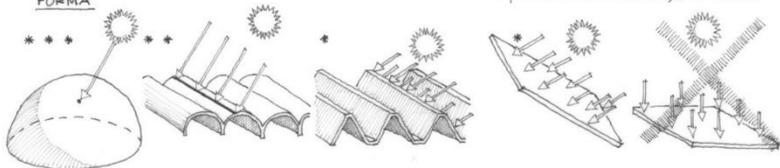


VERANO



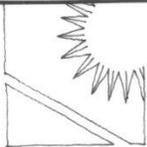
**ALTURA, ORIENTACION Y PENDIENTE:**  
 Considerando 18 respiraciones por minuto de 0.5 Lts. cada una, se requiere un volumen de aire mínimo de 0.5 M<sup>3</sup> por hora por persona. En un espacio de 7.00 M<sup>2</sup> (mínimo para una habitación) con una ocupación promedio de 4.3 personas por día, se requiere:  
 $4.3 \times 24 \times 0.5 = 15.6 \text{ M}^3$   
 $15.6 \text{ M}^3 / 7.00 \text{ M}^2 \approx 2.30 \text{ Mts de altura.}$   
 Sin embargo, lo ideal es que el espacio central se eleve a 3.00 Mts de altura a fin de crear un espacio "tapón" ventilado.  
 Los espacios habitables se orientaran al norte con una pendiente de 20° (lluvia, ceniza, etc). mientras al sur se dejara una superficie de captación solar, procurando sea mínima, a 20° o 25°.

**FORMA**



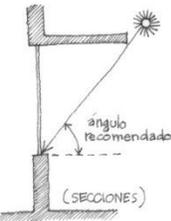
<p><b>CUPULA</b> - Solo ofrece un punto perpendicular al rayo incidente, sin problemas de sobre calentamiento.</p> <p>TECHO IDEAL</p>	<p><b>BOVEDA CAÑON</b> - Ofrece una recta a lo largo de su eje mayor, perpendicular al rayo incidente.</p> <p>FAVORABLE</p>	<p><b>PLEGADURA</b> - Una cara recibe perpendicular al rayo incidente mientras la otra permanece sombreada.</p> <p>BUENA N-S MALA E-W</p>	<p><b>PLANO INCLINADO</b> - Para ciertas épocas del año y según su orientación recibe perpendicular al rayo incidente.</p> <p>BUENO N-NNE-NNO</p>	<p><b>PLANO HORIZONTAL</b> - Ofrece problemas de sobrecalentamiento todo el año, también origina problemas de humedad y eventualmente con la ceniza volcánica.</p>
---	---	---	---	--

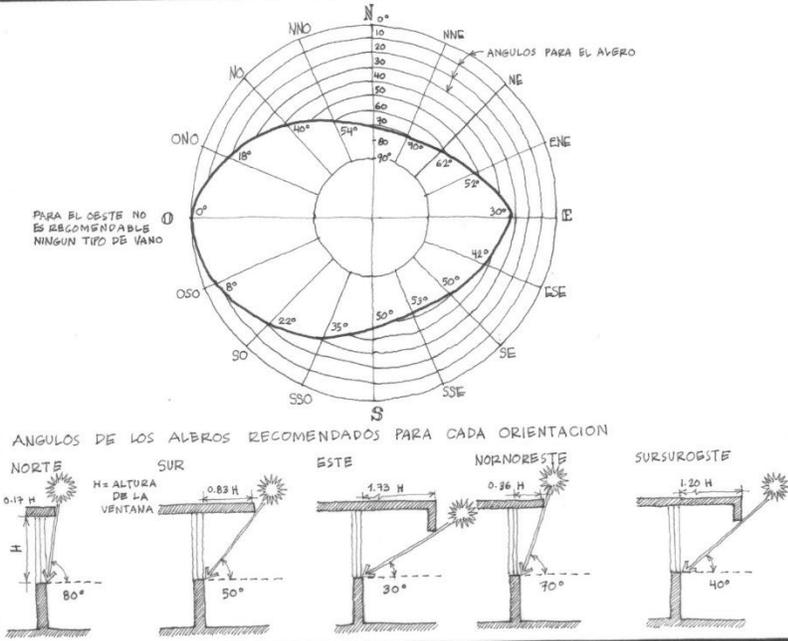
# CONTROL SOLAR EN EXTERIORES



**ALEROS**

- Las protecciones horizontales son necesarias en todas las orientaciones para evitar una excesiva ganancia solar. Según los requerimientos de climatización hay épocas del año en que se necesita una mínima radiación por tanto se calculó la eficiencia del alero para cada orientación.





**ANGULOS PARA EL ALBERO**

PARA EL OESTE NO ES RECOMENDABLE NINGUN TIPO DE VANO

**ANGULOS DE LOS ALBEROS RECOMENDADOS PARA CADA ORIENTACION**

Orientación	Alto del alero (H)	Ángulo de inclinación
NORTE	0.13 H	80°
SUR	0.83 H	50°
ESTE	1.93 H	30°
NORNORESTE	0.36 H	70°
SURSUROESTE	1.20 H	40°

## CUBIERTAS

**\*\*\***

TEJA DE BARRO IMPERMEABILIZANTE

POLINES DE MADERA O METAL MOSQUITERO

VENTILACION

PLAFON TERMICO (PLACA DE YESO, TRIPLEX, POLIESTIRENO, CIELO FASO, CARTON, PAPEL)

ASLANTE TERMICO (MADERA, AGLOMERADO, CARTON ASFALTADO, ETC)

CAMARA DE AIRE ACABADO REFLEJANTE

**\*\***

LAMINA ACANALADA DE METAL O ASBESTO CEMENTO (TERMINADO SELECTIVO FRIO)

ESTRUCTURA METALICA

ACABADO REFLEJANTE

MOSQUITERO

VENTILACION

PLAFON TERMICO

CAMARA DE AIRE

**\*\***

LOSAS ARMEX

PASTA

RECUBRIMIENTO IMPERMEABILIZANTE

ELECTROMALLA

TRABE O DALA

VENTILACION CONCRETO

BOVEDILLA DE CEMENTO

PLAFON VENTILADO

**\***

RECUBRIMIENTO (MOZAICO COLOR CLARO O BENGALADO IMPERMEABLE)

IMPERMEABILIZANTE

PASTA

LOSA DE CONCRETO

ACABADO REFLEJANTE

GOTERO

VENTILACION

MOSQUITERO

PLAFON TERMICO ACABADO REFLEJANTE

CAMARA DE AIRE

(LA MENOS RECOMENDABLE)

- Las cubiertas que funcionan mejor para este tipo de climas son las ligeras, de poca capacidad calorífica, aislantes y muy reflejantes del infrarrojo. Se deben evitar estructuras macizas y capacitivas.
- Se recomienda un falso plafón ventilado con laminado reflejante al interior de la cámara de aire.
- Para la impermeabilización se recomienda la fórmula: (proporciones)  
1 Daba de Nopal  
1/2 Cal  
1/4 Sal.

## DISEÑO ARQUITECTONICO

**REQUERIMIENTOS DE SOL Y SOMBRA:**

1. ZONA DE DIA

COCINA	•	•	•	•
TENDERO	•	•	•	•
LAVADERO	•	•	•	•
SERVICIO	•	•	•	•
COMEDOR	•	•	•	•
ESTANCIA	•	•	•	•
USOS MULTIPLES	•	•	•	•

2. ZONA DE NOCHE

RECAMARAS	•	•	•	•
BAÑO	•	•	•	•
GUARDARROPA	•	•	•	•

3. AUXILIAR

GARAGE	•	•	•	•
--------	---	---	---	---

SOL: SOMBRA: PERMANENTE: PERMANENTE

**ORIENTACION MAS FAVORABLE**

1. COCINA (oso/No)

2. SERVICIO (oso/No)

3. ESTAR (No/ENE)

4. USOS MULTIPLES (No/ENB)

5. RECAMARAS (No/ENE)

6. COMEDOR (ENE/ESB)

7. BAÑOS Y GUARDARROPAS (No/ENE)

8. TENDERO Y GARAGE (oso/ESB)

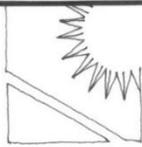
1. EVITAR EL SOLEAMIENTO VESPERTINO DEL NOROESTE, OESTE Y SUROESTE.

2. ATENUAR EL SOLEAMIENTO MATUTINO DEL NORESTE, EN VERANO.

3. PERMITIR EL SOLEAMIENTO MATUTINO POR EL ESTE EN INVIERNO, EN LAS PRIMERAS HORAS DEL DIA SOLAMENTE.

4. EVITAR EL SOLEAMIENTO DEL SUR, SURESTE Y SUROESTE.

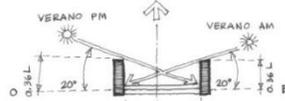
# CONTROL SOLAR EN EXTERIORES



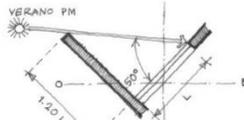
## QUIEBRASOLES VERTICALES

- De acuerdo a las orientaciones indicadas se recomiendan los ángulos señalados para dimensionar los quebrasoles verticales, a fin de evitar la penetración solar en las horas en que los aleros ya no protegen adecuadamente (cerca del amanecer y del atardecer).

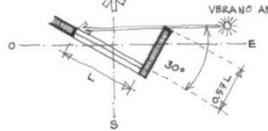
### 1 NORTE



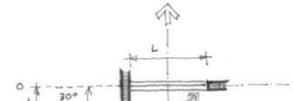
### 2 NOROESTE



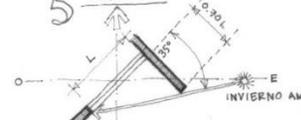
### 3 NORNOESTE



### 4 SUR



### 5 SURESTE



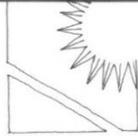
### 6 SURSUROESTE



L = LARGO DE LA VENTANA

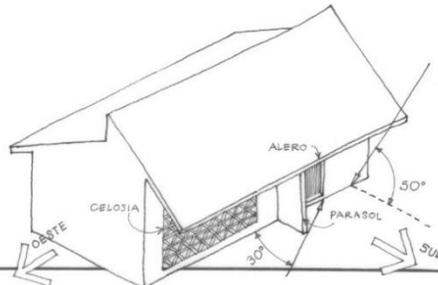
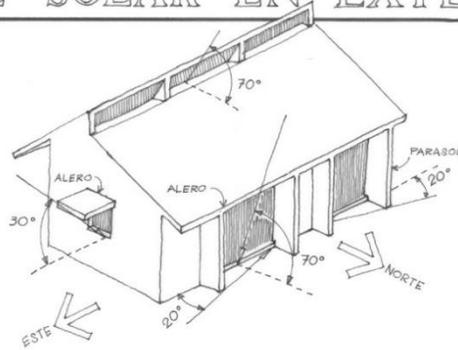
(PLANTAS)

# CONTROL SOLAR EN EXTERIORES



- La manera en que se pueden poner en práctica los datos anteriores se muestra en los dibujos siguientes.

Ejemplos similares se pueden realizar con cualquier otra orientación respetando solamente los valores angulares expuestos en las tablas anteriores.

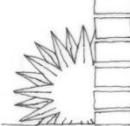








## M U R O S

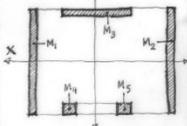


**MUROS EXTERIORES**

- Procurar que la suma de masas de los muros de carga en el sentido X sea igual que la del sentido Y para optimizar el comportamiento sísmico, lo cual es más factible si las masas se ubican simétricamente.

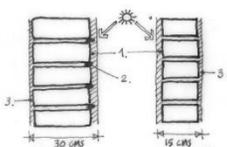
MASA = VOLUMEN x DENSIDAD  
 $M_1 + M_2 = M_3 + M_4 + M_5$

PLANTA:



**NORTE**

- TIPO ESTRUCTURAL MEDIO O LIGERO LO MAS TRANSPARENTE AL AIRE POSIBLE.
- BLOQUE DE CEMENTO, LADRILLO RECOCIDO HECHO A MANO O Prensado, ADOBE.



