

ITESO, UNIVERSIDAD JESUITA DE GUADALAJARA

Reconocimiento de validez oficial por acuerdo secretarial número 15018 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE



Trabajo para la Obtención de Grado

PROYECTO TÉCNICO NORMATIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE
VIVIENDA EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Trabajo para obtener el grado de
MAESTRO EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Presenta:
RODOLFO COVARRUBIAS ORNELAS

Asesor: MTRO. OSCAR HUMBERTO CASTRO MERCADO

Tlaquepaque, Jalisco, a 14 de Julio de 2015

Índice

1. Antecedentes	4
1.1 Delimitación del problema	7
2. Justificación	9
2.1 Proyecciones	12
2.1.1 Agua	12
2.1.2 CO ²	14
2.1.3 Energía	16
3. Objetivos	18
4. Marco teórico	20
4.1 Ecología política	22
4.2 Legislación como medio	24
4.3 Análisis técnico–teórico del Reglamento Estatal de Zonificación	26
4.4 Análisis epistémico del Reglamento Estatal de Zonificación	27
5. Estado del arte	29
5.1 Urbanismo, construcción y medio ambiente	29
5.1.1 Leyes 1988–2012 en materia ambiental	29
5.1.2 Normas 2001–2011	30
5.1.3 Leyes y reglamentos 1995–2012 en materia de desarrollo urbano	31
5.1.4 Documentos técnicos	32
5.2 Regulaciones y certificaciones internacionales	32
5.2.1 Estados Unidos de América	32
5.2.2 Comunidad Europea	33
5.2.3 Londres	33
5.2.4 Singapur	33
5.2.5 Dinamarca	33
5.3 Low Impact Design (LID)	34
5.4 Certificadoras nacionales	34
6. Descripción de la propuesta	35
6.1 Capítulo 1. Recopilación de datos físicos existentes	35
6.1.1 Criterios de diseño bioclimático	36
6.1.2 Estrategias y uso de los materiales	45
6.2 Capítulo 2. Eficiencia energética	48
6.2.1 Eficiencia del proyecto	49
6.2.2 Eficiencia del edificio	54
6.2.3 Ecotecnias o eco–tecnologías	80
6.3 Capítulo 3. Administración del agua	97
6.3.1 Sistemas de aprovechamiento y ahorro de agua	98
6.3.2 Esquemas de uso, almacenamiento y tratamiento de agua	104
6.4 Capítulo 4. Administración de residuos	106
6.4.1 Programa de manejo integral de Residuos de construcción y	

demolición	107
6.4.2 Programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos	108
6.5 Capítulo 5. Sistema de evaluación	113
6.5.1 Criterios de evaluación de la sustentabilidad	113
6.5.2 Clasificación y etiqueta de sustentabilidad	116
7. Conclusiones	121
8. Recomendaciones	122
9. Índice de tablas	123
10. Índice de gráficas	125
11. Glosario	
12. Bibliografía	

1. Antecedentes

La conformación de la estructura legal de México, a través de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 115 otorga a los municipios la facultad de establecer sus propios reglamentos y normas, y su identidad jurídica autónoma, así como la capacidad de emitir las licencias y permisos de construcción; esta última es exclusiva e inalienable.

Artículo 115. Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

I. Cada municipio será gobernado por un ayuntamiento de elección popular directa, integrado por un presidente municipal y el número de regidores y síndicos que la ley determine. La competencia que esta constitución otorga al gobierno municipal se ejercerá por el ayuntamiento de manera exclusiva y **no habrá autoridad intermedia alguna entre este y el gobierno del estado.**

II. **Los municipios estarán investidos de personalidad jurídica** y manejarán su patrimonio conforme a la ley. Los ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los estados, los bandos de policía y gobierno, **los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal.**

El objeto de las leyes a que se refiere el párrafo anterior será establecer:

A) las bases generales de la administración pública municipal y del procedimiento administrativo, incluyendo los medios de im-

pugnación y los órganos para dirimir las controversias entre dicha administración y los particulares, con sujeción a los principios de igualdad, publicidad, audiencia y legalidad;

...

E) las disposiciones aplicables en aquellos municipios que no cuenten con los bandos o reglamentos correspondientes. Las legislaturas estatales emitirán las normas que establezcan los procedimientos mediante los cuales se resolverán los conflictos que se presenten entre los municipios y el gobierno del estado, o entre aquellos, con motivo de los actos derivados de los incisos c) y d) anteriores;

...

V. Los municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para:

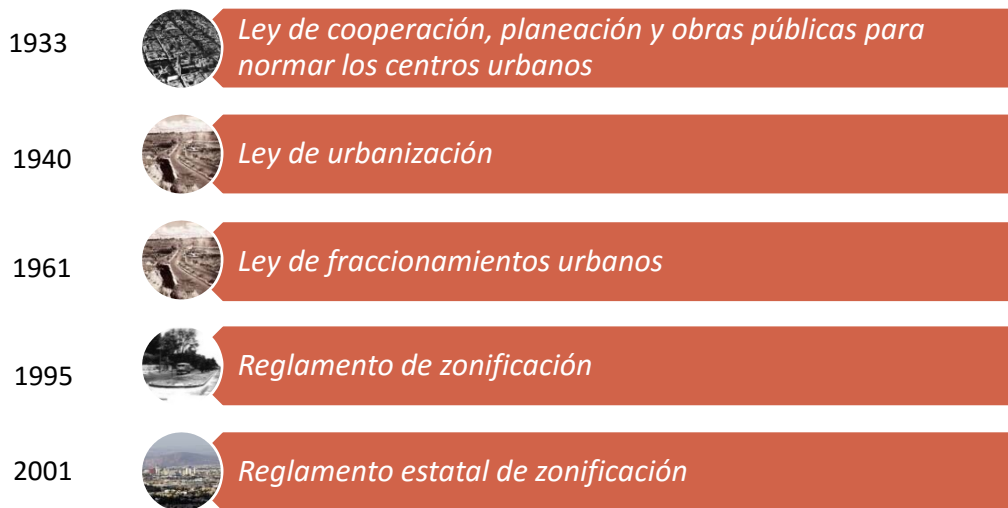
F) otorgar licencias y permisos para construcciones;

(Camara de Diputados del H Congreso de la Unión, 1917).

En el inciso E del mismo artículo se establece la supletoriedad del estado en materia regulativa a falta de reglamentos propios por parte de los municipios. Es ahí donde nace la observancia de las leyes y reglamentos de jurisdicción estatal.

En Jalisco, y en particular la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), se han implementado leyes y reglamentos en materia de desarrollo urbano y construcción desde 1933, con la publicación de la *Ley de cooperación, planeación y obras públicas para normar los centros urbanos*.

Desde entonces, se ha reconocido la necesidad de realizar las acciones urbanísticas de forma planificada y autorizar los asentamientos humanos en el territorio local (véase la gráfica 1.1).



Gráfica 1.1

Fuente: Biblioteca Virtual, Congreso del Estado de Jalisco

Las leyes y normas en el estado han buscado regular el crecimiento urbano y las construcciones que lo conforman. En esa dirección, el más relevante es el Reglamento de zonificación de 1995 (C. d. E. d. Jalisco, 1995c), debido a que fue el primero en el estado de Jalisco que integró el diseño arquitectónico y el contexto urbano como un conjunto, algo que debe normarse de forma integral. Este Reglamento aportó de igual forma un nuevo lenguaje, unificó criterios y, sobre todo, modificó la forma de diseñar y construir los edificios en todo el estado.

Hasta antes de la publicación de este Reglamento, la revisión de proyectos para la obtención de licencias de edificación en Jalisco se realizaba con criterios individuales por municipio. Este nuevo lenguaje acuñó la homologación para la emisión de licencias de edificación en todos los municipios del estado.

Si se reconoció el valor de integrar el diseño arquitectónico y el contexto urbano en un mismo reglamento,

¿Por qué no integrar criterios o requisitos relacionados con la sustentabilidad de las edificaciones al mismo reglamento?

¿Por qué no integrar el impacto ambiental de la obra no sólo al contexto urbano, sino también al arquitectónico?

¿Por qué no integrar las estrategias de reducción de impacto ambiental no sólo en el contexto urbano, sino también en el contexto (escala) arquitectónico?

1.1 Delimitación del problema

Muchos de los lineamientos normativos a nivel urbano han sido violentados, probablemente por presiones políticas, sociales y/o económicas. Sin embargo, en relación con los lineamientos normativos técnicos de construcción de una obra, la historia es diferente. Existe un **respeto general** por lo dispuesto en las normas de diseño arquitectónico que dictan aspectos de dimensionamientos, iluminación, ventilación, seguridad estructural y servicios a la vivienda.

Si en nuestra sociedad **ya existe la cultura del respeto a lineamientos normativos técnicos**, la intención de esta propuesta es vincular la sustentabilidad a dichas disposiciones técnicas: vincular la legislación en materia ambiental tanto de orden federal, estatal y lineamientos técnicos sustentables internacionales a un solo Título del Reglamento Estatal de Zonificación.

En la actualidad, la ausencia de este vínculo propicia que el ente jurídico autónomo, que es el municipio, permita que la obra arquitectónica se construya sin procurar la sustentabilidad. Por lo tanto, el problema se encuentra en que las disposiciones de las leyes nacionales y estatales en materia de sustentabilidad se quedan en la observancia y no en el cumplimiento por dos razones principales:

- a) El municipio, con base en lo establecido en el artículo 115 constitucional, elabora sus propios reglamentos en materia de emisión de licencias de construcción y no ha establecido la obligatoriedad en dichos reglamentos para el cumplimiento de disposiciones o lineamientos normativos sustentables.
- b) La sustentabilidad sigue siendo vista como tema de ecologistas, biólogos y ambientalistas, y no desde el ramo de la construcción, la arquitectura y la ingeniería (en este caso, solo se analiza este vínculo).

Se pretende abordar el problema de la sustentabilidad desde la normativa local, crear lineamientos técnicos adosados a la reglamentación existente mediante la

propuesta de crear el Título de “Normas de Diseño Sustentable” en el Reglamento Estatal de Zonificación para el Estado de Jalisco para la construcción de vivienda. Esta propuesta se divide en tres categorías:¹

1. Agua

Tecnologías de ahorro

Uso eficiente

Tecnologías de reutilización / recirculación

Tecnologías de descarga 0

2. CO²

Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero de los materiales

Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero equipos y actividades

Tecnologías para reducción de emisiones

3. Energía

Cálculo de consumo proyectado de energía

Tecnologías de ahorro de gas y combustibles

Tecnologías de ahorro de energía eléctrica

Uso de tecnologías alternativas

¹ El esquema de las subcategorías es sólo para cuestiones de ejemplificación.

2. Justificación

Si se hiciera una ecuación de la sustentabilidad desde la perspectiva malthusiana (Malthus, 1798), se podría establecer que los cálculos aritméticos del crecimiento demográfico de la población son radicalmente desproporcionados respecto a la generación de recursos de supervivencia.

Los problemas de abasto de agua en zona metropolitana evidencian el conflicto de esta relación aritmética, por ejemplo. Lo preocupante es que, además, el efecto acumulativo sigue aumentando conforme a la tasa de crecimiento demográfico, por lo que no se vislumbra una solución cercana.

Surge entonces una pregunta indispensable: ¿por qué no hay un lineamiento que disponga la obligatoriedad de optimizar el uso del agua desde la construcción misma?

A pesar de que este tema y otros más han estado presentes en el discurso y de alguna forma se han estudiado desde hace por lo menos tres décadas en el ámbito local, ni el gobierno ni las instituciones encargadas de la formación de los profesionales de la construcción han hecho algo. En las instituciones, por ejemplo, se sigue ponderando la plástica sobre la eficiencia, la estética sobre el aprovechamiento de los recursos y los materiales. En el gobierno prevalece la búsqueda por satisfacer la creciente demanda en lugar de aprovechar lo que se tiene. El discurso aún sigue transitando de forma itinerante y la conciencia surge con más fuerza desde los grupos sociales que de los programas del gobierno o de las instituciones.

Esto podría explicar en un principio el fenómeno de “sustentabilidad voluntaria”, lo que habla claramente de una relevancia social que no ha sido reconocida por las autoridades o las instituciones.

La práctica social o las costumbres con relación a la construcción de vivienda en la ZMG no han sido analizadas formalmente, no se han estudiado los impactos que generan al medio ambiente. Sólo se han hecho consideraciones a estas prácticas mediante el empleo de ciertas eco–tecnologías o ecotecnias.

Esto puede derivar de la falta de información precisa respecto a los impactos generados por la construcción de vivienda y de la escasa o nula regulación al respecto, y da pie a un círculo vicioso, ya que la falta de regulación en materia de construcción sustentable puede que también devenga de la insuficiente información técnica que existe respecto a los impactos generados por la construcción de vivienda.

El escenario que la legislación local en materia de construcción sustentable enfrenta es desalentador, dado que las prácticas actuales en materia de construcción de vivienda han acumulado una serie de impactos ambientales que han deteriorado el ecosistema local y, no obstante, independientemente del tiempo y los recursos que conlleve resarcirlos, no hay un interés o apoyo real al respecto.

El constructor o los profesionales de la construcción de vivienda han realizado sus obras con principios en materia de diseño y tecnología normados por el actual Reglamento Estatal de Zonificación. Tales prácticas han demostrado que la seguridad estructural y el dimensionamiento de espacios pueden ser llevados a un estándar sin importar los costos extra que impliquen.

Este reglamento hizo su aparición en 1994 y desde entonces las prácticas se han transformado y evolucionado en lo que ahora se aplica en materia de construcción de vivienda. La sustentabilidad en su momento resultó ser de poca relevancia, por lo que las prácticas se limitaron a modificarse sólo en los sentidos mencionados.

La gestión para la obtención de una licencia para construir una vivienda en los municipios de la ZMG, depende de lo dispuesto básicamente por el Reglamento Estatal de Zonificación, salvo algunas particularidades que pudieran añadir algunos municipios.

La licencia de construcción es sin duda el requisito y herramienta mediante la cual los municipios se enteran sobre lo que se está edificando en su territorio. Esta herramienta, con las disposiciones adecuadas en materia ambiental, podría contribuir a frenar el deterioro en los límites de sus territorios o a aprovechar los recursos del suelo de forma inteligente.

Por otra parte, en la práctica cotidiana existe una emergente necesidad de buscar ahorros y, en algunos casos, ciertos niveles de conciencia que ponen la muestra de cómo realizar una construcción sustentable de la vivienda y sus espacios. Pero estos brotes espontáneos no pueden remar contra la inercia de la generalidad.

Mediante la obtención de datos técnicos sobre el deterioro causado al ambiente por los impactos provocados por la construcción de vivienda y la integración de una normativa que provoque la mitigación o disminución de estos impactos, será posible lograr que las prácticas cotidianas cambien a un ritmo superior que si fuese tan sólo bajo una recomendación o si se emplean datos imprecisos.

Las ciencias sociales son la base del presente estudio, pero la arquitectura, la ingeniería civil, la ingeniería mecánica–hidráulica, la ingeniería electro–mecánica, la ingeniería ambiental y la ecología, en conjunto, pueden dotar de un saber sistémico y ordenado.

A partir del constructivismo, entendido como un proceso en el cual se construyen activamente nuevas ideas o conceptos basados en conocimientos presentes y pasados (Valeria, 2007), se puede establecer que los eventos que han marcado las prácticas en la construcción de la vivienda en la ZMG forman parte de conocimientos pasados y presentes, que la legislación vigente y sus antecedentes son la parte social de este conocimiento, que el deterioro ambiental existe y que estas prácticas y la legislación que las amparan no remedian o mitigan este deterioro. Por lo anterior, la construcción de conocimiento toma como base estos antecedentes y de forma activa propone nuevas ideas y conceptos que permitan lograr una mejora en materia de construcción de vivienda en la ZMG.

Es un hecho que la construcción y sus profesionales se adaptan a lo dispuesto por las normas, reglas y leyes. A fin de obtener la licencia de construcción, se modifican planos y se cumple con lo dispuesto, independientemente del costo que represente al momento de la ejecución de los trabajos. Por otra parte, hay cambios sencillos que no implican gran inversión al momento de la construcción,

pero sería de gran ayuda que estuvieran normados para que su instrumentalización no fuese un intento aislado. Desde la perspectiva social, sin embargo, hay una renuencia natural hacia cualquier disposición que implique nuevos esfuerzos, aun cuando éstos sean en la búsqueda del bien común. Por todo esto se vuelve necesario tener un claro panorama de la situación y a dónde podría conducir al estado de no tomarse acciones claras al respecto.

2.1 Proyecciones

En el censo de 2010 se contabilizaron 4 millones 578 mil 700 habitantes en la ZMG (COEPO, 2011), lo que equivale a 62.3% del total de la población de Jalisco. La CONAPO estima que para 2030 esta población crecerá alrededor de 10.5% (Secretaría General de Gobierno, 2012), por lo que se espera que haya un poco más de 450 mil habitantes más durante los próximos veintitrés años en la ZMG.

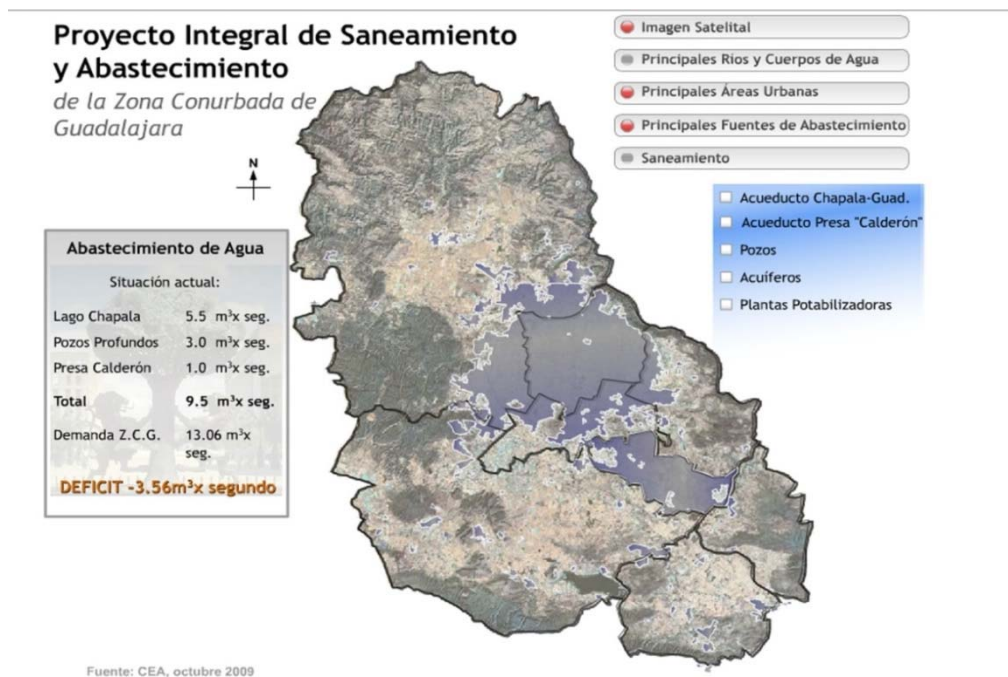
Estos nuevos habitantes demandarán un espacio en donde vivir, por lo que no es difícil calcular que habrá una demanda potencial de más de 300 mil viviendas durante los próximos veintitrés años. Si se calcula el efecto acumulativo que puede resultar de los impactos ambientales tan solo de estas futuras viviendas, es posible apreciar la necesidad de construirlas bajo lineamientos sustentables.

2.1.1 Agua

En el tema del agua, por ejemplo, si se toma como referencia para efectos de cálculo un gasto de 224 litros diarios por habitante (Alcantarillado, 2013) y se multiplica por los 300 mil futuros habitantes que calcula la CONAPO, se tiene como resultado un gasto extra al existente de 67.2 millones de litros diarios.

Sin embargo, si se implementaran equipos o tecnologías de ahorro en el consumo de agua (wc de doble descarga, regaderas, monomandos, etc.), esta cifra se podría reducir en cierto porcentaje. De igual manera, si se implementan por norma la separación de drenajes por tipo de descarga y se recircula o reutiliza agua, se podría reducir otro cierto porcentaje. Si se implementan por norma equipos de captación y utilización de aguas pluviales (ROTOPLAS, 2013) y esto se

utiliza en descargas sanitarias y de riego, bien se podría reducir otro porcentaje extra. Y si se implementan por norma bombas de recirculación conectadas al calentador de paso, se puede ahorrar el agua que se desperdicia mientras se espera que salga caliente de la regadera, por lo que otro extra más se podría reducir.



Grafica 2.1 Proyecto integral de saneamiento y abastecimiento de la ZMG
Fuente: CEA

Si la disponibilidad de agua está disminuyendo y la demanda está creciendo, ¿no sería lógico desde el punto de vista de la sustentabilidad invertir en tecnologías de ahorro en lugar de seguir consiguiendo nuevas fuentes

¿No sería mejor ser más eficientes en el uso de agua reduciendo la demanda y prolongando la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento más cercanas a la región?

¿Por qué no se están exigiendo equipos y muebles de baño ahorradores de agua?

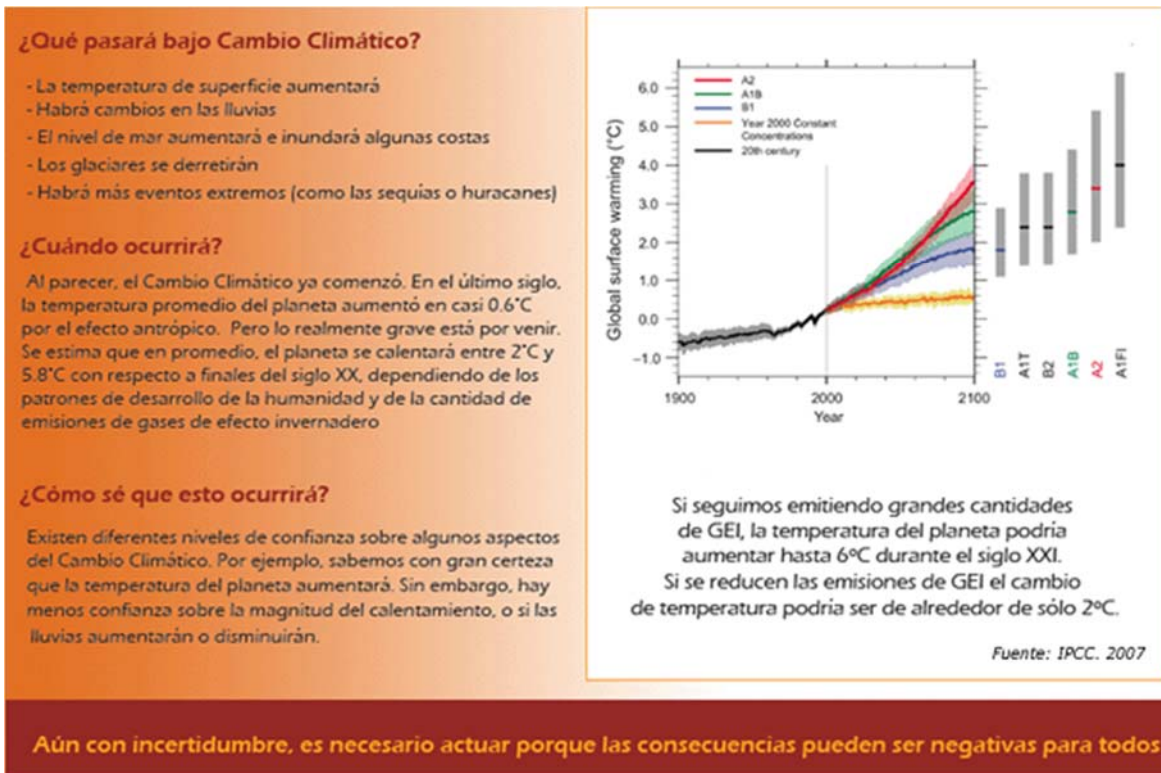
¿Por qué no recompensar los esfuerzos enfocados al ahorro?

de extracción de agua? Sin embargo La estrategia por la que ha optado el gobierno, de seguir buscando nuevas fuentes de extracción, no tienen una base sustentable.

2.1.2 CO²

El cambio climático se ha abordado desde distintos foros. Hay acuerdos firmados por parte de México en donde se establece el compromiso de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Nations, 2013). Existe la Ley del General del Cambio Climático (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 2012), donde se establecen disposiciones concretas para mitigar el cambio climático desde la esfera nacional.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de la SEMARNAT, en su reporte “El cambio climático en México. Información por estado y sector”, menciona que existen proyecciones preocupantes para esta región. Persiste la misma tendencia que en el sector del agua: las emisiones aumentan y la capacidad de regeneración disminuye (véase la gráfica 2.2) (Climático, 2012).



Gráfica 2.2 El cambio climático
Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático–SEMARNAT

Mientras que en la esfera nacional hay acuerdos firmados, se encuentra vigente la Ley General sobre el Cambio Climático y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de la SEMARNAT conoce las consecuencias del cambio climático y sus escenarios, los municipios no tienen acciones concretas para mitigar estas consecuencias ni, incluso, la menor idea de cómo trasladar los compromisos del país al territorio local.

Por ello resulta necesario establecer dentro del Título de “Normas de diseño sustentable”, en el Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco para la construcción de vivienda, lineamientos que permitan medir y reducir los gases de efecto invernadero desde la emisión de la licencia de edificación.

Las emisiones de CO² generadas por los materiales de construcción en la obra es un tema que requiere atención, más aún ante la proyección de estas futuras 300 mil viviendas para los próximos veintitrés años (COEPO, 2011). En la aprobación de los proyectos para la obtención de los permisos de construcción debería, por un lado, exigirse el cálculo de emisiones de CO² de la misma manera que se exige una memoria de cálculo estructural.

De esta manera, este Título y sus disposiciones podría ser el vínculo entre los compromisos del país en materia de mitigación del cambio climático, parte de los alcances propuestos por la Ley General de Cambio Climático y un apoyo en el combate a los escenarios proyectados por la SEMARNAT.

¿Por qué los compromisos del país en materia de mitigación del cambio climático no están reflejados en la regulación de los municipios?

¿Por qué los impactos al medio ambiente y la generación de gases de efecto invernadero no son monitoreados desde la construcción de vivienda y su efecto acumulativo en las ciudades?

2.1.3 Energía

En el tema del uso de la energía en las viviendas existen varias fuentes de uso común, la mayoría de ellas **no sustentables**, por ejemplo, el uso del gas (sea natural o licuado), electricidad de la red y combustibles (gasolina, diesel, carbón, etc.).

Por ello, si se normara esto desde el Título de “Normas de diseño sustentable” en el Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco para la construcción de vivienda (a partir de lo dispuesto por la NOM-020-ENER-2011, etiqueta de eficiencia energética) se podría conocer qué fuentes son las que alimentan el edificio y su consumo, entre otras cosas.

Si se implementara por norma la utilización de materiales para mejorar la envolvente, por ejemplo, se podría ahorrar el consumo energético eléctrico de aires acondicionados o ventiladores. Si se implementara el uso de calentadores solares de agua, se reduciría el consumo de gas. Si se implementara un plan de

transición energética sustentable —según lo dispuesto por la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el financiamiento de la transición Energética (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 2008)— a corto plazo se podría reducir el consumo energético de electricidad no sustentable.

¿Por qué, si existe la legislación federal que soporta este rubro, no se ha transmitido a los municipios?

3. Objetivos

1. Elaborar el Título “Normas de diseño sustentable” en el Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco:
 - 1.1. Utilizar las herramientas de clasificación por eficiencia de cada ley, reglamento y norma para establecer un solo lenguaje y categorización (por categorización se hace referencia a lo mencionado en la delimitación del problema: *agua, CO² y energía*).
 - 1.2. Hacer un trabajo de cruce transversal del contenido de la legislación y normativa federal, normativa certificadoras para establecer los puntos en común en materia de construcción de vivienda.
 - 1.3. Realizar tablas de emisiones por materiales de construcción regionalizados para determinar sus valores, eficiencia y ventajas.
 - 1.4. Elaborar un manual de capacitación específica para la interpretación y aplicación de la normativa municipal, para funcionarios y profesionales de la construcción.

2. Diseñar una estrategia sociopolítica que permita integrar el Título de “Normas de diseño sustentable” en el Reglamento Estatal de Zonificación:
 - 2.1. Realizar un análisis de los actores de la sociedad civil (profesionales de la construcción, académicos, expertos, consultores) que podrían coadyuvar en la aprobación del Título de “Normas de diseño sustentable” en el Reglamento.
 - 2.2. Identificar los actores políticos que intervendrían en el proceso de vigilancia, aprobación y publicación del Título de “Normas de diseño sustentable”.

