



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

e-ISSN
en trámite
Homepage
<https://revistas.uaa.mx/>

Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy. Bioclimatic Design in today's architecture.

Inés del Rocío Gaytán Ortiz
Universidad Autónoma de Zacatecas

To cite this article:

Gaytán, I. (2019). Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy, *Artificio*, 14-23.

Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy.

Inés del Rocío Gaytán Ortiz

Resumen

El presente artículo inicialmente evidencia, la responsabilidad que la industria de la construcción comparte en el daño ejercido sobre el medio ambiente, principalmente en el ámbito urbano. Enseguida, se propone como alternativa ante este desafío, recuperar una de las principales características de la arquitectura: la adaptación al entorno y su clima. El desconocimiento del sitio donde se proyecta, ha provocado que se establezcan tipologías uniformes de edificaciones, provocando gasto innecesario de energía para enfriar y calentar espacios. Finalmente, se propone re pensar la enseñanza arquitectónica, para incluir en ella, al menos cinco de las principales bases del diseño bioclimático.

Palabras clave: *diseño, arquitectura, clima*

Abstract

This article presents evidence of the responsibility of the construction industry in environmental damage, especially regarding the urban environment. To address this challenge, this paper proposes recovering one of the main characteristics of the architecture: environmental and climatic adaptation. The lack of knowledge about the site where architecture is projected has provoked the systematization of buildings resulting in the unnecessary waste of energy to cool and heat spaces. Rethinking architectural education becomes necessary, taking as a starting point the main principles of bioclimatic design.

Keywords: *design, architecture, bioclimatic*

Introducción

La siguiente es una reflexión que aporta algunas razones que deberían incentivar un cambio en la enseñanza de la arquitectura en nuestras escuelas mexicanas, convicción que se ha visto alimentada, luego de varios años de observación de movimientos y acciones aisladas, por parte de profesionales preocupados ante los efectos de la actividad humana sobre el entorno natural. Como se verá más adelante, se incluye también una propuesta que recomienda recuperar en la práctica arquitectónica, el principio de adaptación de los espacios a las condiciones del sitio y a su clima, asunto fundamental para que la práctica se vuelva más sustentable.

Al transitar en la búsqueda de formas en que la arquitectura, actualmente, podría comprometerse con asuntos como el cuidado del medio ambiente, el uso de fuentes de energía limpias, como el sol y el viento, entre otros aspectos que al parecer se han vuelto una especie de moda en el mundo de hoy, surge tempranamente el término de diseño bioclimático, que quizá al principio, no parece decir demasiado.

Sin embargo, conforme se profundiza en el estudio, puede observarse la pertinencia que adquiere la disciplina especialmente en estos tiempos, cuando ha quedado de manifiesto el daño que los humanos infringen sobre la naturaleza, en la búsqueda incesante de la energía que les permita continuar con el estilo de vida que han adoptado. Esto resulta especialmente cierto en el caso de los pobladores ciudadanos, si se tiene en cuenta que actualmente, la mayor parte de los habitantes del planeta se desenvuelve en un entorno urbano. En México, por ejemplo, el 72% de la población reside en alguna de las 384 ciudades con más de 15, 000 habitantes que conforman el Sistema Urbano Nacional. Además, se ha estimado que para el año 2050, el 70% de la humanidad vivirá en este tipo de desarrollos (ONU-Hábitat, 2014-2015, p. 10-18)

En este sentido, e intentando dilucidar hasta qué grado contribuimos a las alteraciones provocadas sobre el equilibrio del planeta, quienes de alguna forma u otra participamos en el diseño de ciudades, resultan reveladores los datos que muestran que la industria de la construcción es particularmente responsable por la huella que su actividad deja sobre el medio ambiente, ya que se ha calculado que a nivel mundial, consume alrededor del 50% de los recursos naturales, el 40% de la energía y el 16% del agua (Dominique Gauzin-Muller, 2002, p. 14)

Afortunadamente, los estudios de habitabilidad humana se han convertido en uno de los temas más comúnmente estudiados en México, inclinándose fuertemente hacia aspectos como la sostenibilidad y eficiencia energética. (Sifuentes Solís, 2013, p. 3).

