

**Título: “Criterios de diseño sustentable para la arquitectura habitacional, en Jalisco”**

Mesa temática: Arquitectura sustentable, retos técnicos y diseño integral

Nombre: David Carlos

Apellidos: Ávila Ramírez

Cargo: Profesor Investigador Titular “C”

Cuerpo Académico: Centro de Investigaciones en Arquitectura y Medio Ambiente (CIMA)

Dirección: José I. Solórzano No. 655. Col. Jardines Alcalde. Guadalajara, Jal. CP 44290. México.

e-mail: david22\_2000@hotmail.com

Teléfono (52) (33) 38 55 09 52

Fax: (52) (33) 12 02 3000 ext. 8699

**Resumen.**

La presente propuesta pretende analizar las circunstancias actuales de la aplicación de las normativas de edificación vigentes y su relación con las condiciones de sustentabilidad del entorno específico en la zona centro occidente de México, con la finalidad principal de desarrollar criterios e indicadores de habitabilidad necesarios para el desarrollo de edificaciones sustentables. Esta propuesta se adscribe a la iniciativa realizada por la comisión nacional de vivienda (CONAVI) para elaborar los lineamientos y principios mediante un “Código de edificación de vivienda”, el cual tiene como objetivo orientar el diseño y la construcción de viviendas que incluyan aspectos de sustentabilidad y accesibilidad que satisfaga en lo posible la seguridad, la habitabilidad y la salud de los usuarios de dichas edificaciones.

En el Estado de Jalisco esto ha tenido como consecuencia la necesidad de elaborar instrumentos técnicos que permitan establecer los índices de sustentabilidad requeridos para el desarrollo de edificaciones que sean adecuados a los requerimientos físicos y ambientales de dicha región. La Universidad de Guadalajara conjuntamente con la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) ha llevado a cabo reuniones con la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI) para establecer los parámetros que deberán ser incluidos en la región, en vías de aplicar adecuadamente el “Código de Edificación de Vivienda” anteriormente mencionado.

Para apoyar lo anteriormente expuesto es necesario partir del análisis de los problemas que actualmente conlleva la producción de vivienda, como es el hecho de que la actividad humana de producción y ocupación de la vivienda, ha aportado sustancialmente porcentajes importantes en el problema del calentamiento global y su impacto ambiental consecuente. El desperdicio y deterioro de los recursos naturales obliga a considerar alternativas tecnológicas para la producción y ocupación de la vivienda sustentable que incorpore ecotecnologías para el consumo eficiente de agua mediante el reciclaje y la captación pluvial, así como el uso eficiente de energía a través de el aprovechamiento de la iluminación y ventilación naturales y del tratamiento de áreas exteriores, así como del uso de tecnologías y sistemas ahorradores de energía eléctrica.

El análisis de la eficiencia energética y del recurso agua se basará principalmente en las condiciones de sustentabilidad en las cuales los usuarios de las edificaciones desarrollan diversas actividades, entendiendo con ello que el consumo de energía y agua determinan las condiciones de habitabilidad en cualquier ambiente al que se esté refiriendo. Asimismo, se plantea la idea de proponer una serie de criterios e indicadores de sustentabilidad, en vías de elaborar una normativa global de la edificación en la zona centro occidente de México, por lo que se decide elegir un lugar específico para ejemplificar los puntos tratados en el desarrollo de la investigación.

La idea es demostrar que en cada uno de los apartados antes mencionados, se describan los parámetros de las propuestas con relación al elemento arquitectónico y/o urbano analizado; para ello se propone tres niveles distintos de utilización. La estrategia consiste en manejar un mayor margen de participación por parte de los edificadores, siendo ellos los que tendrán que implementar un conjunto de datos de distinta índole según sea el nivel (o niveles) que se decida a emplear. Estos 3 niveles de utilización como control del aspecto normativo son:

- Por medio de la realización de un cálculo.
- Realizando mediciones en el proyecto mismo.
- Imponiendo valores (máximos o mínimos) prefijados.

### **ANTECEDENTES.**

Es de conocimiento público que en México existe un crecimiento del consumo de energía para el acondicionamiento ambiental (climático y lumínico) de las viviendas, lo cual tiene un impacto muy importante en la economía de los usuarios. Este impacto del sector energético ahuyenta nuevas inversiones y acentúa la dependencia al uso de combustibles fósiles no renovables, así como del impacto ambiental que esto conlleva.