- 2.3. Elaborar la descripción del procedimiento necesario para la integración de un Título en un reglamento estatal.
 - 2.4. Analizar los actores involucrados para determinar las limitantes y las delimitaciones para la integración del Título de “Normas de diseño sustentable”.
3. Diseñar un sistema de monitoreo, verificación y reporte que coadyuve en la transformación de las prácticas en el diseño y edificación de vivienda en la ZMG hacia la sustentabilidad, desde el Título de “Normas de diseño sustentable” en el Reglamento Estatal de Zonificación:
 - 3.1. Mediante el sistema de monitoreo, verificación y reporte, involucrar a los colegios de profesionistas, escuelas y universidades en el conocimiento y manejo de las disposiciones del Título de “Normas de diseño sustentable” en el Reglamento Estatal de Zonificación.

En consulta pública el nuevo
Plan Urbano para Guadalajara

18 de Marzo 1995

A más tardar el próximo mes de febrero estará listo el nuevo Plan Municipal de Desarrollo Urbano, ajustándose a la Ley Estatal, ya que por el momento se realiza la consulta a la población (con un 80% de avance) en torno a este documento que define, básicamente, los usos del suelo, señala Carlos Ochoa Fernández, el director de Planeación y Urbanización de Guadalajara.

Esta consulta pública en las 243 colonias de la ciudad, a que se encuentra sometido el documento, es para dar cumplimiento a la nueva Ley Estatal de Desarrollo Urbano, dice el funcionario, quien informa que el Plan tiene entre los nuevos conceptos que se manejan en la planeación, la división de Guadalajara en 7 zonas específicas más 87 subzonas y que en todos los casos se buscó que fueran grupos homogéneos.

Con este nuevo Plan termina el efecto del Programa Especial de Renovación Interiores (Peri), que estuvo en marcha la presente administración municipal, pero sirvió de base para la integración de este nuevo documento, el que esperan este listo para febrero de 1995, según los tiempos que marca la nueva Ley.

De la división que se hizo para este Plan comentó en principio que Guadalajara tiene unas 15 000 hectáreas de terreno, las cuales fueron repartidas en las 7 zonas buscando en primero que se tratara de áreas homogéneas y luego, con el mismo uso del suelo, lo que permitió in-

cluso casi el mismo número de habitantes y que para el municipio es fundamental tener perfectamente definido el uso del suelo, considerando que prácticamente el 97% del terreno se encuentra construido, ya que sólo el 3.21% del total queda de reserva urbana y de ello, la gran mayoría es de uso habitacional.

También indicó que en la consulta popular que se realiza han salido ya algunas propuestas de la ciudadanía, básicamente para modificar el destino del suelo, pero el reclamo de la mayoría es el que se este se diversifique el mismo, esto específicamente en lo que se refiere al uso habitacional y el industrial.

Comentó, Carlos Ochoa que lo más significativo de este plan es que ya habla el lenguaje del reglamento de zonificación y la reorganización la realiza el Estado a través del Consejo Estatal de Desarrollo Urbano y esta por terminarse, lo que vendrá a complementar la política de usos y destinos del suelo de la ciudad, es decir, en cuanto a la compatibilidad que se requiere en las áreas habitacionales.

Finalmente, el director de Planeación y Urbanización de Guadalajara comentó que las zonas en que fue dividida la ciudad, con una densidad poblacional de 90 a 110 habitantes por hectárea, son: 1.- Centro, 2.- Minerva, 3.- Huertán, 4.- Orotlan, 5.- Tecnológico, 6.- Tetlan y 7.- Industrial.

1 de Diciembre 1994

Diplomado en

LEGISLACIÓN URBANA

ZONIFICACION URBANA

PROGRAMA

A. LEGISLACION URBANA
B. ZONIFICACION URBANA
C. ECONOMIA URBANA
D. VALUACION INMOBILIARIA

INSTRUCTORES

Arq. Jorge Camberos Garibi
Arq. José Pliego Martínez
Lic. Gabriel Iturriz Gáliz
Arq. Esteban Viera

DURACION

El Diplomado tiene un cargo total de 150 horas, distribuidas en 36 sesiones de estudio, de cuatro horas cada una. Se impartirá los viernes de 16:30 a 20:30 hrs. y los sábados de 9:00 a 12:00 hrs.

FACILIDADES DE PAGO

Se aceptan pagos con tarjetas: Comer, Banamex y Banamex.

ITESO

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS Y ARTES

AV. ALTA VIGILANCIA 1500, GUADALAJARA, GUANAJUATO, MÉXICO

TEL. 444-3423

FAX 444-3423

AV. ALTA VIGILANCIA 1500

TEL. 444-3423

FAX 444-3423

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

GUANAJUATO, GUANAJUATO, MÉXICO

C.P. 40130

TEL. 444-3423

FAX 444-3423

Gráfica 3.1

Fuente: El (informador, 2013)

4. Marco teórico

La construcción pareciera pertenecer al campo de la arquitectura y la ingeniería civil, dado que se suele creer que todo proceso ligado a dicha actividad es exclusivo del conocimiento de quienes ejercen una u otra disciplina. Sin embargo, esto dista de ser cierto: las leyes y normas que enmarcan la construcción están hechas por abogados desde los congresos o foros, ya sea federales o estatales y, en su caso, cabildos municipales, mientras que las empresas de construcción de vivienda son dirigidas por la mercadotecnia y empresarios con perfiles de administración y economía, más que por arquitectos o ingenieros.

Los productores de los materiales de construcción toman una que otra asesoría profesional, ya sea de arquitectos o ingenieros civiles, pero la realidad es que se encuentran en manos de ingenieros químicos, electricistas, mecánicos, diseñadores industriales, etc.

Por lo tanto, la visión que aquí se presenta es más holística respecto a la perspectiva teórica. No se puede clasificar un campo que evidentemente es multidisciplinario desde una sola disciplina.

Esto aplica de igual forma a la sustentabilidad, la cual no es exclusiva de un solo campo de investigación, sin embargo una aproximación enfocada a la construcción de vivienda, mediante campos y disciplinas concretas, se puede caracterizar como un concepto teórico independiente: Construcción Sustentable de Vivienda.

La Construcción Sustentable de Vivienda obliga a repensar las prácticas profesionales para generar un cambio de modelo en el diseño y, en consecuencia,

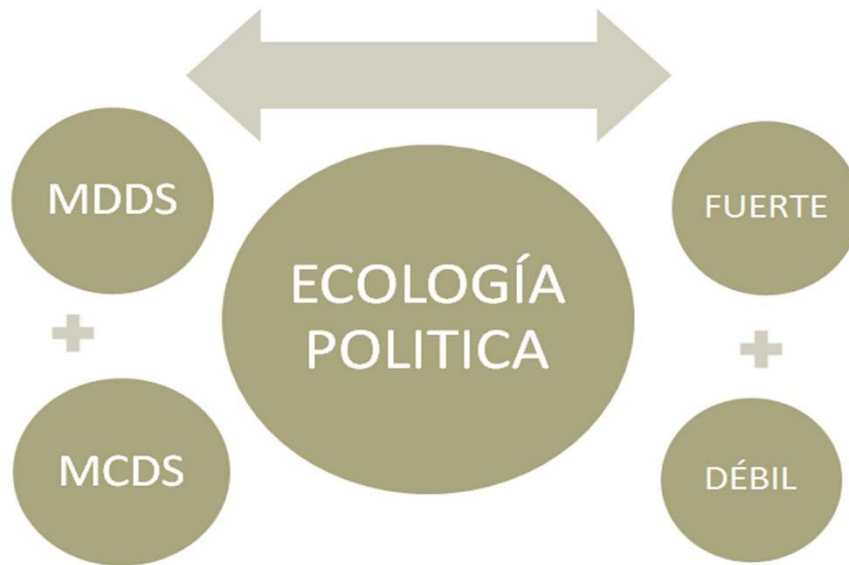
producir nuevas formas de habitar, convivir, utilizar, relacionarse y responsabilizarse con las edificaciones y su entorno. Significa pensar lo ambiental desde lo social; lo que hace complejas las relaciones humanas, económicas, culturales y ambientales. La Construcción Sustentable de Vivienda es un ejemplo específico, concreto y práctico, de una contribución al concepto de la sustentabilidad (Aguilar-Dubose, 2011).

La sustentabilidad es una realidad ineludible, independientemente del enfoque o la postura teórica, o si su clasificación es sustentabilidad débil o fuerte. Desde la perspectiva maltusiana, es cuestión de tiempo (de acuerdo con los modelos matemáticos que la caracterizan) que la disponibilidad de recursos naturales se agoten y los impactos causados por la construcción aceleran este proceso.

La arquitectura y la ingeniería civil representan un pilar en la construcción, pero la diversidad de disciplinas que las rodean obliga a establecer análisis multidisciplinarios y promover su estudio desde diversas áreas donde el concepto ordenador es la sustentabilidad. En torno a ella se busca abordar de forma teórica el concepto de Construcción Sustentable de Vivienda.

Los hábitats creados por los arquitectos deben contribuir a satisfacer tanto las necesidades humanas como las de otras especies. La biodiversidad, sin embargo, es responsabilidad de todos: arquitectos, ingenieros, agricultores, políticos, etc (Edwards, 2005).

4.1 Ecología política



Gráfica 4.1

Fuente: elaboración propia

Las propuestas planteadas desde la sociedad hacia el estado, ubicadas en los límites del Modelo Comunitario de Desarrollo Sustentable (MCDS), son clasificadas por Darcy Tetreault como “ecología política” (2004) y tienen un enfoque principalmente global. Su perspectiva es el fortalecimiento de los acuerdos internacionales, pero su relación con los MCDS es compatible y complementaria.

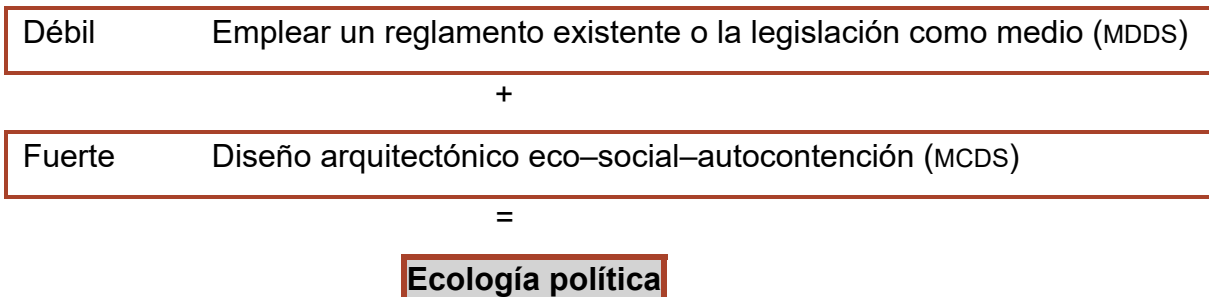
Los comunados establecen un fuerte valor endógeno en sus propuestas, pero su área de influencia por lo regular es limitada. Las propuestas derivadas del Modelo Dominante de Desarrollo Sustentable (MDDS), tienen, por el contrario, el objetivo de globalizar la sustentabilidad. Los modelos comunitarios nacen en respuesta a la necesidad de los problemas de sus integrantes, con la visión de

lograr la sustentabilidad; los modelos dominantes agrupan propuestas del norte, del estado y de las empresas transnacionales, hacen uso de la tecnología y tienen como herramienta principal el uso de normas, reglamentos y leyes.

Los modelos comunitarios son conocidos como parte de una sustentabilidad fuerte por la férrea defensa para asegurar un nivel no declinante de capital natural, mientras que los modelos dominantes de desarrollo sustentable clasificados como sustentabilidad débil ya que buscan que la tecnología y el respeto por las leyes realicen este esfuerzo por si mismas (Riechmann, 2006).

Las propuestas derivadas de la *ecología política* son el punto de **equilibrio** entre las propuestas de los comunados y el Modelo Dominante de Desarrollo Sustentable (MDDS).

Por lo tanto, en esencia se hará uso de una herramienta del (MDDS) — Normas y reglamentos— en la busca de abordar la sustentabilidad de manera global pero mediante prácticas de respeto y criterio técnico como lo ha sido el Reglamento Estatal de Zonificación para el Estado de Jalisco. A esta propuesta la coloco dentro del campo de la Ecología Política.



Gráfica 4.2

Fuente: elaboración propia, basado en (Riechmann, 2006)

Si bien el término de ecología política ha sido empleado de distintas maneras, es pertinente aclarar que aquí solo se hace referencia al modelo de Alain Lipietz (Tetreault, 2004), abordado como un movimiento social que tiene el potencial de unir las fuerzas progresistas del mundo, como la evolución del socialismo hacia una estricta regulación social y ambiental.

[...] la ecología política como una serie de regulaciones ambientales. Implementar una gama de regulaciones ambientales, incluyendo las prohibiciones y normas (sancionadas con multas), los eco-impuestos y las cuotas por contaminar (vendidas en remates y ulteriormente transferibles). Cada una de estas regulaciones tiene su lugar y deberíamos aplicar toda la gama frente a los daños y la contaminación. El truco es determinar qué tipo de regulación sería la más apropiada para cada situación (Tetreault, 2004).

La sustentabilidad fuerte se encuentra en las prácticas y no en las leyes necesariamente, pero en ciertos escenarios sociales la búsqueda de la conservación del capital natural debe partir tanto de la conciencia del usuario como de las imposiciones del estado: “la sustentabilidad o sostenibilidad no es algo optativo” (Riechmann, 2006).

4.2 Legislación como medio

Basado en los principios de la ecología política antes descritos, se pretende abordar la problemática resaltando los errores de las prácticas cotidianas en la construcción, carentes de criterios de sustentabilidad y a través de la regulación en particular el éxito del Reglamento Estatal de Zonificación para el Estado de Jalisco, unir fuerzas progresistas y políticas públicas en la búsqueda de la sustentabilidad. El determinar qué tipo de regulación sería la más apropiada o su contenido, se propone realizarlo mediante el uso de disposiciones y normas técnicas nacionales e internacionales, que tengan principios racionales y de aplicación práctica.

La institucionalización local de disposiciones y normas internacionales no es algo nuevo, muchos países han adaptado a su agenda ambiental normativas y leyes, incluso, así como disposiciones o resultados de estudios hechos en otros países (Bryant, 1997). Esto no por fuerza es erróneo o criticable, ya que el nivel de profundización de las investigaciones en otros países es más elevado por sus recursos económicos en algunas ocasiones, por lo que emplear **información, investigaciones, estudios o leyes del marco internacional en el medio local**

puede ser justificado (Cohen, 2005) siempre y cuando sea empleado técnicamente y de forma profesional.

Las consideraciones sociopolíticas y económicas que impulsan el establecimiento de una disposición legal desde el marco internacional deben ser llevadas al territorio técnico, a fin de analizar la problemática local y que no se lleve a cabo a través de datos globales o sólo para cumplir un requisito dispuesto por otro país con el único propósito de establecer comercio entre ambos.

Respetar el crédito de la fuente y referencias teóricas es relevante. Se debe buscar que la incorporación de disposiciones beneficie principalmente a la población que regula; para ello, existen herramientas que determinan la evaluación de impacto desde la generación de la legislación misma (OECD, 2006). Conocer las circunstancias que rodean el proyecto desde las disciplinas de la biología, ecología, sociología, economía, política, urbanismo, arquitectura, sustentabilidad, etc., aproxima a un proyecto a lo endógeno.

Como menciona Elinor Ostrom en *El futuro de los comunes* (Ostrom, 2012), el reto es abordar el problema analizando el sistema ecológico–social de forma multidisciplinaria; identificar la naturaleza del problema para poder llegar a conclusiones técnicas.

Hay ciertamente situaciones muy importantes donde la gente puede auto–organizarse en la administración de los recursos ambientales, pero no podemos simplemente decir que esa auto–organización es o no la mejor, que el gobierno es o no el mejor o que el mercado es o no el mejor. Todo depende de la naturaleza del problema que estamos tratando de resolver (Ostrom, 2012).

Aterrizando en México, Jalisco y la ZMG, hay características sociales, económicas y políticas que no permiten avanzar hacia la sustentabilidad desde posturas radicales y consideradas como sustentabilidad fuerte, ya que serían metas inalcanzables y difíciles de implementar. Se trata de llevar esto a un punto real y alcanzable.

Por lo tanto, la postura que aquí se presenta, reformista, parte de la ecología política, se traslapa con el MDDS y se complementa con el MCDS. Se pretende llegar a regulaciones estrictas con visión socio–ambiental, que resuelvan problemas por categorías dentro de la obra de edificación (sustentabilidad débil + sustentabilidad fuerte).

4.3 Análisis técnico–teórico del Reglamento Estatal de Zonificación

En el nivel municipal, los lineamientos técnicos normativos del Título segundo “Normas de diseño arquitectónico” del Reglamento Estatal de Zonificación son acatados de manera regular y sus disposiciones —desde su publicación y en un corto periodo de tiempo— han sido asimiladas por los profesionales de la construcción. Sus modificaciones y anexos técnicos posteriores lograron el mismo objetivo y los funcionarios públicos encargados de su cumplimiento han tenido la capacidad para comprenderlos. Estas normas transformaron las prácticas de diseño de los profesionales de la construcción y de los funcionarios públicos municipales de las dependencias encargadas de la emisión de licencias de construcción.

Por otro lado, a pesar de que existen disposiciones ambientales o ecológicas en la legislación tanto federal como estatal, su aplicación y revisión al queda a cargo de las dependencias estatales (SEMADET) y no de las dependencias encargadas de la emisión de licencias de construcción (Obras Públicas); por esta razón, no existe vínculo alguno entre lo dispuesto por las leyes en materia ambiental y la revisión de proyecto en la licencia de construcción.

Por lo tanto la idea es, es analizar el fondo el contenido del Título segundo y tercero del Reglamento Estatal de Zonificación, a fin de determinar por qué han sido acatadas sus disposiciones, que criterios emplean y como han evolucionado en las prácticas cotidianas de los profesionales de la construcción.

Reglamento Estatal de Zonificación	
<i>Título segundo</i>	<i>Fondo</i>
Capítulos I al X	Imagen, bienestar, seguridad, accesibilidad
Capítulos XI y XII	Dimensionamiento, confort
<i>Título tercero</i>	
Capítulos I y II	Equidad, universalidad, bienestar, seguridad

Tabla 4.1 Reglamento Estatal de Zonificación
Fuente: Jalisco, 2001

Los capítulos I al X del Título segundo son disposiciones generales para la construcción de edificios por uso del suelo —habitacional, comercio, oficinas, etc— y su integración al contexto urbano. Se estipula, por ejemplo, la seguridad de los espacios acorde con las dimensiones del proyecto; de esta manera, si se hace el proyecto de un centro comercial y un local es superior a los mil metros cuadrados, debe dejarse lugar para una enfermería.

En los capítulos XI y XII del Título segundo se establecen dimensionamientos mínimos de los espacios para hacerlos confortables, de acuerdo con la clasificación por su uso y la relación que guardan con su interconexión urbana (normas de diseño arquitectónico en espacios habitables y configuración urbana e imagen visual).

Los capítulos I y II del Título tercero, son parte de la modificación al Reglamento en 2001. Sus disposiciones giran en torno a garantizar el acceso a las edificaciones para personas con alguna discapacidad —parámetros de bienestar y seguridad a través del diseño espacial—. Un principio de universalidad es el fondo de este Título.

4.4 Análisis epistémico del Reglamento Estatal de Zonificación

Las disposiciones de los capítulos I al X del Título segundo “Normas de diseño arquitectónico”, apartado de zonificación urbana, parecen desprenderse de las teorías propuestas en los capítulos 3 y 4 de Kevin Lynch, en *La imagen de la*

ciudad (Lynch, 1960). Se busca la integración de los edificios a su entorno y se encuentran unidades de medida para calificar los parámetros de imagen urbana. Esta base teórica tuvo incidencia en la forma de hacer reglamentos y, sobre todo, planes de desarrollo urbano.

Respecto a lo dispuesto por los capítulos I y II del Título tercero del Reglamento Estatal de Zonificación “Normas para el libre acceso de personas con discapacidad”, se retoman consideraciones del capítulo 4 de las teorías expuestas por Jan Gehl en *La humanización del espacio urbano* (Gehl, 1971), como el acceso universal al espacio y la equidad de los espacios por su capacidad de accesibilidad.

Las disposiciones métricas y de proporciones de los capítulos XI y XII del Reglamento Estatal de Zonificación “Normas de diseño arquitectónico” son más del orden de la antropometría, lógica del dimensionamiento espacial y parámetros de confort por medio de la ventilación e iluminación de los espacios. Sin lugar a dudas, su base teórica puede encontrarse en Ernst Neufert, con su libro *El arte de proyectar en arquitectura* (Neufert, 1978).

En todos los casos, el fundamento teórico tiene una perspectiva holística: base y fundamentos en busca de valores comunes, y se ponderan aspectos cualitativos sobre los aspectos económicos. Los principios por parte de las escuelas son asimilados de forma instantánea, por lo que la transformación de las prácticas en el proyecto de edificación es progresiva.

Lo anterior indica que las disposiciones del Título segundo “Normas de diseño arquitectónico” han tenido éxito no necesariamente por el contenido per se, sino porque existen valores teóricos que fundamentan estas disposiciones, porque hay escuelas del pensamiento que refuerzan dicho contenido y porque la búsqueda del confort, la seguridad y la accesibilidad es en beneficio para el usuario.

5. Estado del arte

5.1 Urbanismo, construcción y medio ambiente

Las leyes y sus reglamentos, así como la normativa a nivel nacional e internacional tanto en materia de medio ambiente como de desarrollo urbano y construcción, establecen un marco del cual se puede realizar un cruce transversal para la formulación del Título de Normas de Diseño Ambiental en el Reglamento Estatal de Zonificación del estado de Jalisco.

5.1.1 Leyes 1988–2012 en materia ambiental

En materia de protección al medio ambiente, por ejemplo, se publicó la LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE y su reglamento en 1988 (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 1988), mientras que en Jalisco se publicó la LEY ESTATAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE en 1989 (C. d. E. d. Jalisco, 1989). El objeto, en ambos casos, se refiere a los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

Catorce años después se retomaría la legislación ambiental con la publicación de la LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 2003), mientras que en Jalisco se publicaría la LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DEL ESTADO DE JALISCO (C. d. E. d. Jalisco, 2007), con el fin de establecer los mecanismos de coordinación en materia de la generación y la gestión integral de residuos.

En 2008 se creó la LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 2008), donde se estipula que se promoverá el aprovechamiento de fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias.

Ese mismo año se publicó la LEY PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA (Diputados & Unión, 2008), que de forma complementaria con la ley mencionada busca dar un uso óptimo a la energía, incluyendo la eficiencia energética.

Algunos años después, en 2012, se publicó la LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 2012), que establece la concurrencia de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones y compuestos de efecto invernadero.

5.1.2 Normas 2001–2011

NOM–008–ENER–2001(Energía, 2001). Eficiencia energética en edificaciones envolvente de edificios no residenciales.

NOM–018–ENER–2011(Energía, 2011a). Aislantes térmicos para edificaciones, características y métodos de prueba.

NOM–020–ENER–2011(Energía, 2011c). Eficiencia energética en edificaciones. Envolverte de edificios para uso habitacional.

NMX–C–125–ONNCCE–2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes de fibras minerales. Determinación del espesor y densidad.

NMX–C–126–ONNCCE–2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes en forma de bloque o placa. Determinación de las dimensiones y densidad.

NMX–C–181–ONNCCE–2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes. Determinación de la transmisión térmica en estado estacionario (medidor del flujo del calor).

NMX–C–189–ONNCCE–2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes. Determinación de la transmisión térmica (aparato de placa caliente aislada).

NMX–C–210–ONNCCE–2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes. Determinación de la velocidad de transmisión de vapor de agua.

NMX-C-213-ONNCCE-2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes. Determinación de la densidad de termoaislantes sueltos utilizados como relleno.

NMX-C-228-ONNCCE-2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes. Determinación de la adsorción de humedad y absorción de agua.

NMX-C-238-ONNCCE-2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes. Terminología.

NMX-C-258-ONNCCE-2010. Industria de la construcción. Materiales termoaislantes granulares sueltos como relleno. Determinación de la densidad (ONNCCE, 2010a).

5.1.3 Leyes y reglamentos 1995–2012 en materia de desarrollo urbano

La Ley General de Asentamientos Humanos (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 1993) fija las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población.

Las leyes federales no han establecido concurrencias con las entidades federativas y los municipios más allá de lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos. Esta Ley incidió, en su momento, en la creación de la derogada Ley de Desarrollo Urbano para el estado de Jalisco (C. d. E. d. Jalisco, 1995a), que estuvo en funcionamiento hasta el 31 de diciembre de 2010. De forma paralela a la creación de la Ley de Desarrollo Urbano, se formuló el derogado Reglamento de Zonificación para el estado de Jalisco (C. d. E. d. Jalisco, 1995c), que vinculó disposiciones urbanas con disposiciones de construcción (capítulo sexto). Para 2001, en el estado de Jalisco se realizó una “actualización” mediante la aprobación del Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco (G. d. E. d. Jalisco, 2001) y la derogación del Reglamento de Zonificación. Este nuevo reglamento se estructuró en Títulos, que contienen a su vez una serie de capítulos. Es derivado entonces de la Ley General de Asentamientos Humanos, que a su vez da vida al Reglamento Estatal de Zonificación del estado de Jalisco, que se

pretende integrar la propuesta de la incorporación del Título de “Normas de Diseño Sustentable”.

En 2006 se publicó la Ley de Vivienda (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 2006), que busca regular la política nacional, programas, instrumentos y apoyos en torno a la vivienda en México.

5.1.4 Documentos técnicos

Los lineamientos técnicos de programas como “Ésta es tu casa” (Secretaría de Desarrollo Agrario, 2011) establecen los mecanismos para que la construcción de vivienda respete el entorno ecológico, la preservación y el uso eficiente de los recursos naturales.

En el INFONAVIT, derivado de la Ley de Vivienda de 2006, se puso en marcha el programa “Hipoteca Verde” (INFONAVIT, 2013), donde se propone el empleo de ecotecnias en la construcción de la vivienda así como su financiamiento a través del crédito con el que se adquieren.

Las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) han apoyado la vivienda sustentable en México, con acciones de mitigación y paquetes financieros (Kaineg, 2012) donde se formulan una serie de lineamientos técnicos en la búsqueda de la construcción de la vivienda sustentable.

5.2 Regulaciones y certificaciones internacionales

5.2.1 Estados Unidos de América

Existen también las certificaciones ambientales de organismos no gubernamentales que tienen bases técnicas de igual o mayor relevancia que las normativas o disposiciones legales que pueden ser tomadas en cuenta para la formulación del Título de “Normas de diseño sustentable” en el Reglamento Estatal de Zonificación.

Por ejemplo, existe la certificación en Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED, por sus siglas en inglés) para edificios nuevos o remodelaciones mayores (USGBC, 2008), donde a través de un sistema de calificación, se induce

la sustentabilidad del proyecto y construcción de la obra. De cumplir con los requisitos impuestos por el sistema de calificación, se accede a la certificación en cuatro categorías: bronce, plata, oro y platino; entre más elevada es la categoría, más sustentable es el proyecto.

5.2.2 Comunidad Europea

En la Comunidad Europea se publicó la Directiva Europea 2002/91/CE (Europea, 2002), relativa a la eficiencia energética de los edificios. A partir de esto, se requiere la obligatoriedad por parte del profesionista de la construcción de realizar los cálculos de eficiencia energética de manera tan estricta como si se tratara de un cálculo estructural.

5.2.3 Londres

En la Guía para el diseño y construcción sustentable (G. L. Authority, 2013), de la ciudad de Londres, se establecen de forma extensa y clara los lineamientos técnicos para la construcción desde la sustentabilidad, con conceptos como descarga 0 y emisión 0.

5.2.4 Singapur

En Asia existen múltiples ejemplos, pero basta como muestra lo dispuesto por el Building planning and massing (T. C. f. S. B. a. C. b. a. c. authority, 2010), que es el documento regulativo de construcciones sustentables en Malasia.

5.2.5 Dinamarca

En Dinamarca, por ejemplo, se puso en marcha un plan de transición hacia las bajas emisiones de carbono, se han realizado una serie de gestiones y se han implementado planes, programas y regulaciones con la meta de combatir el cambio climático mediante la reducción de impactos; uno de ellos es la construcción. Sus lineamientos se encuentran plasmados en un documento de herramientas de eficiencia energética en edificaciones nuevas (Building, 2010).

5.3 Low Impact Design (LID)

LID fue pionero en los noventa por el Departamento de Recursos Ambientales del Condado de Prince George, Maryland, en Estados Unidos. El esfuerzo de LID comenzó con el desarrollo y el uso de las células bio-retención, también conocido como jardines de lluvia. La experiencia inicial migró en muy poco tiempo a gran escala, para incorporar LID en el programa de protección de recursos del condado. En 1998, el condado produjo el primer manual de LID municipal. Esto se amplió posteriormente en un manual de LID distribuido a nivel nacional, que se publicó en 2000 (WBDG, 2012).

