



El ecobarrio de Cuautitlán, segunda etapa

ALBERTO CEDEÑO VALDIVIEZO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN
UAM XOCHIMILCO
alberto_cede@yahoo.com.mx

Arquitecto por el IPN; Maestro en Arquitectura por la UNAM; Doctorado en *Urbanismo* por la UNAM. Posdoctorado en la Universidad de Buenos Aires. Realizó los cursos de especialización: *Restauro dei Monumenti e Centri Storici* y *Pianificazione Urbanistica Applicata alle Aree Metropolitane* en Italia, y los Diplomados en *Administración Pública* del Centro de Investigación y Docencia Económicas y *Manejo de Computadoras Compatibles PC*, en la UNAM. Estudios de Maestría en Administración Pública en el IESAP y de Desarrollo Urbano del Colegio de México.

Profesor investigador Titular C, miembro del Departamento de Tecnología y Producción, CyAD, Xochimilco. Desde 2006 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. Ha publicado más de 40 documentos entre libros, artículos y capítulos de libros; ponente en eventos académicos y diferentes proyectos de investigación. Ha trabajado como restaurador de monumentos para la Dirección General de Sitios y Monumentos, como auditor de obra para el Infonavit, como Jefe de Departamento de Supervisión de Obras de la SEP y como Subdirector de Servicios Generales en la Conade.

Entre los proyectos más prometedores para transformar nuestras ciudades actuales en ciudades sostenibles están los ecobarrios. Este tipo de asentamientos están teniendo un importante desarrollo en los países europeos, pero en México no se conocen. Por este motivo, se considera importante iniciar con propuestas como la que se presenta en este artículo, ubicada en el municipio de Cuautitlán, Estado de México. El desarrollo de ésta se dividió en dos partes; la primera consistió en un artículo publicado con el título “Una propuesta de ecourbanismo para la Ciudad de México y su Zona Metropolitana: el ecobarrio de Cuautitlán”, en el cual se explica la elección del predio, el diseño del conjunto, el diseño de los espacios interiores de las viviendas, el diseño de las fachadas y la selección de los materiales a utilizar. En la segunda parte, objetivo de este artículo, se exponen los diseños de los espacios exteriores de dichas viviendas, retomando los principios de diseño de la permacultura y la agricultura urbana. **Palabras clave:** *ecobarrios, ciudad sustentable, permacultura, bambú, agricultura urbana.*

Eco-neighborhoods are among the most promising proposals for transforming our cities into sustainable cities. Settlements of this type are growing in European countries, but are still unknown in Mexico. For this reason, it is considered important to initiate proposals such as the one presented in this article, located in the municipality of Cuautitlán, Mexico State. The project was developed in two parts. The first consisted of an article published with the title “An eco-urban planning proposal for Mexico City and its Metropolitan Zone: The Cuautitlán eco-neighborhood”, which described the choice of the site, the design of the complex, the design of the interior spaces of the houses, the design of the facades and the choice of materials to be used to construct the houses. In the second part, this article describes the designs of the exterior spaces of these houses, which use design principles of permaculture and urban agriculture. Keywords: eco-neighborhoods, sustainable city, permaculture, bamboo, urban agriculture.

INTRODUCCIÓN

Diversas propuestas se han debatido en la búsqueda de lo que se supone debería ser una ciudad sostenible en el futuro. Ester Higuera establece diez principios para lograr este objetivo: estudio adecuado de la densidad urbana, complejidad y variedad de morfologías y tipologías edificatorias, propuesta de usos mixtos por compatibilidad, sistema de zonas verdes y espacios libres, optimización de las redes de abastecimiento e infraestructuras, equipamientos integrados a la red de espacios libres y zonas verdes, gestión sostenible del tráfico urbano, reducción y reutilización de residuos urbanos, valoración ambiental del suelo periurbano y la cohesión social, la equidad y la participación ciudadana.¹

Para Higuera, las ciudades constituyen “ecosistemas complejos, sin parangón con cualquier otra estructura existente” y tienen como principal particularidad los “grandes recorridos horizontales de los recursos de agua, alimentos, electricidad y combustibles, capaces de explotar otros ecosistemas lejanos y provocar importantes desequilibrios territoriales a escala planetaria”,² lo cual hace costosas a las ciudades. Sin embargo, Toby Hemenway relata cómo su experiencia personal lo llevó a concluir que “la gente que vive en un entorno rural utiliza más recursos (especialmente energías) que quienes viven en las ciudades”.³ Desde luego hay que ubicar su experiencia en el medio estadounidense.