Uno de los elementos más importantes que determinan los niveles de confort y de consumo energético en las viviendas, es su envolvente y su disposición a los factores climáticos naturales. Por regla general en nuestro país, las viviendas destinadas para el sector más desprotegido, se diseñan y construyen en función del costo de construcción y no en función a los costos de operación. Lo anterior se evidencia en la mayoría de nuevas edificaciones, las cuales reflejan altos consumos energéticos y serios problemas de confort ambiental, problemas que pueden ser solucionados mediante una correcta aplicación de una metodología de diseño bioclimático adecuada, sin que esto genere un impacto importante en el costo de la edificación.

Bajo esta temática, la investigación que se propone tiene sus antecedentes en el trabajo de vinculación que la Universidad de Guadalajara ha estado realizando con el gremio de la construcción a través del Colegio de Arquitectos del Estado de Jalisco. Desde el año 1998 se han tenido acercamientos con los municipios que integran la Zona Metropolitana de Guadalajara, siendo el Municipio de Zapopan el que manifestó interés para readecuar su Reglamento de construcciones y de los cuales ya se han tenido las primeras reuniones de trabajo, concluyendo que para realizar las recomendaciones ambientales pertinentes es necesario analizar las condiciones tanto físicas, como sociales del área de estudio.

Aunque el Reglamento que controla las actividades de edificación sigue vigente hoy en día, las variaciones de las que ha sido objeto han sido diversas, aunque cabe aclarar que dichas modificaciones obedecen más a los aspectos administrativos, así como de las funciones periciales de la construcción.

### **JUSTIFICACIÓN.**

Para la transición demográfica en el año 2030, la población de México será de casi 130 millones de habitantes, para lo cual México debe alcanzar la tasa de 100% de tratamiento de aguas residuales e impulsar su reutilización para la agricultura, para la industria e incluso para el consumo.

Entre 2007 y 2030 el número de ciudades crecerá un 40% por lo que no se puede seguir enfrentando una pérdida de más de la tercera parte del agua en las redes públicas ni tampoco seguir sin recuperarla y reutilizarla. Para el año 2030 por ejemplo, se habrán de construir tantas viviendas como

las que se han construido durante todo el siglo XX en el país, si verdaderamente se quiere satisfacer el crecimiento poblacional y la demanda de los mexicanos.

La visión de largo plazo anunciada por la Presidencia de la República en el Programa México 2030 se construirá mediante la formulación de propuestas sobre 5 ejes: respeto al Estado de Derecho y seguridad pública; economía competitiva y generación de empleos; igualdad de oportunidades; desarrollo sustentable; y, estado democrático.

Los diez más importantes desarrolladores en México construyen del 25 al 45% del mercado de la vivienda. Los desarrolladores más grandes construyen más de 15 mil unidades de vivienda anuales. Debido a la escasa disponibilidad de reservas territoriales, los desarrolladores tienen su propia reserva para ser utilizada en 2 a 5 años.

Los nuevos desarrollos de vivienda se adaptan a los estilos de habitar de sus residentes, así como a nuevas estructuras familiares y formas de trabajo. Poseer un espacio propio es cada vez más importante y las ciudades tienen que afrontar el reto de proveer la oportunidad para dichas demandas.

Hasta ahora, no se ha podido dar plena respuesta a estas demandas y como consecuencia se tienen ciudades que crecen sin control, terrenos mal utilizados y avenidas y calles congestionadas.

Para la construcción de un millón de viviendas promedio por año se requerirá:

- Considerando una densidad neta de 50 casas por hectárea, sin servicios
- Un área aproximada de 40,000 hectáreas de suelo
- Tratamiento de aguas residuales = 1,343 millones de pesos
- Infraestructura hidráulica = 10,000 millones de pesos
- Infraestructura de drenaje = 9,000 millones de pesos
- Infraestructura eléctrica = 3,500 millón pesos
- 28 mil millones de pesos anualmente para otorgar servicios de infraestructura a la vivienda que se construya a partir de 2007.<sup>1</sup>

## **OBJETIVO.**

Promover la implementación de los conceptos y criterios de sustentabilidad en las actividades relacionadas con la edificación de vivienda a nivel regional, buscando adecuar los procesos técnicos y administrativos en respuesta a los diferentes requerimientos físicos y ambientales de la zona occidente de México. De la misma manera, referenciar los índices de calidad y su homologación a los estándares establecidos en las normas internacionales, involucrando para ello tanto a académicos y estudiantes, así como a otros actores relacionados con la industria de la construcción.