Aunque no es el propósito de este escrito discutir sobre si es más apropiado emplear términos como sustentabilidad o sostenibilidad, por los debates filosóficos o políticos que les preceden,¹ ha de reconocerse la fuerza que ha tomado la corriente de la arquitectura basada en los dos conceptos anteriores, que poco a poco ha ido permeando el actuar contemporáneo de la disciplina. Tal es el caso de la así llamada *arquitectura sustentable*, la cual de acuerdo con Rafael Osío, inició a definir su ámbito de actuación luego de la emergencia que planteó el movimiento ambientalista entre los

¹ Además de las discusiones teóricas envueltas, teniendo presente que el problema ambiental tiene como escenario un mundo con fuertes desigualdades, además de intereses en conflicto, surgidos ante los diversos grados de desarrollo. Por un lado, los países de primer mundo denunciando la contaminación causada por la creciente industrialización y urbanización, adjudicada al crecimiento poblacional. Por el otro, los del Tercer Mundo, quienes presentan los más altos índices de natalidad y falta de desarrollo económico, y que señalan a los primeros por sus excesos de producción y consumo, como los principales responsables en el deterioro ambiental. Las naciones desarrolladas denuncian el crecimiento acelerado de las Tercer Mundistas, y éstas reclaman su derecho a hacerlo para poder desarrollarse y alcanzar el nivel de vida de las primeras. Así las cosas, los términos desarrollo y sustentable, además de parecer contradictorios, surgen de una sociedad capitalista, que privilegia los intereses del mercado por encima de cualquier otro (Pierri, 2005). Sin embargo, existen investigadores que afirman que el concepto "desarrollo sostenible", no es más que un oximoron que combina dos conceptos al extremo opuestos, implicando crecimiento económico y sustentabilidad ecológica, supeditando esta última al crecimiento (Gómez Contreras, 2014).

años de 1973 y 1979, cuando luego de dos grandes crisis petroleras y la consecuente fluctuación de los precios de la gasolina, habitantes de los suburbios en las ciudades norteamericanas, pudieron darse cuenta de lo vulnerable de una comunidad adicta a los vehículos (Osío Cabrices, 2011, p. 73). Más adelante, se entenderá por qué los principios del diseño bioclimático, quedarían hoy muy bien contenidos dentro de las acciones que la arquitectura realiza con el propósito de ser considerada como sustentable.

La dependencia de la sociedad contemporánea a los combustibles fósiles no se refleja sólo en la masiva multiplicación de automóviles, sino en la forma en que la energía eléctrica, se genera. En países como el nuestro, las centrales termoeléctricas (funcionando a base de calor y vapor para mover los generadores) eran quienes hasta 2007, producían el 75% de la electricidad por medio de la quema de gas natural, combustóleo o carbón (CONAE, 2007). La situación seguía siendo prácticamente la misma hacia 2011, cuando estas instalaciones aún producían alrededor del 44% de la energía, quemando hidrocarburos como el diésel. El restante 31.24% lo aportaban productores independientes, empleando igualmente centrales termoeléctricas. Dentro de los clientes a quienes la CFE suministraba energía hasta ese año, el 52.81% se encontraban en el sector residencial (Ramos Gutiérrez, 2012, p. 197).

Con lo anterior, queda evidenciada la doble participación que, en el deterioro del medio ambiente, ejercemos quienes nos involucramos en el diseño de espacios habitables en las ciudades: tanto en el asunto de la movilidad urbana, como en el gasto de energía que habrá de emplearse para hacer que una vivienda, escuela u oficina funcione, además de lograr que sea térmicamente confortable.

Es en el segundo aspecto en el que el diseño bioclimático cobra actualmente mayor sentido e importancia. Ya desde los años 50 del siglo pasado, el húngaro Víctor Olgyay, denunciaba que, en Estados Unidos la arquitectura había perdido una

de sus principales características: la adaptación al entorno y su clima.