Higuera propone los ecobarrios como una manera de ir transformando nuestras ciudades actuales en ciudades sostenibles o sustentables. Los ecobarrios son asentamientos humanos ecológicos que, poco a poco, han ido aumentando su número en Europa. Esta autora los define como “un fragmento urbano que se diseña con requerimientos de eficiencia energética, adopta sistemas de acondicionamiento activos y pasivos y establece una adecuada relación con su entorno”. Agrega que los ecobarrios son “una realidad que persiguen los principios de eficiencia,

equidad y variedad, que se están configurando como un referente de otros desarrollos urbanos”,⁴ asimismo, considera como sus condiciones básicas de diseño: la articulación de piezas urbanas, rehabilitación y reutilización del patrimonio construido, compacidad real, mezcla de usos urbanos y residenciales, cohesión social y participación, habitabilidad, concepción de espacio público como escenario privilegiado de la vida ciudadana, inserción de la naturaleza en la ciudad, predominio del transporte público y peatonal sobre el vehículo privado, uso de las energías renovables, gestión de la demanda de agua y, finalmente, reducción, reutilización y reciclaje de los residuos urbanos.⁵

Desde nuestra perspectiva, también son importantes otros elementos como el desarrollo de la agricultura urbana, es decir, se podrían imaginar ciudades con ecobarrios, haciendo un uso generalizado de la agricultura urbana, con sistemas de gobernanza que permitan una mayor cohesión social y democracia en la toma de decisiones; así, con estas características, se lograría mejorar la calidad de vida en las ciudades. Pero para iniciar una tarea de este tipo en un país como el nuestro que carece de una cultura de protección al ambiente, es necesario seleccionar e ir preparando a la población que pudiera emprender el cambio viviendo en estos primeros ecobarrios, es decir, aquellos hombres y mujeres con una mentalidad ecológica suficiente para habitarlos, mostrando y demostrando al resto de los habitantes de la ciudad (y de otras ciudades y poblaciones) que es posible lograr un cambio en la manera de habitar.

En México, a pesar de algunos intentos fallidos como la propuesta de ecobarrio en Puerto Escondido, Baja California,⁶ que nunca se llevó a cabo, no hay asentamientos urbanos con este carácter de ecobarrios. Existen casos como el de las aldeas y un ejemplo de copropiedad como sería el caso de Textintla, en Santa Úrsula Coapa, Ciudad de México, donde unas 15 personas se organizaron y, a lo largo de los años, han construido su comunidad ecológica.⁷

1. E. Higuera, *El reto de la ciudad habitable y sostenible*, Pamplona, DAPP Publicaciones Jurídicas, S. L. (s/f).

2. E. Higuera, *Urbanismo bioclimático*, Barcelona, Gustavo Gili, 2006, p. 60.

3. T. Hemenway, *La ciudad de la permacultura*, Castellón, Editorial Kai-crón S. L., 2017, p. 22.

4. E. Higuera, *El reto de la ciudad habitable y sostenible...*, op. cit., pp. 63-64.

5. E. Higuera, *El reto de la ciudad habitable y sostenible...*, op. cit.

6. M. Ruano, *Ecourbanismo, entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*, Barcelona, Gustavo Gili, 1999.

7. L. Valdés y A. Ricalde, *Ecohabitad. Experiencias rumbo a la sustentabilidad*, México, Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2006.