## **Impacto científico.**

La vivienda y el desarrollo sustentable en México. Las edificaciones y las viviendas tienen un impacto importante en el medio ambiente y en la salud de las personas.

La calidad medioambiental asocia el confort de los seres humanos al desarrollo sostenible de los recursos naturales, aplicado a la arquitectura este concepto supone la incorporación de nuevas exigencias en todo el proceso constructivo de una vivienda, modificando costumbres de los desarrolladores y de los usuarios.

Para sustentar lo anteriormente expuesto se requiere hacer referencia a los "Alcances y retos en materia de vivienda" que la Presidencia de la República ha establecido en cinco aspectos que está planificado guíen la política nacional de vivienda:

---

<sup>1</sup> CONAVI. 2007. "El Desarrollo Sustentable y la vivienda". Comisión de Cooperación Ambiental. México.

- Carácter eminentemente social de los programas de adquisición de vivienda
- Fomentar la vivienda de calidad
- Concretar esfuerzos con los diferentes actores e instituciones de vivienda
- Brindar mayores oportunidades a las familias
- Creación de infraestructura en todo el país.

La Presidencia de la República ha establecido como meta la creación de una más amplia infraestructura de vivienda en el país, para lo que se requiere la construcción de un millón de viviendas promedio por año. Para dar recomendaciones para desarrollar viviendas sustentables, es necesario formular los siguientes criterios como instrumentos de política ambiental, en concordancia a las leyes ambientales estatales:

**Criterios para el desarrollo urbano.** El cuidado que debe existir entre las áreas verdes y las edificaciones destinadas a la habitación, los servicios y en general otras actividades. La conservación de áreas forestales y agrícolas fértiles, evitando su fraccionamiento urbano. Las limitaciones para crear zonas habitacionales en torno a centros industriales.

**Criterios en materia de vivienda.** El empleo de dispositivos y sistemas de ahorro de agua potable, captación, almacenamiento y utilización de aguas pluviales, así como el tratamiento y reciclaje de éstas. El aprovechamiento óptimo de la energía solar, tanto en la iluminación como para la calefacción.

La incorporación en la planeación, diseño y construcción de elementos y criterios estéticos y arquitectónicos que armonicen con el entorno, privilegiando el uso de materiales locales y respeto a las tradiciones culturales. Diseños que faciliten la ventilación natural. El uso de materiales de construcción que ocasionen el menor impacto ambiental.

En consecuencia, cabe la posibilidad de llevar a cabo algunas acciones futuras que serían factibles de considerar como continuación del presente proyecto:

- Recomendar alternativas tecnológicas para la vivienda sustentable.
- Llevar a cabo mediciones y monitoreo de los diseños y las tecnologías incorporadas en la vivienda.
- Analizar un estudio costo-beneficio de tecnologías y productos alternativos.
- Promover la normatividad y evaluación de la vivienda sustentable.
- Realizar referencias al anteproyecto de NOM-020-ENER, eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios residenciales.
- Generar indicadores que funcionen como línea base para generar políticas, estándares y regulaciones que se incluirán en la normatividad.
- Establecer un sistema de análisis para evaluar y calificar los aspectos técnicos de proyectos sustentables.
- Fomentar mecanismos financieros que permitan solventar el sobre costo que hoy implica la incorporación de ecotecnologías en la vivienda sustentable, en referencia a lo aplicado en otros países con la incorporación de las llamadas "hipotecas verdes".
- Fomentar la difusión y capacitación para la implementación de ecotecnologías en la vivienda sustentable.
- Establecer programas relacionados con la sustentabilidad a nivel nacional.

### **Impacto tecnológico.**

Para incidir en la comunidad tanto académica como profesional se pretende utilizar y difundir programas y utilerías informáticos existentes que sirvan de herramienta para los edificadores, los cuales contendrán los datos ambientales procesados que sirvan como parámetros para lograr diseños sustentables.

Mediante recomendaciones técnicas, inducir a los desarrolladores y constructores de viviendas a incluir en el diseño, construcción y estrategias de comercialización, medidas de ahorro de energía eléctrica, uso racional del agua, así como del tratamiento de residuos sólidos. Probar mecanismos que estimulen a los diferentes agentes involucrados en este tema, especialmente a los constructores y a los usuarios para que las viviendas contengan criterios de sustentabilidad que propicien una mejor calidad de vida y del entorno natural.