Este ejemplo es relevante para la implementación de normativas por estar encuadrada como parte de los modelos comunitarios de desarrollo sustentable (MCDS) (Tetreault, 2004). Es un caso claro de cómo una iniciativa local puede trascender al medio nacional e internacional por lo relevante de sus disposiciones.

5.4 Certificadoras nacionales

En materia de edificación sustentable, existen en México tres organismos de *normalización*: la Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación, SC (NORMEX), el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, AC (INMC) y el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, SC (ONNCCE). Bajo el principio de la observancia obligatoria de las normas oficiales mexicanas en materias complementarias de la edificación de vivienda y su eficiencia sustentable, todos ellos trabajan de conformidad con lo establecido en la Ley Federal de Metrología y Normalización y su reglamento (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 1999).

6. Descripción de la propuesta

Como parte de los requisitos mínimos indispensables que se solicitan por parte de los municipios de la ZMG para la obtención de la Licencia de Construcción, se propone la integración de un apartado en el Reglamento Estatal de Zonificación que contemple con el mismo nivel de *obligatoriedad* que los aspectos dimensionales, los parámetros de sustentabilidad del proyecto.

Estos parámetros deberán estar integrados en un *Estudio de sustentabilidad del proyecto*, que deberá seguir la metodología que se describe a continuación, exclusiva para proyectos nuevos de edificación para casa–habitación unifamiliar.

HIPÓTESIS

Si se integran criterios técnico–normativos de carácter ambiental en el Reglamento Estatal de Zonificación del estado de Jalisco como condicionantes en la aprobación de licencias de construcción para la vivienda, se transformarán las prácticas de la construcción hacia la sustentabilidad.

6.1 Capítulo 1. Recopilación de datos físicos existentes

Se tendrán que integrar los datos técnicos climatológicos para el cálculo de temperaturas de confort (Energía, 2011c) al interior del proyecto arquitectónico, de acuerdo con los valores establecidos en los apéndices normativos de la NOM–0020–ENER–2001 y en la base de datos histórica del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara (IAM, 1997-2010).

Los datos a recopilar se muestran en la tabla 6.1.

Concepto	Unidad	Característica
Temperatura media mensual	Grados centígrados	°C (+-2°)
Humedad relativa	Porcentaje	0-100% (+-5%)
Precipitación media anual	Milímetros por día	mm
Presión atmosférica	Hecto Pascal o Milímetro de mercurio	hPA (mm)
Velocidad y dirección del viento	Metros por segundo y grados	m/s (0°0'0")
Radiación solar máxima-mínima	Vatios por metro cuadrado	w/m2

Tabla 6.1 Recopilación de datos físicos
Fuente: elaboración propia

Para efectos de diseño, para cada una de estas categorías deberá recopilarse el dato histórico y en tiempo real. Para el caso de simulaciones por medio de algún programa, deberá alimentarse con los periodos regionales y registrar el máximo y las variaciones relativas.

Los criterios de diseño para esta región tomarán como datos extremos el periodo canicular y el invierno para el cálculo de temperaturas de confort, capacidad e inercia térmica.

6.1.1 Criterios de diseño bioclimático

Los datos técnicos que se generarán, derivados la información recopilada, se utilizarán para realizar los cálculos necesarios para diseñar de acuerdo con criterios climáticos la vivienda en cuestión.

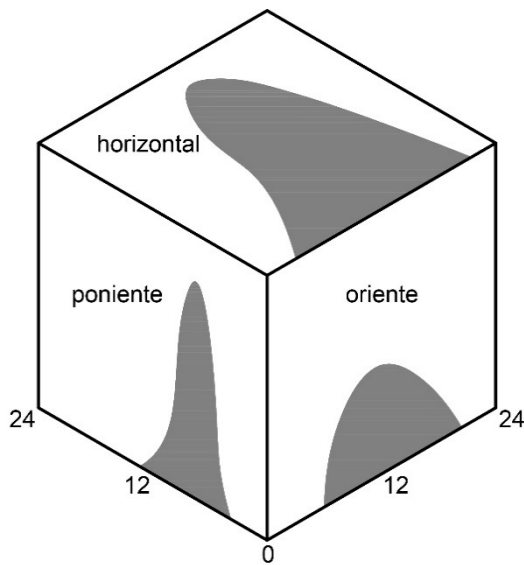
6.1.1.1 Orientación del proyecto

Con la orientación del predio donde estará localizado el proyecto arquitectónico, se realizarán las modelaciones o cálculos necesarios para conocer el impacto de la radiación solar sobre la envolvente.

Al pertenecer a una región cálido-húmedo (Kaineg, 2012), es importante calcular los flujos energéticos al interior del proyecto, sobre todo si la radiación se recibe sobre elementos opacos en la envolvente (Wassouf, 2014).

Por lo tanto, se empleará como método de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de la parte con orientación i , utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{rc} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)]$$



Donde:

- ϕ_{rc} Es la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente en W.
- j Son las diferentes partes de la componente de la envolvente del edificio.
- K_j Es el coeficiente global de transferencia de calor de la envolvente en j (para las partes transparentes del techo es $5,952 \text{ W/m}^2$ y para las partes transparentes de los muros es de $5,319 \text{ W/m}^2$).
- A_{ij} Es el área de cada parte de la envolvente j con orientación i en metros cuadrados.
- t_{ei} Es el valor de la temperatura equivalente promedio para la orientación i , determinado según la tabla 1 de la NOM-0020-ENER-2001 en grados centígrados.
- t Es el valor de la temperatura interior del edificio para uso habitacional, determinada por la tabla 1 de la NOM-0020-ENER-2001 en grados centígrados o medición de campo o registro histórico del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara (IAM, 1997-2010).

Gráfica 6.1

Fuente:(Wassouf, 2014) 24)

La ganancia de calor según la NOM-0020-ENER-2011 a través de la envolvente del proyecto (para uso habitacional exclusivamente) debe ser igual o menor a la ganancia de calor a través de la envolvente.

$$\phi_p \leq \phi_r$$

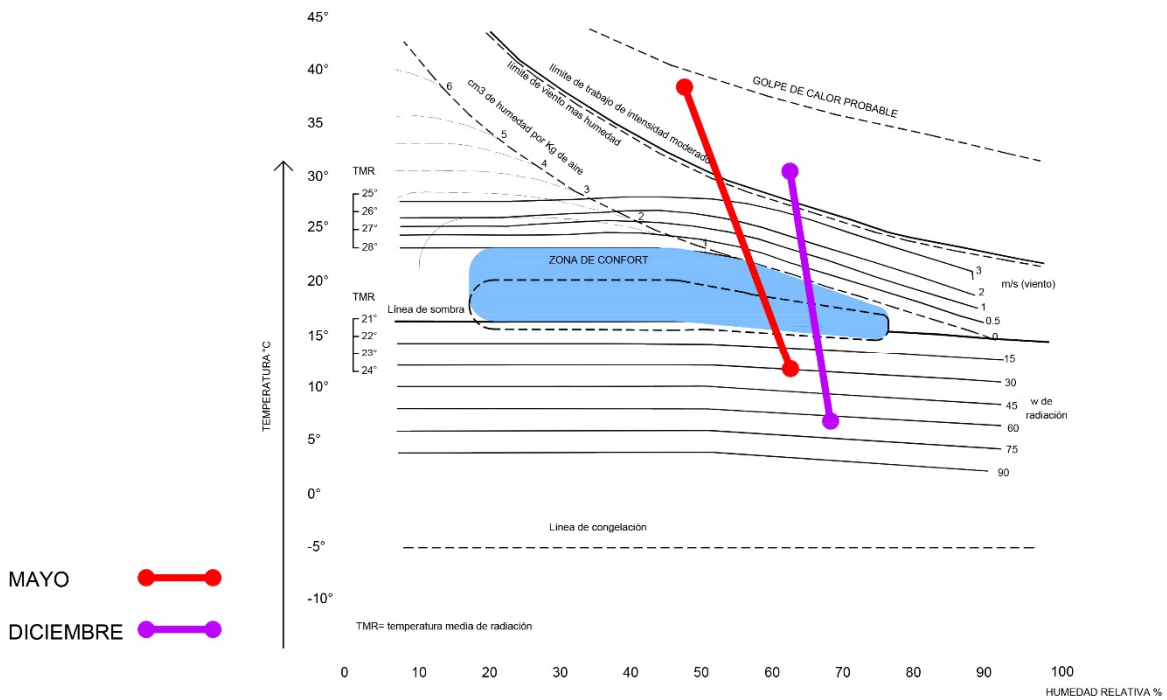
6.1.1.2 Zona de confort de la Zona Metropolitana de Guadalajara

Seca 23.8°C humedad relativa de 50%

Esto significa que la temperatura de confort al interior de los edificios deberá ser en el parámetro superior en la canícula.

Húmeda 22.5°C humedad relativa de 60%

Esto significa que la temperatura de confort al interior de los edificios deberá ser en el parámetro superior en el invierno.



Gráfica 6.2 Bioclimática de Olgay para la ZMG
Fuentes: (Olgay, 1998) y (SMN, 2013)

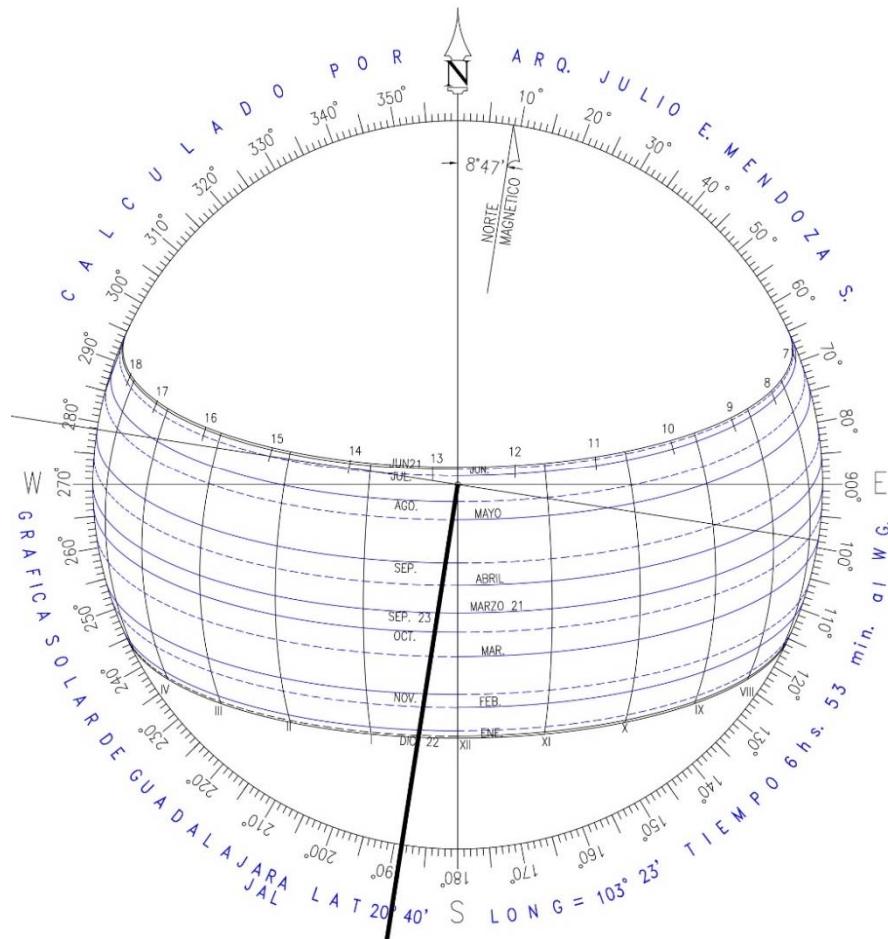
Con estos parámetros de temperatura al interior de los edificios para uso habitacional se realizarán las modelaciones y cálculos necesarios para que las fluctuaciones no varíen, ya sea por medio de control de ventilación natural y/o la modificación de los materiales en la envolvente.

El flujo del aire dentro de la edificación puede ser direccionado mediante el correcto diseño y ubicación de las ventanas; el flujo del aire afecta la sensación térmica del cuerpo humano por la pérdida de calor por convección y aumento de evaporación del cuerpo (Olgay, 1998). Por lo tanto, como criterio bioclimático los parámetros de temperatura de confort proporcionan una herramienta de cálculo para ventilación natural.

El método para modificar la orientación y ubicación de la ventilación (dirección de ingreso y salida del viento) se realiza a partir de la recolección de datos de la orientación y los factores que inciden en la temperatura del edificio, así como las magnitudes medias de circulación del viento (se asume que para Guadalajara los vientos son desfavorables en invierno) (IAM, 1997-2010) (SMN, 2013).

6.1.1.3 Gráfica de la trayectoria solar

La gráfica 6.3 muestra la posición del sol para Guadalajara sobre la bóveda celeste, según el mes y hora del día. De acuerdo con esto, los círculos concéntricos, espaciados a cada 10° , representan la altura solar (Mendoza Sanchez, 2014) (Fuentes Freixanet, 2004c).

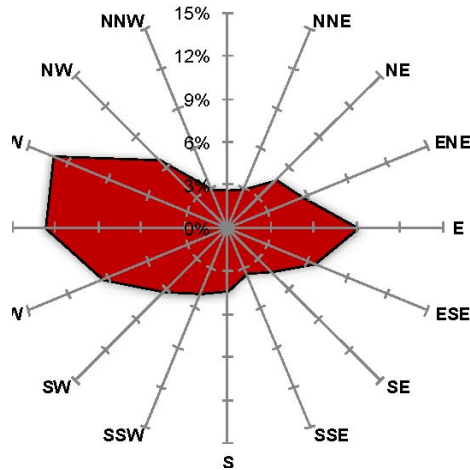


Gráfica 6.3 Gráfica solar para Guadalajara
Fuente: (Mendoza Sanchez, 2014)

El círculo más externo, correspondiente a 0° , representa el horizonte, mientras que el punto central corresponde a 90° y representa el cenit. Las líneas radiales que parten del centro hacia la periferia, espaciadas cada 10° , representan el acimut solar, medido a partir del Sur, que es positivo al Este y negativo al Oeste. A este método de representación se le denomina *método estereográfico*. Las líneas azules representan la posición del sol a cada hora del día (unidos por líneas de Norte a Sur) y en cada uno de los meses del año (unidos por líneas de Este a Oeste). Esta información representa las rutas o trayectorias solares para la Zona Metropolitana de Guadalajara (Morillón Alvarez, 2015).

La orientación óptima para Guadalajara es 188.8° sso.

6.1.1.4 Cálculo de ventilación natural con orientación óptima para la Zona Metropolitana de Guadalajara (efecto debido a la temperatura: Efecto Stack)



Gráfica 6.4 Rosa de los vientos ZMG 2001–2010
Fuente: (García Mario, 2014)

Para el cálculo de ventilación natural es necesario establecer la demanda necesaria de aire para un espacio habitable, sobre todo tomando en cuenta la temperatura de confort (l/s por persona), la orientación de los espacios habitables y la dirección y velocidad del viento para la ZMG; derivado de ello se determinan las dimensiones y la ubicación de los huecos o ventanas necesarias.

Dirección del viento oeste–noroeste, oeste y oeste–suroeste con 13.17, 12.72 y 9.43%, respectivamente.

Este–noreste, este y este–sudeste con 5.62, 9.06 y 6.53%.

Velocidad promedio del viento de 6 a 19 km h⁻¹

Velocidad máxima del viento (forma temporal) de 20 a 38 km h⁻¹.

(García Mario, 2014).

Espacio	Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
	Por ocu- pante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Recamara principal 2p	5		
Recamara individual	3		
Estudios	$<47m^2$ 14–28 l/s		
Salas y comedores	$47-93 m^2$ 21–35 l/s (ASHRAE American Society of Heating, 2013)		
Baños			50 (ASHRAE American Society of Heating, 2013)
Cocina		2	50
Bodegas o almacenes cerrados		10	

Tabla 6.2 Caudales de ventilación mínimos exigidos
Fuente: elaboración propia, con base en (España, 2009)
y (ASHRAE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, 2013)

El método de cálculo sólo se empleará para la *ventilación necesaria*. Para efectos de este método, se descarta la especificación o desempeño térmico de las ventanas y material con el que estén fabricados (desempeños determinados por su comportamiento frente a los intercambios dinámicos de calor por transmisión y convección a través de su estructura normalmente sintetizado a través del indicador transmitancia térmica μ $-W/m^2K-$ de la ventana), siempre y cuando no existan obstrucciones a los vanos, velocidades específicas inferiores a los 3 m/s o condiciones topográficas desfavorables (Fuentes Freixanet, 2004a).

Por lo tanto y para determinar la ventilación natural necesaria a fin de obtener temperaturas de confort, tomando en cuenta que la temperatura exterior T_e es superior a la interior T_i del espacio ($T_e > T_i$), se utilizarán los cálculos de diferencia de presión hidrostática efecto Stack (interior/exterior) y superficies necesarias de huecos (m^2), así como su ubicación (Z_{npl}).

El movimiento de aire por efecto Stack ocurre cuando las diferencias de temperaturas por efecto convectivo causan diferencias de presión por las variaciones de la densidad del aire. La ventilación natural en el interior de los

edificios es el aire en movimiento, debido a las diferencias de presión creadas a través de las distintas aberturas del edificio. Como ya se dijo, estas diferencias de presión son resultado del efecto separado o combinado de dos recursos disponibles libremente: el viento externo y las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior (Echeverría Vial, 2012).

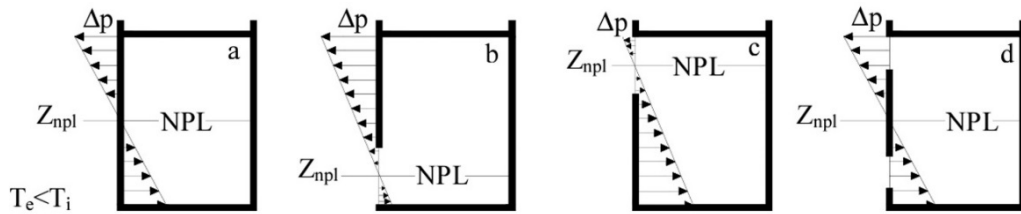
Se entiende que la transmisión de calor es inducida por los diferenciales de temperatura interior–exterior del edificio y/o por diferenciales de presión producidos por la acción del viento, por lo tanto, tomando en cuenta la velocidad y dirección dominante del viento en Guadalajara y los parámetros de Orientación óptima se realizará el cálculo para la distribución de presiones mediante el método de la ecuación de Bernoulli y el cálculo de ventilación cruzada de Olgay (Yarke, 2005).

Para calcular la diferencia de presión hidrostática (interior/exterior), se tomará como referencia un espacio uniforme con ausencia de viento y con una altura del nivel de presión neutral (ZNPL, por sus siglas en inglés) (Bobenhausen, 1994) en la mitad de la altura de ese espacio, donde la ecuación del gas ideal es usada y se considera que no hay estratificación de la temperatura y que la densidad del aire es constante (Yarke, 2005). Por lo tanto:

$$\Delta\rho(Z) = (\rho_e - \rho_i)g(Z - Z_{npl}) = \rho_i(Z - Z_{npl})\frac{(T_i - T_e)}{T_e}$$

Donde:

- $\Delta\rho$ pérdida de presión entre la cara exterior y la interior (Pa) igual a $v^2/1.6$ (v en m/s)
- ρ densidad del aire (1.2 kg/m³ a 20°C)
- T Temperatura en °C
- Z Altura
- Z_{npl} Altura del nivel de presión neutral



Gráfica 6.5 Diagrama de distribución de diferencia de presiones Stack y posición del NPL para configuración de aberturas en ausencia de viento

Fuente: (Yarke, 2005)

Para el cálculo de la superficie en metros cuadrados (m^2) de cada abertura o hueco se realizará mediante la siguiente ecuación (una vez obtenido Δp_s) (Yarke, 2005).

$$S = \frac{Q}{\left[\frac{2g}{f \cdot \rho} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \Delta p^{\frac{1}{2}}}$$

Donde:

S	superficie necesaria de la abertura (m^2)
v	velocidad del viento (m/s)
Q	caudal del viento entrante (m^3/s)
f	coeficiente de pérdida de carga (-)
ρ	densidad del aire ($1.2 \text{ kg}/m^3$ a 20°C)
Δp	pérdida de presión entre la cara exterior y la interior (kg/m^2) igual a $v^2/1.6$ (v en m/s)

Para situaciones específicas, y en caso de que la velocidad media del aire sea inferior a los 3 m/s, ya sea por obstrucción de elementos hacia los vanos o por condiciones topográficas desfavorables, prevalece el efecto de las presiones de viento sobre efecto de diferencia de temperatura (Yarke, 2005). Sin embargo, mediante el cuidado de los materiales de la envolvente y la disminución del indicador transmitancia térmica μ ($\text{W}/m^2\text{K}$) se podrá contrarrestar este efecto. Esto

se puede verificar en sitio mediante mediciones de campo y calculadas a través de simuladores.

Las ecuaciones son referencias para el cálculo manual por diseño con base en datos estadísticos y normativas aplicables para el diseño de Ventilación natural con orientación óptima para la ZMG por efecto debido a la temperatura (Efecto Stack).

6.1.2 Estrategias y uso de los materiales

El empleo eficiente y racional de los materiales, aunado a un diseño arquitectónico bioclimático, es fundamental para alcanzar condiciones generales de confort de manera *sustentable* dentro de la vivienda. La intención de este apartado es determinar de manera anticipada la viabilidad técnica de los materiales y su aportación en materia de sustentabilidad, derivado de sus propiedades.

Se trata de evitar el uso de materiales que representen una carga negativa ambiental o que provoquen efectos indeseados a la obra; esto es, ponderar a toda costa el aporte funcional sobre el aporte estético, si fuera el caso. El correcto uso de los materiales a través de la matriz de selección establecerá un sistema de puntaje simple de escala 1,0,-1, donde 1 representa sobre todos las propiedades técnicas del material un beneficio ambiental, 0 representa un beneficio nulo y -1 algún efecto negativo ambiental.

La matriz presenta un patrón de llenado y los criterios de evaluación de algunos de los materiales más empleados y clasificados por las normas vigentes, sin embargo, su desarrollo será derivado de la experiencia del profesional y resultado del *Estudio de sustentabilidad del proyecto*, en la recopilación de datos físicos existentes (capítulo 1). El puntaje final determinará el nivel de sustentabilidad por concepto de materiales atendido; a mayor puntaje se hará la clasificación del proyecto en la escala de “Eco–eficiencia” (Pacheco Torgal & Jalali, 2011).

6.1.2.1 Matriz de selección de materiales de construcción

Antes de la construcción de la obra arquitectónica y determinadas las estrategias derivadas de los criterios bioclimáticos, se realiza la selección de los materiales a partir de analizar las siguientes características:

- a) Densidad relación peso–volumen
- b) Inercia térmica–conductividad
- c) Aislamiento térmico
- d) Producción local
- e) Materiales recuperados o reciclados
- f) Fuente renovable–no renovable

Material	Propiedades			Puntaje de evaluación			
	Dens kg/m ³	Conduc. térmica (λ) W/mK	Aislamiento térmico (M) m ² K/W	Producción Local	Recuperado o reciclado	Fuente renovable	Suma
Piedra basalto	2600	1.5		1	0	-1	0
Madera dura	700	0.150		-1	-1	-1	-3
Vidrio sencillo	2200	0.930		1	1	0	2
Metal acero	7800	52.3		1	1	-1	1
Ladrillo	2000	0.872		1	0	1	2
Aplanados Mortero		0.872		1	0	0	1
Bloques	1700		0.180	1	1	0	2
Azulejos		1.047		-1	1	0	0
Concreto	2200	0.698		1	0	0	1
Membranas asfálticas	1127	0.170		1	1	-1	1
						Suma	7

Tabla 6.3 Ejemplo de llenado de Matriz de materiales a emplear en el proyecto
Fuente: elaboración propia, con base en (Energía, 2011c) y (ONNCCE, 2010H) y (ONNCCE, 2010j)

Las primeras tres columnas señalan las propiedades físicas del material desde la perspectiva de la eficiencia térmica. Estas propiedades señalan los valores determinados por la NOM-020-ENER-2011, valores que permiten seleccionar de forma técnica los materiales apropiados para la eficiencia energética del proyecto.

Las siguientes tres representan un criterio de selección que refuerza la toma de decisiones de algún material por su nivel de sustentabilidad. No es propiamente la incorporación de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV), sino una herramienta que permite concientizar en el uso de los materiales (Berge, 2009).

6.1.2.2 Uso de materiales y tecnologías alternativas ecológicas

En la legislación vigente se encuentra una serie de disposiciones respecto a la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, donde los temas centrales están relacionados con la extracción y origen de los materiales para la construcción, más allá de la racionalización de su uso (C. d. E. d. Jalisco, 1989). El apartado 6.1.2.1 permite determinar la viabilidad del empleo de un material para la edificación del proyecto con una herramienta de evaluación primaria de la sustentabilidad; sin embargo, existen tecnologías y materiales que son considerados “alternativos” — su producción no es industrializada ni comercializada por medios convencionales— y pueden ser empleados con la misma eficiencia que los convencionales, con un menor impacto ambiental en su origen, extracción y aplicación.

El empleo de estas tecnologías y materiales alternativos constituye una tarea imprescindible en la que es necesario profundizar. El objetivo de este apartado versa sobre el análisis del impacto ambiental de los materiales de construcción empleados en la edificación con sistemas alternativos (SA) para evaluar algunos indicadores de sustentabilidad desde el punto de vista ambiental y compararlos con los materiales convencionales o industrializados (Caballero Montes & Alcántara Lomelí, 2012). Esto de acuerdo con lo establecido por el artículo 286 del Código Urbano para el estado de Jalisco (G. d. E. d. Jalisco, 2008).

Los indicadores que se evaluarán en este capítulo y de manera comparativa con sistemas convencionales proporcionarán una herramienta de selección sustentable *opcional* para obtener un puntaje más elevado y ser identificado en el etiquetado del proyecto. Para este análisis se seguirá el modelo metodológico aplicado en el del impacto ambiental de los materiales constructivos, determinando el costo energético (MJ) y la emisión de CO² (Kg) y evaluado mediante el mismo

sistema de puntaje simple de escala 1, 0, -1, donde 1 representa sobre todos las propiedades técnicas del material un beneficio ambiental, 0 un beneficio nulo y -1 algún efecto negativo ambiental.

Material	Kg	Costo energético	Emisión de CO ²	Puntaje
		MJ	Kg	
Muro sistema paneles tipo sándwich con ferro-cemento y relleno de PET	100	11,776.56	1,161.25	1
Fibras naturales	1	0	0	1
Eco-ladrillo de cáscara de Arroz	1	.657	.049	1
Eco ladrillo tierra compactada	6.07	3.97	.82	1
m3 de Bambú (1ml x .1*3.1416)	1	.007854	0	1
Adobe en tierra cruda	1	.1	5	1

Tabla 6.4 Ejemplo de llenado de Matriz de materiales alternativos a emplear en el proyecto
Fuente: elaboración propia, con base en (Cabo Laguna, 2011), (Argüello, 2008) y (Villegas González, 2005)

Los valores son referencias para el ejemplo de llenado. El ejercicio para el empleo de esta herramienta de selección sustentable de los materiales es opcional y requiere del desarrollo e investigación de los materiales a emplear. Se asume que si la fabricación es local, si se requiere de bajo consumo de combustibles fósiles y su industrialización es muy baja, cumple con los requisitos de materiales alternativos para la construcción, su valor es automáticamente 1 y aporta sobre la acumulación de puntaje en el etiquetado del proyecto.

6.2 Capítulo 2. Eficiencia energética

Las consideraciones de eficiencia energética se integrarán en el *Estudio de sustentabilidad del proyecto* no sólo en la búsqueda de reducción de los costos en el consumo de la energía del proyecto en uso final, sino con el objetivo de implementar tecnologías y estrategias que desde la concepción, proceso de construcción y uso final reduzcan los impactos ambientales.

Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía Art. 2

IV. Eficiencia Energética

Todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía. Queda incluida dentro de esta definición, la sustitución de fuentes no renovables de energía por fuentes renovables de energía.(Diputados & Unión, 2008).

Por lo tanto, este capítulo estará dividido en dos secciones: la primera se concentrará en la etapa previa a la obra, la eficiencia del proyecto; la segunda, sobre la obra ya edificada, la eficiencia del edificio. En la primera etapa se buscará el ahorro energético mediante estrategias que optimicen tiempos y recursos, y la segunda, las estrategias que logren el uso de fuentes renovables y/o el aprovechamiento óptimo de las fuentes no renovables.