En sus investigaciones, uno de los objetivos principales fue observar cómo eran las construcciones regionales construidas por los indios que comenzaron a poblar el continente americano, procedentes de Asia. Se enfocó en las diferentes regiones que componen a esta nación, destacando el caso de los habitantes que debieron establecerse en la zona gélida. La solución del iglú - refugio bajo y de forma semiesférica que así desvía el viento- es sorprendente, pues aprovechando el factor aislante de la nieve, se pueden mantener en el interior temperaturas hasta de 15,56 °C, aunque en el exterior el termómetro marque - 45°C. En contraste, el clima cálido y árido en que se asentaron algunos grupos de indígenas del suroeste de los Estados Unidos (como en Taos, Nuevo México), forzaba a que las viviendas se diseñaran de forma que se redujera el impacto del calor, y proyectaran sombra. En este caso, se construyeron refugios comunitarios, cuyos techos y paredes son de adobe, ya que este tipo de construcción proporciona un gran aislamiento, al retardar el paso del calor durante un tiempo considerable, pudiéndose controlar así la temperatura en el interior, durante las horas más calurosas del día. Las ventanas son generalmente pequeñas y el que las viviendas estén agrupadas, reduce la superficie expuesta. Otro rasgo interesante de éstas, es que por lo general se ordenan sobre un eje este-oeste, reduciendo de esta forma el calor que se produce en el verano y el impacto causado por el sol de la mañana y la tarde sobre ambos muros en los extremos, logrando además el máximo aprovechamiento de la energía solar proveniente del sur en los meses de invierno. (Olgyay, 1998, p. 4-5)

El investigador denunció el hecho de que en Estados Unidos no se respetó y mucho menos aprendió de ese carácter regional que poseían las construcciones de los primeros pobladores. Contrario a esto, se ha establecido una tipología uniforme de vivienda, por una población de inmigrantes – que son quienes han llegado a constituir en esencia la nación

norteamericana-, con consecuencias funestas, de las que el autor reconoce como principal, la necesidad de desarrollar tecnología para calentar y enfriar viviendas, con el consecuente daño al planeta. Ante esta situación, no sorprenden los resultados de estudios evidenciando que Estados Unidos, es el país que emite el mayor porcentaje de agentes contaminantes a la atmósfera.²

Es innegable que una condición similar se está reproduciendo en otros sitios del planeta, incluidas nuestras ciudades mexicanas. Al momento de proyectar y erigir edificaciones, casi nunca se consideran las características climáticas del lugar donde la construcción se lleva a cabo. Incluso, aquellos desarrollos urbanos que se han gestado en el país bajo la idea rectora de que ser sustentables, y en donde se pretendió implementar el uso de energías alternativas, eco tecnologías y arquitectura bioclimática, el tiempo demostró que no resolvieron las necesidades y expectativas de los usuarios, los cuales terminaron abandonando tanto viviendas como espacios de servicio y recreación que les fueron construidos.³

Parece que la enseñanza arquitectónica hoy, se enfrenta a una situación muy parecida a la que vivió la disciplina como consecuencia de la revolución industrial, y la cual puso en crisis lo que hasta entonces se consideraba como la verdad absoluta: la prevalencia de los vademécums o recetarios de formas arquitectónicas, los tratados

inflexibles traídos de la antigüedad clásica, y los cuales dejaron de ser pertinentes ante la llegada de nuevos materiales y formas de edificar, más rápidas y estandarizadas (Benevolo, 1999, p. 12-14).

A raíz de las discusiones encarnizadas tanto en las academias europeas, como en las mexicanas, se decidió que cada pueblo tenía el derecho de decidir cuáles eran en adelante las formas arquitectónicas más apropiadas para su lugar, para sus condiciones climáticas y desarrollo material, introduciéndose en el programa de las escuelas, la materia de teoría de la arquitectura, que pugnaba por enseñar los sistemas constructivos del presente, los que fueran pertinentes de acuerdo a los tiempos que se vivían (Vargas Salguero, 1989, p. 10-19).

Todo indica que nos enfrentamos a una situación similar y sin embargo contraria, ya que muchos de los problemas que la humanidad hoy contempla, son consecuencia precisamente de aquella revolución industrial, que tanto sorprendía y provocaba el desconcierto de los arquitectos de mediados del siglo XIX, situación que les obligó a modificar la forma en que se enseñaba el oficio desde hacía más de tres centurias (Benevolo, 1999, p. 48-51).

La arquitectura actualmente, se enfrenta al reto de hacer que sus obras ayuden a mitigar el daño que el desarrollo ha traído como consecuencia, lo que necesariamente implica recuperar el principio de adaptación a las condiciones del lugar. Aquí es donde la implementación de estudios en materia de diseño bioclimático, adquieren preponderancia, debiendo ser indispensables en la formación de los nuevos arquitectos mexicanos.