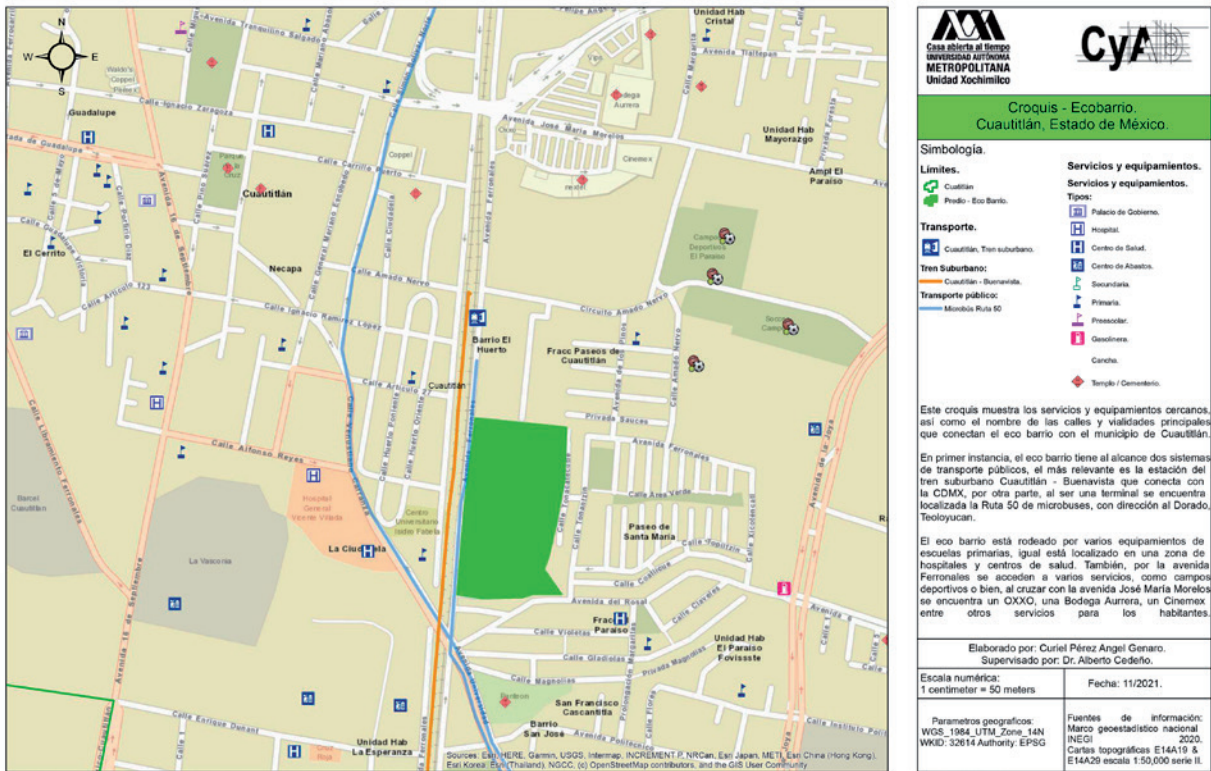


Figura 1. Relación del municipio de Cuautitlán con el resto de la Zona Metropolitana y con la Ciudad de México, además de la trayectoria del tren suburbano que pasa a un costado del terreno. Proyecto: A. Cedeño, y A. G. Curiel, 2021.

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo de investigación fue comenzar a imaginar, proyectar y presentar lo que se considera puede ser la etapa complementaria para el diseño de un ecobarrio en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana (ZM), que rebasa los 22 millones de habitantes. Se decidió ubicar el proyecto de asentamiento ecológico en el municipio de Cuautitlán, Estado de México (que es parte de la ZM), donde el precio del suelo urbano no es tan elevado como en la Ciudad de México, y además, por ahí pasa el tren suburbano que facilitaría mucho el uso de un transporte no contaminante (Figura 1).