6.2.1 Eficiencia del proyecto

El criterio para la evaluación de la eficiencia del proyecto se establecerá con base en la disminución de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) ton/CO² estimadas teóricas, tomando como referencia que cada kilo-watt-hora (kWh) de electricidad consumido en el hogar equivale a 1kg de bióxido de carbono emitido (De Buen, 2013). Esta equivalencia paramétrica se deriva, a diferencia del equivalente internacional de (1kWh=.4Kg), por la mezcla de combustibles fósiles requeridos en la generación de energía en el estado de Jalisco.

Fuente de energía	Unidad	TON/CO ²
Gasolina	1 lt	.0024
Diesel	1 lt	.0027
Electricidad	1 kW/h	.0010

Tabla 6.5 Emisiones teóricas de CO² para referencia paramétrica
Fuente: elaboración propia, con base en (CONUEE, 2009)

Las estrategias de mitigación de impactos en materia de consumo energético partirán de dos estrategias en el Estudio de Sustentabilidad del Proyecto.

6.2.1.1 Estrategia de técnica de análisis de datos

Esta estrategia se abordará desde un APU (Análisis de Precios Unitarios de Conceptos, Análisis de Básicos y Explosión de Insumos). Cada *concepto* a realizarse en la obra requiere de actividades e insumos que tienen una demanda energética, por lo que la improvisación o prácticas cotidianas en la construcción de vivienda conllevan un riesgo innecesario de derroche energético. Cada insumo tiene una cantidad unitaria de recursos y trabajos, y estos, a su vez, una carga energética lo que al final se traduce en costos.

En la elaboración del concepto se plasma la técnica, fuerza de trabajo, tiempo y materiales necesarios en la ejecución de la obra. Su realización permite, de acuerdo con los aspectos volumétricos del proyecto, anticipar los suministros, tipo de materiales (sustentables) y costos, tanto monetarios como energéticos.

Para la elaboración del APU podrá emplearse un programa especializado de análisis o, en su caso, el desglose manual de los siguientes indicadores:

Indicador	Desempeños
Análisis de Precios Unitarios de Conceptos	Mano de obra (cuantificación en jornales necesarios para la realización del concepto)
	Equipo y herramienta (cuantificación en porcentaje de uso para ese concepto, desglosando los recursos energéticos necesarios que le impactan)
Análisis de Básicos	Materiales (derivado de la matriz de selección de materiales sustentables y materiales alternativos, se cuantificará por unidad de medida requerida para el concepto)
Explosión de Insumos	Desglose total de insumos requeridos por el volumen total de la obra.
	Desglose total de energéticos requeridos por el volumen total de la obra.

Tabla 6.6 Indicadores para la elaboración del Programa de Ejecución
Fuente: elaboración propia, con base en (López Aguilar, 2009)

Por lo tanto en el APU se emplearán las referencias de índices de producción aplicado al volumen de obra kWh o litros de combustible, y de manera paramétrica se realizará la conversión de ahorro generado de Ton/CO² desde la selección de materiales y plan de proceso constructivo, mediante la Tabla de emisiones teóricas de CO² para referencia paramétrica.

6.2.1.2 Estrategia de programa de ejecución

El programa de ejecución se realizará mediante el **método de Ruta Crítica CPM Pert** (Antill & Woodhead, 1995). Esta estrategia permite prever de manera cuantitativa y cualitativa aspectos formalizables y no formalizables del proyecto, evitar tiempos muertos, desperdicios y variables (Companys Pascual, 2009).

Lo que se pretende lograr mediante esta estrategia es determinar la duración de cada concepto, de manera que se garanticen los suministros, y entender que la

secuencia de éstos deberá de ser progresiva, a fin de eliminar incertidumbres, lo que se traduce en la optimización del proyecto. La optimización comprende desde conocer de manera previa los recursos con los que se cuenta y su disponibilidad en las fechas programadas, hasta su empleo inteligente y racionalizado. Este concepto de optimización representa un ahorro en el uso de los materiales y, a su vez, en el consumo de energía.

Por otro lado, el Diagrama de Pert establece un principio de variable aleatoria en la ejecución de cada concepto, lo que permite establecer con base en el tiempo la viabilidad de la técnica a emplear y cuestionar si es la óptima o, en su caso, sustituirla desde la planeación.

La planeación de la construcción o programa de ejecución empleará el método de Ruta Crítica CPM Pert, para lo cual es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Definir los conceptos con todas sus actividades (suministro de insumos) o partes principales para la ejecución del proyecto.
2. Establecer relaciones entre secuenciales entre cada concepto y las actividades (ponderar cuál debe comenzar y cuál debe seguir).
3. Elaboración del diagrama de red, en donde se conecten las diferentes actividades con base en sus relaciones de precedencia.
4. Matriz de tiempo estimado para cada actividad.
5. Identificar la trayectoria más larga del proyecto, siendo ésta la que determinará la duración del proyecto (ruta crítica).
6. Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto.

Se plasmarán de manera programada los inicios IC–IL (cercano–lejano), términos TC–TL (cercano–lejano), cálculo de *holguras* mediante la ecuación:

$$\text{Holgura} = \text{IL} - \text{IC} = \text{TL} - \text{TC}$$

Estas consideraciones técnicas le permiten al proyecto obtener herramientas para optimizar y utilizar de manera más eficiente recursos, insumos, energía y esfuerzos desde la concepción, planeación, supervisión y control de la ejecución. Esta información deberá establecer su conversión a TON/CO², ahorrado en el proceso, e incluirlo en el etiquetado del edificio.

6.2.2 Eficiencia del edificio

El objetivo de este apartado es integrar al Estudio de Sustentabilidad del Proyecto las consideraciones en materia eficiencia energética del edificio en su uso final. El aprovechamiento de las energías renovables, control de hermeticidad de la envolvente, estrategias pasivas bioclimáticas y el empleo de algunas ecotecnias, ya sea de forma aislada o una combinación de estas estrategias, determinarán el nivel de eficiencia energética del edificio.

Para la integración de estrategias de eficiencia energética se deberá cumplir con lo establecido dentro de la *Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, eficiencia energética en edificaciones. Envolvente de edificios para uso habitacional*, toda vez que un control de hermeticidad de la envolvente limita la ganancia de calor de los edificios, lo que permite optimizar el uso de la energía o estrategias de eficiencia energética. Por lo tanto, de los cuatro apartados de este subcapítulo, éste será el único *obligatorio*.

6.2.2.1 Diseño de la envolvente del edificio

De acuerdo con lo dispuesto en la NOM-020-ENER-2011, se empleará el método de referencia de un edificio para uso habitacional hipotético para calcular el presupuesto energético máximo del proyecto y determinar las características técnicas de la envolvente (Energía, 2011c). Cada uno de los elementos constructivos que reciben una radiación solar en el espacio exterior del edificio conforma la envolvente y se denominan de la siguiente manera:

Nombre de la componente y ángulo de la normal de la superficie exterior con respecto a la vertical		Partes
Techo	De 0° y hasta 45°	Opaco No opaco (domo y tragaluz)
Pared	Mayor a 45° y hasta 135°	Opaca (muro) No opaca (vidrio, acrílico)
Superficie inferior	Mayor a 135° y hasta 180°	Opaca No opaca (vidrio, acrílico)
Piso	Generalmente 180°, también se deben considerar pisos inclinados	Opaco No opaco (vidrio, acrílico)

Tabla 6. 7 Clasificación y denominación de las partes que conforman la envolvente de un edificio
Fuente: (Energía, 2011c)

El edificio para uso habitacional de referencia señalado en la NOM-020-ENER-2011 establece que es aquél que, conservando las mismas condiciones de colindancia y las mismas dimensiones en planta y elevación, tendrá las especificaciones de cálculo siguientes:

Parte	Tipo	Porcentaje del área total	Coefficiente Global de Transferencia de Calor K (W/m²K)	Coefficiente de Sombreado CS
Techo	Opaca	100%	0.714	—
	Transparente	0%	—	—
Pared	Fachada opaca	90%	0.909	—
	Fachada transparente	10%	5,319	1
	Colindancia opaca	100%	0.909	—

Tabla 6.8 Valores de referencia de edificio para uso habitacional con los valores para el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente para Guadalajara
Fuente: (Energía, 2011c)

Los elementos constructivos reciben una radiación solar sobre la envolvente exterior, la cual es la fuente pasiva que calienta los edificios. Este calor se transmite al interior y se mide identificando el índice de radiación térmica **K (W/m², vatio por metro cuadrado)** recibido sobre la superficie de la envolvente exterior.

Esta información será determinada por la tabla 1 Valores para el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente para Guadalajara de la *NOM-020-ENER-2011*. Asimismo, las ecuaciones para determinar el presupuesto energético del edificio serán mediante el método de cálculo establecido en la fracción 7 de la misma norma, así como en el apéndice normativo C.

Derivado de los cálculos de presupuesto energético se determinará el tipo de ventajas que tiene cada material (ONNCCE, 2010h) (ONNCCE, 2010a) (ONNCCE, 2010j) o los espesores de los mismos en la envolvente para lograr un confort térmico al interior del edificio mediante los valores de conductividad y aislamiento térmico contenidos en el Apéndice D tabla Informativa 1 y 2 materiales membranas impermeabilizantes de la misma norma.

El etiquetado del edificio seguirá lo establecido en la fracción 11 de la norma, calculando el parámetro de referencia mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro de Energía} = \frac{(1 - W^*)}{W^{**}} (100)$$

Donde:

- W* Ganancia de Calor del edificio residencial proyectado
- W** Ganancia de Calor del edificio residencial de referencia



Gráfica 6.6 Ejemplo de etiqueta de eficiencia NOM-020-ENER-2011

Fuente:(Energía, 2011c)

Los cálculos para la eficiencia de la envolvente del edificio podrán realizarse mediante simuladores de desempeño energético siempre y cuando se obtenga la información y parámetros requeridos por la NOM-020-ENER-2011.

6.2.2.2 Sistemas de aprovechamiento de energía solar

Se considera que la energía solar es una fuente renovable, inagotable y limpia, y se puede aprovechar en el mismo lugar en que se produce (autogestionada) (Mendez Muñoz & Cuervo García, 2011). Por ello, para los efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se contemplará de manera opcional la implementación de un sistema de aprovechamiento de energía solar en materia de eficiencia energética y los beneficios se calcularán con base en la disminución de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) ton/CO² estimadas teóricas, tomando como

referencia que cada kilo–watt–hora (kWh) de electricidad consumido en el hogar equivale a 1kg de bióxido de carbono emitido (De Buen, 2013).

Para los efectos de este capítulo los sistemas de aprovechamiento de energía solar en la vivienda se dividen en dos: colector solar y conversión de energía solar térmica en energía eléctrica. Se presentan en seguida.

Sistemas de colector solar

El colector solar es el elemento fundamental para el aprovechamiento térmico de la energía solar, al ser el encargado de transformar la energía solar en calorífica (Domínguez Gómez, 2004). La energía calorífica se utiliza en el sector residencial sobre todo para calentar agua y es un proceso que resulta más económico que los procedimientos convencionales que dependen de la quema de combustibles fósiles. En ese sentido, también se logra un impacto ambiental prácticamente nulo (CONAE, 2007).

Existen diversas tecnologías para transformar la energía solar en calorífica, las tecnologías disponibles en el mercado local son dos principalmente: el calentador solar de colector plano y el de tubos al vacío.

Para la instalación de un sistema de calentamiento de agua en el hogar es necesario, independientemente de la tecnología empleada, calcular la instalación adecuada para el tipo de proyecto que se está realizando y contar en todo caso con un sistema de respaldo que trabaje de manera supletoria en caso de una baja en la radiación por factores climáticos.

Los datos que se deben recabar para el cálculo de la instalación son los siguientes:

- Cantidad de personas o servicios que dará el sistema (lts)
- Sistema de suministro de agua (presurizado o por gravedad –psi–)
- Especificaciones de fábrica del sistema según NMX–ES–001–NORMEX–2005

Los datos de referencia para diseño de la instalación serán los siguientes:

Requerimiento por persona en lts totales para capacidad del colector	35 lts ±10%
Área de absorción en metros cuadrados por persona	.50 m ²
Eficiencia del colector NMX-ES-001-NORMEX-2005	72-79%
Temperatura °C	30 < T < 80

Tabla 6.9 Parámetros de referencia para cálculo de instalación de sistemas de colector solar
Fuente: elaboración propia, con base en (CONAE, 2007), (Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación S.C., 2005), y (Bérriz Pérez & Álvarez González, 2008)

El sistema de respaldo para la instalación del colector solar deberá cumplir con lo establecido por la Norma de Edificación Sustentable —Criterios y requerimientos ambientales mínimos NMX-AA-164-SCFI-2013 (Economía, 2013), las especificaciones de eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comerciales (tabla 2, página 28/153) para calentadores a gas (LP o natural) y la NOM-003-ENER-200.

Tipo de calentador	Volumen (lts)	Eficiencia térmica mínima (%)
Almacenamiento	1-40	78%
	+40-62	79%
	+62-106	81%
	+106-400	85%
Recuperación rápida		85%
Instantáneo	Hasta 8 l/min	85%
	Mayor a 8 l/min	87%

Tabla 6.10 Especificaciones de eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comerciales
Fuente: (Economía, 2013) y (Energía, 2000)

Sistemas de conversión de energía solar térmica en energía eléctrica

Para los efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto*, se contemplará de **manera opcional** la implementación de un sistema fotovoltaico en materia de eficiencia energética. Sus beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas, tomando como referencia que cada kilo-Watt-hora (kWh) de electricidad consumido en el hogar equivale a 1kg de bióxido de carbono emitido (De Buen, 2013).

El sistema denominado de paneles o módulos fotovoltaicos es un sistema que tiene como función la conversión de la energía de la radiación solar incidente en el edificio en energía eléctrica; esta energía es transmitida al sistema eléctrico del edificio por medio de un inversor de corriente y existen dos sistemas principales: de interconexión y de sistema isla.

En ambos casos, se recolecta energía térmica solar y se convierte por medio de un inversor en energía o corriente eléctrica. El primer sistema envía la corriente eléctrica hacia la red de suministro de la Comisión Federal de Electricidad y ésta es cuantificada por medio de un sistema de medición bidireccional. El segundo sistema envía la corriente eléctrica hacia a la red doméstica interna y los excedentes hacia un sistema de almacenaje por medio de baterías de ciclo profundo, lo que le permite funcionar de manera aislada de la red de suministro de la Comisión Federal de Electricidad.

A pesar de que el sistema de funcionamiento de paneles fotovoltaicos tiene los mismos principios, los módulos de captación de la radiación solar incidente son variados, los desempeños dependerán de la calidad de sus componentes, el nivel de eficiencia y la durabilidad están asociados a la marca o procedencia de los materiales (Pareja Aparicio, 2010).

Por lo tanto, en todos los casos se deberá atender lo estipulado en el artículo 690 (Sistemas solares fotovoltaicos) de la Norma Oficial Mexicana (Energía, 2012a): NOM-001-SEDE-2012 (Instalaciones eléctricas, utilización, considerandos).

Para la medición de desempeños, calidad de los componentes y eficiencia de los equipos, es indispensable verificar que los etiquetados y certificados o garantías de los equipos atiendan lo señalado por la Asociación de Normalización y Certificación, A.C. (ANCE), en sus normas:

- NMX–J–643/1–ANCE–2011. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medición de la característica corriente–tensión de los dispositivos fotovoltaicos.
- NMX–J–643/2–ANCE–2011. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos para dispositivos solares de referencia.
- NMX–J–643/3–ANCE–2011. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: Principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV).
- NMX–J–643/5–ANCE–2011. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la celda (ECT) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de tensión de circuito abierto.
- NMX–J–643/9–ANCE–2011. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 9: Requisitos para la realización del simulador solar.
- NMX–J–643/10–ANCE–2011. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 10: Métodos de mediciones lineales.
- NMX–J–655/1–ANCE–2011. Desempeño y/o eficiencia en sistemas fotovoltaicos (FV). Parte 1: Mediciones de desempeño para irradiancia, temperatura y energía en módulos fotovoltaicos.
- NMX–J–655/2–ANCE–2011. Desempeño y/o eficiencia en sistemas fotovoltaicos (FV). Parte 2: Acondicionadores de energía. Procedimiento para la medición de la eficiencia.
- NMX–J–655/3–ANCE–2011. Desempeño y/o eficiencia en sistemas fotovoltaicos (FV). Parte 3: Controladores de carga de baterías para sistemas fotovoltaicos. Desempeño y funcionamiento.

Dimensionado de la instalación

El cálculo de la cantidad de módulos fotovoltaicos o las características técnicas del sistema de suministro, ya sea de interconexión o isla, debe dimensionarse de acuerdo con las necesidades del proyecto, por lo que es indispensable conocer los siguientes datos de forma previa:

- Cálculo de demanda energética
- Diagrama unifilar
- Irradiación disponible

La demanda energética requiere diseñarse sobre un estimado de equipos conectados a la red por un tiempo determinado de consumo, de acuerdo con criterios o referencias obtenidas por el usuario o el tipo de construcción que se realiza. Esto es exclusivo para proyectos nuevos, dado que en casos donde se realice una ampliación del edificio se puede contar con un historial de consumo emitido por un recibo de la Comisión Federal de Electricidad.

El estimado de equipos a considerar son: electrodomésticos, iluminación, equipos de bombeo o presurización y sistemas automatizados o de domótica.²

Se realiza una matriz de consumo de acuerdo con la potencia de cada equipo plasmado en vatios W y se simbolizará por **P nombre equipo**, (Pareja Aparicio, 2010) Por un estimado de horas de consumo como unidad de cálculo. Para calcular la energía en **Whd** se utiliza la siguiente ecuación:

$$E_{potencia\ máxima\ diaria} = \sum cantidad * horas * P_{nombre\ equipo} [Whd]$$

Para el caso de sistemas isla, se deberá calcular la dimensión de la instalación de respaldo en banco de baterías de ciclo profundo, el consumo variará en función de

² Se considera descartar en el diagrama y en el cálculo de cargas el uso de equipos de climatización o acondicionamiento de aire.

la tensión a utilizar: cuanto mayor sea la tensión menor será la corriente, pero, por el contrario, se necesitarán más baterías, Por ello, para este caso se calcula la energía máxima de la instalación (*E instalación máxima en amperios-hora Ahd*) como el cociente entre la energía máxima diaria en *Whd* (*E potencia máxima diaria*) y la tensión de la batería (*V batería* en voltios – V – con valores típicos de 12, 24 o 48V) (Pareja Aparicio, 2010) y su capacidad será determinada por la siguiente ecuación:

$$E_{\text{potencia máxima diaria}} = \frac{E_{\text{potencia máxima diaria}}}{V_{\text{batería}}} \text{ [Ahd]}$$

Para determinar la cantidad de módulos necesarios una vez que se conoce la potencia máxima diaria, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Número paralelo panel} \geq \frac{E_{\text{potencia máxima diaria}}}{E_{\text{panel}} \cdot (\% \text{ de eficiencia})}$$

El porcentaje de eficiencia está determinado por el proveedor de la tecnología y según lo establecido por las normas NMX-J-655/1-ANCE-2011, NMX-J-655/2-ANCE-2011 Y NMX-J-655/3-ANCE-2011. Como ya se explicó, el empleo de tecnologías fotovoltaicas en materia de eficiencia energética para efectos de este capítulo es opcional y su incorporación adicionará la ganancia con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas sumadas a la ganancia de la envolvente del edificio.

6.2.2.3 Sistemas bioclimáticos pasivos

Los sistemas pasivos se adaptan a las condiciones climáticas locales y ofrecen una serie de soluciones en busca del confort general de los edificios, al combinar estándares tecnológicos actuales y herramientas de control eficaces en busca de un ahorro energético.

Para los efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se contemplará de **manera opcional** la implementación de un sistema de aprovechamiento de energías o estrategias bioclimáticas pasivas y los beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas.

Algunas de las estrategias bioclimáticas pasivas conocidas son enlistadas a continuación y su implementación puede ser de forma aislada o conjunta, y el etiquetado se calculará con base en lo establecido por el artículo 11: Etiquetado, de la NOM-020-ENER-2011 (edificios para uso habitacional de referencia y la ganancia de calor del edificio construido o proyectado).

Las tecnologías o estrategias bioclimáticas pasivas son: pozo canadiense o provenzal; torres de viento; chimenea solar; muro trombe; azoteas verdes; muros verdes; paredes Rudofsky, y enfriamiento por masa térmica. Se presenta cada uno de ellos a continuación.

Pozo canadiense o provenzal

Es utilizado como sistema de climatización natural. Se utiliza en invierno para precalentar el aire entrante o mantener a temperatura confort una habitación; en verano, provee aire fresco al utilizar la inercia térmica de la tierra. El aire sirve como conductor térmico, mientras que el tubo sirve como intercambiador térmico, al mismo tiempo que lleva el aire hasta la construcción (Delgado Marín & Joaquín, 2002).

La profundidad del suelo a partir de la que la temperatura se considera no gélida es de aproximadamente 60 centímetros; la temperatura media estacional subterránea a partir de los dos metros de profundidad se aproxima a la temperatura de confort (18–26°C) tanto en verano como en invierno (Wassouf, 2014). Generalmente el tubo se enterrará al menos a 1.5 metros de profundidad para que la variación de temperatura diaria sea diferente a la superficial, debido a la capacidad térmica del suelo.

Un pozo canadiense o provenzal puede ser contraproducente si calienta o enfría momentáneamente de modo contrario a lo que se espera. Para evitar esto,

se recomienda la posibilidad de una entrada directa de aire, y una compuerta (manual o eléctrica) para controlar el flujo en los pozos (Wassouf, 2014).

Dimensionado de la instalación

Materiales no utilizables

Tipo de suelo	Densidad ρ (kg/m ³)	Capacidad calorífica C (J/Kg.K)	Conductividad Térmica λ (W/m.K)
Roca	2650	800	2.9
Arena y grava	1700 ~ 2200	910 ~ 1180	2
Arcilla	1200 ~ 1800	1670 ~ 2500	1.5
Materia Orgánica	1300	1900	0.25
Agua	1000	4200	0.585
Aire	1.25	1000	0.023

Tabla 6.11 Propiedades térmicas paramétricas de los principales tipos de suelo en la ZMG
Fuente: elaboración propia con base en (Knie, Belmonte, Berthomieu, & Madrid, 2010; ONNCCE, 2009, 2010a, 2010j)

A fin de saber el porcentaje de la composición mecánica del suelo, se puede realizar un cálculo de la capacidad calorífica y conductividad térmica preciso. En ausencia de un dato de composición sobre el terreno, se consideran como base de diseño los siguientes valores:

P=2000 kg/m³;

C=900 J/kg.K;

$\lambda=2$ W/m.K.

Para el dimensionado de la tubería de pared cilíndrica se requiere determinar dos datos para efectos de diseño (Knie *et al.*, 2010): la resistencia térmica por conducción y la resistencia térmica por convección, lo cual se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

$$R_{cond} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot L} \left(1n \frac{\phi_e}{\phi_i} \right)$$

Donde:

- L Longitud en metros del tubo
- ϕ_e Diámetro exterior en metros del tubo
- ϕ_i Diámetro interior en metros del tubo
- λ Conductividad térmica del material del tubo (W/m.K)

La resistencia térmica por convección se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$R_{conv} = \frac{1}{\pi \cdot h \cdot \phi_i}$$

Donde:

- ϕ_i Diámetro interior en metros del tubo
- h Coeficiente superficial de transferencia de calor (W/m².K) $h = 4.129 \left(\frac{v^{0.75}}{\phi_i^{0.25}} \right)$

El factor de resistencia se determina, por lo tanto:

$$R = R_{cond} + R_{conv}$$

La cantidad de calor intercambiado por unidad de tiempo corresponde al flujo térmico multiplicado por la superficie de intercambio:

$$dQ = \varphi \cdot S \cdot dt = \frac{(Tsuelo - Taire)}{R} \cdot S \cdot dt$$

Donde:

dQ	Intercambio de calor por unidad de tiempo
φ	Angulo de rozamiento interno del suelo
S	Superficie en metros cuadrados
dt	Intercambio de calor en grados centígrados
R	Factor de resistencia

Este intercambio de calor que se calcula por unidad de tiempo provoca una variación de la temperatura del aire al interior del edificio, por lo que para un correcto dimensionamiento del sistema se realiza la ecuación que determine el caudal en l/s y su variación de temperatura en grados centígrados mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dT}{(T_{suelo} - T)} = \frac{\pi \cdot \varnothing i}{R \cdot \rho \cdot C \cdot Qv} (dl)$$

Donde:

$\varnothing i$	Diámetro interior del tubo en metros
Qv	Caudal del aire en el tubo en m ³ /s o l/s
$dl=v \cdot dt$	Velocidad del aire en el tubo m/s

Para efectos de cálculo, el caudal de ventilación de acuerdo con lo establecido por el Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco (G. d. E. d. Jalisco, 2001) deberá ser de una renovación por hora como mínimo —6l/s—. Para evitar ruidos por la circulación del aire, se recomienda no sobrepasar en el dimensionamiento del sistema una velocidad de 4 m/s o lo que resulte de los cálculos, y el diámetro de la tubería no debe ser inferior a los 152mm o 6” (Wassouf, 2014).

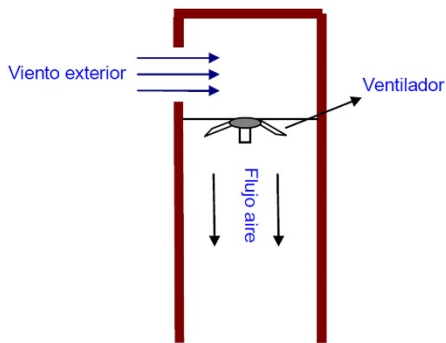
Torres de viento

Una de las herramientas o técnicas pasivas para la climatización de edificios es la torre de viento. Su aplicación funciona mejor en climas cálidos. La torre de viento

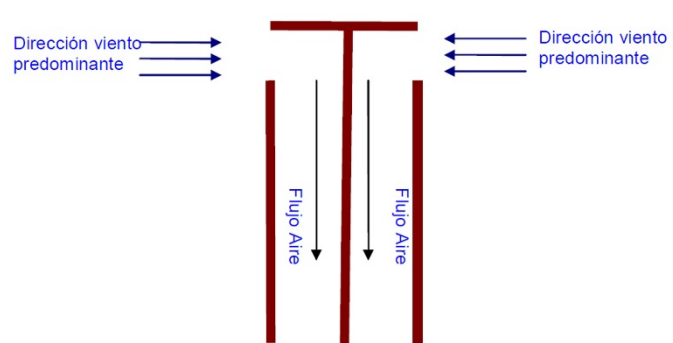
funciona como un *productor* de ventilación natural aprovechando los vientos de donde se encuentre ubicada la obra. Los captadores de vientos poseen varios diseños, entre los que se pueden encontrar los unidireccionales, los bidireccionales y los pluridireccionales (Soutullo Castro, 2012).

El diseño general consta de una torre elevada con una o varias aberturas perpendiculares orientadas de acuerdo con el comportamiento de los vientos (véase el punto 6.1.1.4) y con ello se pretende captar el flujo preferente de aire a cierta altura del suelo e introducirlo en el espacio que se proyecta climatizar. Las corrientes de aire se generan como consecuencia de la distribución no homogénea de la presión, y la presión aumenta con la altura; el gradiente de presión es el responsable del movimiento de aire en el interior de la torre. El gradiente de presión puede deberse a las diferencias de temperatura del aire, al contenido de humedad o a las pérdidas de carga por fricción en su avance, el aire frío (denso) provoca una corriente descendente por la torre (Soutullo Castro, 2012).

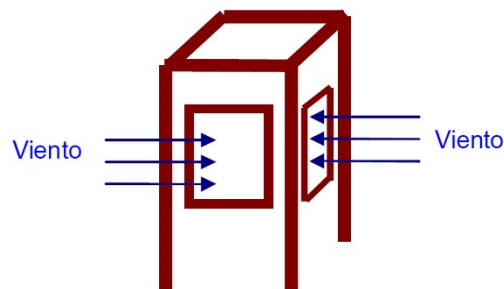
La torre de viento debe tener una pared interior que la divida en dos, para crear un conducto con presión negativa y otro con presión positiva. Por su velocidad, el aire entra por conducto con presión positiva, genera un movimiento de aire en el interior del edificio y sale por el segundo conducto con presión negativa. Cuando la velocidad del aire no es suficiente o el flujo másico no es constante, se puede forzar el movimiento al colocar un ventilador en la parte superior de la torre PHDC (Passive and Hybrid downdraught cooling) (Wassouf, 2014).