Así como la *teoría de la arquitectura* modificó la enseñanza que se venía impartiendo hasta antes de 1850, con la aparición de tratados como los de Reynaud y Guadet, introduciendo ideas novedosas como el análisis de materiales de construcción, salubridad de los edificios, calefacción, ventilación, desinfección, presupuestos, dirección de obras peritajes, honorarios y responsabilidades (Villagrán García, p. 62-73, p. 167), parece que es tiempo de dar atención a las necesidades de una sociedad cada vez más preocupada por los daños causados

² Anil Agarwal, del Centro de Ciencias y Medio Ambiente con sede en Delhi (India), estableció que un estadounidense emite tantos gases con efecto de invernadero como 25 indios, 33 pakistaníes, 85 cingaleses, 125 bangladeshíes o 500 nepaleses. FUENTE: Bessières, Michel (2001), "Clima: cuanto más se sabe, menos se hace", en El correo UNESCO, Junio 2001, p. 12. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001227/122747s.pdf>, Fecha de revisión: julio de 2017.

³ Conclusión obtenida luego de la investigación realizada por el Dr. Adrián Moreno Mata (Universidad Autónoma de San Luis Potosí), en el desarrollo del Rehilete, Villagrán, Guanajuato; compartida durante el Seminario Temático La Construcción del tejido urbano a través del tiempo, en el Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos, Centro de Ciencias del Diseño y la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes, el día 14 de mayo de 2014.

sobre el medio ambiente, y meditar en lo que este contexto exige del arquitecto. Es tiempo de renovar la enseñanza e incluir en ella principios del diseño bioclimático, los cuales, a la luz de la situación anteriormente expuesta, se vuelven día a día más pertinentes.

Enseguida, se esbozan ideas generales que proponen retomar para los programas de estudio, cinco de las principales las bases de este diseño, las cuales en gran parte fueron resultado del movimiento iniciado por Olgay, quien logró inspirar a otros investigadores como el arquitecto israelí Baruc Givoni (1962), y los mexicanos Luis Gómez Azpeitia (1990) y Roberto Rivero (1998), quienes con sus destacados trabajos han ido fortaleciendo y enriqueciendo a la disciplina.

1. Estudio científico y estructurado de los factores climáticos

El primer reto al buscar implementar estrategias de diseño bioclimático en los programas académicos, es emplear los datos del clima del lugar registrados en instancias e instituciones gubernamentales confiables, al menos de la última década, para efectuar estudios estadísticos serios, de forma que arrojen resultados que sean efectivos y útiles arquitecto al momento de proyectar. Con ellos se podría, por ejemplo, obtener coeficientes como el nivel de confort térmico óptimo que debe procurar alcanzarse en las distintas zonas y ciudades del país, el cual varía de acuerdo a las condiciones climáticas de cada entidad.

Se tiene conocimiento instrumentos de este tipo, realizados casi exclusivamente para programas de instituciones de gobierno, como las Guías *CONAFOVI*, empleadas para hacer funcionar el programa de vivienda de INFONAVIT denominado *hipoteca verde*, y los cuales utilizan la información del *Atlas de Bioclima de México* de David Morillón Gálvez, investigador de la UNAM (Morillón G. David, 2002), que luego de ser revisado, hizo surgir algunos cuestionamientos, ya que no considera que el clima al interior de un estado también varía, por lo que las recomendaciones de sistemas pasivos de

climatización que propone por ejemplo, para las ciudades capitales, serían ineficaces en los municipios del sur o del norte de algunas entidades. Lo anterior, permite visualizar la gran oportunidad que aún hoy existe, para complementar sus recomendaciones dirigidas a espacios habitacionales, mediante el trabajo de investigación que se desarrolle en cada estado de la República Mexicana.