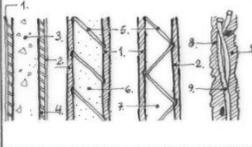
30 CMS ADOBE      15 CMS TABIQUE

1. APLANADO PARA INTemperIE
2. RAJUELA
3. APLANADO NORMAL

- EVITAR LA INSOLACION DIRECTA EN VERANO

**SUR**

- TIPO ESTRUCTURAL LIGERO, LO MAS TRANSPARENTE AL AIRE POSIBLE.
- LADRILLO RECOCIDO HECHO A MANO, BAJARQUE, Y EN GENERAL TODOS AQUELLOS QUE PRESENTEN ALTO CONTENIDO DE CUEPADAS (AGUAMIENTO CON AIRE)



**PANAMON PANEL W CONVITEC BAJARQUE**

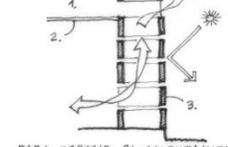
ALGUNOS SISTEMAS NOVEDOSOS PUEDEN FUNCIONAR CON UN ADECUADO TRATAMIENTO CONTRA LA HUMEDAD (PUEDEN CONSIDERARSE COMO BAJARQUES INDUSTRIALIZADO)

1. APLANADO PARA INTemperIE
2. APLANADO NORMAL
3. CONCRETO REFORZADO
4. PANEL DE FIBRA LARGA DE MADERA REJUNTADA CON CEMENTO PORTLAND
5. REFORZO METALICO
6. ESPUMA FIADA DE POLIURETANO
7. POLIESTIRENO EXPANDIDO
8. LODO IMPERMEABILIZADO
9. VARAS DE REFORZO Y TETIDO

- LOS ACABADOS DEBEN SER LO MAS IMPERMEABLES POSIBLE, CON CARACTERISTICAS AISLANTES Y REFLECTIVAS. REVOQUES RESISTENTES AL SOL Y A LA LLUVIA, POR EJEMPLO: MORTERO DE CEMENTO Y PINTURAS A BASE DE CAL Y SAL. PARA MATERIALES POCO DENSOS SE RECOMIENDA COLOCAR RAJUELA EN LAS JUNTAS HORIZONTALES (YA SEA DE PIEDRA O PISOS DE TEJA) PARA REDUCIR LA EROSION DEBIDA AL DESLIZE DE LA LLUVIA
- EVITAR EL CONTACTO CON LA BANQUETA PARA REDUCIR LA GANANCIA TERMICA POR CONDUCCION, COLOCANDO UN AISLANTE HASTA 40 CMS. DE PROFUNDIDAD

**ESTE - OESTE**

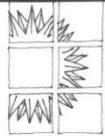
- TIPO ESTRUCTURAL LIGERO
- MURO DOBLE DE LADRILLO RECOCIDO, POLIESTIRENO EXPANDIDO Y EN GENERAL TODOS AQUELLOS QUE PRESENTEN CARACTERISTICAS AISLANTES SOBRE TODO DE TIPO RESISTIVO O REFLECTIVO.



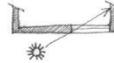
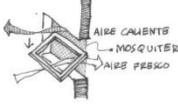
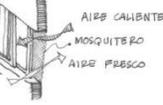
PARA REDUCIR EL CALENTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA SE RECOMIENDA COMUNICAR LOS CANALES DE AIRE DE LOS MUROS CON LA CAMARA DE AIRE DEL PLAFON, ASI COMO CON EL ESPACIO INTERIOR EN LA PARTE INFERIOR DE LOS MUROS

1. CAMARA DE AIRE
2. PLAFON
3. BLOCK HUBCO

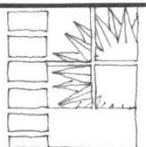
## V E N T A N A S



- Para evitar el efecto de invernadero es mejor no usar vidrio en las ventanas, pero en caso de usarse no debe recibir soleamiento directo.
- No se recomienda la ventana de eje, ya que a pesar de propiciar una ventilación apropiada, no permite la colocación del mosquitero

VENTANA	NORTE	SUR	ESTE
FORMA GEOMETRICA MAS ADECUADA	RECTANGULAR HORIZONTAL	RECTANGULAR HORIZONTAL	RECTANGULAR VERTICAL
TAMANO MAS APROPIADO RESPECTO AL AREA DE MURO DE LA FACHADA % = AREA VENTANA / AREA MURO (PARA CUADROS DE FORMA APROXIMADAMENTE CUADRA)	40 a 60 %	20 a 30 %	10 a 15 %
UBICACION MAS RECOMENDABLE EN EL MURO RESPECTIVO.	CENTRADA 	ESQUINADA HACIA EL ESTE PARA EVITAR PROFUNDIDAD DE PENETRACION SOLAR POR LAS TARDES 	ESQUINADA HACIA EL SUR PARA REDUCIR LA PROFUNDIDAD DE PENETRACION SOLAR EN VERANO 
TIPO DE VENTANA RECOMENDABLE	DE RESBALON: 	ABATIBLE: 	COBREDIZA: 
	VENTILACION: BUENA	BUENA	REGULAR

# M U R O S

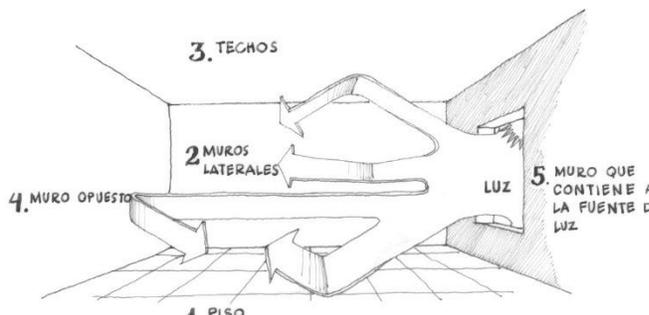


**MUROS INTERIORES**

- Los materiales recomendables para estos muros van desde los sistemas convencionales (tabique, adobe, block, etc.) hasta sistemas alternativos (no de carga) como:
  - TABLAROCA
  - PANUELOS DE MADERA O DE FIBRA DE MADERA.
  - PAPEL MACHÉ
  - ENVASES DE DESECHO (metálicos, vidrio, etc).
  - TEXTILES

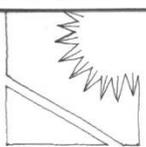
En todos ellos se debe cuidar su resistencia térmica, acústica y al fuego.

- EL TIPO ESTRUCTURAL DEBE SER PREFERENTEMENTE LIGERO, SI BIEN PARA MUROS DE CARGA LOS DE TIPO DENSO O MACIZO AYUDAN AL COMPORTAMIENTO SISMICO, AUNQUE PROCURANDO UBICARLOS EN SITIOS QUE NO RECIBAN DIRECTAMENTE LA INCIDENCIA SOLAR Y ESTEN PROTEGIDOS CONTRA LA HUMEDAD.
- PARA AYUDAR A LA LUMINOSIDAD DE LOS ESPACIOS, LOS ACABADOS DEBEN SER REFLEJANTES (COLORES CLAROS), DEBIENDOSE CUIDAR LOS EFECTOS PSICOLÓGICOS DE ESTOS (SENSACIONES DE CALOR, FRÍO, PRECISURA, ANSIEDAD, TRANQUILIDAD, DINAMISMO, ETC)



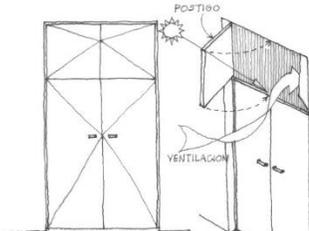
ORDEN DE IMPORTANCIA EN LA LUMINOSIDAD  
(REFLEXION)

# CONTROL SOLAR EN EXTERIORES



- **CONTRAVENTANAS:** Los postigos son muy utilizados por la arquitectura tradicional, tanto para controlar el paso de los rayos solares como para propiciar la ventilación y mantener la privacidad interior.

**CONTRAVENTANAS**

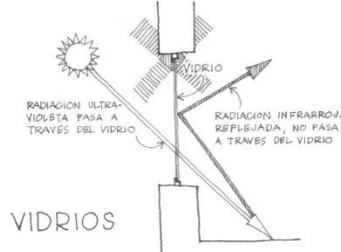


**PERGOLAS**

a. INCLINADAS

b. VERTICALES

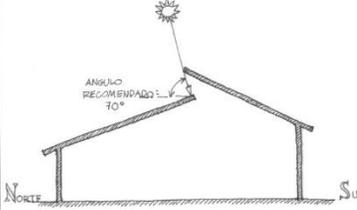
ángulo de acuerdo a la orientación



**VIDRIOS**

RADIACION ULTRAVIOLETA PASA A TRAVÉS DEL VIDRIO

RADIACION INFRARROJA REFLEJADA, NO PASA A TRAVÉS DEL VIDRIO

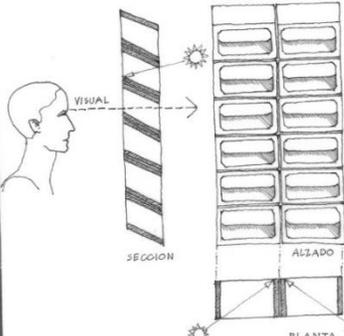


**TRAGALUCES**

ángulo recomendado 70°

NORTE SUR

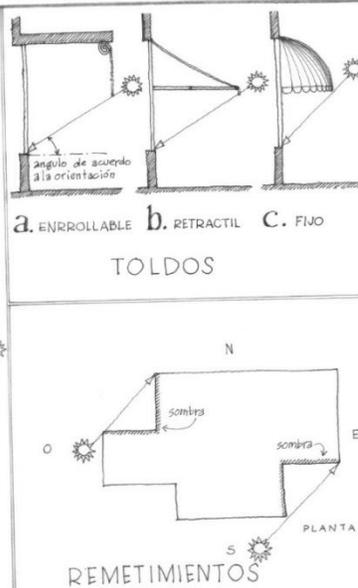
## CONTROL SOLAR EN EXTERIORES



**CELOSÍAS:**  
Se recomiendan sobre todo en el sector SUR, tratando de cubrir los ángulos que se especifican en los dos puntos anteriores (ÁBEROS Y QUIEBRASOLIES). Los materiales adecuados son ladrillo, cemento, metal, etc.

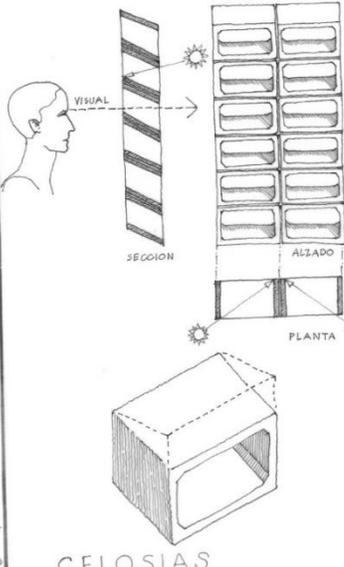
**TOLDOS:**  
Se recomiendan cuando no es posible construir aleros o para mejorar su eficiencia. Los materiales adecuados son los que ofrecen resistencia a la humedad como ciertas lonas ahuladas, reponiéndolos periódicamente.

**REMETIMIENTOS:**  
Estos elementos arquitectónicos sombrean y protegen accesos y vanos. Los ángulos a cubrir son los ya expuestos.