Asimismo, aprovechar los programas existentes del sector Gubernamental, para incorporar elementos tecnológicos de ahorro energético en las viviendas.

### **Impacto social.**

Es necesario incidir en los usuarios mediante la adecuación de los reglamentos de construcción existentes a las características y puntos de atención que demandan los espacios arquitectónicos en materia de ahorro y eficiencia de energía, manejo de residuos sólidos, así del uso racional del agua, en vías de lograr un desarrollo económico y social sustentable. Esto mediante una mayor participación tanto de los mismos usuarios, académicos involucrados, así como de los profesionales de la construcción, elaborando lineamientos y criterios para uso de ecotecnologías como alternativa a los elementos y sistemas tradicionales de la vivienda.

Los resultados del proyecto de investigación tienen como propósito propiciar la participación de instituciones públicas y privadas tales como:

CONAVI, FIDE, INFONAVIT, FOVISSSTE, Sociedad hipotecaria federal, FONHAPO, las instituciones bancarias, proveedores y fabricantes de equipos, organismos y cámaras nacionales (CMIC y la CANADEVI), Colegios de Arquitectos, Ingenieros, Instituciones de educación superior, Desarrolladores y Constructores de vivienda.

### **Impacto económico.**

Mediante las propuestas normativas se plantea la factibilidad de lograr condiciones ambientales propicias en la etapa inicial de los proyectos arquitectónicos en vías de disminuir el costo de la habitabilidad de las mismas en busca de obtener ahorros en energía eléctrica, suministro de agua. Dichas normativas pretenden establecer los parámetros adecuados para lograr diseños ambientalmente apropiados, con lo cual generar espacios de calidad para los usuarios de los mismos buscando influir a su vez en las condiciones económicas y sociales de la región.

De la misma manera se pretende mediante la realización del proyecto de investigación, analizar la viabilidad de llevar a cabo programas a gran escala e identificar fuentes de financiamiento para su desarrollo.

Analizar la posibilidad de certificar los llamados “créditos de carbono” (reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera) como resultado del ahorro de energía eléctrica al ejecutar un programa a gran escala en este ámbito. Por ejemplo, se podría considerar la factibilidad de que el derechohabiente (en el caso de financiamiento público) que adquiera una vivienda con criterios ecológicos podrá disponer de montos mayores de financiamiento. El aumento en el financiamiento que tendrían las familias por adquirir viviendas con sistemas ahorradores obtendría un financiamiento, que en términos prácticos se puede traducir en una mayor área de la vivienda.

### **Impacto ambiental.**

La propuesta del desarrollo del proyecto de investigación pretende normar las acciones que se llevan a cabo en las diferentes etapas de la edificación de asentamientos humanos, en vías de disminuir en lo posible el impacto ambiental que generan las actividades de edificación en el lugar donde se desarrollan.

Lo anterior viene como resultado de analizar la necesidad urgente que se tiene en México de desarrollar vivienda de interés social, pero a la vez de producir dichas viviendas que mejoren la calidad de vida de la población. Por ello, dichas propuestas pretenden propiciar las condiciones ambientales necesarias en los espacios arquitectónicos, en vías de mejorar las condiciones habitacionales y laborales de los usuarios en tres puntos específicos: eficiencia energética (disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>), reciclaje de agua y tratamiento de residuos sólidos.

## **METODOLOGÍA.**

### **1. Examen. Obtención de información técnica.**

La estrategia metodológica que determinará el seguimiento del proyecto parte de consideraciones esenciales tales como analizar los aspectos cualitativos y cuantitativos de las normas y reglamentos de construcciones vigentes. Por otra parte las consideraciones de los datos físicos, sociales y de infraestructura existentes, para tomarse como parámetros de posibles niveles de sustentabilidad en las viviendas. La información básica general necesaria son los datos poblacionales, del entorno físico y social y la infraestructura existente.

1.1. Normas y reglamentos existentes. Consultar y analizar las normas y/o reglamentos que incidan en los niveles de sustentabilidad de las viviendas. De la misma manera, analizar el "Código de edificación de vivienda" y los "Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables" propuestos por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI).

1.2. Datos demográficos para analizar los consumos energéticos de los usuarios de las viviendas.

1.3. Datos físicos del lugar de estudio, para analizar la temperatura, humedad relativa, vientos, precipitación pluvial, radiación solar, con la finalidad de poder determinar el comportamiento climático, de la región.