Gráfica 6.7 Esquema unidireccional PHDC
Fuente: (Soutullo Castro, 2012)



Gráfica 6.8 Esquema bidireccional
Fuente: (Soutullo Castro, 2012)



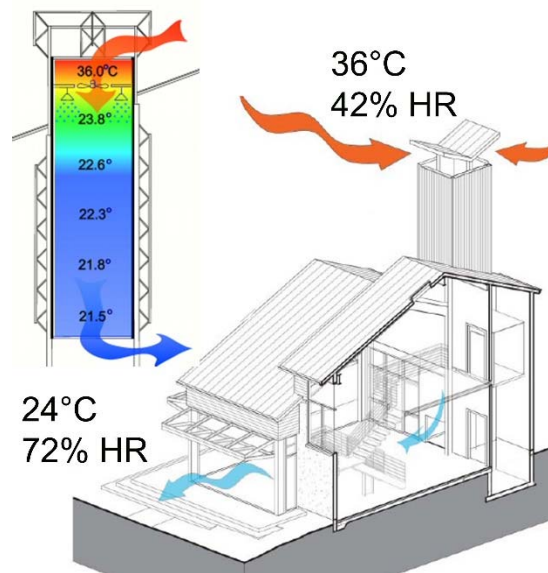
Gráfica 6.9 Esquema multidireccional
Fuente: (Soutullo Castro, 2012)

A pesar de que las herramientas pasivas tienen como función emplear factores naturales del clima y factores de diseño arquitectónico sin el uso de energías que utilicen quema de combustibles, en el caso de Jalisco, el empleo de energía eléctrica de la red de la Comisión Federal de Electricidad cae en este supuesto, debido a la tecnología que se emplea en su generación. Por esta razón, la *recomendación* en el uso de estrategias pasivas PHDC será únicamente bajo el supuesto de que la energía eléctrica requerida sea generada por la fuente fotovoltaica.

El sistema híbrido de torre de viento contempla el empleo de sensores de temperatura que activan un control automatizado del sistema de enfriamiento:

micronizadores y ventilador. Estos sistemas entran en funcionamiento en cuanto se alcanza la temperatura y humedad a la que fue programado el sensor, por ejemplo: **29°C y humedad relativa del 45%**.

Una vez que el sensor activa el sistema, se puede programar que se detenga en cuanto existan las condiciones de confort programadas para el interior del edificio (Pearlmutter, Erell, Etzion, Meir, & Di, 1996).



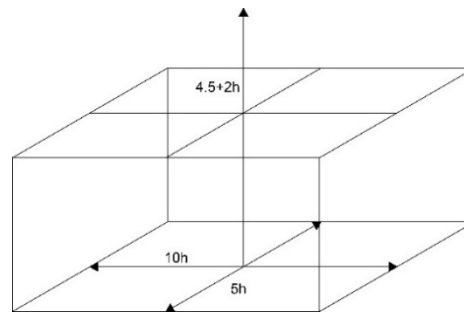
Gráfica 6.10 Esquema de un modelo térmico de una torre de viento evaporativa PHDC
Fuente: (Pearlmutter et al., 1996)

Dimensionado de la instalación

Las especificaciones de una torre de viento pueden emplear la ecuación del intercambio de calor por superficie que se emplea para el cálculo de un pozo canadiense o provenzal, donde la cantidad de calor intercambiado por unidad de tiempo corresponde al flujo térmico multiplicado por la superficie de intercambio:

$$dQ = \varphi \cdot S \cdot dt = \frac{(Tsuelo - Taire)}{R} \cdot S \cdot dt$$

Sin embargo, se puede simplificar la geometría mediante un análisis de Fluent (Etzion, Pearlmutter, Erell, & Meir, 1997).



Gráfica 6.11
Fuente:

En este caso, el supuesto geométrico de la altura es proporcional a $4.5m + 2h$, de un espacio de $10h \cdot 5h$, y la ecuación anterior podrá arrojar la cantidad de calor intercambiado por unidad de tiempo, ya sea para determinar el volumen en l/s o, en su caso, calibrar los sensores.

Cuidado

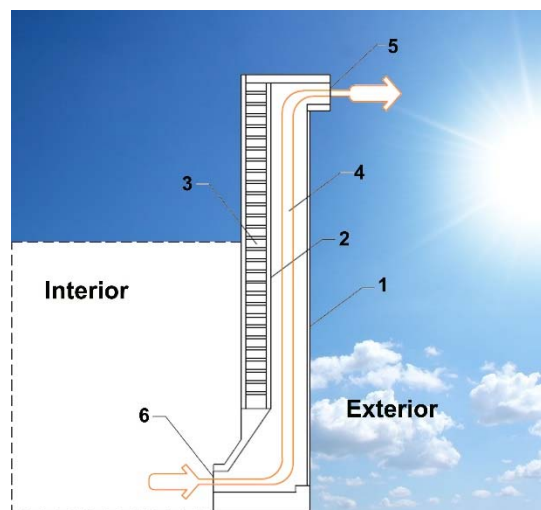
Para efectos de cálculo, el caudal de ventilación de acuerdo con lo establecido por el Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco (G. d. E. d. Jalisco, 2001) deberá ser de una renovación por hora como mínimo (62l/s) y la temperatura de confort para la ZMG para efectos de calibración de equipos será:

Verano Seca 23.8°C humedad relativa de 50%

Invierno Húmeda 22.5°C humedad relativa de 60%.

Chimenea solar

Una chimenea solar es una cavidad ventilada alargada ubicada en la parte que mayor radiación solar recibe en un edificio. Funciona mediante la elevación de la temperatura por medio de la radiación solar, lo que provoca un incremento de las fuerzas de flotación, que, a su vez, inducen el aire hacia la parte superior de la chimenea y posteriormente hacia el exterior. Este movimiento de extracción permite que el aire exterior de menor temperatura ocupe el espacio desalojado por medio de puertas, ventanas o ductos de ventilación (Baez Lobato & Gordon Sánchez, 2010).



Gráfica 6.12 Esquema de chimenea solar y sus componentes
Fuente: elaboración propia, con base en (León Vazquez, 2013; Wassouf, 2014)

Las especificaciones básicas necesarias (León Vazquez, 2013) para la construcción de esta herramienta pasiva son las siguientes:

1. **Acrilamiento de la superficie receptora de radiación.** Vidrio o placa de policarbonato celular con coeficiente de transmisión mínimo de 0.7.

2. **Receptor de radiación.** Pared interior opuesta de material opaco con coeficiente de absorbencia de 0.9 como mínimo.
3. **Aislamiento.** La envolvente térmica de la chimenea solar deberá emplear materiales con un coeficiente de conductividad térmica máximo de 0.210.
4. **Tiro de la chimenea.** Libre de obstrucciones y con la misma relación geométrica del análisis de Fluent, $4.5m + 2h$ de un espacio de $10h \cdot 5h$.
5. **Salida de aire.** Salida de aire en la parte superior del área receptora de radiación con tapa para lluvia, con cálculo de relación de aberturas mediante lo estipulado por el cuadro de “Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s” y la ecuación de “calor intercambiado por unidad de tiempo corresponde al flujo térmico multiplicado por la superficie de intercambio”.
6. **Entrada de aire.** Entrada de aire a menor temperatura por medio de aberturas (puertas, ventanas, ductos). Aplica la misma relación de aberturas por el cuadro de “Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s” y la ecuación de “calor intercambiado por unidad de tiempo corresponde al flujo térmico multiplicado por la superficie de intercambio”.

Un aspecto relevante a considerar en la implementación de esta herramienta pasiva es que su funcionamiento está basado en un intercambio de temperatura en el aire por medio de un efecto solar principalmente en verano (Khedari, Boonsri, & Hirunlabh, 2000). El efecto de confort adquiere mejor desempeño mediante el efecto de disminución de temperatura al interior del edificio de forma natural. Para obtener un efecto contrario es indispensable tener un control de entradas y salidas de aire, dado que en invierno en la ZMG los vientos se consideran desfavorables, por lo que sin este control los efectos podrían ser negativos en esa estación.

Al igual que en el caso de la torre de viento, se puede implementar un sistema de sensores para el control automatizado de la herramienta. Es importante señalar que mediante un cálculo dinámico, por ejemplo, la herramienta PHPP (Passivhaus Projecting Package), se puede determinar la combinación de varias herramientas y programar mediante un sistema de sensores de control el funcionamiento dinámico e interacción de las mismas (Wassouf, 2014).

Para efectos de cálculo, el caudal de ventilación de acuerdo con lo establecido por el Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco (G. d. E. d. Jalisco, 2001) deberá ser de una renovación por hora como mínimo (62l/s) y la temperatura de confort para la ZMG para efectos de calibración de equipos será:

Verano Seca 23.8°C humedad relativa de 50%.

Invierno Húmeda 22.5°C humedad relativa de 60%.

Muro trombe

El muro trombe es un sistema pasivo con alta inercia térmica de calentamiento solar indirecto, que provee fluctuaciones térmicas al interior del edificio y requiere de mecanismos de control simples. Su funcionamiento parte del principio de captar una masa térmica regulada por un aislamiento vidriado exterior con un canal o bolsa de aire intermedio con el muro interior del edificio (Wassouf, 2014). Este muro transfiere al interior el calor por conducción; mientras tanto, el aire captado en el canal se introduce al edificio a una temperatura baja por una abertura de ventilación inferior, ubicada en el mismo muro, y a una temperatura elevada por una abertura superior, debido al efecto de flotación (Hidalgo Muñoz, 2011).

Esta herramienta presenta algunas complicaciones de diseño. Para su implementación es indispensable realizar una simulación de comportamiento mediante herramientas de cálculo dinámico (herramienta PHPP). Por la radiación promedio en verano para la ZMG, los muros trombe pueden conllevar cargas muy altas de calor para el edificio. La simulación de su funcionamiento debe prever un

sistema de protección solar y una disipación eficaz del calor hacia el exterior (Wassouf, 2014).

Los niveles óptimos de funcionamiento del muro trombe se encuentran en la implementación simultánea con otras estrategias pasivas, así como sistemas de sensores para el control automatizado de la herramienta. Para efectos de cálculo, el caudal de ventilación de acuerdo con lo establecido por el Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco (G. d. E. d. Jalisco, 2001) deberá ser de una renovación por hora como mínimo (62l/s) y la temperatura de confort para la Zona Metropolitana de Guadalajara para efectos de calibración de equipos será:

Verano Seca 23.8°C humedad relativa de 50%.

Invierno Húmeda 22.5°C humedad relativa de 60%.

Dimensionado de la instalación

A fin de que un muro trombe por sí solo transmita a lo largo del día la suficiente energía térmica para mantener los valores de temperatura de confort establecidos para la ZMG, se deben establecer las proporciones necesarias por unidad de superficie útil al interior del edificio.

Temperatura exterior °C	Coefficiente de conductividad de muro requerida
-7°	0.60–1.00
-1°	0.43–0.78
5°	0.28–0.46
27°	0.22–0.35

Tabla 6.12 Valores de los coeficientes de conductividad según constante de clima exterior
Fuente: (Zamora, Molina Niñirola, & Viedma, 2000)

En cada margen se elegirá el coeficiente según la latitud. Para latitudes bajas, se debe tomar el valor menor del margen y para latitudes altas, el valor mayor del margen. También es importante tener en cuenta el tipo de aislante que tenga el muro, que para algunos casos el valor a tomar será de 85% o de 57%. Por ejemplo, para temperatura media de +2°C, en un ambiente bien aislado, se necesita aproximadamente 0.4 metros cuadrados de pared por metro cuadrado de superficie útil, entonces, para un espacio de 60 metros cuadrados, se necesitan 24 metros cuadrados.

$$k = \frac{R}{\rho \cdot C}$$

Factores internos

Estos factores se refieren específicamente a los detalles del muro. Como ya se ha dicho, éste debe tener gran capacidad de absorción y de guardar calor. Estos factores dependen básicamente de la conductividad térmica (baja) y de la resistencia del muro (R) (mayor) (Hidalgo Muñoz, 2011).

Por eso, es sumamente importante tener en cuenta el grosor del muro, es decir, debe existir un grosor óptimo (para cada material existe uno), porque de no ser así, se puede producir un sobrecalentamiento de la pared. Se recomienda utilizar los siguientes valores:

Material	Espesor recomendado en (cm)
Adobe	20–30
Ladrillo	25–35
Concreto	30–45

Tabla 6.13 Ejemplo de espesor en muros recomendado según material
Fuente: (Hidalgo Muñoz, 2011)

El espesor óptimo dependerá de los materiales empleados y de la conductividad térmica de éstos; en el caso de que la temperatura exterior sobrepase los límites establecidos, se deberá sobredimensionar la sección (Torcellini & Pless, 2004). Las especificaciones *complementarias* que se deberán seguir son las siguientes (Torcellini & Pless, 2004):

1. **Acristalamiento de la superficie receptora de radiación.** Vidrio o placa de policarbonato celular con coeficiente de transmisión mínimo de 0.7. El área del vidrio deberá cubrir un mínimo de 7% de la fachada que recibe la radiación y no deberá sobrepasar 12%.
2. **Dimensión de las aberturas.** Se sugiere tomar la relación de un 10% del total de la superficie del muro $dA = (LxH)/100$.

Paredes Rudofsky y barreras cortaviento

De las estrategias o herramientas pasivas bioclimáticas, la pared de Rudofsky es la que mayores consideraciones estético–ambientales tiene. Su implementación requiere de una serie de factores espaciales y complementos en el exterior del edificio. Se contemplan en el *Estudio de sustentabilidad del proyecto* de **manera opcional**.

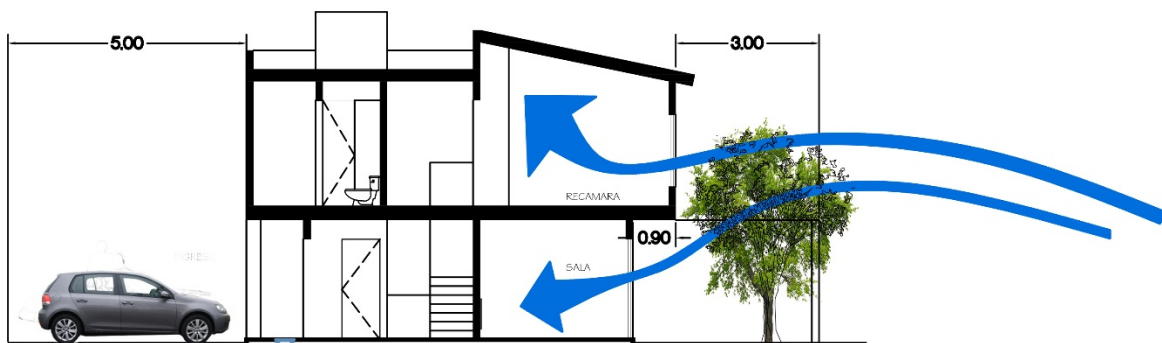
La Pared Rudofsky consta de la construcción de un elemento constructivo vertical adosado a un árbol (de preferencia pre–existente) de color claro y brillante, que funcione como cortavientos y elemento ordenador de la vegetación, el cual aprovecha las corrientes de aire y re direcciona el viento con la humedad propia del árbol hacia el interior del edificio (Deversa, 2012).

Lo que se pretende en esta estrategia pasiva bioclimática es tratar de aprovechar los movimientos del aire que ingresa al edificio, climatizándolos con vegetación sembrada estratégicamente o, si es el caso, aprovechar la existente. Estos

movimientos del aire crearán una sensación de humedad en el interior del edificio. Extra a la función termo-reguladora servirán también como barreras visuales, barreras acústicas y efecto sombra.

La incorporación y dimensión de elementos vegetales al edificio, dependerá de las dimensiones del área libre para este propósito y el modo de edificación que señale el Plan Parcial correspondiente a la zona de emplazamiento del proyecto, según lo estipulado por el artículo 228, Título Segundo “Normas de Diseño Arquitectónico”, del Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco (G. d. E. d. Jalisco, 2001).

La recomendación, por lo tanto, a partir de las restricciones posteriores de edificación señaladas por el Plan Parcial correspondiente y con base en lo señalado por el artículo antes mencionado —modos de edificación—, es que se contemple un mínimo de 10% del total de esta área para la colocación de elementos vegetales verticales, ubicados —de preferencia— cerca de las entradas de aire al edificio.



Gráfica 6.13 Esquema servidumbre posterior tipo (3m) con efecto Rudofsky
Fuente: elaboración propia, con base en (Rossi & Leserri, 2013)

El mínimo de restricción posterior señalada por la mayoría de los planes parciales de los municipios de la ZMG es de tres metros, contados a partir del paño exterior de la construcción hasta el límite de propiedad. La superficie y el frente mínimos del predio están señalados con base en la densidad del proyecto.

Restricción posterior tipo (3m) con 10% para área verde		Área verde en m ²
Frente del predio en metros	Superficie en metros cuadrados	
5	15	1.5
6	18	1.8
7	21	2.1
8	24	2.4
10	30	3.0

Tabla 6.14 Tabla de referencia en metros cuadrados en servidumbre posterior para efecto Rudofsky
Fuente: elaboración propia, con base en (Deversa, 2012)

Los beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas y con la referencia de que un árbol maduro puede absorber dióxido de carbono a un ritmo de 21.7kg por año (Bernhardt & Swiecki, 2001).

Enfriamiento por masa térmica

Una masa térmica es un material que absorbe el calor de una fuente térmica. La fuente es la radiación solar y luego este calor es liberado lentamente, lo que permite evitar el sobrecalentamiento del edificio y ahorrar en el consumo energético por concepto de climatización artificial. Para efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se contemplará de **manera opcional** si su aplicación requiere de materiales o tecnologías adicionales a los cálculos derivados del apartado 6.2.2.1 (diseño de la envolvente del edificio).

Si en el diseño de la envolvente, en la cara expuesta a radiación, fueron empleados materiales ligeros o materiales que no tengan propiedades de masa térmica o si se empleó concreto y ladrillo con un rendimiento de baja conductividad térmica y es necesario utilizar tecnologías complementarias con propiedades y estructura de masa térmica, **sí será obligatorio el cumplimiento de este apartado**, toda vez que formará parte del diseño de la envolvente.

Los materiales con propiedad de masa térmica y que tengan su origen a través de procesos industriales —que no sean de origen natural— deberán cumplir con lo establecido en las normas NMX-C-181-ONNCCE-2010, NMX-C-189-ONNCCE-2010 Y NMX-C-460-ONNCCE-2009 (ONNCCE, 2009, 2010d, 2010f) y en todos los casos un **requerimiento mínimo** de coeficiente de conductividad térmica λ **0.35 W/m.K** y un valor de pH del rango de 7–10 como máximo (Government, 2013).

Los beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas y con la referencia de que de la ganancia de calor obtenida en el edificio se descontará la huella ecológica del material empleado en GEI (ton/CO²) (Ferrer Hurtado, 2012).

6.2.3 Ecotecnias o eco–tecnologías

La definición de recursos naturales implica, por principio, disponibilidad, extracción, explotación y consumo, conceptos que comprometen las características propias de la definición de ecotecnia (Bulo Vargas, 2012). Ahora bien, las ecotecnias presentan una serie de ventajas ambientales mediante el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales en su **desempeño**, no así en los procesos de su fabricación (industrialización–importación). Por factores principalmente socioeconómicos, la mayoría de las **eco–tecnologías** o los materiales con las que éstas se fabrican se desarrollan en otros países y su implementación tiene dos grandes limitantes: el costo financiero (traslados, aranceles de importación, gastos de traslados o fletes, variaciones en las divisas, comisiones de ventas) y la huella ecológica (consumo de energéticos en su fabricación, traslado y embalaje).

Por ello, la implementación de muchas ecotecnias o eco–tecnologías es prohibitiva en muchos de los proyectos por su origen y ubicación, y sólo se verá compensada si los beneficios son superiores por costo–beneficio con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas por el valor de la tecnología.

Por lo tanto, y para efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto*, se contemplará su implementación de **manera opcional condicionada**.

En este subcapítulo, se citan seis ecotecnias de manera enunciativa, no limitativa, bajo el supuesto de que cualquier otra no enunciada deberá ser superior en costo y beneficios a cualquier estrategia pasiva: azoteas verdes; muros verdes o jardines verticales; iluminación LED; domótica residencial; difusores de iluminación solar, y generadores eólicos.

Azoteas verdes

El sistema de azoteas verdes es un sistema de función dual principalmente, ya que está diseñado en primera instancia para la creación de áreas verdes en general, para la producción de O², además de los servicios a los ecosistemas urbanos que esto proporcione, y en segunda instancia, para mejorar la envolvente y subsecuente climatización de los espacios interiores de los edificios (Soberanes Collado, 2013), debido a que la azotea de los edificios habitacionales es la superficie con más metros cuadrados de exposición a la radiación solar, lo que genera diferencias de hasta 5.5°C entre exterior e interior, y diferencias de hasta 8% de humedad relativa por evapotranspiración en verano (S. C. Council, 2010).

Por otro lado, las azoteas verdes proporcionan en materia de sustentabilidad beneficios de integración paisajística, incremento de la biodiversidad urbana, reducción del efecto de isla de calor y un potencial espacio de permacultura. Dentro del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se contemplará de **manera opcional condicionada** y los beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas y con la referencia de que de la ganancia de calor obtenida en el edificio se descontará la huella ecológica del material en GEI (ton/CO²) (State of Victoria, 2014). Se determina la clasificación de tres sistemas de azoteas verdes y su puntaje:

Clasificación	Definición	Puntaje
Intensivo	Aprovecha cualquier espacio disponible en la azotea de edificio y diversifica su vegetación desde ornamental hasta producción de alimentos. Utiliza un sistema de riego automatizado e inteligente y recolecta agua pluvial. Tiene una gran demanda en la estructura del edificio superior a los 200 kg/m ² . Tiene una gran demanda de mantenimiento y requiere de acceso franco y atención continua.	1
Extensivo	Emplea los requisitos mínimos indispensables en el proceso de instalación y su periodo de funcionamiento. Es el sistema más común, demanda muy poco sobre la estructura del edificio 100 kg/m ² , no es indispensable un acceso franco y su mantenimiento puede ser periódico.	3
Mixto	Sistema de hibridación entre los dos primeros, depende de condiciones exclusivas de instalación y funcionamiento. Su demanda hacia la estructura del edificio es variable y en algunos casos puntual, como lo es el caso del sembrado de árboles de baja copa (630–930 kg/m ²). Su acceso y mantenimiento dependen de circunstancias de diseño y economía.	1–2

Tabla 6.15 Clasificación propuesta por puntaje en materia de sustentabilidad
Fuente: (S. C. Council, 2010)

Como *principio de sustentabilidad*, la elección del sistema a emplear debe considerar que con la menor cantidad de recursos se logre tener el mayor grado de adaptabilidad a la edificación, sin modificar la demanda estructural del proyecto. Es necesario contemplar los servicios a los ecosistemas y emplear un **mínimo de 20%** del total de la superficie para permacultura (Screen, 2008).

La implementación de un sistema de azotea verde requiere de una capa impermeabilizante o una subestructura adosada a la azotea del edificio, de manera que se impida que la humedad del sistema permee al interior. Se deberá evitar el uso de membranas asfálticas o recubrimientos bituminosos de composición a base de hidrocarburos (–1 punto).

En el caso de sistemas modulares adosados a la estructura del edificio, se deberá prever lo siguiente:

1. Que el sistema no sobrepase una demanda de los 150 kg/m² a la estructura, incluyendo el peso del contenido vegetal del módulo.
2. Que contenga un sistema integrado de riego y sus secciones sean desmontables para permitir su reparación.
3. Que la capa de sustrato tenga una sección mínima de 7cm.
4. Conectar el sistema automatizado de riego a un contenedor de recolección de aguas pluviales.
5. Que el sistema de riego tenga un sistema de recirculación de agua o a un sistema de infiltración al subsuelo.
6. Evitar sistemas que impliquen la importación de accesorios, conexiones o componentes.
7. Emplear **un mínimo de 20%** del total de la superficie para permacultura (Screen, 2008).
8. Evitar el uso de membranas asfálticas o recubrimientos bituminosos de composición a base de hidrocarburos (-1 punto).

Además, se deben seguir las disposiciones técnicas complementarias para la instalación de cualquier sistema de azotea verde (véase la tabla 6.16).

Ubicación	Azoteas de recámaras o espacios habitables, para optimizar la envolvente.
Peso	150–200 kg/m ² (con agregados minerales, vegetación y sistemas de riego incluido). En agregados minerales se sugiere el uso de piedra volcánica para reducir el peso de la estructura.
Espesor	25–30cm, espesor mínimo del sustrato 7cm.
Sistema de riego	Automatizado con sistema de captación y recirculación de aguas.
Vegetación	Plantas nativas 80%. Permacultura 20%. Pasto y plantas que no sobrepasen 150cm de alto.

Tabla 6.16

Fuente: elaboración propia, con (S. C. Council, 2010)



Gráfica 6.14 Sección esquemática de azotea verde

Fuente: (S. C. Council, 2010)

Muros verdes o jardines verticales

Los muros verdes o jardines verticales son considerados de función multipropósito y representan una serie de beneficios ambientales, funcionales y estéticos, pero

dentro del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se contemplará su implementación de **manera opcional condicionada**, debido sobre todo a los costos de instalación y mantenimiento requerido. Los beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas y con la referencia de que de la ganancia de calor obtenida en el edificio se descontará la huella ecológica del material empleado en GEI (ton/CO²) (Ferrer Hurtado, 2012).

Los sistemas de muros verdes se clasifican en seis (S. C. Council, 2010) (véase la tabla 6.17).

Clasificación	Definición	Puntaje
Muros vivos <i>(living walls)</i>	Sistema de fachada con plantas trepadoras que sólo requieren de un contenedor o maceta, impermeabilización básica sin membrana, funciona a través de guías con alambre o sistema de doble piel. Baja demanda de agua, no requiere de sistema de riego automatizado, favorece la ganancia de calor y provee de ganancia en humedad relativa a los espacios interiores. Bajo costo de instalación y mantenimiento.	3
Soporte de fieltro	Sistema de fachada con contenedores en fieltro sobre la pared, requiere de capa aislante, de sistema de riego automatizado y gran demanda de agua. Favorece la ganancia de calor y provee de ganancia en humedad relativa a los espacios interiores. Costo elevado de instalación y mantenimiento.	2
Modular	Sistema modular con paneles de plástico o metálicos fijados al muro, gran demanda a la estructura del edificio, puede requerir de capa aislante en el muro, elevado costo de instalación y bajo mantenimiento, requiere de sistema automatizado de riego (si el módulo no lo contiene). Favorece la ganancia de calor y provee de ganancia en humedad relativa a los espacios interiores.	1
Soporte cerámico	Sistema de macetas o contenedores cerámicos soportados por perfiles metálicos o de madera sobre el muro, tiene una gran demanda sobre la estructura del edificio, elevado costo de instalación y mantenimiento, requiere de sistema automatizado de riego Favorece la ganancia de calor y provee de ganancia en humedad relativa a los espacios interiores.	1

Hormigón vegetal	Es un sistema integral en el que desde su fabricación se dejan las cavidades que permiten alojar el sustrato; el sistema automatizado de riego va integrado al muro, y el concreto emplea un polímero vegetal que funciona como impermeabilizante. Costo elevado de instalación, pero bajo costo de mantenimiento, Favorece la ganancia de calor y provee de ganancia en humedad relativa a los espacios interiores.	2
Gaviones	Es un sistema exterior en la mayoría de los casos, no funciona como termoaislante para el edificio, demanda gran espacio y su costo de instalación es muy elevado. Es funcional en caso de que el proyecto esté ubicado en laderas o pendientes escarpadas. Tiene un bajo costo de mantenimiento, favorece la ganancia de humedad relativa, pero no necesariamente la ganancia de calor.	1

Tabla 6.17 Clasificación propuesta por puntaje en materia de sustentabilidad
Fuente: (S. C. Council, 2010)

En todos los casos a excepción de los gaviones se deberán atender las siguientes recomendaciones:

1. Manejo de cámara de aire ventilada para incrementar el potencial termoaislante del muro.
2. Conectar el sistema automatizado de riego a un contenedor de recolección de aguas pluviales
3. Que el sistema de riego tenga un sistema de recirculación de agua o en su caso a un sistema de infiltración al subsuelo.
4. Evitar sistemas que impliquen la importación de accesorios, conexiones o componentes.
5. Como principio de sustentabilidad, la elección del sistema a emplear deberá consumir la menor cantidad de recursos, tener el mayor grado de adaptabilidad a la edificación y no modificar la demanda estructural del proyecto. Contemplar los servicios a los

ecosistemas y emplear **un mínimo del 20%** del total de la superficie para permacultura (Screen, 2008).

6. Se deberá evitar el uso de membranas asfálticas o recubrimientos bituminosos de composición a base de hidrocarburos (-1 punto).

Iluminación LED

La iluminación residencial tiene una gran demanda energética para el país. Se contemplará en el *Estudio de sustentabilidad del proyecto* la implementación de iluminación de tecnología LED de **manera opcional**.

Las lámparas LED integradas son unidades que no pueden ser desmanteladas, que se conectan directamente a la red eléctrica del hogar y emplean una fuente de luz por medio de diodos emisores de radiación óptica. Su factor de rendimiento es muy alto, en comparación de su consumo eléctrico y generación de calor. En relación con otras tecnologías de iluminación para casa-habitación, tienen un alto desempeño, larga duración y un nivel de eficacia luminosa alto.