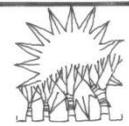
**TOLDOS**

**REMETIMIENTOS**



**CELOSÍAS**

## CONTROL SOLAR CON VEGETACION



Además de la posibilidad de usar la vegetación como controlador térmico y solar, se puede aprovechar para los siguientes usos:

- ARQUITECTONICOS:**
  - Control de privacidad
  - Articulación de espacios
  - Manejo de visuales
- DE INGENIERIA:**
  - Purificación de aire
  - Control de la erosión
  - Control acústico
  - Control lumínico
  - Control de tráfico
- CLIMATICOS:**
  - Control de vientos
  - Control de humedad
- ECONOMICOS:**
  - Conservación y utilización de material orgánico.
  - Provisión de alimentos
- PSICOLOGICOS:**
  - Humanización del espacio

ETCETERA

### ARBOLES Y ARBUSTOS

NOMBRE COMUN	SEPARACION ENTRE PLANTAS	HOJA		CRECIMIENTO			CARACTERISTICA	
		CADUCA	PERENNE	RAPIDO	MEDIO	LENTO	FLORES	FRUTOS
ARAUCARIA	7 Mts.							
ARRAYAN	8	•						
CASUARINA	8	•						
GALEANA	6	•						
MANGO CRIOLLO	5	•						
NANCE	4	•						
PALMA DE COCO	6	•						
PRIMAVERA	5	•						
ROSA MORADA	5	•						
TABACHIN	5	•						
ALMENDRO	8	•						
NARANJO AGRIO	4	•						
HULE	10	•						
LAUREL DEL TROPICO	4	•						
PRIMAVERA	5	•						
LLUVIA DE ORO	8	•						
AGUACATE	3	•						
CIRUELO CRIOLLO	3	•						
GUAYABO	3	•						
LIMA	3	•						
LIMON	6	•						
MANDARINA	3	•						
MANGO DIPLOMATICO	3	•						
TORONJO	4	•						
PLATANO	2	•						

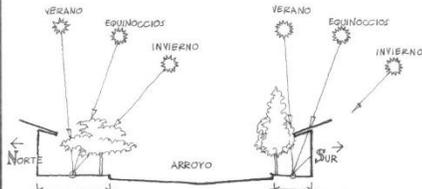
### ENREDADERAS

NOMBRE COMUN	REQUIERE ENREJADO		HOJA		FOLLAJE			CARACTERISTICAS			
	SI	NO	CADUCA	PERENNE	VERDE	MATIZADO	CULTEVA	FLORES	PERENNE	FRUTOS	SEMILLA
SINVERGUENZA	•										
CISUS		•									
BUGAMBILIA		•									
FRISIONARIA		•									
LLAMARADA		•									
COPA DE ORO		•									
MONIEDITA / CHINCHE		•									

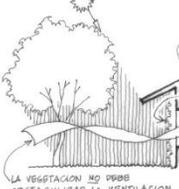
## CONTROL SOLAR CON VEGETACION



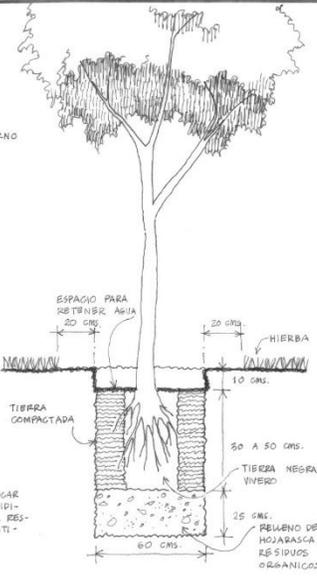
- Se debe evitar que el área de captación se obstruya con pavimentos, basura o hierbas.
- Las descargas de agua con detergente en la base de los arboles son muy perjudiciales.
- No se deben plantar muchos arboles de la misma especie demasiado cerca porque esto propicia la invasión de plagas.
- También para evitar plagas se deben pintar los troncos con pintura de cal o colocarles un cinturón de plástico.



**EN LAS VIALIDADES DEL CONJUNTO**

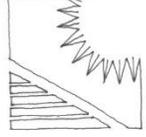


**EN LA VIVIENDA**

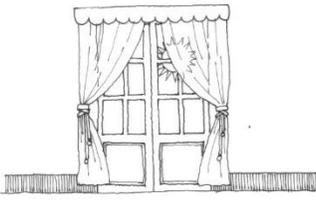


VERANO EQUINOCCIOS INVIERNO  
 ARROYO  
 BANQUETAS ANCHAS \* ARBOLES HORIZONTALES DE HOJA PERENNE  
 BANQUETAS ARBOSTAS \* CUALQUIER TIPO DE ARBOL  
 ESPACIO PARA RETENER AGUA 20 CMS.  
 HIERBA 20 CMS.  
 TISRA COMPACTADA 50 A 50 CMS.  
 TISRA NEGRA DE INVIERNO 25 CMS.  
 RELLENO DE HOJASCA Y RESIDUOS ORGANICOS  
 80 CMS.  
 NO ES CONVENIENTE LA VEGETACION EN TECHOS Y ALEROS  
 ES MUY RECOMENDABLE EN LOS MURDOS EXTERIORES SOBRE TODO AL OESTE, SUR, Y ESTE  
 EN LA TEMPORADA SECA CONVIENE COLOCAR PLANTAS EN LAS VENTANAS PARA HUMIDIFICAR EL AIRE, EN EL RESTO DEL AÑO DEBEN RETIRARSE DE AHI.  
 LA VEGETACION NO DEBE OBSTACULIZAR LA VENTILACION

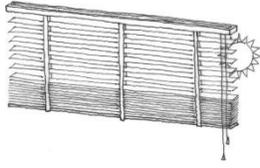
## CONTROL SOLAR EN INTERIORES



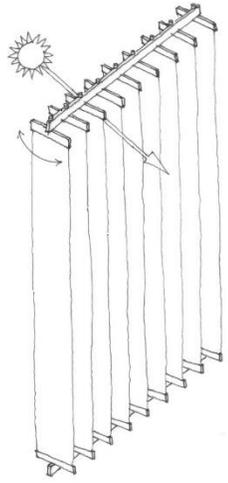
- **CORTINAS:**  
No son recomendables porque obstruyen la ventilación, cuando sea necesario su uso por razones de intimidad, se deben elegir materiales ligeros, muy porosos que permitan el flujo de aire, en colores claros y reflejantes: telas de algodón, tiras de madera, bambú, etc.
- **PERSIANAS:**  
Evitan la ganancia solar, regulan la iluminación interior y dirigen la ventilación. Se recomiendan aquellas de acabado reflejante y de materiales aislantes: madera, plásticos, aluminio delgado, etc.
- **PARTELUCE VERTICALES:**  
Son útiles en el sector NORTE; los materiales apropiados son los mismos de los puntos anteriores.



**CORTINAS**



**PERSIANAS**



**PARTELUCE VERTICALES**

# CONDICIONANTES DE VENTILACION

**1. PROPICIAR UNA ALTURA UNIFORME EN EL CONJUNTO Y POR LO TANTO UNA RUGOSIDAD MINIMA DB LA SUPERFICIE TERRESTRE, ASI EL FLUJO DE VENTILACION SERA MAS EFICIENTE**

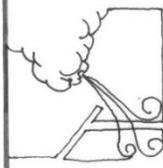
**3. PERMITIR EL FLUJO LIBRE DEL VIENTO EVITANDO BARRERAS FORMADAS POR EDIFICIOS ALTOS**

**2. ORIENTAR LAS TRAZAS DE LAS CALLES A 45° APROX. DE LA DIRECCION DE LOS VIENTOS DOMINANTES PARA CAPTAR LA MAYOR VELOCIDAD POSIBLE ASI, LOS DOS SENTIDOS DE LA CALLE RECIBIRAN LA MISMA VENTILACION.**

**4. PROPICIAR PROTECCIONES AL POLVO, EL RUIDO Y LA CONTAMINACION MEDIANTE FILTROS VEGETALES QUE ADEMAS PROVOCAN ZONAS SOMBRREADAS QUE GENERAN NUEVAS CORRIENTES DE AIRE.**

● DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DEL CLIMA EN LA REGION SE REQUIERE OPTIMIZAR LOS FLUJOS DE AIRE FRESCO PROVENIENTES DE LA COSTA, POR ESO SE RECOMIENDAN LOS SIGUIENTES OBJETIVOS:

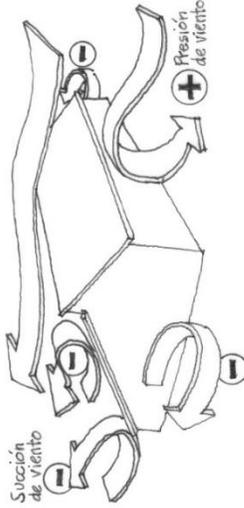
# CONDICIONANTES DE VENTILACION



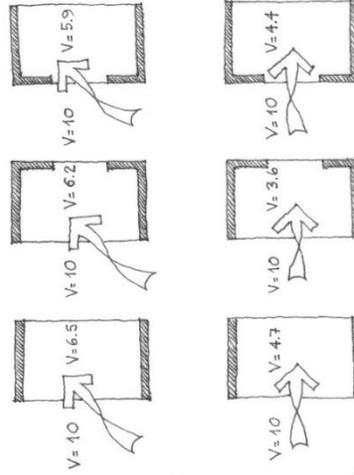
## EN LA VIVIENDA

- Según las condiciones climáticas de la localidad se debe propiciar la ventilación al máximo, pero eventualmente se necesita protección contra vientos fuertes del noreste, lo cual se logra con el uso de contraventanas o postigos o bien mediante celosías.

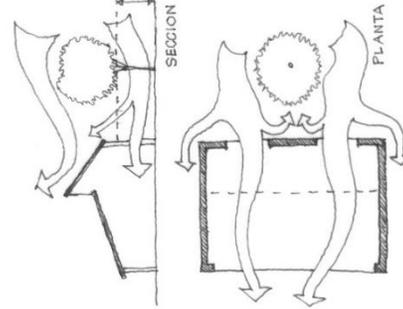
SE DEBEN ESTABLECER LAS ZONAS DE PRESION ⊕ Y LAS DE DEPRESION ⊖ PARA ELEGIR LUEGO LAS AREAS ABIERTAS AL VIENTO



PARA EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA VENTILACION SE RECOMIENDA RECIBIR EL FLUJO A 45° PROYURANDO QUE TANTO LA SALIDA COMO LA ENTRADA SEAN AMPLIAS (DEL MISMO TAMAÑO)



EL USO DE LA VENTILACION AYUDA A FILTRAR POLVOS, RUIDOS Y CONTAMINACION, PERO HAY QUE CUIDAR QUE ESTOS NO OBSTACULIZEN EL PASO DEL AIRE A TRAVES DE LOS VANOS, NO ALINEANDOS CON ELLOS Y DEJANDO UNA ALTURA LIBRE SUFICIENTE

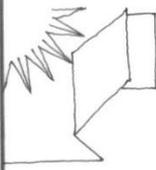


SI EL FLUJO ES PERPENDICULAR AL VANO ES MEJOR QUE LA ENTRADA SEA MAS PEQUEÑA QUE LA SALIDA

V = VELOCIDAD DEL AIRE

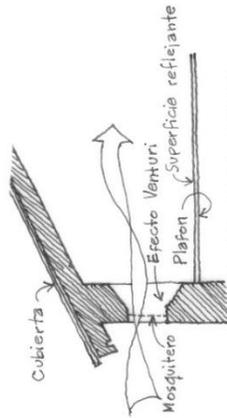
(de Givoni, 1976)

# CLIMATIZACION PASIVA (natural)



- Utilizar los sistemas pasivos de climatización ayuda al ahorro de energía, a la conservación del equilibrio en el medio ambiente y no forma la dependencia tecnológica; por esas razones estos métodos deben ser difundidos con entusiasmo.

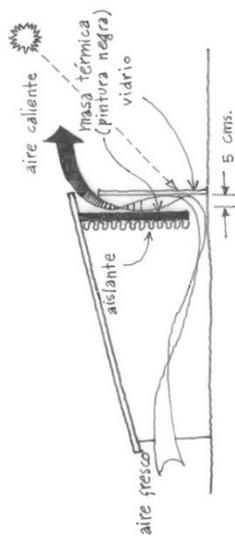
SON MUY RECOMENDABLES EN LAS CUBIERTAS. ES CONVENIENTE OPTIMIZAR SU VENTILACION CON EL EFECTO VENTURI. EN LOS MUROS ESTE Y OESTE LOS GUARDARROPAS PUEDEN CONSIDERARSE CAMARAS DE AIRE



## 5. CAMARAS DE AIRE

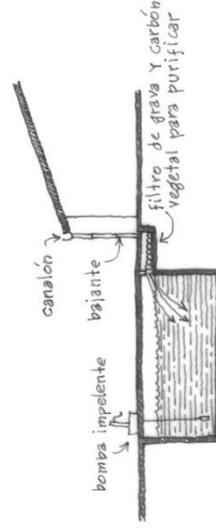
MEDIANTE ESTE SISTEMA SE PUEDEN CAPTAR CORRIENTES DE AIRE ALTAS, APROVECHANDO SU MAYOR VELOCIDAD Y MENOR TEMPERATURA.