1.4. El paisaje urbano. Aspectos de los recursos naturales existentes como tipo de vegetación, la imagen urbana.

1.5. Residuos sólidos, aguas negras y grises.

1.6. Diseño bioclimático. Analizar los factores para obtener el confort térmico. Lumínico y acústico de las viviendas

1.7. Niveles de consumo de energía. Auditoría energética de los consumos promedios.

### **2. Interpretación de datos. Descripción de conceptos de sustentabilidad.**

2.1. Determinar los niveles de sustentabilidad de las viviendas.

2.2. Elaborar estadísticas de consumo energético de la población del área de estudio.

2.3. Establecer los parámetros físicos y sociales para elaborar los criterios e indicadores de sustentabilidad.

2.4. Desarrollar los niveles urbanos de sustentabilidad e identificar los impactos ambientales sobre el entorno natural.

2.5. La capacidad de reincorporación de residuos a través de separación de basura, elaboración de composta, etc. Además del traslado hacia el entorno inmediato y en áreas aledañas a la región.

2.6. Determinación bioclimática del espacio arquitectónico; encaminada a la obtención de criterios e indicadores sustentables propios del diseño de la vivienda.

2.7. Desarrollar un Modelo de Auditoría energética, base de la obtención de los aspectos del ahorro energético, en el desarrollo de viviendas sustentables, de la zona de estudio.

### **3. Síntesis. Medición de niveles de sustentabilidad.**

Los niveles de sustentabilidad se desarrollan a través de proponer tres categorías de utilización como control del aspecto en cada norma o reglamento de construcciones vigentes, relacionado ya sea a nivel urbano o arquitectónico, como propuesta de aspectos cuantitativos:

- 3.1. Por medio de la realización de un cálculo.
- 3.2. Realizando mediciones en el proyecto mismo.
- 3.3. Imponiendo valores (máximos o mínimos) prefijados.

Esto también será válido para las demás propuestas de Normativas, aunque dependiendo de la complejidad del elemento arquitectónico, podrían ser combinables los niveles.

#### **4. Propuesta de criterios de sustentabilidad para la vivienda.**

Las valoraciones de los aspectos cuantitativos normas y reglamentos de construcción vigentes se llevará a cabo mediante la apertura de espacios de reflexión y participación para los diversos actores involucrados: diseñadores y constructores, investigadores, municipios y usuarios finales y se pretende que las etapas de análisis, procesamiento de datos y propuestas normativas se agrupen en cinco aspectos principales:

##### *A. Ubicación, densificación del suelo, verticalidad y servicios.*

- I. Integridad y proximidad a la mancha urbana
- II. Conectividad y movilidad
- III. Infraestructura
- VI. Uso del suelo y densidad habitacional

##### *B. Uso eficiente de la energía.*

- I. Gas
- II. Energía eléctrica
- III. Envoltura térmica
- IV. Sistemas pasivos
  - IV. a. Diseño urbano
  - IV. b. Diseño arquitectónico

##### *C. Uso eficiente del agua.*

- I. Disponibilidad de agua en el conjunto
- II. Suministro de agua en la vivienda
- III. Agua residual
- IV. Agua pluvial
- V. Servicio post venta

##### *D. Manejo adecuado de residuos sólidos.*

- I. En el proceso de construcción
- II. En la vivienda
- III. Del conjunto
- IV. Áreas verdes

#### **5. Estrategias de acción.**

Para adecuar cada uno de los aspectos, los procesos técnicos, jurídicos y administrativos en respuesta a los diferentes requerimientos de los principales climas de la región, es necesaria la aplicación de la metodología propuesta, a través de los siguientes avances:

5.1. La participación de los actores locales representantes del gremio de la construcción (público y privado), representantes de las instituciones municipales, así como de los usuarios de las edificaciones en el análisis de los procesos normativos actuales, así como de su posible readecuación ambiental.

5.2. La formulación de recomendaciones de readecuación ambiental a las autoridades pertinentes y fomentar la participación de actores involucrados en los procesos edificatorios.

5.3. Procesamiento de datos. Desarrollo de memorias, bases de datos, índices de calidad y mapas mentales de síntesis.

Desarrollo de matrices de evaluación.

Ponderación de los aspectos cualitativos y cuantitativos.

5.4. Desarrollo de propuestas normativas.

5.5. Estrategias y recomendaciones de adecuación de los procesos físicos y sociales en respuesta a los diferentes requerimientos de los principales climas de la región.