Para la implementación de iluminación LED en el proyecto, se realizará un cálculo de cargas y un diagrama unifilar en donde se señale la ganancia de calor obtenida en el edificio y se descontará la huella ecológica de la tecnología empleada en GEI (ton/CO²). En la selección de las marcas, capacidades y tecnologías se deberá atender lo dispuesto por la Norma Oficial Mexicana NOM-030-ENER-2012 (Energía, 2012c).

La clasificación de las lámparas integradas LED por su distribución espacial de luz es: omnidireccional y direccional.

La sub-clasificación de luminarias será según el apéndice G de la norma mencionada y los parámetros de eficacia se considerarán según lo dispuesto por el artículo 6.0 Especificaciones de la NOM-030-ENER-2012, según la siguiente ecuación:

$$Eficacia\ luminosa = \frac{Flujo\ luminoso\ total\ inicial\ (lm)}{Potencia\ eléctrica\ consumida\ (w)}$$

Por lo tanto y para efectos del cálculo de cargas del proyecto se tomarán las siguientes referencias:

Intervalo de flujo total nominal (lm)	Eficacia luminosa mínima (lm/w)
Menor o igual que 150	40
Mayor que 150 y menor o igual que 300	40
Mayor que 300	40
Menor o igual que 325	55
Mayor que 325 y menor o igual que 450	55
Mayor que 450 y menor o igual que 800	55
Mayor que 800 y menor o igual que 1 100	55
Mayor que 1 100 y menor o igual que 1 600	55
Mayor que 1 600	55

Tabla 6.18 Eficacia luminosa mínima para lámparas LED integradas omnidireccionales
Fuente: (Energía, 2012c)

Intervalo de flujo total nominal (lm)	Eficacia luminosa mínima (lm/w)
Menor o igual que 6.35	40
Mayor que 6.35	45

Tabla 6.19 Eficacia luminosa mínima para lámparas LED integradas direccionales
Fuente: (Energía, 2012c)

En todos los casos, para su implementación se deberán atender las siguientes recomendaciones:

1. Como principio de sustentabilidad, la elección de la tecnología deberá emplear la menor cantidad de recursos, tener el mayor grado de adaptabilidad a la edificación y no modificar la demanda estructural del proyecto.
2. Evitar sistemas que impliquen la importación de accesorios, conexiones o componentes.
3. Desechar cualquier alternativa que no se encuentre bajo los parámetros de la NOM-030-ENER-2012.
4. Que la tecnología seleccionada no implique de sustituciones técnico-especializadas.
5. Realizar un análisis de costo-beneficio y plantear un periodo de retorno de la inversión a corto plazo por concepto de ahorro energético medido en kWh.

Domótica residencial

El concepto de domótica implica que varias de las tareas y desempeños de la casa pueden ser resueltos o auxiliados por la tecnología en busca del confort y la eficiencia. Las aplicaciones en materia de tecnología para la casa-habitación son variadas y en la mayoría de los casos su implementación depende de factores económicos. Este apartado pretende hacer notar la relevancia de la tecnología en el campo de la eficiencia energética y el uso inteligente de los recursos naturales.

Los avances tecnológicos parecen infinitos en esta materia y no es el objetivo de este apartado señalar alguna aplicación en particular, sino establecer ciertos criterios de selección mediante los parámetros de la sustentabilidad y en el *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se contemplará su implementación de **manera opcional condicionada**. Los beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas, tomando como referencia que cada kilo-watt-hora (kWh) de electricidad consumido en el hogar equivale a 1kg de bióxido de carbono emitido (De Buen, 2013). La mayoría de las aplicaciones de domótica tienen una demanda energética constante, ya que se conjunta el uso de

telecomunicaciones, electrónica, informática y electricidad, por lo que el **principal criterio de selección será el ahorro en materia de consumo energético** (Herrera Quintero, 2005).

La domótica requiere de un mínimo de infraestructuras y condiciones técnicas para optimizar sus procesos o alcanzar niveles óptimos de desempeño, para ello independiente a la implementación de aplicaciones tecnológicas se deberá contemplar la cantidad y calidad necesaria desde la etapa de proyecto. Estas infraestructuras van desde la cantidad de tomacorrientes necesarios, salidas de voz y datos o sistemas de tierra física, hasta la calidad del cableado, tipos y calibres, etc. Para ello se deberá atender lo dispuesto en las normas NMX-AA-164-SCFI-2013 *Edificación sustentable. Criterios y requerimientos ambientales mínimos* y la NOM-001-SEDE-2012 *Instalaciones eléctricas (utilización)*, considerandos.

El cálculo de cargas para instalaciones domóticas deberá en todo caso ser previsto y diseñado en el voltaje nominal disponible en el sitio del proyecto; se deberán contemplar los sistemas de respaldo para los sistemas contra incendios, las luces de emergencia y/o los sistemas de alarmas.

En la etapa de proyecto se deberán tomar consideraciones mínimas por espacio para dejar las preparaciones e infraestructuras necesarias, de modo que la posible implementación de la domótica no requiera, por un lado, de una doble inversión y, por otro, que los estudios de costo-beneficio o análisis de retorno de la inversión no se disparen.

Para lograr lo anterior se deberán atender los siguientes requerimientos:

Instalación requerida	Espacio	Cantidad			
		H-4	H-3	H-2	H-1
Tomas de corriente con toma de tierra	Dormitorio	3	4	6	8
	Sala de estar	4	6	6	8
	Comedor	2	4	4	6
	Cocina	4	6	6	8
	Baños	2	4	4	6
	Patio / terraza / cochera / jardín	4	6	6	8
	Estudio	4	6	8	10
Tomas de fuerza (servicio de carga superior) con pastilla termomagnética independiente	Cocina	4	6	6	8
	Patio de servicio	4	6	6	8
	Estudio	2	4	4	6
Comunicación	Dormitorio principal	2	6	6	8
	Dormitorio adicional	1	2	2	4
	Sala de estar	2	4	4	6
	Cocina	1	4	4	6
	Patio / terraza	—	4	4	6
	Estudio	2	4	4	6
	Ingreso / cochera	—	4	6	8

Tabla 6.20 Tabla de recomendación de cantidad y tipo de instalación por espacio
Fuente: elaboración propia, con base en (Deutsches Institut für Normung, 2013; Harke, 2007)

La aplicación de la tabla establece el requisito mínimo indispensable de salidas por tipo de instalación por espacio y de acuerdo con la densidad habitacional del proyecto, de manera que cuando se seleccione alguna tecnología domótica las infraestructuras estén preparadas. Este criterio de infraestructuras no contempla la instalación de sistemas adicionales complementarios, como un sistema automatizado de riego o sistemas inteligentes de control de iluminación. Se realizó bajo el supuesto de una casa eficiente bioclimática, por lo que se descarta la instalación de climatización artificial de aire acondicionado o calefacciones centrales.

El diseño arquitectónico, la selección de materiales sustentables y las herramientas bioclimáticas deberán contemplar que muchas de las tecnologías y aplicaciones domóticas requieren de la transmisión de datos por medios

inalámbricos, estos datos viajan por señales a diversas frecuencias y con diversos mecanismos de conexión. Una de las conexiones inalámbricas más comunes, con mayor número de aplicaciones y con infinidad de dispositivos compatibles es la señal Wi-Fi, por lo que desde el diseño se deberá realizar un esquema de ubicación y disposición de aplicaciones y dispositivos para evitar interferencias y/o pérdidas de señal.

Elementos o fuentes de interferencia de señal 802.11 a 2.4 GHz de velocidad hipotética de 5.4–25 Mb	Nivel de interferencia escala 0–3
Horno de microondas	1
Servicio directo por satélite (DSS) de conexión coaxial	2
Fuentes eléctricas de alta tensión (electro mallas, transformadores)	3
Teléfonos inalámbricos de 2.4 a 5.0 GHz	3
Dispositivos infrarrojos, mandos a distancia frecuencia de 2.4 a 5.0 GHz	3
Elementos estructurales con acero de refuerzo grado 30–52	3
Aplanados de yeso (escayola)	3

Tabla 6.21 Fuentes de interferencia por grado para señal de Wi-Fi residencial
Fuente: elaboración propia, con base en (Harke, 2007)

En todos los casos, a excepción de los sistemas de consumo energético inferior a los 15kWh/m², se deberán atender las siguientes recomendaciones:

1. Evitar sistemas que impliquen la importación de accesorios, conexiones o componentes.
2. Como principio de sustentabilidad, la elección del sistema deberá emplear la menor cantidad de recursos, tener el mayor grado de adaptabilidad a la edificación y no modificar la demanda estructural del proyecto.

3. Se deberá evitar el uso de tecnologías o aplicaciones que no se encuentren bajo los parámetros de la NOM-030-ENER-2012, NMX-AA-164-SCFI-2013 y la NOM-001-SEDE-2012.
4. Que la tecnología seleccionada no implique sustituciones técnico-especializadas.
5. Realizar un análisis de costo-beneficio y plantear un periodo de retorno de la inversión a corto plazo por concepto de ahorro energético medido en kW/h.
6. Que los parámetros de confort no se vean comprometidos por el sobredimensionamiento de tecnologías.
7. Que la seguridad estructural y personal sean la guía de diseño y dimensionamiento.

Difusores de iluminación solar

Este apartado tiene como objetivo sentar como base de diseño y criterio para la implementación de ecotecnias en materia de iluminación residencial que:

La luz solar directa introduce menos calor por lumen que la mayoría de las fuentes de iluminación eléctrica (Pattini, 2012).

La luz solar es considerada de manera general como una fuente inagotable de energía y tiene los niveles de luminancia más elevados que cualquier tecnología residencial. Su aprovechamiento en materia de iluminación representa, sobre todas la tecnologías existentes, el ahorro directo de mayor impacto en economía.

Fuente luminosa	Eficacia (lm/W)
Sol (según altitud sobre el nivel del mar)	90–117
Cielo claro	150
Cielo promedio	125
Lámpara incandescente (150–250 w)	16–40
Tubo fluorescente (150–220w)	50–80
Lámpara de vapor de sodio de alta presión	40–140
Lámpara fluorescente compacta (26w)	70
LED omnidireccional mayor que 1600 lm	55

Tabla 6.22 Tabla de eficacia luminosa de distintas fuentes luminosas
Fuente: elaboración propia, con base en (Energía, 2012c; Pattini, 2012)

Los difusores de iluminación solar emplean la radiación solar cenital de los edificios para transmitirla hacia su interior. Existen diversas tecnologías y materiales, que van desde aplicaciones de fabricación casera o improvisada hasta el uso de pantallas y lentes reflectivos de tercera generación, con niveles de eficiencia de 97%.

Estos complementos ecotécnicos permiten aprovechar un recurso renovable, su implementación en el *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se contemplará de **manera opcional** y los beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas, tomando como referencia que cada kilo-watt-hora (kWh) de electricidad consumido en el hogar equivale a 1kg de bióxido de carbono emitido (De Buen, 2013).

Dado que se trata de una tecnología de costo elevado, su implementación se plantea de forma **opcional**, pero su evaluación en materia de sustentabilidad **establece el puntaje extra de 1**, dado su nulo nivel de consumo y su alto grado de eficiencia en materia energética.

En todos los casos, a excepción de los sistemas de fabricación casera, se deberán atender las siguientes recomendaciones:

1. Evitar sistemas que impliquen la importación de accesorios, conexiones o componentes.
2. Como principio de sustentabilidad la elección del sistema deberá emplear la menor cantidad de recursos, tener el mayor grado de adaptabilidad a la edificación y no modificar la demanda estructural del proyecto.
3. Que la tecnología seleccionada no implique sustituciones técnico-especializadas.
4. Realizar un análisis de costo-beneficio y plantear un periodo de retorno de la inversión a corto plazo por concepto de ahorro energético medido en kW/h.
5. Que los parámetros de confort no se vean comprometidos por el sobredimensionamiento de tecnologías.

Generadores eólicos

A nivel urbano, a nivel residencial y de manera general en la ZMG, la implementación de un generador eólico tiene muy pocas posibilidades de alcanzar niveles de eficiencia relevantes. Sin embargo, no es descartable dada la posibilidad incipiente de tecnologías en el ramo, pero sobre todo al ser una tecnología que aprovecha un recurso renovable para la generación de energía. Para efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se contemplará de **manera opcional condicionada** y los beneficios se calcularán con base en la disminución de los GEI (ton/CO²) estimadas teóricas, tomando como referencia que cada kilo-watt-hora (kWh) de electricidad consumido en el hogar equivale a 1kg de bióxido de carbono emitido (De Buen, 2013).

La selección de tecnologías depende de un estudio puntual de flujos predominantes del viento, la altura y relevantes orográficas para su simulación. La

eficiencia de la tecnología estará además limitada por la velocidad del viento, situación que obliga a optar por una inversión previa en estudios de campo y cálculo de ganancias en materia de kW/h.

El criterio base de implementación de aerogeneradores dependerá en el estudio de dos factores:

1. La ganancia energética tiene un periodo de retorno de la inversión estimada inicial de 2.2 años como máximo, incluyendo factores inflacionarios y estimado de variación anual del precio del kW/h por parte de la Comisión Federal de Electricidad.
2. Si la tecnología es de fabricación casera, su inversión de implementación deberá ser equiparada a un periodo de retorno de inversión inicial de 1.25 años como máximo, incluyendo factores inflacionarios y estimado de variación anual del precio del kW/h por parte de la Comisión Federal de Electricidad.

Para efectos de cálculo de generación energética por medios eólicos y con base en lo establecido por el capítulo 1 (apartado 6.1.1.4 de este documento), la referencia de velocidades y fuerza del viento serpa clasificado como:

Fuerza	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Denominación
0	0–0.5	0–1	Calma
1	0.6–1.7	2–6	Ventolina
2	1.8–3.3	7–12	Suave
3	3.4–5.2	13–18	Leve
4	5.3–7.4	19–26	Moderado
5	5.7–9.8	27–35	Regular
6	9.9–10.4	36–44	Fuerte

Tabla 6.23 Tabla de Beaufort como referencia local para generación de energía eólica
Fuente: elaboración propia (González Sierra, Valcárcel Montañez, & Sánchez Torres, 2011; Zhu, Steve, Tudor, White, & Harris, 2011)

En todos los casos a excepción de los sistemas fabricación casera se deberán atender las siguientes recomendaciones:

1. Evitar sistemas que impliquen la importación de accesorios, conexiones o componentes.
2. Como principio de sustentabilidad la elección del sistema deberá emplear la menor cantidad de recursos, tener el mayor grado de adaptabilidad a la edificación y no modificar la demanda estructural del proyecto.
3. Que la tecnología seleccionada no implique de sustituciones técnico–especializadas.
4. Realizar un análisis de costo–beneficio y plantear un periodo de retorno de la inversión a corto plazo por concepto de ahorro energético medido en kW/h.
5. Que los parámetros de confort no se vean comprometidos por el sobredimensionamiento de tecnologías.

6.3 Capítulo 3. Administración del agua

Se pretende que el concepto de administración sea abordado bajo dos consideraciones en este ámbito: la primera, bajo la idea de que se trata del manejo de un recurso indispensable para el desarrollo cotidiano de los seres humanos; la segunda, que este recurso se está agotando. Esto último ya no es sólo por resultado de una teoría malthusiana (Malthus, 1798), sino porque existe en nuestra cultura muy poco respeto por el vital líquido y su uso es completamente irracional.

Como propuesta de administración, las consideraciones pretenden tomar criterios principalmente de ahorro; sin embargo, los gastos de implementación de algunas tecnologías o técnicas no podrán ser estructurados bajo un esquema de costo–beneficio o establecer un periodo de retorno a corto plazo, debido al bajo costo del agua por metro cúbico para el estado de Jalisco y cualquier inversión con este parámetro por lo tanto resultaría inviable. No obstante, para efectos del

Estudio de sustentabilidad del proyecto se contemplarán dos tipos niveles **obligatorio** y **opcional**, y los beneficios se calcularán con base en la disminución en litros, especificando el porcentaje de ahorro de agua sobre el consumo hipotético diario, de acuerdo con la tabla de consumo diario per cápita por densidad habitacional.

El consumo doméstico per cápita por densidad habitacional establecerá las bases de diseño del estudio hidráulico, que tendrá que responder a lo estipulado por la NMX-AA-164-SCFI-2013 (Economía, 2013).

Consumo doméstico per cápita				
Temporada	H4	H3	H2	H1
Verano	185	200	230	400
Invierno	100	150	195	250

Tabla 6.24 Consumo doméstico per cápita, por densidad poblacional y clima
Fuente: elaboración propia (Economía, 2013)

El puntaje en materia de sustentabilidad será establecido bajo la consideración de un ahorro de 20% sobre el número de litros por densidad y por temporada. Cada 10% de ahorro superior a 20% tendrá valor de 1 punto.

6.3.1 Sistemas de aprovechamiento y ahorro de agua

Este apartado pretende integrar al *Estudio de sustentabilidad del proyecto* criterios de diseño para las infraestructuras hidro-sanitarias del proyecto, así como las normas oficiales referentes a la selección de equipos o accesorios que generen un ahorro de agua sin que su desempeño sea menor al de cualquier otro.

Se plantean, entonces, los esquemas de infraestructura y selección de equipos acordes con la densidad habitacional del proyecto, asumiendo que la densidad H4 tendrá un nivel básico de ahorro y la H1 un nivel especializado. La implementación de este apartado será por lo tanto, y acorde con la densidad, **obligatoria**. La subclasificación será abordada desde dos ejes temáticos en busca del aprovechamiento y ahorro del consumo del agua en los hogares.

6.3.1.1 Infraestructura hidro–sanitaria

Las prácticas tradicionales en la implementación de los sistemas hidro–sanitarios en el proyecto de casa–habitación difícilmente contratan los servicios de un especialista en hidráulica. El director responsable de obra o el constructor recurren a un empírico o, en el mejor de los casos, a un técnico en instalaciones. Por esta razón, es de carácter **obligatorio** realizar un estudio hidráulico como anexo al *Estudio de sustentabilidad del proyecto*, que tome en consideración la calidad de los materiales, el nivel de eficiencia de los equipos y las certificaciones con las que debe contar cada uno de ellos. Esto permite balancear las cargas de los equipos de bombeo para obtener una presión adecuada que evite los desperdicios innecesarios, ya sea por un exceso de presión o una falta de la misma; evita también seleccionar tubería que no cumpla con los cálculos de presión y, por lo tanto, fugas o fallas en las conexiones.

Este estudio deberá contener de acuerdo con lo establecido por las normas PROY–NMX–DT–6412–1–IMNC–2010, PROY–NMX–DT–6412–2–IMNC–2011 Y PROY–NMX–DT–6412–3–IMNC–2011 (Certificación, 2010, 2011a, 2011c), lo siguiente:

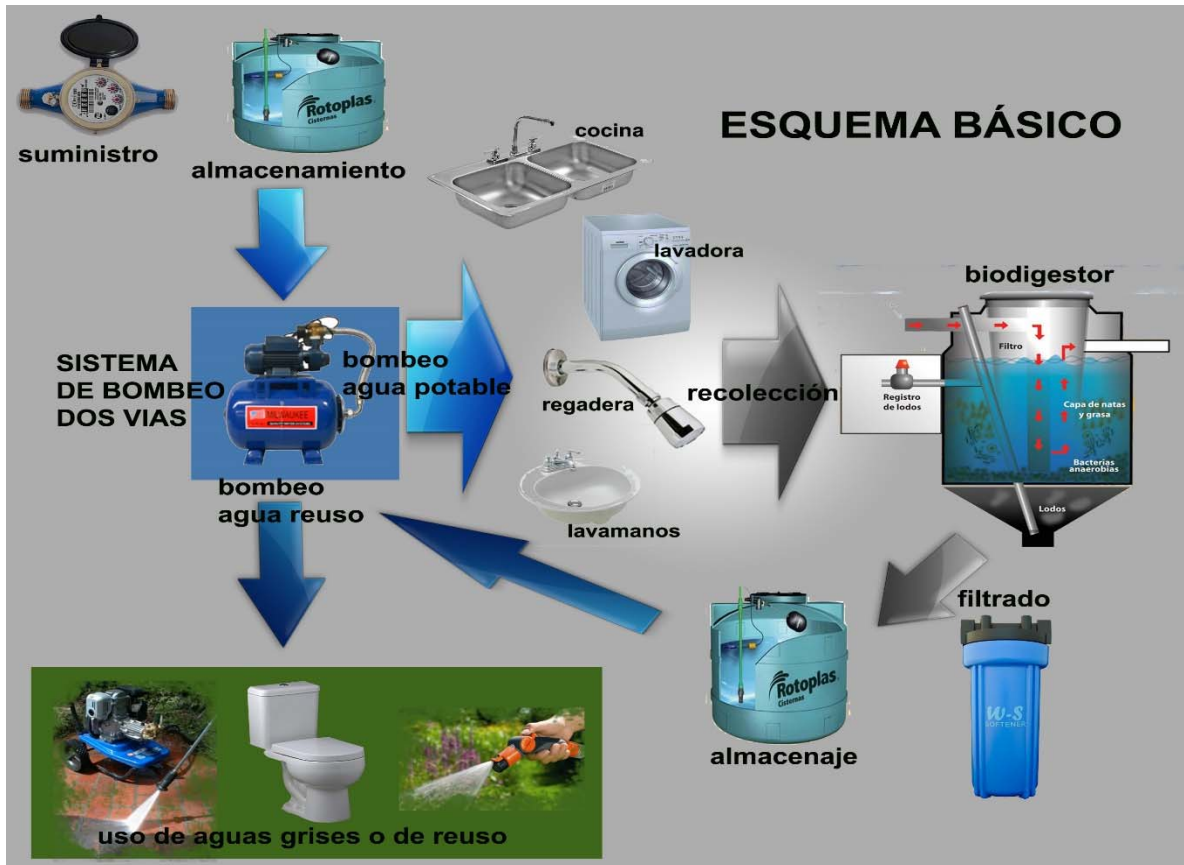
- Diagramas de las trayectorias y representación ortogonal.
- Proyección Isométrica de trayectorias.
- Representación de detalles de terminales y conexiones.
- Cálculo de cargas de equipos de bombeo.
- Especificaciones técnicas de tubería, muebles y equipos.

Las tuberías seleccionadas deberán cumplir con lo establecido por las normas oficiales NMX–E–018–CNC–2012, NMX–E–215–1–1994–SCFI Y NOM–001–CONAGUA–2011 (Agua, 2011; Centro de Normalización y Certificación de Producto, 2012; SCFI, 1994), y se deberán programar pruebas hidrostáticas para la verificación de su funcionamiento y presión generada por los equipos de bombeo.

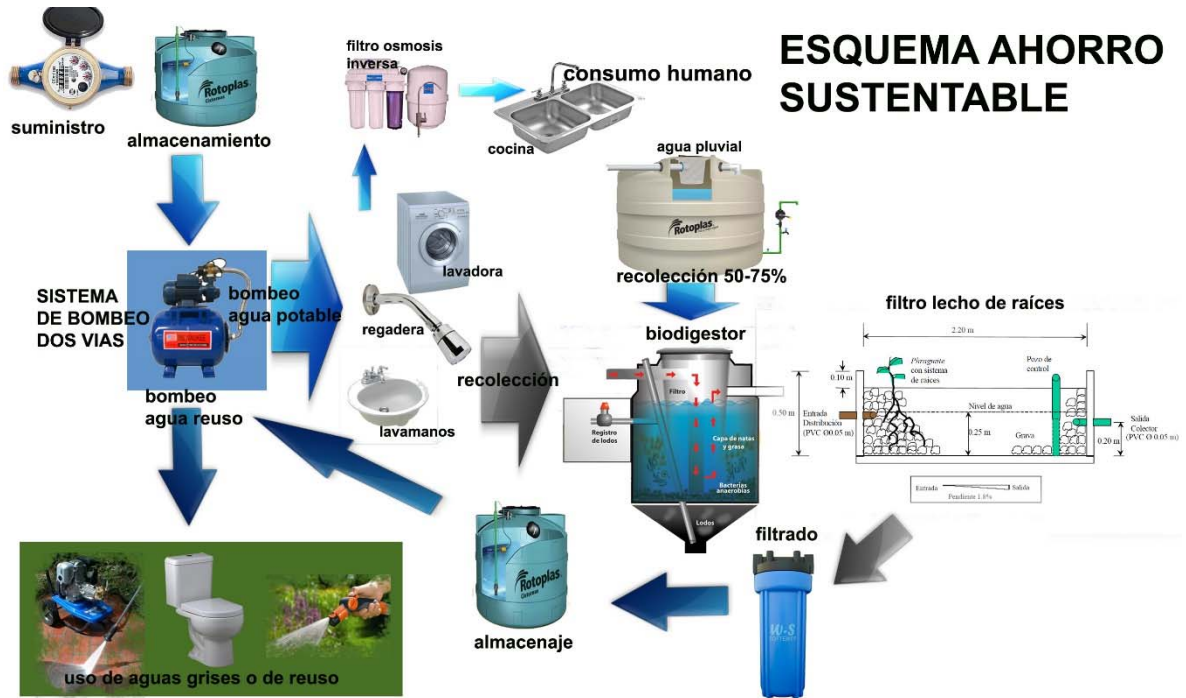
Para la elaboración del estudio hidro–sanitario se deberán considerar la separación de aguas negras y jabonosas por medio de tuberías sanitarias independientes, y los suministros de agua estarán separados de igual forma, dependiendo la densidad habitacional del proyecto. Se partirá del nivel **obligatorio**, que es un *esquema básico elemental* para el diseño hidro–sanitario para densidades habitacionales H3, H2 y H1, y se determinará como **opcional** el *esquema de ahorro sustentable* para densidades habitacionales H2 y H1.

Para la densidad H4, y dentro de las consideraciones del diseño hidro–sanitario, se determinará como **obligatoria** únicamente la instalación de dispositivos de ahorro de agua señalados por el sistema de hipoteca verde del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores INFONAVIT (INFONAVIT, 2013).

Los esquemas presentan la propuesta de la separación del agua potable por uso y un ejemplo de tratado doméstico, sin embargo, es el criterio y no los equipos lo que deberá emplearse como guía. La separación será tanto de las líneas de suministro como de las de drenaje; la reutilización del agua tratada por su costo–beneficio se sugiere mediante la alternativa de un biodigestor y un filtro estándar a su salida, para retención de partículas iguales o mayores a 50µm (micras) y con capacidad mínima de 24 litros por minuto. Si el diseño hidro–sanitario presentado para el estudio hidráulico propone una alternativa que iguale o mejore estas condiciones, la única restricción sería el comparativo de costo–beneficio.



Gráfica 6.25 Esquema básico elemental **obligatorio** para densidades H2 y H1
Fuente: elaboración propia (Anderson, 2003; E. P. a. H. Council, 2008)



Gráfica 6.26 Esquema ahorro sustentable **opcional** para densidades H3, H2 y H1
Fuente: elaboración propia (Anderson, 2003; E. P. a. H. Council, 2008)

El estudio hidráulico determinará, por medio del rendimiento de los equipos y la demanda requerida, la implementación de varias alternativas. Se deberán atender las siguientes recomendaciones:

1. Como principio de sustentabilidad, la elección de la tecnología deberá emplear la menor cantidad de recursos, tener el mayor grado de adaptabilidad a la edificación y no modificar la demanda estructural del proyecto.
2. Evitar sistemas que impliquen la importación de accesorios, conexiones o componentes.

3. Desechar cualquier alternativa que no se encuentre bajo los parámetros de las normas descritas.
4. Que la tecnología seleccionada no implique sustituciones técnico–especializadas.
5. Realizar un análisis de costo–beneficio y plantear ahorros económicos analizando alternativas de selección de equipos.

6.3.1.2 Equipos y dispositivos hidro–sanitarios

Para efectos del estudio hidráulico, los beneficios se calcularán con base en la disminución en litros, especificando el porcentaje de ahorro de agua sobre el consumo hipotético de acuerdo con la tabla de consumo diario per cápita por densidad habitacional. Los equipos y dispositivos deberán cumplir con lo establecido en las normas oficiales correspondientes y verificar en todo momento que el consumo etiquetado del producto cumpla con lo señalado en la tabla siguiente:

Equipo	Consumo litros por evento	Consumo litros por minuto	Norma
Lavamanos		6–9 lpm	
Regadera		3–6 lpm	NOM–008–CONAGUA–1996
Lavadora	50 lpe		
Fregadero		6–9 lpm	
Inodoro	3.6–6 lpe		NOM–009–CNA–2001
Riego		4–6 lpm	
Limpieza		4–6 lpm	

Tabla 6.25 Consumo máximo por equipo en el hogar (litros)
Fuente: Elaboración propia (Act, 2010; Climático, 2012)

En el caso de llaves y grifos, se deberá prever en todo momento la colocación de aireadores para alcanzar los niveles de consumo descritos; para el caso de la regadera, se deberá cumplir con lo establecido por la NOM–008–CNA–1996 (Agua,

1998). De igual forma, se deberá atender lo dispuesto por las normas oficiales NOM-001-CONAGUA-2011, NOM-009-CNA-2001 y NOM-010-CNA-2000 (Agua, 1998, 2000, 2001, 2011).