ESTE SISTEMA APROVECHA EL EFECTO TERMO-SIFON CALENTANDO EL AIRE Y EXPULSÁNDOLO, LO CUAL PROVOCA UNA CORRIENTE FRÍASCA, AUN CUANDO EL AIRE ESTE EN CALMA

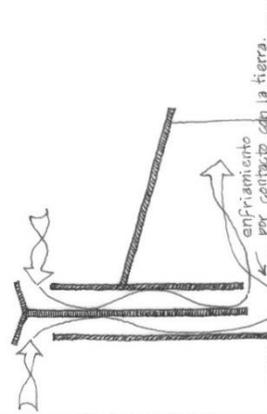


## 6. MURO TROMBE

SE RECOMIENDA CAPTAR EL AGUA DE LLUVIA PARA SU USO POSTERIOR MEDIANTE UN ALJIBE SIN PENETRACION DE LUZ NI AIRE, CALCULADO PARA RESISTIR SISMOS Y PERFECTAMENTE IMPERMEABILIZADO



## 8. CAPTADOR de AGUAS PLUVIALES



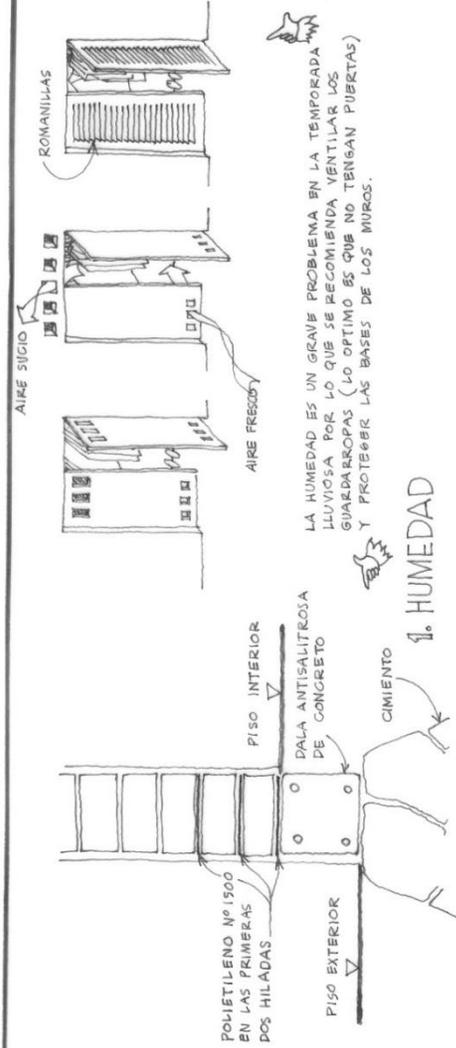
## 7. CHIMENEA DE VIENTO

# PROTECCION COMPLEMENTARIA

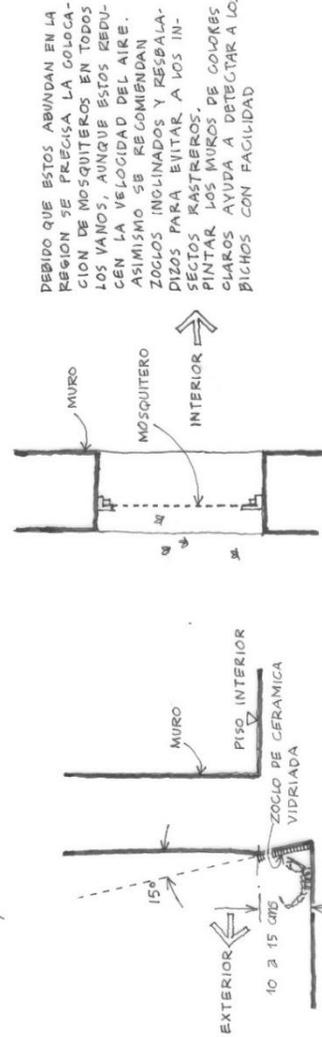


La vivienda requiere protección adicional contra diversos eventos como:

- **CORROSION:** Se resuelve impermeabilizando mediante compuestos de BABA DE NOPAL, CAL Y SAL según las proporciones descriptas en el punto "CUBIERTAS" o bien mediante UABON Y ALUMBRE.
- **ROBOS:** Protegiendo los vanos con enrejados adecuados. Así como contra los siguientes:

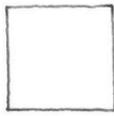
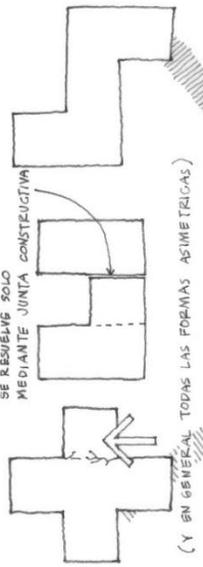
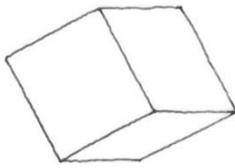
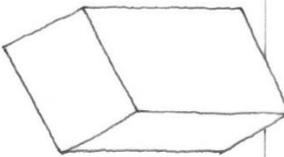
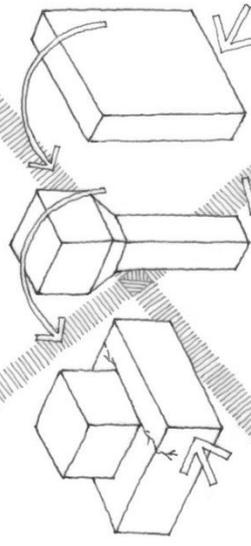
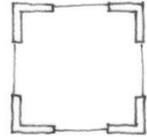
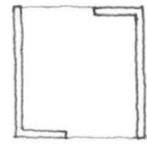
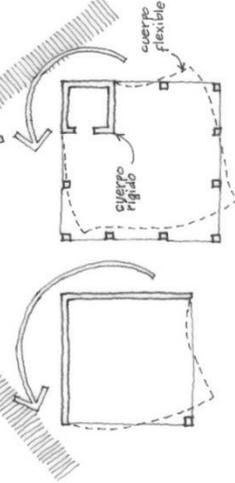


## 1. HUMEDAD



## 2. INSECTOS

DEBIDO QUE ESTOS ABUNDAN EN LA REGION SE PREGISA LA COLOCACION DE MOSQUITEROS EN TODOS LOS VANOS, AUNQUE ESTOS REDUCEN LA VELOCIDAD DEL AIRE. ASIMISMO SE RECOMIENDAN ZOCLOS INCLINADOS Y RESBALADIZOS PARA EVITAR A LOS INSECTOS RASTREROS. PINTAR LOS MUROS DE COLORES CLAROS AYUDA A DETECTAR A LOS BICHOS CON FACILIDAD

PROTECCION		COMPLEMENTARIA	
OPTIMA	REGULAR	MALA	
		 <p>SE RESUELVE SOLO MEDIANTE JUNTA CONSTRUCTIVA (Y EN GENERAL TODAS LAS FORMAS ASIMETRICAS)</p>	
			
		 <p>cerraje rígido</p> <p>cerraje flexible</p>	
FORMA DE LA PLANTA		VOLUMEN	
DISPOSICION DE LAS MASAS DE INERCIA (MUROS DE CARGA)			
 <p><b>3. DISEÑO ANTISMISMO</b></p> <p>Colima se encuentra en una de las zonas de mayor actividad geológica (sísmica y volcánica) por tanto deben contemplarse con toda precisión las recomendaciones de diseño arquitectónico sísmo resistente como las siguientes:</p> 			

## Unidad 4

### Arquitectura ecológica.

#### 4.1.1. Introducción.

En unos pocos años. Las disciplinas del urbanismo, la arquitectura y la construcción se han visto agitadas por el debate de la sostenibilidad y de la arquitectura sustentable. Tanto a la hora de proyectar como a la de la construcción han tenido que aprender a incorporar nuevos objetivos estándares e, incluso, un nuevo lenguaje. Para muchos profesionales, la incorporación y el aprendizaje de los medios y los significados de este nuevo lenguaje han supuesto un enriquecimiento de sus capacidades y conocimientos.

Otros, sin embargo, siguen desorientados, preguntándose de donde viene todo esto y como ha llegado a ocupar un lugar tan importante en la práctica de la profesión. La sostenibilidad se funda en la promesa de durabilidad: edificios con una larga vida útil, formas renovables de energía y comunidades estables. La arquitectura ecológica es una forma de convertir en realidad esas promesas.

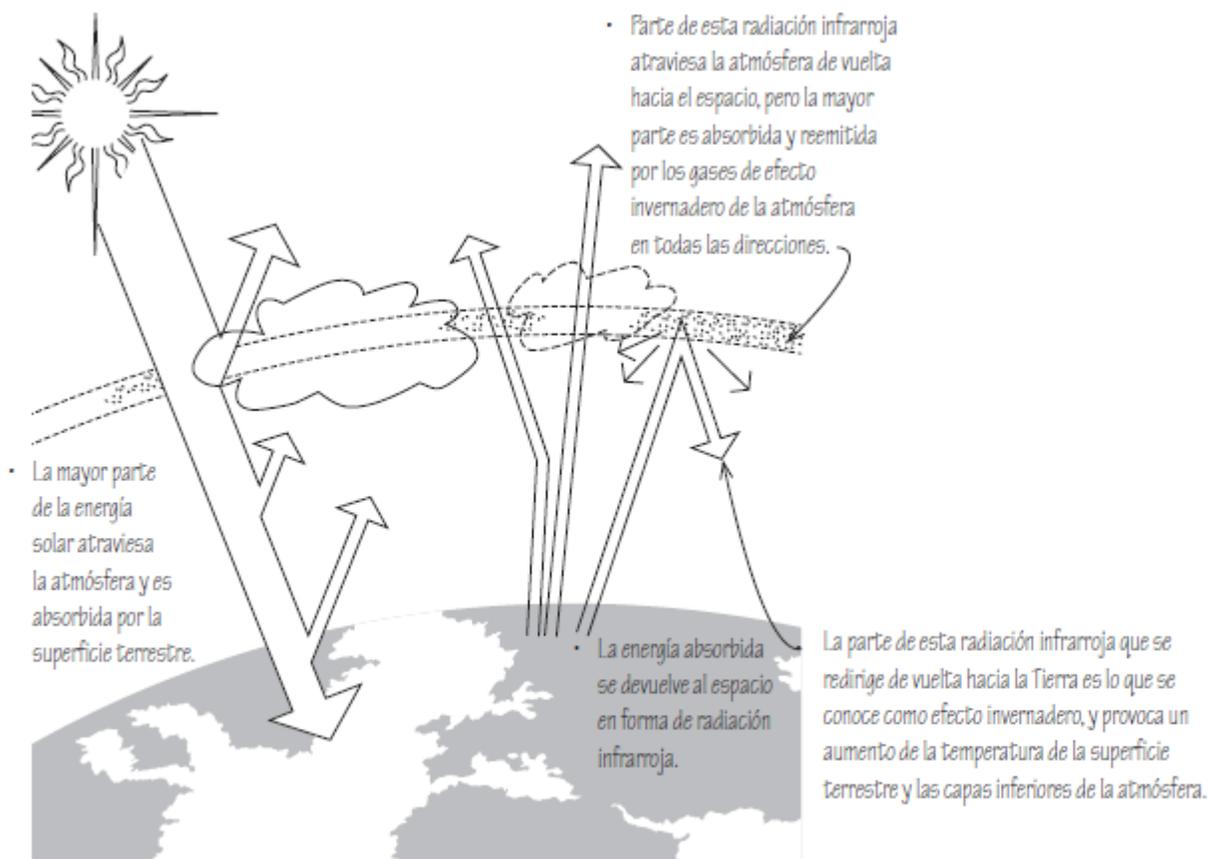
En paralelo a las promesas de la sostenibilidad, incluso exigiendo su cumplimiento, tenemos el recordatorio permanente por parte de los científicos sobre los riesgos medioambientales que, por otra parte, nuestras propias observaciones no cesan de confirmar. En todo caso, si dejamos de ignorar dichas amenazas empezamos a enfrentarnos a ellas en un trabajo colectivo y desarrollando estrategias para superarlas, descubriremos un potencial de actuación enorme. En última instancia, esta puede ser la principal promesa de la sostenibilidad: el valor para afrontar los desafíos medioambientales y para encontrar formas de superarlos.