2. Sistemas de climatización pasiva

El diseño bioclimático fomenta el empleo de la llamada *climatización pasiva*, la cual procura el confort térmico al interior de un espacio, por medio de la aplicación de tecnologías o subsistemas reguladores denominados *pasivos o naturales*, evitando en lo posible el empleo de sistemas de refrigeración o calefacción artificiales. A estos subsistemas se les conoce también como *bioclimáticos*, debido a que son en sí manifestaciones o elementos del clima de un lugar determinado. Mediante el confort térmico, se contribuye al buen estado de salud físico y mental de quienes habitan el inmueble. Las técnicas de climatización pasiva se basan en las funciones de captar, almacenar y distribuir el calor, o bien, actuar de forma contraria, protegiendo, reduciendo o eliminando el mismo. Empleando correctamente los subsistemas pasivos, se puede lograr controlar casi totalmente y de manera satisfactoria, los factores del clima sobre el espacio. Estas técnicas de climatización se basan en los subsistemas bioclimáticos, que son los factores del clima, y en los elementos reguladores, que son aquellos que permiten controlar a los primeros. (Gaytán Ortiz, 2009, p. 204).

Así pues, conviene mostrar a los futuros arquitectos, que mediante sistemas pasivos como las torres de viento, claraboyas operables, chimeneas solares, ventilación solar inducida, muros trombe, ventilación subterránea, pisos radiantes, además de otros elementos reguladores como dispositivos de captación y manejo de viento, que se siguen estudiando y monitoreando en universidades mexicanas (Armendariz López, 2009, p. 2-5), es posible tener un confort térmico aceptable en

el interior de los espacios habitables, además de evitarse el desperdicio innecesario de energía.

3. Eco tecnologías

Parece que, en estos días, afortunadamente comienza a darse una mayor conciencia en relación al empleo y búsqueda de tecnologías que resulten inocuas al medio ambiente, las cuales permitan solventar las necesidades principalmente de espacios como la vivienda unifamiliar, volviéndola prácticamente autosuficiente.

En este sentido, se propone compartir con los estudiantes, los conocimientos básicos para el empleo del sol y del viento en la generación de energía eléctrica, tipos de sistemas existentes y disponibles en el mercado, componentes que los integran, normatividad vigente para la interconexión con la red general de alumbrado, leyes para el aprovechamiento de las energías renovables (SENER, 2015, p. 25-53), entre otros asuntos concernientes al empleo de estas fuentes naturales. Es también necesario, contar con información actualizada sobre los alcances que la investigación está logrando año con año en México y el mundo, en materia de nuevos tipos de generadores eólicos, fotoceldas y sistemas concentradores, que pueden emplearse en el ámbito urbano. Sin duda, para decidir la pertinencia del sistema, también ha de tenerse un conocimiento profundo y estructurado, del clima del lugar.

En relación a las tecnologías para el ahorro del agua en las edificaciones, conviene mostrar la gran variedad de muebles y dispositivos que han sido probados en otras latitudes, con el objetivo de disminuir el líquido empleado para la eliminación de desechos humanos (ASCID, 1999), así como su separación una vez utilizado, de acuerdo a la función que se le haya dado, con la intención en primer término, de reciclarlo, y en segundo, de devolverlo a los mantos freáticos, de forma salubre y segura, luego de que haya recibido un sencillo tratamiento. Se tiene la convicción de que, en esta forma, se reduciría el tamaño de las plantas tratadoras de agua residual en las ciudades, las cuales requieren

para su funcionamiento gran cantidad de energía.

Ha de fomentarse en los estudiantes, la contemplación y propuesta en el proyecto mismo, de mecanismos que faciliten la separación de los residuos de forma eficiente, por medio de contenedores y ductos conductores integrados en la construcción, tanto de desechos inorgánicos separados, que puede venderse a compañías que lo reciclan, como de material orgánico útil para la formación de composta y biocombustibles. Ha de mostrárseles que esto es posible, factible y real, además de estar llevándose a cabo desde hace años en ciudades sustentables como Malmö, Suecia (Malmö, 2008). De esta forma, mediante su práctica profesional los futuros arquitectos, incluso pueden contribuir a la reeducación de la sociedad mexicana.

Para coadyuvar con el objetivo anterior, los jóvenes han de comprender el funcionamiento básico de un biodigestor, un humedal artificial, un pozo de absorción, un filtro de flujo ascendente, entre otros mecanismos que se perfeccionan día a día, con el fin de manejar de forma sustentable, los residuos que genera el ser humano en su vida cotidiana.