6.3.2 Esquemas de uso, almacenamiento y tratamiento de agua

6.3.2.1 Agua para consumo humano

La calidad del agua para uso doméstico debe cumplir con lo estipulado por la NOM-127-SSA1-1994 (Salud, 1994), por lo que se recomienda que en el proceso de elaboración del estudio hidráulico se lleve a cabo una prueba de calidad del agua en laboratorio sobre la fuente de suministro, para determinar si es necesario o no la implementación de un filtro y sus características. Este filtro, desde el estudio, podrá contemplar de manera **opcional** la implementación de una toma para consumo humano, que tendría que someterse a un proceso de ósmosis inversa, de acuerdo con las características del agua.

Este esquema de uso propone la eliminación gradual del consumo de agua embotellada, por lo que de implementarse se obtendrá puntuación extra en el esquema de evaluación de la sustentabilidad de acuerdo con los beneficios obtenidos en litros tratados.

Su almacenamiento y calidad deberán ser vigilados en todo momento y realizarse pruebas constantes. La sustitución de filtros y limpieza de los equipos deberá ser monitoreado mediante una bitácora de mantenimiento, que será diseñada desde el estudio hidráulico.

El estudio hidráulico determinará las especificaciones de los equipos y la tecnología necesaria, y deberá atender las siguientes recomendaciones:

1. Como principio de sustentabilidad, la elección de la tecnología deberá emplear la menor cantidad de recursos, tener el mayor grado de adaptabilidad a la edificación y no modificar la demanda estructural del proyecto.

2. Evitar sistemas que impliquen la importación de accesorios, conexiones o componentes.
3. Desechar cualquier alternativa que no se encuentre bajo los parámetros de las normas descritas
4. Que la tecnología seleccionada no implique sustituciones técnico-especializadas.

6.3.2.2 Almacenamiento de agua

Los tanques de almacenamiento, cisternas y tinacos a implementar, y de acuerdo con lo señalado por el estudio hidráulico, deberán en todo momento cumplir con lo estipulado por la NMX-C-374-ONNCCE-CNCP-2012 *Industria de la construcción-tinacos y cisternas prefabricadas. Especificaciones y métodos de ensayo*, así como lo señalado por la NOM-007-CONAGUA-1997 *Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua*. Estos depósitos deben ser contemplados en la bitácora de mantenimiento y se debe monitorear en todo momento la calidad del agua dentro de ellos, limpiar filtros, válvulas de pie, tapas, flotadores, etc.

La cloración del agua en los depósitos deberá solo realizarse si los análisis de la calidad del agua así lo marcan, para evitar una sobrecloración del agua.

Este principio pretende evitar que las sedimentaciones o el contenido de agentes en el agua obstruyan las tuberías, aireadores, equipos y dispositivos, con lo que se pierde la eficiencia en el ahorro del agua. La incorporación de una bitácora de mantenimiento y el monitoreo de equipos de almacenamiento es de carácter **obligatorio** para efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* en todas las densidades habitacionales.

6.3.2.3 Tratamiento de agua

El tratamiento de agua en el *Estudio de sustentabilidad del proyecto* es de carácter **opcional** y sólo podrá ser considerado en la evaluación de la sustentabilidad para la obtención de puntaje extra. Su implementación dependerá del flujo en li-

tros por minuto (lpm) y sus límites máximos permisibles para reúso atenderán lo dispuesto en la NOM-003-SEMARNAT-1997.

6.4 Capítulo 4. Administración de residuos

El problema de la generación de residuos para efecto del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* se abordará en dos momentos: el primero, previo al inicio de los trabajos, y el segundo, en el uso final del mismo. A los residuos que se generan durante la construcción del proyecto se les asigna el nombre de *Residuos de construcción y demolición* (RCD) y se les considera de disposición final controlada. A los residuos generados durante el uso final del proyecto se les denomina *Residuos sólidos urbanos* (RSU) (Cámara de Diputados del H Congreso de la Unión, 2003).

Tipo de proyecto	Residuos por m ² del proyecto
Construcción Nueva	120.00 kg/m ²
Remodelación	338.70 kg/m ²
Demolición Total	1,129.00 kg/m ²
Demolición parcial	903.20 kg/m ²

Tabla 6.26 Tabla de RCD estimados hipotéticos por proyecto
Fuente: (Federal, 2013; SB10mad, 2009)

En materia de generación de RSU, se estima —según información proporcionada por la CONAPO— que durante 2010 se generó un promedio de .96 Kg/hab/día y se prevé que para 2020 esta cifra alcance 1.06 Kg/hab/día (SEGOB & CONAPO, 2014). Según el mismo estudio, la composición de estos residuos es la siguiente:

Tipo de residuo	Porcentaje %
Orgánico	53
Potencialmente reciclables	28
Otros	19

Tabla 6.27 Composición estimada de RSU
Fuente: (SEGOB & CONAPO, 2014)

Para efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto*, se contemplará como **obligatoria** la atención de este apartado y los beneficios se calcularán con base en la disminución en kg/m², especificando el porcentaje de ahorro en la generación de RCD -10%= 1 punto.

Los RSU se calcularán con base en la disminución en kg/hab/día, sobre la generación hipotética diaria o su equivalente de acuerdo con las tablas señaladas (-20%= 1 punto).

6.4.1 Programa de manejo integral de Residuos de construcción y demolición

El Programa de manejo de RCD empleará como base la respuesta a tres preguntas:

1. ¿El residuo es valorizable?
2. ¿El residuo es perjudicial para el medio ambiente?
3. ¿El destino final o depósito de estos RCD es el adecuado?

Es obligación del constructor, y para efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto*, integrar un programa que permita optimizar el uso de los materiales e impactar lo menos posible en el medio ambiente por su consumo inmoderado.

El programa deberá prever la clasificación de los materiales de RCD por su origen y composición:

1. Escombros limpios. Residuos de cemento, mortero, yesos, bloques, ladrillos.
2. Madera. Restos de cimbras, puntales, polines.
3. Metales. Restos de varillas, alambres, clavos o perfiles.
4. Papel y cartón. Envoltorios.
5. Plástico. Envoltorios, empaques, fieltros separadores.
6. Vidrio. Pedacera de vidrio o cristales.
7. Basura. Basura generada por los trabajadores

El programa deberá especificar el sitio de separación temporal y reutilizar o reciclar estos residuos, según corresponda. El proveedor de los viajes de retiro de RCD deberá especificar y anexar al programa el sitio de depósito de los materiales y el permiso que tenga ante las autoridades para tal actividad.

Los beneficios serán medidos en kg/m² de construcción, bajo el equivalente de -10% = 1 punto.

6.4.2 Programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos

La generación de RSU requiere como primer punto un *sitio específico para almacenamiento temporal*, en tanto el sistema de recolección municipal o la empresa encargada de este fin los retira del hogar. Una vez designado el sitio, se deberá integrar al *Estudio de sustentabilidad del proyecto* un programa de separación de estos residuos, utilizando la codificación cromática e iconográfica de la *Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de la SEMARNAT* (SEMARNAT, 2012). Y atender lo dispuesto por las normas NOM-161-SEMARNAT-2011, NOM-098-SEMARNAT-2002 y NOM-083-SEMARNAT-2003 (SEMARNAT, 2002, 2003, 2011).

6.4.2.1 Codificación cromática de contenedores

Derivado del *Estudio de sustentabilidad del proyecto*, y una vez designado el sitio de almacenamiento temporal, se deberá calcular por la cantidad de habitantes del proyecto la capacidad de los contenedores, tomando como referencia que la capacidad máxima sumada de éstos no deberá rebasar los 400 l y de acuerdo con la tabla de generación de RSU por densidad habitacional del proyecto. Esta tabla servirá también como referente para estimar los beneficios calculados en kg/hab/día de ahorro (véase la tabla 6.28).

Densidad habitacional	Habitantes máximo	Kg/hab/día	Tamaño de contenedor
H4	4	0.90	20 l
H3	5	0.96	20 l
H2	5	1.00	40 lts
H1	6	1.05	60 lts

Tabla 6.28 RSU por densidad habitacional y tamaño de contenedor por categoría
Fuente: (SEMARNAT, 2011, 2012)

La colocación de residuos dentro del hogar deberá estar separada por categorías en contenedores que no rebasen la capacidad señalada en la tabla anterior y no sumar en total más de 400 l. Por principio de sustentabilidad, se deberá en todo momento buscar la disminución en la generación de RSU y plantear la posibilidad de aprovechar algunos de estos residuos en procesos de reutilización o reciclaje.



Gráfica 6.17 Iconografía para la identificación cromática de los contenedores de RSU
Fuente: (SEMARNAT, 2012)

Independiente al sistema de recolección urbano con el que se cuente en la zona donde se realizará el proyecto el sistema de separación, categorización e iconografía presentado por este apartado deberá integrarse de manera **obligatoria** en el *Estudio de sustentabilidad del proyecto* y su programa de manejo integral de RSU.

6.4.2.2 Composteo de residuos orgánicos

La tabla de composición estimada de RSU presentada al inicio del punto 6.4, plantea que del total de RSU 53% aproximadamente es orgánico. Existe, por tanto, la posibilidad de utilizar un gran porcentaje en la generación de composta. Para efectos del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* y su programa de manejo integral de RSU, este apartado será **opcional**, sin embargo, generará **2 puntos** su integración al proyecto y como parte de la evaluación de la sustentabilidad.

El tipo de composta que se puede realizar dentro del hogar sin provocar consecuencias a la salud y, por el contrario, contribuir a la reducción de RSU será la conocida como *vermicomposta*, que se produce por medio de la descomposición de residuos orgánicos con la ayuda de lombrices en un depósito cerrado con ventilación controlada y de exterior oscuro para la captura de calor.

Este contenedor deberá tener la capacidad en relación con la densidad habitacional del proyecto, a fin de no sobredimensionar o limitar el proceso.

Densidad habitacional	Capacidad del contenedor
H4	60 l
H3	80 l
H2	120 l
H1	200 l

Tabla 6.29 Capacidad del contenedor de composteo por densidad habitacional
Fuente: elaboración propia

Esta capacidad podrá ser en un solo contenedor o repartido en dos contenedores para la generación de ciclos. Los contenedores podrán ser de elaboración casera o fabricados para tal fin.



Gráfica 6.18 Ejemplo de compostador de fabricación casera



Gráfica 6.19 Ejemplo de compostador de fabricación comercial

La composta deberá ser generada por medio de la mezcla entre tierra vegetal o de campo y residuos orgánicos de origen vegetal en proporción 1:1 por un mes de cocción. La carga de residuos orgánicos de origen vegetal será paulatina y la mezcla deberá revolverse cuando menos una vez al día, estar en un patio o lugar abierto suficientemente ventilado y con radiación solar.

Las lombrices sólo ingieren con facilidad material blando, por lo que se deberá mezclar solamente lo que se enlista a continuación:

- Restos de frutas y verduras: piel de frutas, sobrantes de ensalada, etc.
- Restos de café, de té y bolsitas de infusiones, con papel incluido, pero sin grapas.
- Cartón de la huevera mojado y papel de periódico húmedo y troceado sobre la comida depositada.
- Cáscaras de huevo machacadas.
- Cítricos (en menor cantidad).
- Cenizas de carbón vegetal (en menor cantidad).

Es muy aconsejable triturar los restos o darles los alimentos en trozos para facilitar su ingestión. De esta forma, producirán el vermicomposta mucho antes.

Para evitar la proliferación de plagas indeseables o malos olores, es indispensable evitar a toda costa agregar a la mezcla lo siguiente:

- Carne, pescado o algún tipo de residuo cárnico en general.
- Tortillas y panes.
- Frijoles fritos o con grasa.
- Lácteos, huesos y alimentos grasos.
- Plantas y frutas enfermas o vegetales podridos.
- Cenizas o serrín de madera tratada.
- Excrementos de algún animal doméstico.
- Pelo o piel de algún animal.

Si el empleo de la generación de composta se realiza de manera conjunta con técnicas de permacultura, se generará sobre el puntaje final de la evaluación del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* un punto extra.

6.5 Capítulo 5. Sistema de evaluación

La evaluación de la sustentabilidad se aborda por la mayoría de los sistemas con dos objetivos principalmente: la estandarización y la certificación. La primera busca establecer procesos técnicos que puedan ser replicados y permitan alcanzar por su aplicación efectos acumulativos en una región o territorio específico. La certificación se basa principalmente en el reconocimiento hacia un particular que logra a través de sus prácticas una mejora, en este caso ambiental. En ambos casos se cuenta con una serie de reglas de operación e implementación, que han trascendido en algunos casos como bases de diseño legislativo, regulatorio o normativo de algunas instituciones o el estado mismo.

La sustentabilidad en la edificación de vivienda unifamiliar ha mostrado avances significativos desde el enfoque de las tecnologías hasta la creación de políticas públicas. Sin embargo, estas últimas en nuestro país tienen lugar desde de la esfera nacional y su aplicación ha impactado poco en la agenda local debido a la falta de un vínculo legal con las reglas de los municipios o los estados.

Este documento de carácter técnico–normativo pretende formar este vínculo y establecer los criterios de sustentabilidad en la construcción de vivienda unifamiliar, así como los elementos y criterios de evaluación de la misma. De esta manera se busca establecer los procesos técnicos necesarios y además certificar y reconocer el esfuerzo de la población en general.

La certificación de acuerdo con el grado alcanzado de sustentabilidad, se recomienda que alcance el grado de incentivo fiscal, a fin de fomentar una cultura de responsabilidad ambiental y provocar que los efectos acumulativos de ésta reviertan parte de los daños causados a nuestro ecosistema.

6.5.1 Criterios de evaluación de la sustentabilidad

A nivel internacional existen diversas aplicaciones que intervienen en materia de sustentabilidad, para ello se ha creado un diagrama que los clasifica en ejes. Estos ejes de la construcción sustentable se agrupan de acuerdo con sus carac-

terísticas y su enfoque, sin considerar la esfera de aplicación o si se aplica sobre algún giro o uso específico. El común denominador de estas aplicaciones es desde luego el enfoque ambiental y la búsqueda constante de la eficiencia y el ahorro.

El primer eje agrupa los sistemas de evaluación y certificación más representativos, los cuales establecen una metodología que necesariamente ha de regionalizarse para ser utilizada en un proceso de certificación. Los sistemas por lo general cuentan con organismos locales que regionalizan la metodología y son los encargados de definir el proceso de certificación asociado a la herramienta resultante.

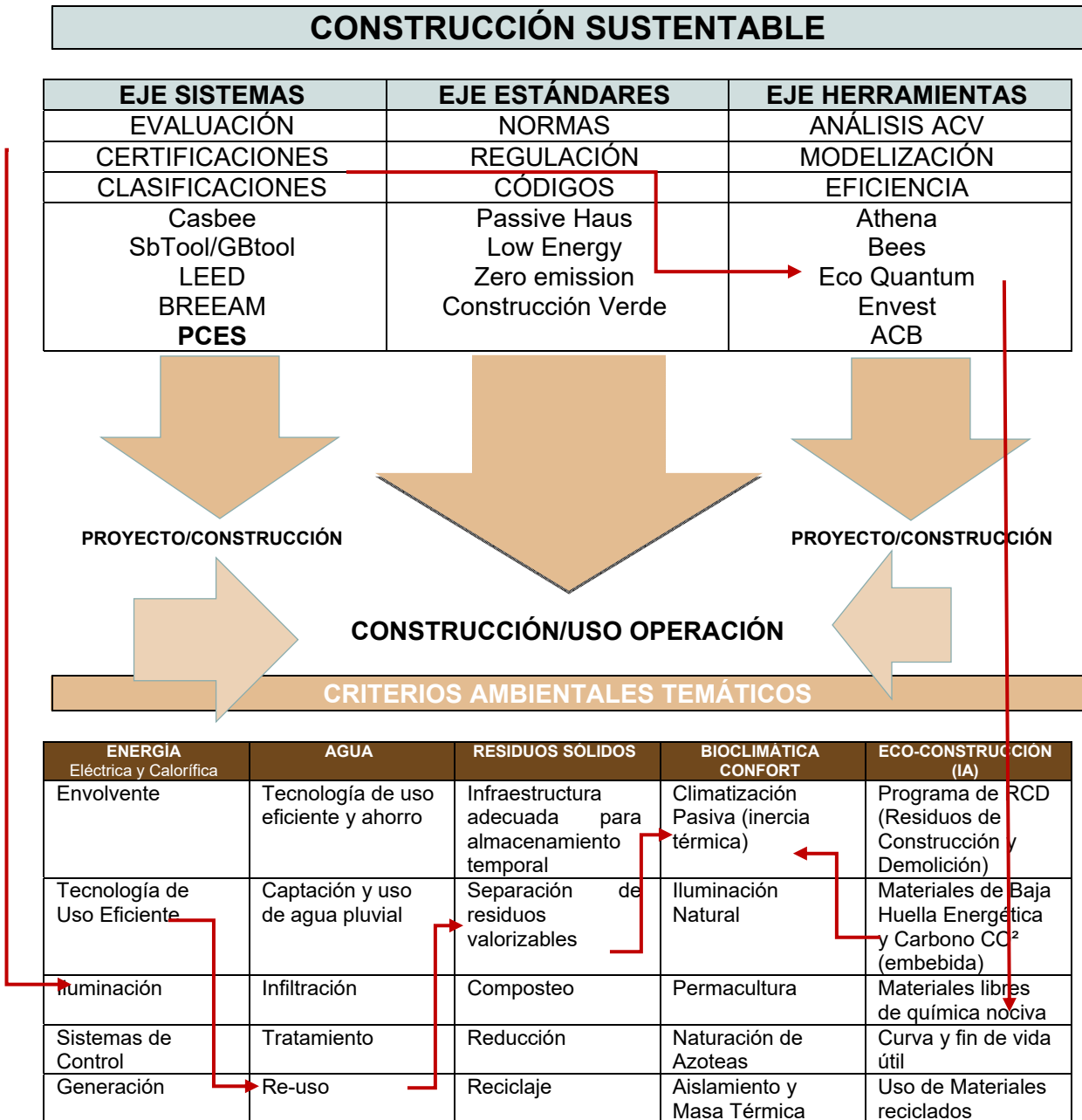
El segundo eje agrupa las normas y los códigos que han sido creados en diversas regiones y por su impacto han incidido en la forma en que se legisla, regula o norma en diversos países, incluyendo México desde luego. El origen de alguno de ellos es probablemente desde lo local y pensado para regiones pequeñas, pero sus resultados han trascendido hacia la agenda internacional y su modelo es adoptado a gran escala por países sobre todo del norte.

El tercer y último eje agrupa las herramientas que, por medio de programas, evalúan eficiencia, modelan situaciones y comportamientos de los edificios. Mediante estas herramientas se ha creado una serie de tecnologías de aplicación en el ramo de la sustentabilidad y desde estas herramientas también se han modificado criterios y normas empleadas por los dos ejes anteriores.

Estos tres ejes coinciden en que su aplicación requiere de criterios ambientales específicos, por lo que sus enfoques son particulares y no tienen un carácter holístico. De esta forma, emplear un solo eje o un solo criterio ambiental dejaría de lado diversos aspectos de la sustentabilidad o se tendría que aplicar de manera simultánea y por medio de cruces horizontales la evaluación de la misma.

Este diagrama de apoyo permite identificar el criterio a emplear para evaluar la sustentabilidad desde lo estipulado por este documento y para una agenda local. Donde desde el eje de los sistemas se adoptan principios normativos y re-

gulatorios, empleando herramientas de modelación para así identificar por criterio ambiental cada uno de los aspectos a evaluar dentro del proyecto.



Gráfica 6.20 Diagrama apoyo para establecer criterios de evaluación de la sustentabilidad.
Fuente: elaboración propia (Garzon, 2007) (USAID, 2012) (Unzalu Pérez de Eulate, 2010)

Dentro de cada criterio ambiental puede elaborarse un cálculo o apoyarse con una herramienta y así determinar los beneficios obtenidos, cotejar con lo

establecido por las normas y certificar los logros, y de preferencia establecer un esquema de incentivos.

6.5.2 Clasificación y etiqueta de sustentabilidad

		Puntaje	Puntaje Extra	Suma
Capítulo. 1 Recopilación de datos físicos existentes.				
1.1	Criterios de Diseño Bioclimático			
1.1.1	Orientación del proyecto			
1.1.2	Zona de confort			
1.1.3	Gráfica de la Trayectoria Solar			
1.1.4	Cálculo de Ventilación Natural			
1.2	Estrategias y uso de los materiales			
1.2.1	Matriz de selección de materiales de construcción			
1.2.2	Uso de materiales y tecnologías alternativas ecológicas.			
Capítulo. 2 Eficiencia Energética				
2.1	Eficiencia del Proyecto			
2.1.1	Estrategia de Técnica de análisis de datos.			
2.1.2	Estrategia de Programa de Ejecución			
2.2	Eficiencia del edificio			
<u>2.2.1</u>	<u>Diseño de la Envolvente del edificio</u>			
<u>2.2.2</u>	<u>Sistemas de aprovechamiento de energía Solar</u>			
2.2.2.1	Sistemas de Colector Solar			
2.2.2.2	Paneles fotovoltaicos			
<u>2.2.3</u>	<u>Sistemas Bioclimáticos Pasivos</u>			
2.2.3.1	Pozo Canadiense o Provenzal			
2.2.3.2	Torres de Viento			
2.2.3.3	Chimenea Solar			
2.2.3.4	Muro Trombe			
2.2.3.5	Paredes Rudofsky y barreras cortaviento			
2.2.3.6	Enfriamiento por masa térmica			
<u>2.2.4</u>	<u>Ecotecnias</u>			
2.2.4.1	Azoteas verdes			
2.2.4.1.1	<i>Intensivo</i>			
2.2.4.1.2	<i>Extensivo</i>			
2.2.4.1.3	<i>Mixto</i>			
2.2.4.2	Muros verdes o jardines verticales			
2.2.4.2.1	<i>Muros vivos (living walls)</i>			
2.2.4.2.2	<i>Soporte de fieltro</i>			
2.2.4.2.3	<i>Modular</i>			
2.2.4.2.4	<i>Soporte cerámico</i>			
2.2.4.2.5	<i>Hormigón vegetal</i>			
2.2.4.2.6	<i>Gaviones</i>			
2.2.4.3	Iluminación LED			
2.2.4.4	Domótica residencial			
2.2.4.5	Difusores de iluminación solar			
2.2.4.6	Generadores eólicos			

Capítulo. 3 Gestión del Agua

3.1	Sistemas de aprovechamiento y ahorro de agua			
3.1.1	Infraestructura hidro-sanitaria			
3.1.1.1	Esquema básico			
3.1.1.2	Esquema de ahorro Sustentable			
3.1.2	Equipos y dispositivos hidro-sanitarios			
3.1.2.1	Regaderas ahorradoras			
3.1.2.2	Grifos y llaves ahorradoras			
3.1.2.3	Sanitarios ahorradores			
3.2	Esquemas de uso, almacenamiento y tratamiento de agua			
3.2.1	Agua para consumo humano.			
3.2.2	Almacenamiento de agua			
3.2.3	Tratamiento de agua			

Capítulo. 4 Administración de residuos.

4.1	Programa de Manejo Integral de RCD			
4.2	Programa de manejo integral RSU			
4.2.1	Codificación cromática de contenedores			
4.2.2	Composteo de residuos orgánicos			

Tabla 6.30 Boleta de revisión para la evaluación de las sustentabilidad del proyecto
Fuente: elaboración propia (Economía, 2013; Unzalu Pérez de Eulate, 2010; USAID, 2012; USGBC, 2008)

La elaboración del *Estudio de sustentabilidad del proyecto* estará pretendiendo alcanzar un máximo de 50 puntos en materia de sustentabilidad; la boleta de revisión otorgará un máximo de un punto por subcapítulo y puntos complementarios cuando la combinación de varias estrategias maximice la sustentabilidad. Esto permite conjuntar estrategias y no aislar el uso y la eficiencia que brinda su combinación.

En un escenario en donde se alcance solamente entre 40–49 puntos, se sugiere la condonación relativa al pago de derechos de construcción e impuestos relativos y un estimado de 20% de descuento en el pago del impuesto predial por 5 años.

Cuando se alcance el máximo de 50 puntos, se sugiere la condonación de los impuestos relativos al pago de derechos de construcción e impuestos relativos, y un estimado de 50% de descuento en el pago del impuesto del pago predial y hasta 75% de descuento en la tarifa del agua.

Si se alcanza una calificación entre 30–39 puntos, se sugiere una condonación de 50% del pago de derechos de construcción e impuestos relativos y 20% de descuento en el pago del impuesto predial por 5 años.

Si la calificación es entre 25–29 puntos, se sugiere la condonación de un 40% del pago de derechos de construcción e impuestos relativos. Una calificación inferior a 25 puntos no alcanzará incentivo alguno.

Calificación	Categoría o etiquetado
50 puntos	Edificación sustentable de alto desempeño
40-49 puntos	Edificación sustentable de regular desempeño
30-39 puntos	Edificación sustentable de moderado desempeño
25-29 puntos	Edificación Sustentable de básico desempeño

Tabla 6.31 Categorización para etiquetado de edificaciones en materia de sustentabilidad
Fuente: Elaboración Propia (Unzalu Pérez de Eulate, 2010)

Para el llenado de la boleta de revisión se muestra un ejemplo en donde se especifica qué capítulos pueden, bajo qué criterios de combinación, alcanzar puntaje extra y cuáles no.

Puntaje Puntaje Extra Suma

Capítulo. 1 Recopilación de datos físicos existentes.

1.1	Criterios de Diseño Bioclimático			
1.1.1	Orientación del proyecto	1		1
1.1.2	Zona de confort	1	1	2
1.1.3	Gráfica de la Trayectoria Solar	1		1
1.1.4	Cálculo de Ventilación Natural	1		1
1.2	Estrategias y uso de los materiales			
1.2.1	Matriz de selección de materiales de construcción	1	1	2
1.2.2	Uso de materiales y tecnologías alternativas ecológicas.	1		1

Capítulo. 2 Eficiencia Energética

2.1	Eficiencia del Proyecto			
2.1.1	Estrategia de Técnica de análisis de datos.	1		1
2.1.2	Estrategia de Programa de Ejecución	1		1
2.2	Eficiencia del edificio			
2.2.1	Diseño de la Envolvente del edificio	1	1	2
2.2.2	Sistemas de aprovechamiento de energía Solar	1	2	3
2.2.2.1	Sistemas de Colector Solar			
2.2.2.2	Paneles fotovoltaicos			
2.2.3	Sistemas Bioclimáticos Pasivos	1	3	4
2.2.3.1	Pozo Canadiense o Provenzal			
2.2.3.2	Torres de Viento			
2.2.3.3	Chimenea Solar			
2.2.3.4	Muro Trombe			
2.2.3.5	Paredes Rudofsky y barreras cortaviento			
2.2.3.6	Enfriamiento por masa térmica			
2.2.4	Ecotecnias	1	5	6
2.2.4.1	Azoteas verdes			
2.2.4.1.1	Intensivo			
2.2.4.1.2	Extensivo			
2.2.4.1.3	Mixto			
2.2.4.2	Muros verdes o jardines verticales			
2.2.4.2.1	Muros vivos (living walls)			
2.2.4.2.2	Soporte de fieltro			
2.2.4.2.3	Modular			
2.2.4.2.4	Soporte cerámico			
2.2.4.2.5	Hormigón vegetal			
2.2.4.2.6	Gaviones			
2.2.4.3	Iluminación LED			
2.2.4.4	Domótica residencial			
2.2.4.5	Difusores de iluminación solar			
2.2.4.6	Generadores eólicos			

Capítulo. 3 Gestión del Agua

3.1	Sistemas de aprovechamiento y ahorro de agua			
3.1.1	Infraestructura hidro-sanitaria	1	5	6
3.1.1.1	Esquema básico			
3.1.1.2	Esquema de ahorro Sustentable			
3.1.2	Equipos y dispositivos hidro-sanitarios	1	5	6
3.1.2.1	Regaderas ahorradoras			
3.1.2.2	Grifos y llaves ahorradoras			
3.1.2.3	Sanitarios ahorradores			
3.2	Esquemas de uso, almacenamiento y tratamiento de agua			
3.2.1	Agua para consumo humano.	1		1
3.2.2	Almacenamiento de agua	1		1
3.2.3	Tratamiento de agua	1	2	3

Capítulo. 4 Administración de residuos.