#### 4.1.2. Afrontar los desafíos medioambientales

Diversas crisis medioambientales nos están obligando a que reevaluemos como planificamos, proyectamos y construimos los edificios. La contaminación atmosférica y de las aguas que resulta del uso de los combustibles fósiles, las consecuencias de los accidentes nuclear y los efectos incipientes, pero potencialmente devastadores, del cambio climático apuntan a la necesidad de reducir el consumo de energía. De igual modo, las diversas enfermedades que sufren las personas expuestas a productos químicos tóxicos nos obligan a reexaminar su uso intensivo, especialmente como materiales de construcción.

La principal causa del cambio climático es el aumento en la atmósfera de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) generados por actividades humanas como la deforestación, cambios en los usos del suelo y, especialmente, la quema de combustibles fósiles. Estos datos han sido reconocidos por instituciones científicas de todos los países industrializados del mundo.

Los gases de efecto invernadero- que tienen como componente principal el vapor de agua, pero también pequeñas cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O)- son emisiones que se emiten a la atmósfera y que actúan como bloqueadores térmicos, absorbiendo calor y distribuyéndolo en todas direcciones. La parte de esta radiación que retorna a la superficie es conocida como “efecto invernadero”, y que sirve para mantener la temperatura de la superficie y de la capa interior de la atmósfera en torno a los 15°C, requisito que posibilita la vida en el planeta. Sin este efecto invernadero de carácter natural no sería posible la vida tal como la conocemos en la Tierra.



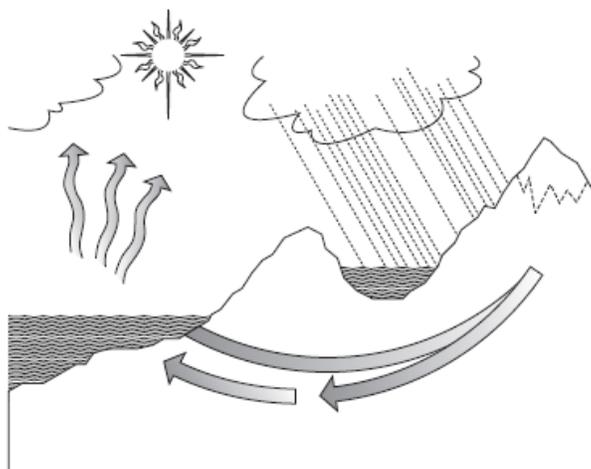
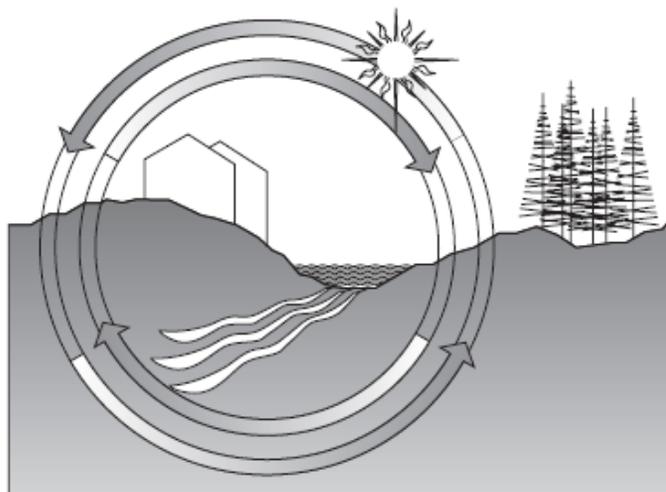
1.03 El efecto invernadero.

#### 4.1.3. Objetivos de la arquitectura ecológica.

Son numerosos los objetivos que justifican la planificación y el proyecto de edificios ecológicos. Tal vez los más ampliamente aceptados responden a la degradación ambiental:

- Mitigar el calentamiento global mediante el ahorro energético, la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero y el secuestro de carbono a través de procesos biológicos, como la reforestación y la restauración de humedales.
- Minimizar el impacto medioambiental resultante de la extracción de carbón, gas natural y petróleo, así como los derrames accidentales; la remoción de usos de suelos por la minería de carbón y la contaminación asociada a la fractura para la extracción de gas natural.

- Reducir la contaminación del aire, del agua y de los suelos.
- Proteger las fuentes de agua potable.
- Reducir la contaminación lumínica que puede perturbar los ecosistemas nocturnos.
- Proteger los hábitats naturales y la diversidad biológica, en especial las especies amenazadas o en peligro de extinción.
- Evitar la conversión innecesaria e irreversible de suelos agrícolas a usos no agrícolas.
- Proteger la cobertura del suelo y reducir el impacto de las inundaciones.
- Reducir el uso de vertedores de basura.
- Reducir el riesgo de contaminación nuclear.



Los objetivos de la arquitectura ecológica también contemplan la mejora de las condiciones de confort y la salud de las personas:

- Mejorar la calidad del aire en ambientes interiores.
- Mejorar la calidad del agua servida.
- Mejorar el confort térmico.
- Reducir la contaminación acústica.
- Mejorar el ánimo de las personas.

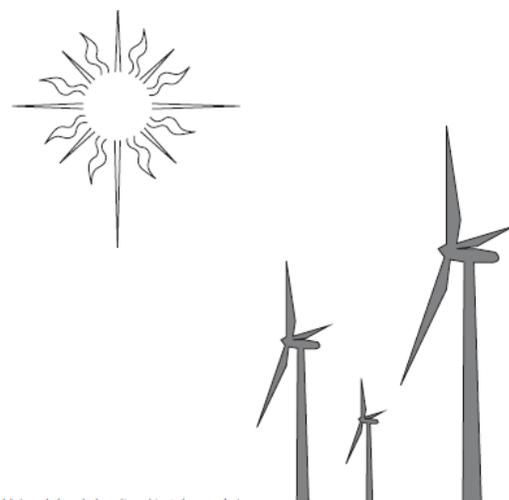


Puede considerarse que algunos de ellos tienen una naturaleza económica:

- Reducir los costos energéticos.
- Mejorar la productividad.
- Generar empleos ecológicos.
- Mejorar el atractivo comercial.
- Mejorar las relaciones entre las personas.

Otros objetivos pueden considerarse políticos:

- Reducir la dependencia de los recursos fósiles situados en otros países.
- Mejorar la competitividad nacional.
- Evitar el agotamiento de combustibles no renovables, como el petróleo, el carbón o el gas natural.
- Reducir la presión sobre la red eléctrica y el riesgo de cortes de suministro.



1.10 Mejora de la salud medioambiental y económica.

Algunas personas consideran que en los objetivos de la arquitectura ecológica deben contemplarse algunos de carácter social:

- Seguir prácticas laborales más justas.
- Facilitar el acceso a las personas discapacitadas.
- Proteger a los consumidores.
- Proteger las zonas verdes.
- Preservar los edificios históricos.
- Proporcionar viviendas asequibles.

Algunos objetivos reflejan las necesidades específicas del espíritu humano:

- Expresar la conexión y el profundo amor hacia la Tierra y la naturaleza.
- Confiar en uno mismo.
- Satisfacer las inquietudes estéticas.

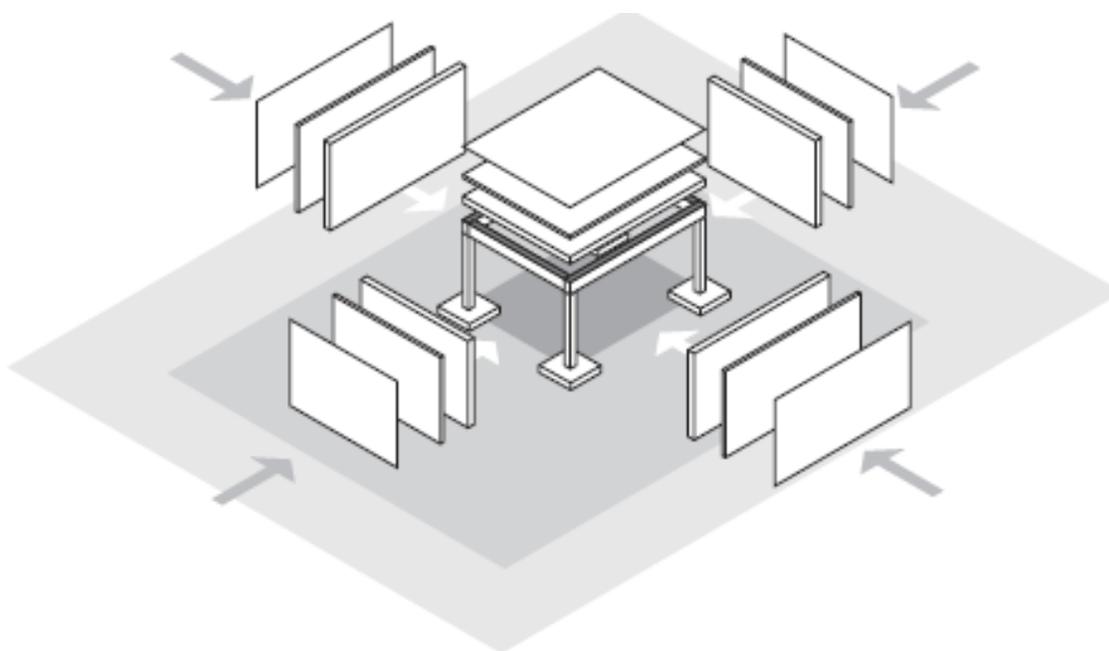
#### **4.1.4. Aproximaciones a la arquitectura ecológica.**

En el proyecto y la construcción de los edificios ecológicos suele ser útil aplicar el sentido común. Pueden cuantificarse los costes en lo que se refiere a la eficiencia energética y el uso del agua de la mayor parte de las tecnologías y soluciones disponibles, lo cual facilita el proceso de toma de decisiones. Los materiales tóxicos están identificados y se conocen relativamente bien, de modo que puede evitarse su uso.

El sentido común puede también resultar muy útil a la hora de responder a algunos de los problemas más complejos, evaluar la conveniencia de nuevas tecnologías, prevenir los bloqueos creativos a la hora de elegir entre una multitud de opciones, o afrontar incertidumbres o indeterminaciones en relación con los objetivos de la arquitectura ecológica.

Este libro se basa en un enfoque específico para proyectar edificios ecológicos: de afuera adentro. Proyectar partiendo del perímetro de la parcela y avanzando hacia el edificio, atravesando su envolvente y terminado por su núcleo central tiene distintivas ventajas. Si se van añadiendo capas de protección y se garantiza la integridad y la continuidad de cada una de ellas pueden reducirse significativamente las necesidades energéticas.

Mediante este método, la acumulación de mejoras de carácter ecológico permite reducir los costes de la construcción, haciendo posible que los edificios no solo consuman menos energía, agua o materiales, sino que su construcción resulte más económica. Sobre la base de algunos notables avances recientes de la ciencia de la construcción, este libro se centra en las estrategias de proyecto de edificios ecológicos, más que en cumplir determinados requisitos definidos por una normativa, estándar o sistema de cuantificación específico. En cualquier caso, el objetivo es que los principios y los métodos que se presentan sean los bastantes sólidos como para cumplir. E incluso superar, los requisitos que plantean los códigos, las normativas y los estándares actualmente existentes, así como para ser aplicables a todo tipo de edificios, ya sean vivienda de madera o rascacielos e hormigón y acero.



1.13 Proyectar de afuera adentro añadiendo capas de aislamiento y protección.

## 4.2. Principios básicos.

¿Qué es un edificio ecológico? En la introducción examinamos los impactos más significativos de los edificios sobre el entorno natural y defendimos aquellos que mitigan dichos efectos, no solo reduciendo su consumo de agua y energía, sino también

reduciendo el volumen de materiales y recursos necesarios para su construcción. Reducir el impacto medioambiental es un objetivo primordial de la arquitectura ecológica.

¿Qué otro factor hace que un edificio sea ecológico? En los debates en torno a la arquitectura ecológica y las diversas normas y estándares encontramos algunos objetivos ampliamente compartidos que no contribuyen directamente a reducir el impacto medioambiental de los edificios. Algunos de estos objetivos consisten en la mejora de la calidad de los edificios. Algunos de estos objetivos consisten en la mejora de la calidad del aire en los espacios interiores, en proporcionar vistas del entorno o en mejorar el confort térmico. De igual modo, podríamos y deberíamos ampliar el concepto de arquitectura ecológica para incluir el diseño de espacios que beneficien la salud de las personas.