4. Comportamiento térmico de los materiales

Las estrategias de diseño bioclimático procuran que las edificaciones se adapten al clima de un lugar, echando mano del inmueble mismo y los elementos constructivos que lo integran, como sus muros, cubiertas, vanos, y aleros, que finalmente servirán para lograr un consumo mínimo de energía. Así, considerando todos los elementos anteriores como un conjunto integral, se consigue que la forma, materia y energía del sitio convivan de forma armoniosa, produciendo una arquitectura propia para cada región (Gaytán Ortiz, 2009, p. 107). Incluso, Baruc Givoni, en su carta bioclimática para edificios, consideró el efecto que la propia edificación tiene sobre la temperatura del espacio interior (González, 1986, p. 72-74).

Por lo tanto, es indispensable conocer a profundidad y quizá incluso en pruebas de

laboratorio, los fenómenos físicos que inciden en el comportamiento térmico de los materiales, como el paso del calor, explicado a través de mecanismos básicos de transferencia como la conducción, convección y radiación. Estos fenómenos involucran el contacto entre dos medios a diferente temperatura, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos, así como intercambios de energía, de ahí la importancia de entender cómo se presentarán en los diferentes elementos que integran la construcción (Morillón Galvez, 1990).

Si se aprovechan las características de los materiales en base a sus propiedades físicas, pueden proponerse estrategias de climatización pasiva eficaces. Lo que se intenta es lograr el equilibrio entre las condiciones de absorción y restitución térmica de las partes de la edificación y la capacidad de acumulación o pérdida de calor que poseen. Mediante cálculos bioclimáticos se pueden dar soluciones que combinen ambas. (Gaytán Ortiz, 2009, p. 108, 109).

Lo anterior pudiera parecer poco relevante, y sin embargo, investigadores como Enrique Tudela dedicaron buena parte de sus estudios a analizar cómo se comportan materiales característicos de las grandes construcciones contemporáneas, como el vidrio, el cual se ha empleado de forma generalizada, sobre todo para los costosos edificios corporativos, ignorando el comportamiento de la radiación y del número de horas sol características del sitio donde se instala, provocando efectos alarmantes en el clima interior de los inmuebles, de los cuales advirtió el español, al dar a conocer su trabajo hace ya más de tres décadas (Tudela, 1982, p. 185-191).

5. Observación de la respuesta que en la antigüedad se dio en el sitio, a la necesidad de abrigo

Siguiendo la metodología de Olgyay, es muy conveniente dar una vista al pasado, con la intención de recopilar y complementar los estudios que se han hecho sobre las moradas de los antiguos mexicanos, agrupados por regiones y climas semejantes en el país, los cuales dejaron testimonio de que la

antigüedad, los constructores debieron echar mano de su ingenio, para solventar su necesidad de abrigo, siempre tomando en consideración factores del clima, como el viento y el número de horas de sol. Resulta igualmente importante determinar cómo los colonizadores españoles, quienes introdujeron tecnologías distintas, sortearon dificultades como la falta de agua y materiales de construcción con los que estaban familiarizados. Se tiene la convicción, de que este análisis puede aportar información sobre toda una serie de materiales que, hoy podrían ser considerados como reciclables, ecológicos y de fácil obtención en el sitio.

Reflexión final

Las ideas aquí presentadas, han intentado mostrar por qué es necesario iniciar a la brevedad cambios en los programas de estudio relacionados con la formación de futuros arquitectos, con el fin de incluir en ellos principios básicos del diseño bioclimático. Se cree que esto es necesario para contribuir con el propósito de que la disciplina se transforme y su práctica se vuelva más sustentable, cumpliendo así con la misión de preparar profesionales dispuestos a servir a una sociedad que conforme pasa el tiempo, toma mayor conciencia y busca soluciones para aminorar el daño que la actividad del ser humano provoca en el planeta.

Referencias

CONAE. (2007). *Comisión Nacional para el ahorro de Energía*. (C. N. Energía, Ed.) Recuperado de Qué es la electricidad: Sitio web: www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_2045_que_es_la_electrici

Armendariz López, J. (2009). *Comportamiento de la ventilación en un sistema de ventana concentradora*. Recuperado de Biblioteca digital de tesis

de posgrado de la Universidad de Colima: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/resumen.php?ID=1711

ASCID. (1999). Saneamiento Ecológico. (F. F. Ebert-México, Ed.) Estocolmo, Suecia: Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el desarrollo.