### RESULTADOS ESPERADOS.

1. Formación de recursos humanos. La capacitación y la difusión entre los profesionales de la construcción, promotores inmobiliarios y comunidad en general.

2. Catálogo de los criterios e indicadores de habitabilidad para el desarrollo de vivienda sustentable en la zona centro occidente de México.

3. Documento de diagnóstico del estado actual de aplicación del reglamento de construcción vigente.

4. Formato de auditorías energéticas y de consumo de agua.

5. Matriz comparativa de emisiones de gas invernadero (GEI), entre una vivienda convencional y edificaciones con la implementación de alternativas tecnológicas hacia la sustentabilidad.

6. Evaluación de propuestas de sustentabilidad, mediante el establecimiento de procedimientos y herramientas para realizar peritajes ambientales.

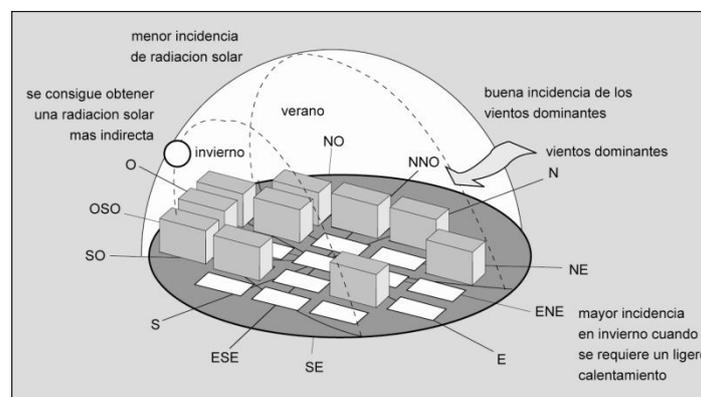
### APLICACIÓN TÉCNICA.

#### **Criterio: A) Ubicación, densificación del suelo, verticalidad y servicios.**

##### *Ubicación de la vivienda en el lote.*

Las edificaciones de cinco niveles o más sobre el nivel de banquetta deberán realizar un estudio de sombras en el que se muestren las proyecciones que la construcción nueva ocasiona sobre los predios y construcciones vecinos durante varios periodos del año.

##### *Recomendación técnica*



Orientación de la trama

### Indicadores.

Las restricciones Normativas referentes a las obstrucciones artificiales que puedan tener entre si las edificaciones, deberán contemplar los recorridos solares en las diferentes temporadas climáticas estacionales, así como las condiciones adecuadas de iluminación natural, ventilación natural y visuales. Este apartado está directamente relacionado con los referentes a la separación y la colindancia entre edificios.

### Documentación requerida.

Proyecto arquitectónico con el estudio de sombras.

Documentación técnica: memoria descriptiva, cronograma físico-financiero

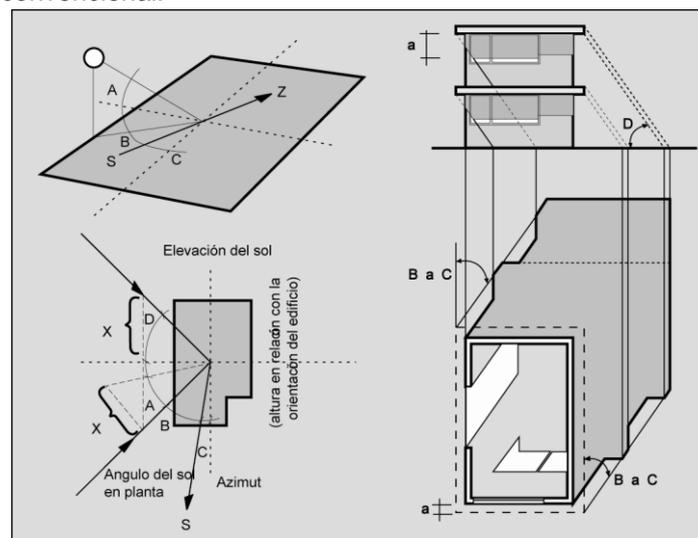
Detalles constructivos necesarios para el análisis.

### Propuesta normativa A

La restricción de cálculo a la que se debe referirse una Normativa deberá estar en función directa a un estudio de sombras que determine la separación y la altura de los edificios. Aunque esto es tratado con mayor detalle en los siguientes puntos del apartado, aquí se pretende establecer los lineamientos de dicho estudio.