Comencemos con la siguiente definición operativa: un edificio ecológico es aquel que tiene impacto medioambiental significativamente reducido y que proporciona un medio ambiente interior beneficioso para la salud de las personas.

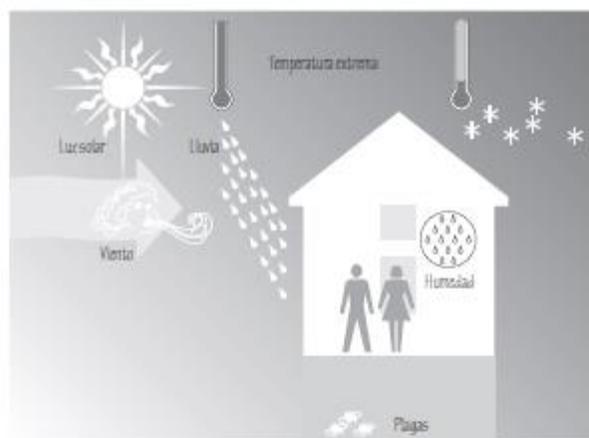
El desafío último consiste en proyectar y construir un edificio ecológico – que se comporte adecuadamente en función de las necesidades de sus usuarios, que no deteriore el medio ambiente y que ofrezca condiciones saludables- que, además, tenga un precio asequible dentro del presupuesto del cliente. Para afrontar un desafío de esta envergadura, podemos definir unos principios generales que pueden guiarnos y ayudarnos a gestionar como hacerlo.

#### **4.2.1. Principios básicos.**

Los edificios protegen a sus usuarios de una diversidad de elementos del exterior, a los que denominaremos cargas. Estas cargas son, en cierta medida, tensiones o presiones tanto para los edificios como para nuestras vidas cotidianas, y unas de las más significativas

son las temperaturas extremas, la razón por la que calentamos o refrigeramos los edificios.

Hay otras cargas al margen de las temperaturas extremas para las que también demandamos protección: los vientos impetuosos, las lluvias torrenciales o un sol abrasador. Buscamos protección también de la radiación solar ultravioleta, que pueden provocar cáncer en la piel y deteriorar obras de arte o materiales de construcción.

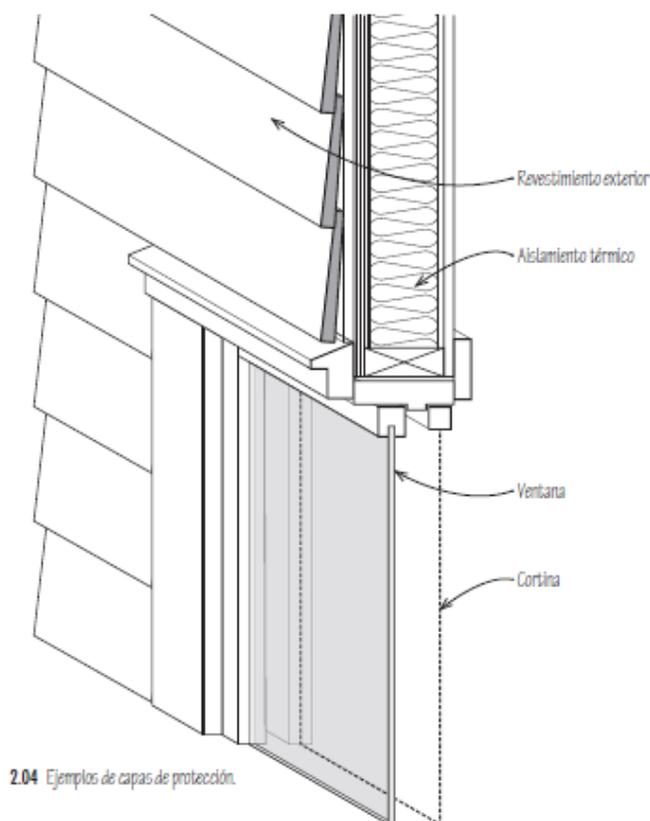


2.03 Tipos de cargas.

Los edificios son importantes para nosotros porque constituyen el medio en el que vivimos, trabajamos, enseñamos, aprendemos, compramos y nos reunimos para actividades o eventos sociales. También reconocemos el papel fundamental de los edificios a la hora de protegernos de muchas de las inclemencias de nuestro mundo. Denominamos “capa de protección” a aquellos componentes del edificio que nos protegen de las cargas. El aislamiento térmico de un muro es una capa de protección que sirve para moderar el impacto de las temperaturas extremas, al igual que el revestimiento exterior de un edificio es una capa de protección que asegura la estanquidad frente al viento o la lluvia, y sirve como barrera frente a los efectos de la radiación ultravioleta y otras cargas.

Algunas capas de protección están pensadas para ser selectivas, y permiten el paso de ciertos elementos deseables al tiempo que filtran otras cargas. Por ejemplo, las ventanas

permiten el paso de la luz y moderan las temperaturas extremas, mientras que las mosquiteras permiten el paso del aire fresco pero lo impiden a los insectos.

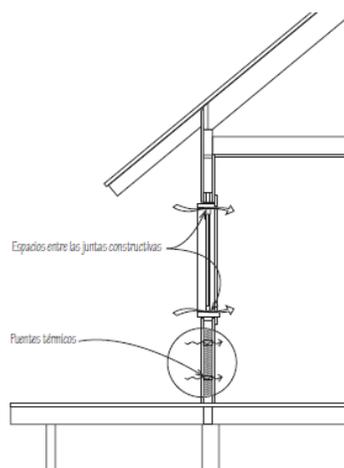


#### 4.2.2. Continuidad.

Otro principio del proyecto ecológico no solo reside en proyectar capas de protecciones fuertes y robustas, sino también en asegurar las continuidades de cada una de ellas. La continuidad de la envolvente térmica del edificio ha cobrado una gran importancia en los últimos años, pues estas capas quedan debilitadas cuando se interrumpen o son discontinuas. La mayor parte de los edificios convencionales contienen muchas discontinuidades de este tipo. Por ejemplo, los desvanes de los edificios con cubiertas a dos aguas tienen discontinuidades en diversos elementos, como rozas sin aislar, cajas de

instalaciones sin sellar, chimeneas, conductos de ventilación, así como ventanas con filtraciones.

Los huecos o espacios vacíos no son el único tipo de discontinuidades que puede sufrir el aislamiento térmico. Las discontinuidades también pueden producirse por la existencia de puentes térmicos, materiales conductores que penetran o interrumpen el aislamiento térmico en la junta de un muro con un forjado. Por ejemplo, los conectores de madera o metal de un muro entramado pueden facturar como puentes térmicos, permitiendo que el calor se cuele por el muro. Los muros y los forjados con aislamiento térmico expuesto en una de sus caras son casos típicos de una capa de protección débil. Por ejemplo, a menudo los forjados sanitarios o por encima de sótanos sin calefacción tienen el aislamiento térmico en su parte inferior sin ningún tipo de protección; este problema también se da en áticos, donde el aislamiento aplicado sobre falsos techos y paredes carece de protección y puede moverse o dañarse. Incluso en el caso de que el aislamiento térmico mantenga su posición, el aire puede circular alrededor del propio aislamiento y alcanzar la cara fría de las divisiones interiores, aumentando las pérdidas térmicas de los espacios con calefacción.

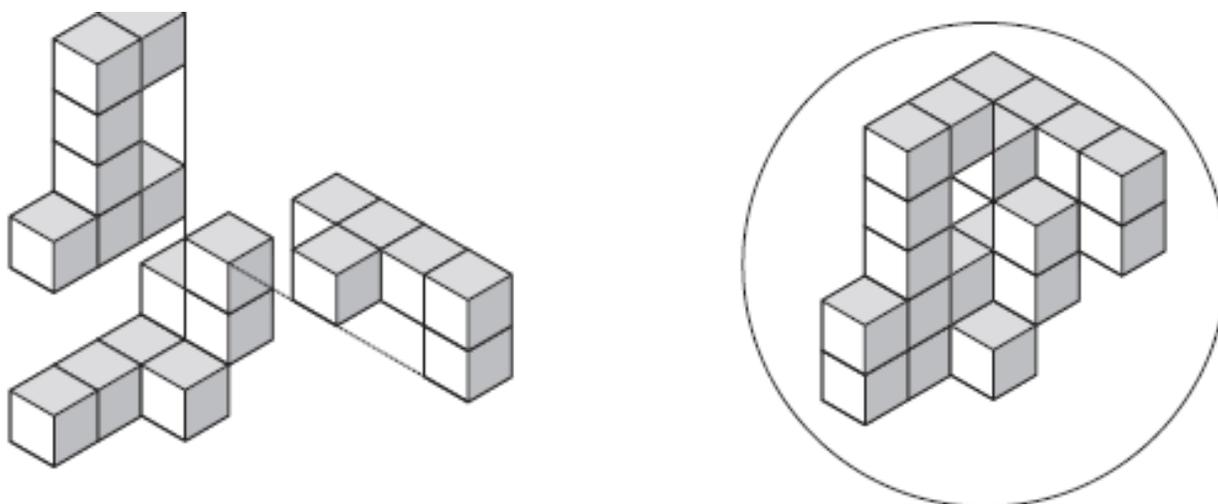


2.07 Una capa de protección será débil si tiene muchas discontinuidades, ya sean huecos o puentes térmicos.

### 4.2.3. Proyecto holístico

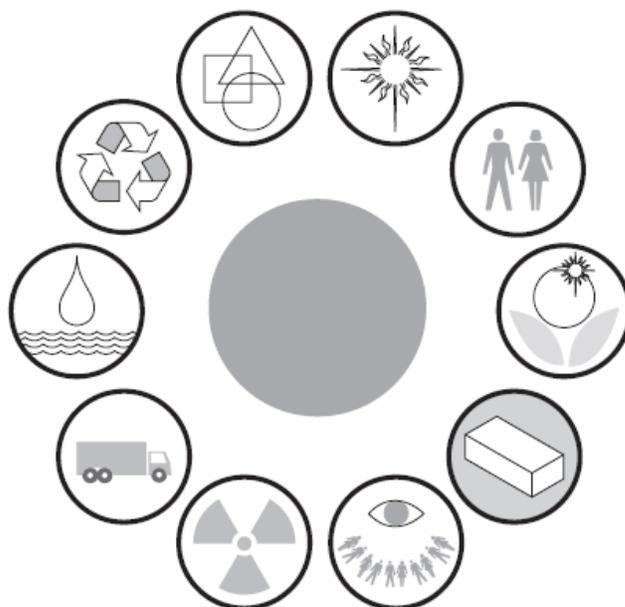
Otro de los principios del proyecto ecológico reside en un enfoque holístico, capaz de comprender el edificio y su entorno como un todo y analizar todos los componentes de afuera adentro. La energía se utiliza y se desperdicia de múltiples maneras. Por ejemplo, la energía de calefacción es necesaria puesto que se producen pérdidas de calor por conducción y por filtraciones a través de la envolvente del edificio, pérdidas en el proceso de distribución y pérdidas en los propios equipos de calefacción. Para minimizar dichas pérdidas debe concebirse el edificio como un todo.

Un edificio concebido holísticamente es aquel en el que todas las pequeñas mejoras se suman para obtener resultados globales significativos. Por sí mismo, un muro hiperaislado de 30 cm de grosor no puede hacer que un edificio sea energéticamente eficiente si sus ventanas tienen una conductividad térmica elevada, si hay constantes filtraciones de aire por las juntas y el desván, o si el sistema de calefacción cuenta con un sistema de distribución del calor ineficaz. A menudo los edificios ecológicos cuentan con un único componente ecológico, aunque muy visible, pero siguen consumiendo una gran cantidad de energía debido a que no se puso lo suficiente atención en el edificio como un todo.



### 4.3. Normas, estándares y guías.

En los últimos años se han desarrollado una serie de normas, estándares y guías sobre arquitectura ecológica. Cada una de ellas refleja un valioso compromiso con el medio ambiente y la salud de las personas, pero también valores y puntos de vista ligeramente diferentes; como cualquier ser humano, probablemente cada una sea imperfecta en algún aspecto.