Benevolo, L. (1999). *Historia de la arquitectura moderna* (8a Edición revisada y ampliada ed.). Barcelona, Cataluña, España: Gustavo Gilli, S.A.

Dominique Gauzin-Muller, e. a. (2002). *Arquitectura Ecológica, 29 ejemplos europeos*. Barcelona, Cataluña, España: Gustavo Gilli.

Gaytán Ortiz, I. (2009). *Arquitectura bioclimática y ecotécnicas para la vivienda de interés social de la ciudad de Zacatecas*. Zacatecas, Zacatecas, México: Instituto Tecnológico de Zacatecas.

Givoni, B. (1962). *Basic study of ventilation problems in hot countries building research station*. (I. o. Technology, Ed.) Haifa, Israel: Technion.

González, E. e. (1986). *Proyecto, clima y arquitectura*. (U. d. Zulia, Ed.) México, México: Gustavo Gili.

Gómez Contreras, J. (Enero-Junio de 2014). Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental. (U. M. Granada, Ed.) *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 22(1), 115-136.

Gómez Azpeitia, L. (1990). *Método para diseño bioclimático*. (L. Gómez Azpeitia, Ed.) Colima, Colima, México: Universidad de Colima.

Malmö, C. d. (2008). *Making Sustainability Reality*. Malmö, Suecia.

Morillón G. David, S. R. (2002). Atlas Bioclimático de la República Mexicana. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10, 57-62. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/atlas.pdf>

Morillón Galvez, D. (1990). *Diseño de dispositivo y método para medición de conductividad térmica de materiales*. Colima, Colima, México: Universidad de Colima.

Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. (U. d. 1963, Ed., & E. G. Gilli, Trad.) Barcelona, Cataluña, España: Editorial Gustavo Gilli.

ONU-Hábitat. (2014-2015). *Reporte Nacional de Movilidad Urbana*. (S. d. Legislatutra, Ed.) Recuperado de <http://www.onuhabitat.org/Reporte%20Nacional%20de%20Movilidad%20Urbana%20en%20Mexico%202014-2015%20-%20Final.pdf>

Osío Cabrices, R. (2011). La arquitectura sustentable llegó para quedarse. (E. HOST, Ed.) *Debates IESA*, 16(3), 73-77.

Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. En c. Guillermo Foladori y Naína Pierri, & U. A. Zacatecas (Ed.), *¿Sustentabilidad? Desarrollos sobre el desarrollo sustentable* (Primera Edición ed., p. 27-79). Zacatecas, Zacatecas, México: Miguel Ángel Porrúa.

Ramos Gutiérrez, L. (2012). *La generación de energía eléctrica en México*. Recuperado de SCIELO: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000400012

Rivero, R. (1998). *Arquitectura y clima. Acondicionamiento térmico natural para el hemisferio norte*. México, México: UNAM-Dirección Nacional de Publicaciones.

SENER. (24 de Diciembre de 2015). Ley de Transición Energética. *Diario Oficial de la Federación*. (G. d. Mexicana, Ed.) México, México.

Sifuentes Solís, M. A. (2013). *La ciencia de los ámbitos antrópicos*. Trabajo, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos, Aguascalientes.

Tudela, F. (1982). *Ecodiseño* (Primera Edición ed.). México, México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.

Vargas Salguero, R. (1989). *Historia de la teoría de la arquitectura: el Porfirismo*. Volúmen III, Tomo II. México, México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Villagrán García, J. (s.f.). *Obras, Tomo 2, Teoría de la Arquitectura*. (F. d. Arquitectura, Ed.) México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Inés del Rocío Gaytán Ortiz

Colabora como docente investigador en la Universidad Autónoma de Zacatecas. En la Unidad de Construcción, como arquitecto, efectuó ininterrumpidamente proyectos ejecutivos para seis campus externos de la UAZ, incluido el Siglo XXI, además de edificios para varias unidades académicas de la institución a partir del año de 2001 y hasta julio de 2012. Obtuvo el grado de Doctora en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos en el CCDC de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, en marzo de 2017. Ha realizado investigación relacionada con estrategias de diseño bioclimático, eco técnicas y patrimonio edificado de la ciudad de Zacatecas.