La información necesaria para la elaboración del mencionado cálculo, se muestran en las tablas de los recorridos solares. Primeramente se seleccionará el ángulo de orientación de las edificaciones con respecto al ángulo de azimut (Z) y el ángulo de altura solar (H), y después se continuará con los siguientes pasos:

1. Dibujar el eje ESTE-OESTE (para este caso) y el ángulo de azimut Z.
2. Dibujar la altura solar H con una perpendicular a Z en cualquier parte de la línea hasta cortar la línea del ángulo H, X desde donde se ha trazado la perpendicular, se hace una referencia al plano superior con la misma distancia X y da como resultado la línea D que viene a ser una elevación del sol en relación a la orientación del edificio.
3. Para la dirección del sol en planta se usa el ángulo Z+C y D para los alzados y se trazan las sombras de manera convencional.



Como es sabido, esto es aplicable en otras latitudes con clima templado mediante la aplicación del recorrido solar en horas, días y meses (incluyen los datos climáticos) y que se establece de la siguiente manera:

$$\text{sen } a = (\cos L \times \text{sen } W) / \cos h$$

donde:

L= latitud del sitio en grados

d = declinación solar para el día en cuestión, en grados

W = Angulo horario

Para el trazado del diagrama solar es necesario contar con lo siguiente:

-Latitud del sitio (L). Siempre ha de indicar si la latitud en cuestión es NORTE o SUR, y con los resultados medidos en grados.

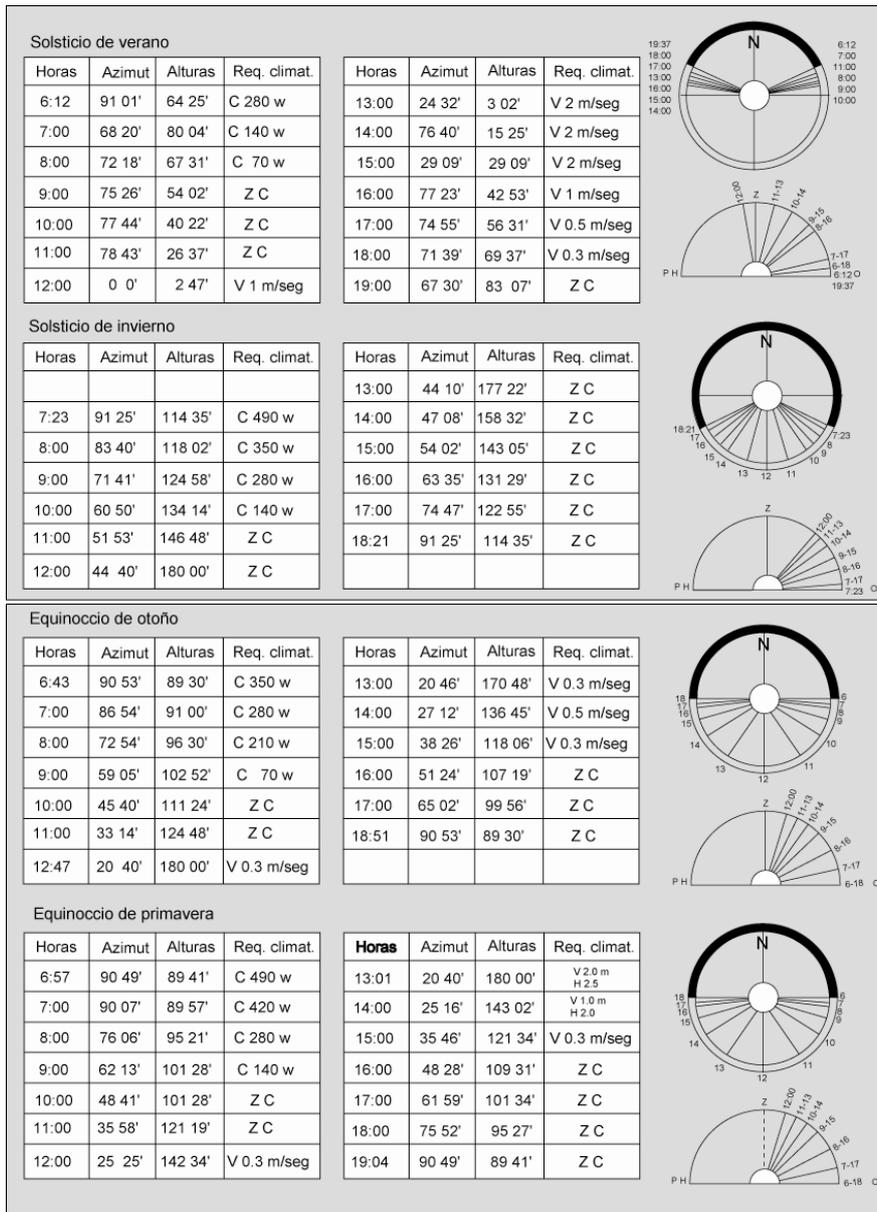
-Declinación solar (d). Preferiblemente que sea los datos del día 21 de cada mes. Los ángulos comprendidos entre el Trópico (sea de Cáncer o Capricornio) definen su oblicuidad y en las fechas de los solsticios de invierno (21 de Diciembre) y el de verano (21 de Junio). En los demás días el valor de la declinación se encuentra mediante la siguiente expresión:

$$d = 23.45 \times \text{sen } (360 \times (284 + n) / 365)$$

Donde n = al numero ordinal del día, es decir la i para el numero 1o. de Enero es uno y la i para el 31 de Diciembre es 365.

### **Propuesta normativa B**

Una propuesta de Normativa para obstrucciones artificiales y naturales sería el de solicitar un estudio de sombras, y más adecuado aún si se elaborara de acuerdo a los requerimientos de climatización de las diferentes orientaciones. Lo anterior debido a que el nivel de obstrucción solar resultará diferente en orientaciones críticas como la OESTE o SO, que en otras orientaciones donde el requerimiento de incidencia solar directa es necesario para calentar (SE o ESE). Para una latitud cercana al trópico de cáncer y con un clima semi-templado, los requerimientos de climatización varían considerablemente, ya que en meses templados, los requerimientos de calefacción pueden llegar a los 490w por m<sup>2</sup>, y en los meses calurosos la ventilación requerida asciende a los 2.0 m/seg. Esta propuesta de considerar los requerimientos climáticos en las diversas posiciones aparentes del sol (altura y azimut) se establece numéricamente en las siguientes tablas, los valores indicados auxiliarán en la elaboración del estudio de sombras que debe medirse en el proyecto Arquitectónico.



El estudio del movimiento aparente del sol (altura y azimut) establece los ángulos de protección necesarios para evitar la incidencia directa, así como el de propiciarla en las horas y meses que se requiera calentar. El estudio de sombras se aplicaría en referencia a los datos aquí mostrados, donde si se tiene una edificación orientada NORTE-SUR tendrá sus ángulos de altura y los ángulos de azimut respectivamente.

### Propuesta normativa C

En edificios de 4 o más niveles sobre el nivel del suelo, deberá presentar un estudio de sombras donde muestre sus consecuencias anuales y horarias sobre edificios y construcciones colindantes. Si

dichos edificios vecinos ven afectados sus "derechos al sol", se podrá restringir la ubicación o la altura de la nueva construcción.

I. Los porcentajes de ángulos de proyección solar que no podrán ser obstruidos en los diferentes ejes con respecto a las edificaciones vecinas son:

Eje NORTE-SUR Azimut  $48^{\circ} 40'$ ; (12:00 hrs invierno)

Eje ESTE-OESTE Azimut  $44^{\circ} 41'$ ; (12:00 hrs primavera)

II. Las demás orientaciones tendrán que regirse por el valor medio de los dos ejes básicos que les delimiten.

III. Si por cuestiones especiales lo anterior no puede cumplirse, se tendría que procurar las condiciones óptimas de clima y luz a las edificaciones a través de elementos Arquitectónicos como: patios, chimeneas de sol, acabados exteriores con índices de reflexión favorables para la iluminación y todo sistema pasivo que auxilie al confort ambiental.

#### **BIBLIOGRAFÍA.**

- ASHRAE. 1993. "Fundamentals handbook". USA.
- Avouac, Pascale. 1990. "Bien voir, bien apprendre". ED. ENTE-LASH. Francia.
- CONAVI. 2005. "Hacia un código de edificación de vivienda". ED. Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda". México.
- CONAVI. 2006. "Uso eficiente de energía en la vivienda". ED. Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda. México.
- Moore, Fuller. 1989. "Concept and practice on architectural daylighting" ED. Van Nostrand Reinhold. EUA.
- Mur Soteras, Rafael. 1985. "Geometría natural e iluminación natural". ED. ETSAB. España.
- SENER. 2004. "Balance Nacional de Energía". México.
- 2000. Normas mexicanas para la eficiencia energética en edificaciones: Diseño térmico de la envolvente. México.