Hay que destacar que un asentamiento de este tipo debe fortalecer la cohesión social y la participación ciudadana, además de la autogestión, ya que se busca que en el futuro sean las mismas personas que habitarán los ecobarrios, las que se conviertan en los gestores. También hay que insistir en que no se trata de asentamientos de interés social, es más, consideramos que no es tan importante la condición socioeconómica de los futuros habitantes, como sí lo es su actitud en favor de la protección del ambiente. No obstante, para la construcción de las viviendas se han seleccionado materiales y sistemas constructivos económicos y amigables con dicho ambiente, buscando con ello que el costo de las viviendas sea lo más bajo posible.

Poco se esperaba de iniciativas públicas dirigidas a fomentar este tipo de asentamientos, debido a lo inconveniente que resulta para el partido político que ocupa la administración de la ciudad o municipio, el dar independencia a la ciudadanía y no manipular por medio de la distribución de los servicios públicos que se proporcionan a los habitantes de ésta o de ciudades similares, ya que con esto, es una idea, se perdería su potencial voto de apoyo durante las elecciones; además, dudamos de los criterios de selección que tendrían las autoridades para elegir a los futuros habitantes del ecobarrio. Por otra parte, el empezar a instaurar este tipo de proyectos nos obliga a aplicar instrumentos diferentes de planeación, como son la planeación ambiental, el urbanismo bioclimático, las normas ambientales, la rehabilitación energética y bioclimática de la ciudad consolidada y las agendas locales 21.⁸

Para este proyecto desarrollado en Cuautitlán, se retomaron los principios de diseño de la permacultura, doctrina que permite a una población vivir en armonía con el ambiente, buscar nuevas formas de gobernanza, y seleccionar aquellos cultivos y formas de cultivar más adecuadas.

8. E. Higuera, *El reto de la ciudad habitable y sostenible...*, op. cit.

Así mismo, hemos seleccionado al bambú y a la tierra cruda como los materiales más adecuados para la construcción de las viviendas, por ser materiales que requieren poca energía en su elaboración y la utilización en la construcción es muy rápida, aunque no se consiguen en la zona donde se edificarán las viviendas, se obtienen con cierta facilidad en algunas regiones del país, y son muy económicos.

MÉTODO

El método utilizado en el diseño del asentamiento se dividió en dos etapas, una primera que consistió en la elaboración de un artículo publicado en esta revista *Diseño en Síntesis* con el título “Una propuesta de ecourbanismo para la Ciudad de México y su Zona Metropolitana: el ecobarrio de Cuautitlán”, donde se abordó la selección del terreno y el proyecto de conjunto del ecobarrio, se analizaron los datos ambientales y socioeconómicos del municipio, lo que permitió contar con criterios para sustentar el diseño, también como parte de esta primera etapa se llevó a cabo el diseño de las viviendas, cuyo principio fundamental partió de que fueran lo más ecológicas posible y, para ello, se seleccionaron materiales de construcción con poco gasto de energía en su producción; se consideraron baños secos, regaderas ahorradoras, además, se incorporó la reutilización del agua de lluvia, de las aguas grises y de las heces provenientes de los baños secos para hacer composta. No se contempló la utilización de paneles solares debido a que se cuenta con el servicio municipal que pasa a un costado del predio; asimismo, se sabe que los paneles solares no dejan de ser material contaminante cuando se desechan, aun así se deja la posibilidad de que cada habitante decida personalmente sobre el tipo de energía que utilizará.

El desarrollo de la segunda etapa es el tema principal del presente texto, enfocado en el diseño de los espacios exteriores de las viviendas considerando los principios de diseño de la permacultura, así como las normas y nuevos criterios de la agricultura urbana, que permiten proyectar cultivos y espacios exteriores adecuados y productivos.

DATOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS DEL MUNICIPIO

Para desarrollar un proyecto arquitectónico desde la perspectiva ecológica, es básico comenzar recopilando los datos ambientales del lugar. Así, iniciamos con el estableci-

miento de la cuenca, subcuenca y, si es posible, microcuenca del lugar donde se llevará a cabo el proyecto ecológico, estudio que permite considerar los usos más adecuados para el suelo. Posteriormente, hay que determinar el clima, la geología, la fisiografía, la hidrología y los problemas del agua, aguas subterráneas, los suelos, las asociaciones vegetales y la fauna.⁹

Entre los temas a considerar está el estudio de los recursos geológicos o suelos, lo que permitirá conocer los depósitos, la litología, la geomorfología, fisiografía, pendientes, suelos agrícolas de primera calidad, bosques y zonas arboladas, etcétera. Por otra parte, la geomorfología nos va a permitir evaluar ciertos usos, “según el grado de cohesión de los materiales litológicos, la pendiente, y la situación geográfica local”.¹⁰ Asimismo, el estudio de las pendientes nos va a indicar la aptitud o las limitaciones para uso agrícola, y la idoneidad para la urbanización deberá considerar las condiciones del terreno por sí mismo, y el grado de riesgo de inundación o de erosión.¹¹

Otro aspecto sustancial de estudiar es la hidrología. El agua es un recurso fundamental para los asentamientos humanos, al mismo nivel que la energía y tan vulnerable como ésta cuando se observa la amenaza de escasez.¹² Estudiar la hidrología implica el conocimiento del agua superficial, de los humedales, de las llanuras de inundación, acuíferos, zona de recarga de acuíferos,¹³ y todos aquellos problemas que surjan con el agua (Figura 2).

Para conocer el clima del área seleccionada, siempre será importante conocer la temperatura media máxima (julio), la temperatura media mínima (enero), la intensidad máxima de lluvia por hora, la precipitación media anual. También es importante considerar los vientos dominantes y huracanados y la humedad. Preferentemente, el clima deberá reflejar lo sucedido en los últimos diez años. Se considerará, igualmente, las islas de calor. El clima tendría que condicionar los materiales de construcción de las edifi-