Las normas, estándares y guías sobre la arquitectura ecológica suelen incorporar disposiciones sobre la elección del emplazamiento, la conservación del agua y la energía, la selección de materiales y la calidad del ambiente interior. Algunas contemplan otras cuestiones, como las referentes a las condiciones acústicas, la seguridad y la disminución de riesgos, los aspectos históricos y culturales, o las cuestiones estéticas. Muchos de estos sistemas combinan una serie de requisitos absolutos (prerrequisitos) con un conjunto de buenas prácticas para alcanzar un determinado grado de conformidad, la medición de los cuales pueden basarse en un sistema de créditos o, en el caso del ahorro energético, en unidades de energía.

Este enfoque lleva implícito el reconocimiento de que los edificios ecológicos deben cumplir obligatoriamente unos requisitos determinados y que otros son opcionales. Los obligatorios definen un umbral mínimo que debe cumplir cualquier edificio para ser considerado ecológico, mientras que los opcionales constituyen una especie de menú de posibles mejoras, y permite cierta flexibilidad y equilibrio, aceptando el hecho de que todo edificio siempre es único. Los créditos que se asignan a cada concepto pueden sumarse, de modo que se obtengan el número suficiente de ellos que posibilite la certificación del edificio.

Esta demostrado que estos sistemas de creditos fomentan la arquitectura ecologica. Tal vez por su forma de combinar una seri de tendencias humanas- la autorregulacion, la busqueda de sistemas organizados, el deseo de reconocimiento, el registro de lo realizado y el palcer por la competicion-, estos sistemas se han cnvertido en el principal foco para la activiad del proyecto y la consturccion ecologicos.

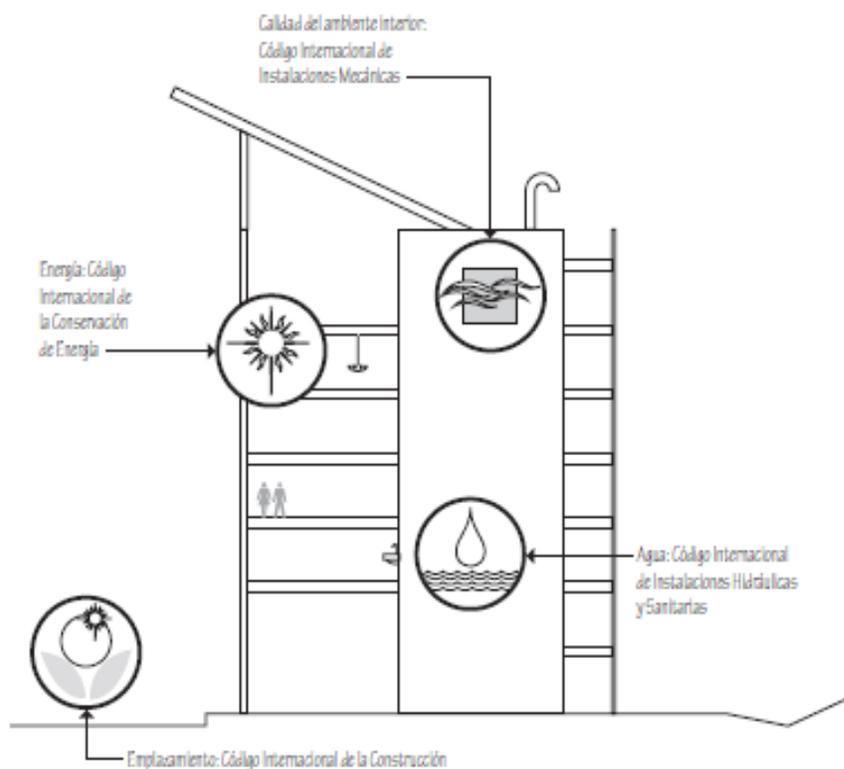
### **4.3.1. Normas.**

Comencemos con lo que quizá pueda resultar sorprendente, la inclusión, entre las normas que fomenta la arquitectura ecológica, del Código Internacional de la Construcción (International Building Code, IBC) y sus normas derivadas. El IBC incorpora una amplia gama de disposiciones de carácter ecológico, entre ellas, requisitos de ahorro energético (Código Internacional de Conservación de Energía), de ventilación (Código Internacional de Instalaciones Mecánicas) y de ahorro de agua.

Esta normativa técnica resulta útil porque, en diversas circunstancias, define el valor de referencias para las normas, estándares y guías de arquitectura ecológica, y porque, caso excepcional para los requisitos ecológicos de los edificios, el IBC es de obligado cumplimiento en muchos lugares. Cualquier esfuerzo por hacer más ecológica la construcción debería aprovechar, como mínimo, los requisitos ecológicos definidos por la norma vigente y defender su cumplimiento. El IBC y sus normas subsidiarias son

elaboradas y actualizadas por el Consejo del Código Internacional (International Code Council, ICC).

Recientemente el ICC ha publicado un Código Internacional de la Construcción Ecológica en colaboración con los organismos estadounidenses del Colegio de Arquitectos (AIA), el Consejo de la Construcción Ecológica (USGBC), la Sociedad de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), la Sociedad de Ingeniería de la Iluminación (IES) y ASTM Internacional. Este desarrollo reúne un amplio espectro de requisitos ecológicos para la construcción, compatibles con la serie completa de normas técnicas del ICC, proporcionando un marco normativo que puede adoptarse por cualquier jurisdicción local de Estados Unidos.



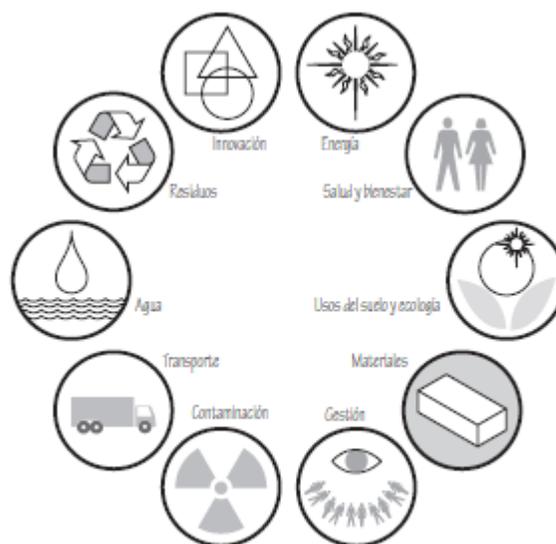
**3.03** El Código Internacional de la Construcción como norma de arquitectura ecológica.

### 4.3.2. Estándares.

El programa de certificación de arquitectura ecológica LEED (Leadership in Energy and Environment Design) ha asumido un papel protagonista entre los diferentes estándares de arquitectura ecológica, primero en Estados Unidos y cada vez más en el resto del mundo. Las cinco categorías principales que maneja: parcelas sostenibles, eficiencia en agua, energía y atmósfera; materiales y recursos, y calidad ambiental interior- se han convertido en parte del vocabulario de la arquitectura ecológica. Este sistema de evaluación se proyectó a partir del consenso entre los distintos miembros del USGBC- Instituciones federales, estatales y locales, arquitectos, ingenieros, contratistas, proveedores y propietarios inmobiliarios- y se encuentra en un proceso permanente de evaluación y revisión para responder a la retroalimentación y la nueva información que va surgiendo. En julio de 2003 Canadá obtuvo una licencia del USGBC para adaptar el sistema de evaluación LEED a las circunstancias del país.

La expansión de la aplicación del sistema LEED no solo a nuevas edificaciones, sino también a la rehabilitación de edificios, la planificación de barrios, el desarrollo de proyectos inmobiliarios, la reforma de interiores o el desarrollo de edificios específicos, como viviendas, escuelas, centros de salud o centros comerciales, le han otorgado una amplitud y un alcance singulares.

El sistema BREEAM (Building Research Environment Assessment Method) es una propuesta británica del Building Research Establishment (BRE) para medir y evaluar la sostenibilidad y el comportamiento medioambiental de edificios no domésticos en diversas áreas: gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales y residuos, consumo de suelo y ecología, y contaminación. La escala de evaluación de las certificaciones BREEAM es: aceptable, bueno, muy bueno, excelente y sobresaliente. Puesto en marcha en 1990, este sistema de evaluación medioambiental es uno de los más antiguos y extendidos. Su uso está extendido en Europa y también se ha utilizado en otras partes del planeta. Varios de los enfoques del sistema BREEAM se han incorporado en diversas normas, guías y estándares, también en el sistema de evaluación LEED.



3.05 Categorías de cumplimiento del sistema BREEM.

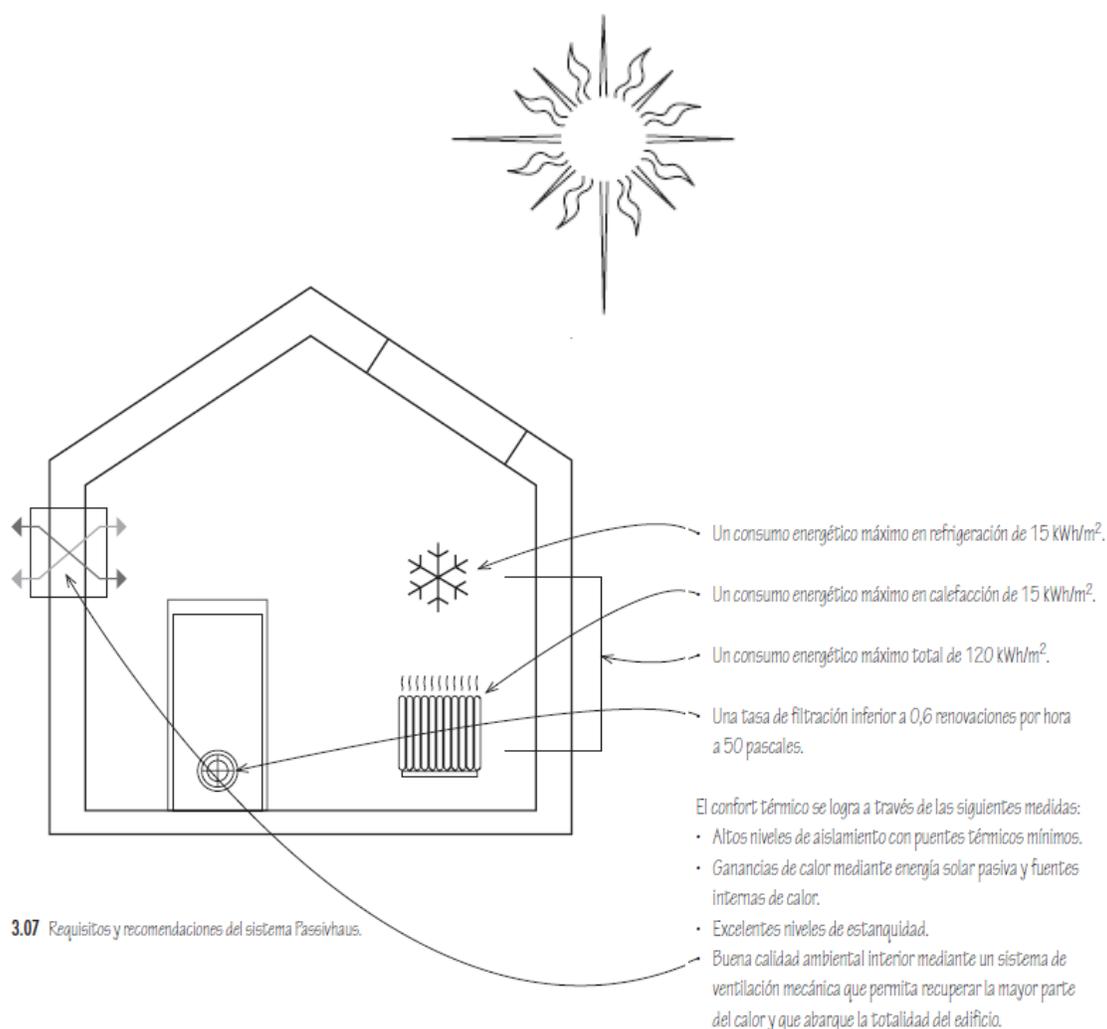
Otro estándar estadounidense de arquitectura ecológica es el Estándar para el Proyecto de los Edificios Verdes de Alto Rendimiento, desarrollado por SHRAE, USGBC e IES, y generalmente conocido como el Estándar 189.1 de ANSI/ASHRAE/USGBC/IES. Proporciona opciones sencillas de cumplir y otras de rendimiento, más flexibles y desarrolladas en un lenguaje normativo que permite ser adoptadas por las autoridades regionales, estatales y locales. El estándar no está pensado como una guía de proyectos, sino como un complemento a los sistemas de evaluación de la arquitectura ecológica. Aunque el estándar se centra en el ahorro energético, también incorpora unos requisitos mínimos sobre el emplazamiento, la eficiencia en el uso del agua, la calidad del ambiente interior, el impacto en la atmósfera, los materiales y recursos, y la planificación de las obras.