4.1	Programa de Manejo Integral de RCD	1	1	2
4.2	Programa de manejo integral RSU	1	5	6
4.2.1	Codificación cromática de contenedores			
4.2.2	Composteo de residuos orgánicos			

Puntaje máximo 50

Tabla 6.32

7. Conclusiones

Hoy en día, la edificación sustentable es sinónimo de grandes proyectos que implican una inversión inicial elevada y que suponen beneficios económicos por el reconocimiento de la comunidad a la que pertenecen.

La construcción sustentable de vivienda es la búsqueda de la aplicación de estrategias bioclimáticas de bajo coste en la fase inicial de diseño y la combinación de ecotecnologías eficientes que logren reducir los impactos al medio ambiente, sin olvidar que se está creando un producto racional y de alta calidad para el mercado, ya que este tipo de edificaciones implican un ahorro considerable en la fase de uso y mantenimiento.

¿La herramienta? La incorporación de un apartado, anexo o capítulo en el Reglamento Estatal de Zonificación para el estado de Jalisco, cuyo carácter sea obligatorio para la obtención de la Licencia de construcción de casa habitación.

8. Recomendaciones

El uso de este documento, independientemente de su incorporación al cuerpo legislativo del estado de Jalisco, representa una guía de criterio técnico–normativo que tiene como objetivo dotar de herramientas al profesional de la construcción para llevar a cabo un procedimiento basado en la sustentabilidad desde la concepción del proyecto, las estrategias, la etapa constructiva y el uso final del edificio.

Para el sector social autoconsciente, es la herramienta que le permite alcanzar un confort dentro de su vivienda de forma sustentable y, de manera simultánea, es un documento de apoyo y referencia en el diseño de su proyecto. El sector social autoconsciente mediante este documento contará con la forma de solicitar puntualmente sus requerimientos y satisfacer sus necesidades de confort con variadas opciones sustentables.

El político local podrá hacer uso de los parámetros establecidos por este documento para considerar su posible incorporación en la legislación local y brindar un beneficio a los habitantes que gobierna por la mitigación de impactos al medio ambiente y a los servicios de los ecosistemas que este documento supone.

Índice de tablas

4.1 Reglamento estatal de zonificación	27
6.1 Recopilación de datos físicos	36
6.2 Caudales de ventilación mínimos exigidos	43
6.3 Ejemplo de llenado de Matriz de materiales a emplear en el proyecto	47
6.4 Ejemplo de llenado de Matriz de materiales alternativos a emplear en el proyecto	49
6.5 Emisiones teóricas de CO ² para referencia paramétrica	51
6.6 Indicadores para la elaboración del Programa de Ejecución	52
6.7 Clasificación y denominación de las partes que conforman la envolvente de un edificio	55
6.8 Valores de referencia de edificio para uso habitacional con los valores para el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente para Guadalajara	55
6.9 Parámetros de referencia para cálculo de instalación de sistemas de colector solar	59
6.10 Especificaciones de eficiencia térmica mínima	59
6.11 Propiedades térmicas paramétricas de los principales tipos de suelo en la ZMG	65
6.12 Valores de los coeficientes de conductividad según constante de clima exterior	75
6.13 Ejemplo de espesor en muros recomendado según material	76
6.14 Tabla de referencia en metros cuadrados en servidumbre posterior para efecto Rudofsky	79
6.15 Clasificación propuesta por puntaje en materia de sustentabilidad	82

6.16 Sin título	84
6.17 Clasificación propuesta por puntaje en materia de sustentabilidad	86
6.18 Eficacia luminosa mínima para lámparas LED integradas omnidireccionales	88
6.19 Eficacia luminosa mínima para lámparas LED integradas direccionales	88
6.20 Tabla de recomendación de cantidad y tipo de instalación por espacio	91
6.21 Fuentes de interferencia por grado para señal de Wi-Fi residencial	92
6.22 Tabla de eficacia luminosa de distintas fuentes luminosas	94
6.23 Tabla de Beaufort como referencia local para generación de energía eólica	96
6.24 Consumo doméstico per cápita, por densidad poblacional y clima	98
6.25 Consumo máximo por equipo en el hogar (litros)	103
6.26 Tabla de RCD estimados hipotéticos por proyecto	106
6.27 Composición estimada de RSU	106
6.28 RSU por densidad habitacional y tamaño de contenedor por categoría	109
6.29 Capacidad del contenedor de composteo por densidad habitacional	110
6.30 Boleta de revisión para la evaluación de las sustentabilidad del proyecto	117
6.31 Categorización para etiquetado de edificaciones en materia de sustentabilidad	118
6.32 Sin título	120

Índice de gráficas

1.1 Sin título	6
2.1 Proyecto integral de saneamiento y abastecimiento de la ZMG	13
2.2 El cambio climático	15
3.1 Sin título	19
4.1 Sin título	22
4.2 Sin título	23
6.1 Sin título	37
6.2 Bioclimática de Olgyay para la ZMG	38
6.3 Gráfica solar para Guadalajara	40
6.4 Rosa de los vientos ZMG 2001–2010	41
6.5 Diagrama de distribución de diferencia de presiones Stack	44
6.6 Ejemplo de etiqueta de eficiencia NOM–020–ENER–2011	56
6.7 Esquema unidireccional PHDC	68
6.8 Esquema bidireccional	68
6.9 Esquema multidireccional	68
6.10 Esquema de un modelo térmico de una torre de viento evaporativa PHDC	69
6.11 Sin título	70
6.12 Esquema de chimenea solar y sus componentes	71
6.13 Esquema servidumbre posterior tipo (3m) con efecto Rudofsky	77
6.14 Sección esquemática de azotea verde	83
6.15 Esquema básico elemental obligatorio para densidades H2 y H1	100
6.16 Esquema ahorro sustentable opcional para densidades H3, H2 y H1	101
6.17 Iconografía para la identificación cromática de los contenedores de	

RSU	108
6.18 Ejemplo de compostador de fabricación casera	110
6.19 Ejemplo de compostador de fabricación comercial	110
6.20 Diagrama apoyo para establecer criterios de evaluación de la sustentabilidad	114

Glosario

Envolvente. La envolvente es el término que recibe cada uno de los elementos constructivos que sobre la rasante o superficie del proyecto reciben una radiación solar.

Índices de producción. Miden los cambios de precios en los niveles de producción (kW/h, Costo por litro de gasolina o diésel, litros de agua, traslados Km) (López Aguilar, 2009).

Bibliografía

- California Water Code Division 6 Part 2.6 Urban Water Management Planning, 10610-10610.4 C.F.R. (2010).
- Agua, C. N. d. (1998). Regaderas empleadas en el Aseo Corporal Especificaciones y métodos de prueba (Vol. NOM-008-CNA-1996, pp. 15). México: Diario Oficial de la Federación.
- Agua, C. N. d. (2000). Valvúla de admisión y valvúla de descarga para tanque de inodoro - Especificaciones y métodos de prueba (Vol. NOM-010-CNA-2000, pp. 21). México: Diario Oficial de la Federación.
- Agua, C. N. d. (2001). Inodoros para uso sanitario - Especificaciones y métodos de prueba (Vol. NOM-009-CNA-2001, pp. 27). México: Diario Oficial de la Federación.
- Agua, C. N. d. (2011). Sistemas de agua potable, alcantarillado y toma domiciliaria - Hermeticidad-especificaciones y métodos de comprobación (Vol. NOM-001-CONAGUA-2011, pp. 29). México: Diario Oficial de la Federación.
- Aguilar-Dubose, C. D.-C., Carlos. (2011). *Diseño y construcción sostenibles: Realidad ineludible* (Oak-Editorial Ed.): Universidad Iberoamericana Biblioteca Francisco Xavier Clavigero.
- Alcantarillado, S. I. d. A. P. y. (2013). Dia Mundial del Agua. from <http://www.siapa.gob.mx/prensa/dia-mundial-del-agua>
- Anderson, J. (2003). The enviromental benefits of water recycling and reuse. *Water science and technology: water suply*, 3(4), 10.
- Antill, J. M., & Woodhead, R. W. (1995). *Método de la ruta crítica y sus aplicaciones a la construcción* (2a. Edición ed.): Limusa.
- Argüello, T. d. R. (2008). Análisis del impacto ambiental asociado a los materiales de construcción empleados en las viviendas de bajo coste del programa 10x10 Con Techo-Chiapas del CYTED. *Informes de la Construcción*, 60, 25-34.
- ASHRAE American Society of Heating, R. a. A.-c. E. (2013). ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2013 Ventilation and acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Building (Vol. 62.2-2013, pp. 54). United States of America: ASHRAE Standard Committee.
- Authority, G. L. (2013). *Sustainable Design and Construction draft supplementary planning guidance*. London: Greater London Authority.
- authority, T. C. f. S. B. a. C. b. a. c. (2010). *Building Planning and massing*. Malasya: The Centre for Sustainable Buildings and Construction building and construction authority.
- Baez Lobato, H. F., & Gordon Sánchez, M. D. (2010). Análisis Térmico experimental de una Chimenea Solar adosada a una habitación (S. P. d. E. Solar, Trans.) (XVII ed., pp. 8). Cusco Perú: Universidad nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Berge, B. (2009). *Ecology of Building Materials* (ELSEVIER Ed. 2nd ed.). United Kingdom: Elsevier.
- Bernhardt, E. A., & Swiecki, T. J. (2001). Guidelines for Developing and Evaluating Tree Ordinances. *International Society of Arboriculture*, 181.
- Bérriz Pérez, L., & Álvarez González, M. (2008). *Manual para el cálculo y diseño de calentadores solares* (A. Montesianos Larrosa & L. Tagle Rodríguez Eds. 1a ed.). Cuba: Cubasolar.
- Bobenhausen, W. (1994). *Simplified Design of HVAC Systems*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Bryant, R. L. B., Sinéad. (1997). *Third World Political Ecology*. London: Routledge.

- Building, D. M. o. C. E. a. (2010). *Energy Policy toolkit Energy Efficiency in New Buildings experiences from Denmark*. Dinamarca: Danish Energy Agency Retrieved from www.ens.dk/LCTU.
- Bulo Vargas, V. (2012). Entre Naturaleza y Técnica: Una cuestión de tacto. *Revista de Filosofía*, 68, 11. doi: 003848236
- Caballero Montes, J. L., & Alcántara Lomelí, A. (2012). Beneficios ambientales inherentes al uso de sistemas de construcción con materiales alternativos en viviendas. *Naturaleza y Desarrollo*, 10(2), 53.
- Cabo Laguna, M. (2011). *Ladrillo Ecológico com Material Sostenible para la Construcción*. (Licenciatura Proyectos de Ingeniería Rural), Universidad Pública de Navarra, España.
- Centro de Normalización y Certificación de Producto, A. C. C. (2012). INDUSTRIA DEL PLASTICO-TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) PARA LA CONDUCCION DE AGUA A PRESIONESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO (CANCELA A LA NMX-E-018-SCFI-2002) *Agua* (Vol. NMX-E-018-CNCP-2012, pp. 55). México: NORMEX.
- Certificación, I. I. M. d. N. y. (2010). DIBUJOS TECNICOS-REPRESENTACION SIMPLIFICADA DE TUBERIAS-PARTE 1: REGLAS GENERALES Y REPRESENTACION ORTOGONAL *Agua* (Vol. PROY-NMX-DT-6412-1-IMNC-2010). México: Diario Oficial de la Federación.
- Certificación, I. I. M. d. N. y. (2011a). DIBUJO TECNICO-REPRESENTACION SIMPLIFICADA DE TUBERIAS-PARTE 3: ELEMENTOS TERMINALES DE SISTEMAS DE VENTILACION Y DRENAJE. *Agua* (Vol. PROY-NMX-DT-6412-3-IMNC-2011). México: Diario Oficial de la Federación.
- Certificación, I. I. M. d. N. y. (2011c). DIBUJO TECNICO-REPRESENTACION SIMPLIFICADA DE TUBERIAS PARTE 2: PROYECCION ISOMETRICA. *Agua* (Vol. PROY-NMX-DT-6412-2-IMNC-2011). México: Diario Oficial de la Federación.
- Climático, I. N. d. E. y. C. (2012). El Cambio Climático en México Información por Estado y Sector. from http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_jalisco.html
- COEPO, C. E. d. P. (2011). *Análisis Sociodemográfico, Estado de Jalisco, Región 12 Centro*. México: Gobierno del Estado de Jalisco.
- Cohen, M. A. (2005). *Democracia y Desafío Medioambiental en México: Riesgos, Retos y Opciones en la Nueva ERA de la Globalización: Pomares*.
- Companys Pascual, R. (2009). *Previsión tecnológica y de la demanda* (B. Editores Ed.). España: Marcombo.
- CONAE. (2007). *Programa para la promoción de Calentadores Solares de Agua en México PROCALSOL 2007-2012* (SENER Ed. 1a ed.). México: Forever Print.
- CONUEE. (2009). *Guía del Automóvil Eficiente*. México: SENER.
- Council, E. P. a. H. (2008). *National water quality Management Strategy*
- Australian guidelines for water recycling*
- Augmentation of drinking water supplies*. Australia: Natural Resource Management Ministerial Council.
- Council, S. C. (2010). *Green roof design resource manual*. Sydney Australia: Sydney City Council Representatives.
- De Buen, O. (2013). Alternativas energéticas para combatir el cambio ambiental global ENTE S.C, 14.
- Delgado Marín, J. P., & Joaquín, A. S. (2002). *Energía Solar Térmica en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia* (ARGEM Ed.). Murcia España: Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia.

- Deutsches Institut für Normung, D. (2013). Electrical installations in residential buildings - Part 1: Planning principles *Elektrische Anlagen in Wohngebäuden - Teil 1: Planungsgrundlagen* (Vol. DIN 18015-1, pp. 205). Alemania: Deutsches Institut für Normung.
- Deversa, R. (2012). *La casa y el árbol*. (Doctorado Doctoral), Universidad Politécnica de Catalunya, España. (Rudofsky)
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, DOF 28-11-2008 C.F.R. (2008).
- Domínguez Gómez, J. A. (2004). *Energías Alternativas* P. Fernández (Ed.) (pp. 122).
- Economía, S. d. (2013). Edificación Sustentable -Criterios y Requerimientos Ambientales mínimos (Vol. NMX-AA-164-SCFI-2013). México: Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía.
- Echeverría Vial, B. (2012). *El Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, Proyecto Innova Chile*: Centro de Investigaciones en Tecnologías de la Construcción CITEC.
- Edwards, B. (2005). *Guía básica de la sostenibilidad*. Londres: GG.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales, 008 C.F.R. (2001).
- Energía, S. d. (2000). Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado (Vol. NOM-003-ENER-2000). México: Diario Oficial de la Federación.
- Norma Oficial Mexicana, Aislantes térmicos para edificaciones. Características y métodos de prueba, NOM-018-ENER-2011 C.F.R. (2011a).
- Norma Oficial Mexicana, Eficiencia energética en edificaciones Envolvente de edificios para uso habitacional, NOM-020-ENER-2011 C.F.R. (2011c).
- Energía, S. d. (2012a). Instalaciones eléctricas (utilización) considerandos (Vol. NOM-001-SEDE-2012, pp. 1000). México: Diario Oficial de la Federación.
- Energía, S. d. (2012c). Norma Oficial Mexicana, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba (Vol. NOM-030-ENER-2012, pp. 30). México: Diario Oficial de la Federación.
- Código Técnico de Edificación Documento Básico HS, Decreto Real 314/2006 C.F.R. (2009).
- Etzion, Y., Pearlmutter, D., Erell, E., & Meir, I. A. (1997). Adaptive Architecture: Integrating Low-Energy Technologies for Climate Control in the Desert. *Elsevier Science Publisher*(6), 9.
- DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa a la eficiencia energética de los edificios (2002).
- Federal, G. d. D. (2013). NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-007-RNAT-2013, QUE ESTABLECE LA CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE MANEJO PARA RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, EN EL DISTRITO FEDERAL (Vol. NADF-007-RNAT-2013, pp. 55). México DF: Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- Ferrer Hurtado, J. E. (2012). *Efecto de la masa térmica de la envolvente sobre la climatización de edificaciones habitacionales*. (Maestría en Ciencias de la Ingeniería con Orientación en Energías Térmica y Renovable Maestría), Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.
- Fuentes Freixanet, V. A. (2004a). Cálculos de Ventilación Natural. *Laboratorio de Investigaciones en Arquitectura Bioclimática UAM*.

- Fuentes Freixanet, V. A. (2004c). *Clima y Arquitectura*. Azcapotzalco D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.
- García Mario, U. H., Ramírez Hermes, Fuentes Miguel, Arias, Silvia, Espinosa Martha. (2014). Comportamiento de los vientos dominante y su influencia en la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*.
- Garzon, B. A. (2007). *Arquitectura bioclimática*. Argentina: Nobuko.
- Gehl, J. (1971). *La humanización del Espacio Urbano, la vid social entre los edificios*: Editorial Reverté.
- González Sierra, H., Valcárcel Montañez, J. P., & Sánchez Torres, A. (2011). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR EÓLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONTINUA. *ENTORNOS*(24), 9.
- Government, A. (2013). Your Home Australia's guide to environmentally sustainable homes. *Thermal Mass*. Retrieved 05/04/2015, 2015, from <http://www.yourhome.gov.au/passive-design/thermal-mass>
- Harke, W. (2007). *Domótica para viviendas y edificios* (M. S. A. d. C.V Ed. 1a edicion ed.). Heidelberg: Alfaomega Grupo Editor S.A de C.V.
- Herrera Quintero, L. F. (2005). Viviendas Inteligentes (Domótica). *Revista Ingeniería e Investigación*, 25(2), 7.
- Hidalgo Muñoz, P. A. (2011). *Creación de un modelo fluidodinámico del sistema de calentamiento residencial llamado muro trombe*. (Ingeniero Civil Mecánico Memoria), Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- IAM. (1997-2010). Instituto de Astronomía y Meteorología. 2015, from <http://www.iam.udg.mx/>
- INFONAVIT. (2013). *Manual explicativo Vivienda Ecológica Hipoteca Verde*. México: Infonavit.
- informador, E. (2013). Hemeroteca Informador. from <http://hemeroteca.informador.com.mx/>
- Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1989).
- Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Jalisco, 15097 C.F.R. (1995a), ABROGADA.
- Reglamento de Zonificación del Estado de Jalisco (1995c).
- Ley de gestión integral de los residuos del Estado de Jalisco, 21798/LVII/07 C.F.R. (2007).
- Reglamento Estatal de Zonificación § 42 (2001).
- Código Urbano para el Estado de Jalisco (2008).
- Kaineg, R.-K., Georg. (2012). *NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros*. México: SEMARNAT Retrieved from www.conavi.gob.mx/viviendasustentable.
- Khedari, J., Boonsri, B., & Hirunlabh, J. (2000). Ventilation impact of a solar chimney on indoor temperature fluctuation and air change in a school building. *Energy and Buildings*, 32, 5. doi: S0378-7788/99/00042-0
- Knie, C., Belmonte, A., Berthomieu, B., & Madrid, S. (2010). *Diseño de un edificio autosuficiente y "low cost" para autoconstrucción*. (Master en Energía para el Desarrollo Sustentable Master), Universidad Politécnica de Catalunya, Terrassa España. (G04/2009-TER)
- León Vazquez, J. C. (2013). *Parámetros de Diseño de la Chimenea Solar*. (Maestría Tesina Final de Máster), Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona España.
- López Aguilar, J. J. (2009). *Análisis de precios unitarios* (E. C. E. apuntes Ed.). México: El Cid Editor | apuntes.
- Lynch, K. (1960). *La Imagen de la ciudad*. Estados Unidos: Gustavo Gili.

- Malthus, T. R. (1798). *Essay on the Principle of Population* (1798 ed., pp. 1): London, GBR: Electric Book Company.
- Mendez Muñiz, J. M., & Cuervo García, R. (2011). *Energía Solar Fotovoltaica* (F. Confemetal Ed. 7a ed.). España: Bureau Veritas Formación.
- Mendoza Sanchez, J. E. A. (2014). Heliodon. from http://www.heliodon.com.mx/grafica_descargas.html
- Morillón Alvarez, D. (2015). *Influencia de la Orientación de un Espacio Habitacional en su Desempeño Térmico*. Paper presented at the 6TO CONGRESO IBEROAMERICANO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA (VI CIBELEC 2015), México DF.
- Nations, U. (2013). *Framework Convention on Climate Change*. Mundial: United Nations.
- Neufert, E. (1978). *Arte de Proyectar en Arquitectura*. México: Gustavo Gili.
- OECD. (2006). *Applying Strategic Environmental Assessment*. Francia: OECD Publicaciones.
- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima, Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*. México: Gustavo Gilli.
- ONNCCE. (2009). *Industria de la Construcción - Aislamiento Térmico - Valor "R" para las envolventes de vivienda por zona térmica para la república mexicana - Especificaciones y verificación*. (Vol. NMX-C-460-ONNCCE-2009). México: Diario Oficial de la Federación.
- ONNCCE. (2010a). *Industria de la construcción-Materiales termoaislantes de fibras minerales-Determinación del espesor y densidad*: Diario Oficial de la Federación.
- ONNCCE. (2010d). *Industria de la construcción - Materiales termoaislantes - Determinación de la transmisión térmica (aparato de placa caliente aislada.)* (Vol. NMX-C-189-ONNCCE-2010). México: Diario Oficial de la Federación.
- ONNCCE. (2010f). *Industria de la construcción - Materiales termoaislantes - Determinación de la transmisión térmica en estado estacionario (Medidor del flujo del calor)*. (Vol. NMX-C-181-ONNCCE-2010). México: Diario Oficial de la Federación.
- ONNCCE. (2010h). *Industria de la construcción - Materiales termoaislantes - terminología*. (Vol. NMX-C-238-ONNCCE-2010). México: El Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
- ONNCCE. (2010j). *Industria de la construcción - Materiales termoaislantes granulares sueltos utilizados como relleno - Determinación de la densidad*. (Vol. NMX-C-258-ONNCCE-2010). México: El Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
- Ostrom, E. (2012). *The future of the Commons, beyond market failure and Government Regulation*: The institute of Economic Affairs.
- Pacheco Torgal, F., & Jalali, S. (2011). *Eco-efficient Construction and Building Materials* doi:10.1007/978-0-85729-892-8
- Pareja Aparicio, M. (2010). *Energía Solar fotovoltaica*
- Cálculo de una instalación aislada* MARCOMBO (Ed.) *Nuevas Energías* (pp. 200). Retrieved from www.marcombo.com doi:B-37975-2009
- Pattini. (2012). *Luz Natural e Iluminación de Interiores*. Difusor. Argentina.
- Pearlmutter, D., Erell, E., Etzion, Y., Meir, I. A., & Di, H. (1996). Refining the use of evaporatios in an experimental down-draft cool tower. *Energy and Buildings*, 23(23), 19.
- Riechmann, J. (2006). *Biomímesis, ensayos sobre imitación de la naturaleza ecosocial y autocontención* *Biomímesis, ensayos sobre imitación de la naturaleza ecosocial y autocontención*

- (pp. 146-212). España: Los libros de la catarata.
- Rossi, G., & Leserri, M. (2013). Arquitecturas de piedra seca, un levantamiento problemático. *Expresión Gráfica Arquitectónica EGA, Rudofsky*(22), 13. doi: 10.4995/ega2013.1532
- ROTOPLAS. (2013). Sistema de captación pluvial. from <http://www.rotoplas.com/productos/almacenamiento/sistema-de-captaci%C3%B3n-pluvial/>
- Salud, S. d. (1994). Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización (Vol. NOM-127-SSA1-1994, pp. 9). México: Diario Oficial de la Federación.
- SB10mad. (2009). Propuesta metodológica para la obtención de un índice de aprovechamiento de residuos en Obras de Rehabilitación en Andalucía. In SB10mad (Ed.), *Sustainable Building Conference* (pp. 12). Andalucía España: Universidad de Sevilla.
- SCFI, S. d. C. y. F. I. (1994). INDUSTRIA DEL PLASTICO-TUBOS Y CONEXIONES-TUBOS DE POLI(CLORURO DE VINILO)(PVC)SIN PLASTIFICANTE CON JUNTA HERMETICA DE MATERIAL EELASTOMERICO, SERIE METRICA, UTILIZADOS PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO-ESPECIFICACIONES. *Agua* (Vol. NMX-E-215-1-1994-SCFI, pp. 65). México: NORMEX.
- Screen, G. (2008). Introduction to green walls technology, benefits & design *Green Roofs for Healthy Cities, Green walls*.
- Reglas de operación del Programa "Esta es tu casa" (2011).
- Secretaria General de Gobierno, G. d. E. d. J. (2012). *Entre 2012 y 2030 Jalisco crecerá 10.5%*. México: Secretaria General de Gobierno.
- SEGOB, & CONAPO. (2014). *Dinámica demográfica 1990-2010 y proyecciones de población 2010-2030 Jalisco*. México: CONAPO.
- SEMARNAT. (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-098-SEMARNAT-2002, Protección ambiental- Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (Vol. NOM-098-SEMARNAT-2002, pp. 28). México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. (Vol. NOM-083-SEMARNAT-2003, pp. 15). México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. (2011). NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (Vol. NOM-161-SEMARNAT-2011, pp. 11). México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. (2012). *Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. México: SEMARNAT.
- SMN. (2013). Normales Climatologicas Guadalajara 1981-2000. 2015, from <http://smn.cna.gob.mx/observatorios/historica/guadalajara.pdf>

- Soberanes Collado, M. J. (2013). *Arquitectura sustentable: La hospitalidad y la quinta fachada. Hospitalidad ESDAI, Green Roof*(24), 14.
- Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación S.C., N. (2005). *Energía Solar-rendimiento térmico y funcional de colectores solares para calentamiento de agua-métodos de prueba y etiquetado* (Vol. NMX-ES-001-NORMEX-2005, pp. 65). México: NORMEX.
- Soutullo Castro, S. (2012). *Evaluación Teórica y experimental de una torre de viento evaporativa para acondicionamiento térmico de espacios abiertos*. (Doctorado), Universidad Complutense de Madrid, Madrid España.
- State of Victoria, A. (2014). *Growing green guide: A guide to green roofs, walls and facades in Melbourne and Victoria, Australia* D. o. E. a. P. Industries (Ed.) *Green walls* (pp. 142).
- Tetreault, D. (2004). *Una taxonomía de modelos de Desarrollo Sustentable*. Guadalajara Jalisco Mexico: Espiral.
- Torcellini, P., & Pless, S. (2004). *Trombe Walls in low-energy Buildings: Practical Experiences*. Paper presented at the World Renewable Energy Congress VII and Expo, Denver, Colorado.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, DOF-12-02-2007 C.F.R. (1917).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, DOF-05-11-2013 C.F.R. (1988).
- Ley General de Asentamientos Humanos, DOF 09-01-2012 C.F.R. (1993).
- Ley Federal sobre la Metrología y Normalización, DOF 28-11-2012 C.F.R. (1999).
- Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos, DOF 05-11-2013 C.F.R. (2003).
- Ley de Vivienda, DOF 16-06-2011 C.F.R. (2006).
- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el financiamiento de la transición Energética, DOF 07-06-2013 C.F.R. (2008).
- Ley General de Cambio Climático (2012).
- Unzalu Pérez de Eulate, P. (2010). *Green Building Rating Systems: Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación? IHOBE*.
- USAID, A. A. (2012). *GUÍA DE REFERENCIA 1.0 PROGRAMA DE CERTIFICACION DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES PCES. USA/MÉXICO: USAID*.
- USGBC. (2008). *LEED 2009 for new construction and major renovatios rating system*. USA: U.S. Green Building Council.
- Valeria, A. (2007). *Constructivismo: Origenes y Perspectivas* (Vol. 13, pp. 76-92). Redalyc: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Villegas González, F. (2005). *Comparación consumos de recursos energéticos en la construcción de vivienda social: Gadua Vs. Concreto*. (Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo), Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Manizales Colombia.
- Wassouf, M. (2014). *De la Casa Pasiva al Estándar PASSIVHAUS La Arquitectura Pasiva en climas cálidos*. España: Gustavo Gilli.
- WBDG. (2012). *Achieving Sustainable Site Design through Low Impact Development Practices*. from <http://www.wbdg.org/resources/lidsitedesign.php>
- Yarke, E. R. (2005). *Ventilación Natural de edificios, Fundamentos y Métodos de Cálculo para aplicación de Ingenieros y Arquitectos*. Argentina: NOBUKO.
- Zamora, B., Molina Niñirola, L., & Viedma, A. (2000). *Estudio numérico del flujo inducido por convección natural en una pared trombe*. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 18(2), 16.
- Zhu, D., Steve, B., Tudor, J., White, N., & Harris, N. (2011). *A Novel Miniature Wind Generator for Wireless Sensing Applications*. *D4 Technology Ltd, Generador Eolico*.