Green Globes es un sistema de evaluación y certificación medioambiental on-line para edificios comerciales que pretende ser una alternativa económica y popular al LEED. Se centra en el análisis del ciclo de vida del proyecto, uso y mantenimiento del edificio en siete áreas: gestión del proyecto, emplazamiento, energía, agua, recursos, materiales de construcción y residuos, emisiones y efluentes, y ambiente interior.

Passivhaus es un estándar europeo para maximizar la eficiencia energética de un edificio y reducir su huella ecológica. Aunque su denominación implica la aplicación primaria en el sector residencial, los principios de este estándar también pueden aplicarse a edificios comerciales, industriales y de uso público. La fortaleza de Passivhaus radica en la simplicidad de su enfoque: producir edificios de muy bajo consumo energético mediante la combinación de un excelente rendimiento térmico con un alto grado de estanquidad, por ejemplo, sistemas de ventilación que recuperen el calor al tiempo que suministran aire fresco, para garantizar la calidad ambiente interior.

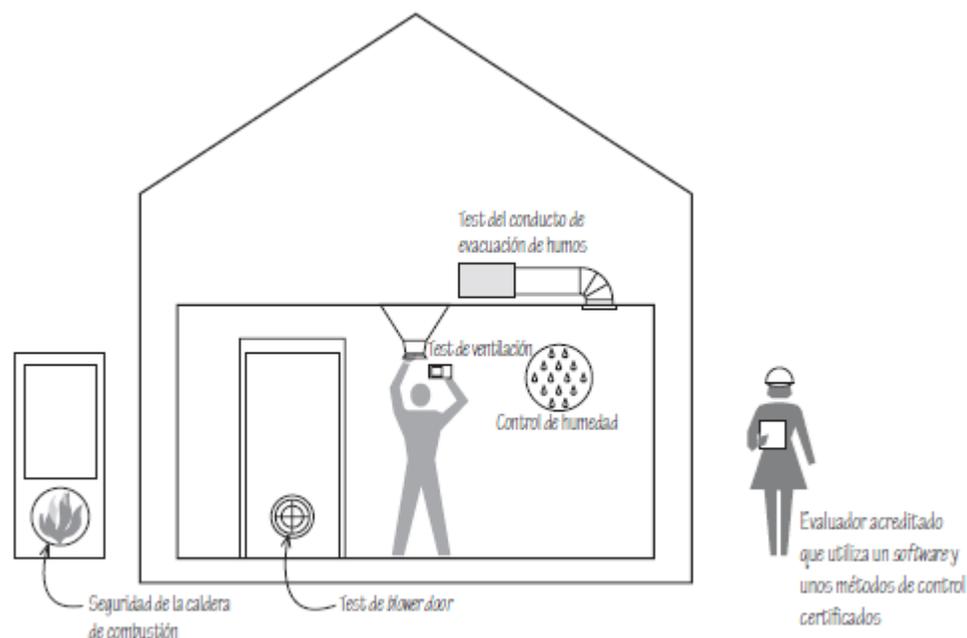
Este objetivo principal de reducir al máximo el consumo de energía alinea perfectamente al estándar Passivhaus como necesidad apremiante, en la actualidad, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El estándar cuenta con objetivos del proyecto en términos de consumo energético (demanda máxima de 120 kWh/m<sup>2</sup> y en términos de filtración de aire, con un máximo de 0.60 renovaciones de aire por hora (a una presión de 50 pascales). Este último objetivo se traduce en la necesidad de que el edificio se proyecte meticulosamente de tal forma que limite las filtraciones, reconociendo el papel clave que desempeñan en el consumo energético y la vulnerabilidad de los edificios a la filtración.

Passivhaus requiere de niveles de filtración de aire muy reducidos, de aislamiento térmico elevados, con puentes térmicos mínimos y ventanas con coeficiente U muy bajo. Para cumplir este estándar, un edificio debe tener:



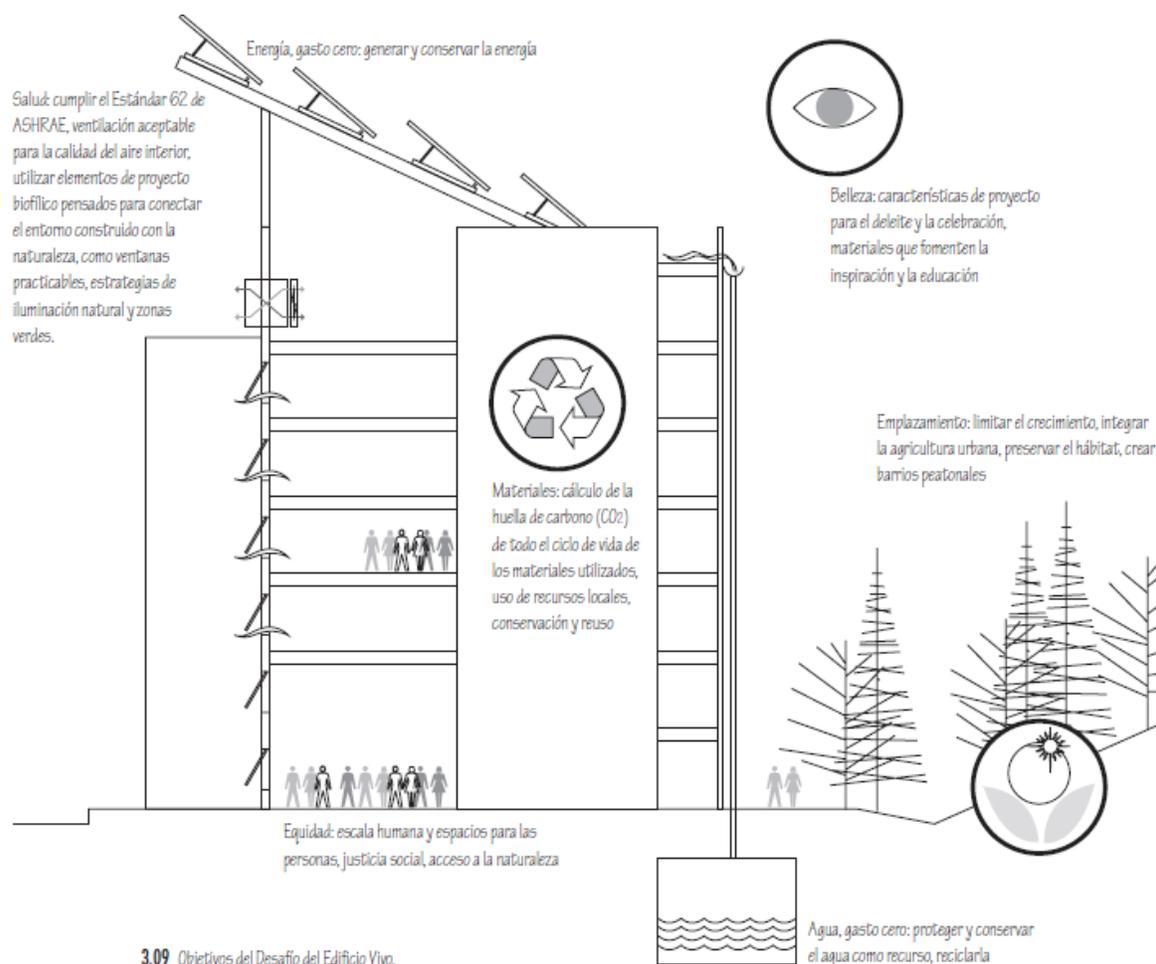
Un estándar que se utiliza a menudo en Estados Unidos para el proyecto y la construcción de viviendas es el sistema HERS (Home Energy Rating Systems), desarrollado por la Red de Servicios Energéticos residenciales (Residential Energy Service Network, RESNET) y la Asociación Nacional de Funcionarios Estatales de Energía (National Association of State Energy Officials). Este sistema de evaluación se centra en el ahorro energético, pero cuenta también con una serie de requisitos que tienen que ver con la calidad del ambiente interior, específicamente, el control de la humedad, la ventilación y la seguridad de las calderas de combustión. El sistema HERS también presta especial atención al control de calidad mediante la inclusión de requisitos para la acreditación de las empresas y profesionales encargados de la evaluación, los sistemas de validación de las previsiones de consumo energético, o los procedimientos de inspección y comprobación in situ.

Finalmente, también se utiliza como estándar de referencia para los requisitos del sistema LEED para viviendas.



3.08 Requisitos del sistema de evaluación HERS.

Un nuevo estándar para la planificación, el proyecto y la construcción sostenibles es el Desafío del Edificio Vivo (Living Buildign Challenge), creado y gestionado por el Instituto Internacional para el Futuro Vivo (International Living Future Institute) y dirigido a evaluar proyectos de cualquier escala, desde edificios a infraestructuras, proyectos paisajísticos y urbanos. Se caracteriza por defender un gasto cero de agua y energía, y un procesamiento integral de los residuos in situ para periodos superiores a doce meses de ocupación permanente. El estándar también contiene requisitos para otra área de la arquitectura ecológica, como las que tienen que ver con la elección y la conservación del emplazamiento, la selección de los materiales y la salud. Debe señalare que incorpora aspectos como la belleza y la equidad como cuestiones esenciales del proyecto de edificios ecológicos.



3.09 Objetivos del Desafío del Edificio Vivo.

### 4.3.3. Guías.

Aparte de las normas y estándares, también se han desarrollado un gran número de guías para la arquitectura ecológica por parte de todo tipo de instituciones públicas (regionales y estatales), universidades, organizaciones gubernamentales, empresas privadas e incluso gobiernos locales.

Un ejemplo de una guía verde es la Guía Residencial Ambiental (Residential Environmental Guidelines) desarrollada en el Ayuntamiento de Nueva York por la Hugh L. Carey Battery Park City Authority en 1999 y publica por primera vez en 2000. Al igual que el sistema de certificación LEED, esta guía se trata temas como la eficiencia energética, la calidad del

ambiente interior, la conservación de materiales y recurso, el ahorro de agua o la gestión del emplazamiento, y contienen también una sección dedicada a la formación para la gestión y el mantenimiento de los edificios. Algunas guías se enfocan hacia un área específica del proyecto ecológico, como la Iniciativa Lugares Sostenibles (Sustainable Sites Initiative), desarrollada por la Asociación Americana de Paisajistas (ASLA), el Lady Bird Johnson Wildflower Center de la University of Texas en Austin y el Jardín Botánico de Estados Unidos. Siguiendo el modelo del sistema LEED, esta guía explorará con detalle los espacios más vulnerables desde el punto de vista medioambiental, señalando los beneficios de los diversos servicios medioambientales, como la polinización, articulando un potente conjunto de principios aplicables a dichos contextos, para incluir a continuación un amplio listado de buenas prácticas, con el correspondiente sistema de prerrequisitos y créditos para conformar la evaluación.

## Bibliografía básica y complementaria:

- Ching, F. Shapiro, I. (2014). *Arquitectura ecológica, un manual ilustrado*. Barcelona: Gustavo Gili.
- UIA (1993). *Un Vitrubio ecológico, principios y practica del proyecto arquitectónico sostenible.*; Editorial GG.
- Deffis, A. (1989). *La casa ecológica autosuficiente, para climas cálidos y tropicales*. Editorial: Conceptos, S.A.
- Chan, D. *Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social*. Profesora de Tiempo completo de la Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad Autónoma de Baja California, Campus Mexicali.
- Gómez, C. *Desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación*.
- Hernández, S., *El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la Arquitectura y edificación en México*. *Acta Universitaria*, vol. 18, núm. 2 mayo agosto, 2008, pp. 18-23. Universidad de Guanajuato.