9. I. McHarg, *Proyectar con la naturaleza*, Barcelona, Gustavo Gili, 2000.

10. P. Salvador Palomo, P., *La planificación verde en las ciudades*, Barcelona, Gustavo Gili, 2003, p. 73.

11. *Ibid.*

12. *Ibid.*

13. I. McHarg, *Proyectar con la naturaleza...*, *op. cit.*

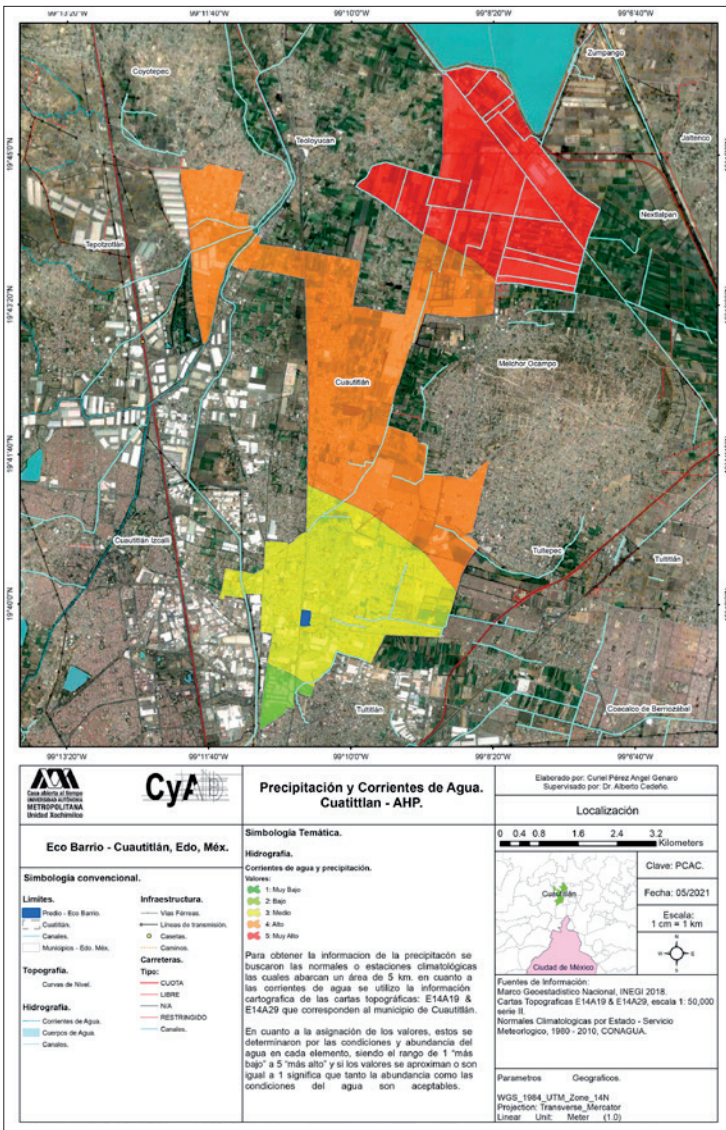


Figura 2. El conocimiento de la precipitación pluvial y de los afluentes nos brinda herramientas para el diseño ecológico. Mapa elaborado por A. Cedeño y A. G. Curiel, 2001.

caciones y las orientaciones de las mismas. Con esta información podremos completar nuestro diagnóstico urbano territorial ambiental.

Para el presente estudio se elaboraron cinco mapas temáticos: clima, recursos hídricos, edafología, usos de suelo y áreas agrícolas. A continuación se describen los datos relevantes y resultados obtenidos.

El Municipio de Cuautitlán

Es importante aclarar que este municipio forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de México o Zona Metropolitana de la Ciudad de México, es decir, es uno de los municipios conurbados a esta megaciudad, de los cuales 60 de ellos pertenecen al Estado de México y uno al estado

de Hidalgo, de acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda 2020, esta conurbación cuenta con alrededor de 22 millones de habitantes. Las características específicas del municipio de Cuautitlán son:

Cuenta con una superficie de 4 069.59 ha, siendo su división política la siguiente: Cuautitlán de Romero Rubio, que es la cabecera municipal; Santa María Huecatitla y San Mateo Ixtacalco, a su vez existen 12 barrios, 32 colonias y 26 zonas ejidales. La superficie original del municipio comprendía 220 km², mientras que para el año de 1973, al crearse el municipio de Cuautitlán Izcalli, se redujo considerablemente.¹⁴

Datos ambientales y socioeconómicos

Los datos fisiográficos muestran que este municipio pertenece a la Región X del Sistema del Eje Neovolcánico, subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, que incluye a la capital de la república y a cinco capitales estatales (Toluca de Lerdo, Tlaxcala de Xicotécatl, Pachuca de Soto, Heroica Puebla de Zaragoza y Cuernavaca). En ella se localizan algunos de los volcanes más elevados del país.¹⁵

Específicamente, pertenece a la Región Hidrológica número 26 denominada Alto Pánuco, en la subregión del Río Moctezuma (26D), dentro de las subcuencas 26 DP (Lagos de Texcoco y Zumpango), así como tres en la subregión del Río Cuautitlán (26 DN) y la Subcuenca Río Cuautitlán (DN). La orografía del municipio en términos generales es plana con suaves inclinaciones y pendientes de 0% a 1% que van en sentido poniente-oriente; la estructura geológica que presenta el municipio de Cuautitlán se encuentra conformada, principalmente, por rocas clásticas y volcanoclásticas, producto de la actividad volcánica y por el relleno de depresiones. Se identificaron dos tipos de suelo según su origen geológico: los aluviones, en la mayor parte del territorio municipal y las areniscas y tobas en los lomeríos. Respecto a la edafología, el suelo predominante en el municipio es el vertisol pélico (39.93 km²), que pre-

14. Plan Municipal de Desarrollo Urbano Cuautitlán. Estado de México (PMDUCEM) (agosto de 2008), p. 7, en seduv.edomexico.gob.mx.

15. <http://internet.contenidos.inegi.org.mx>.

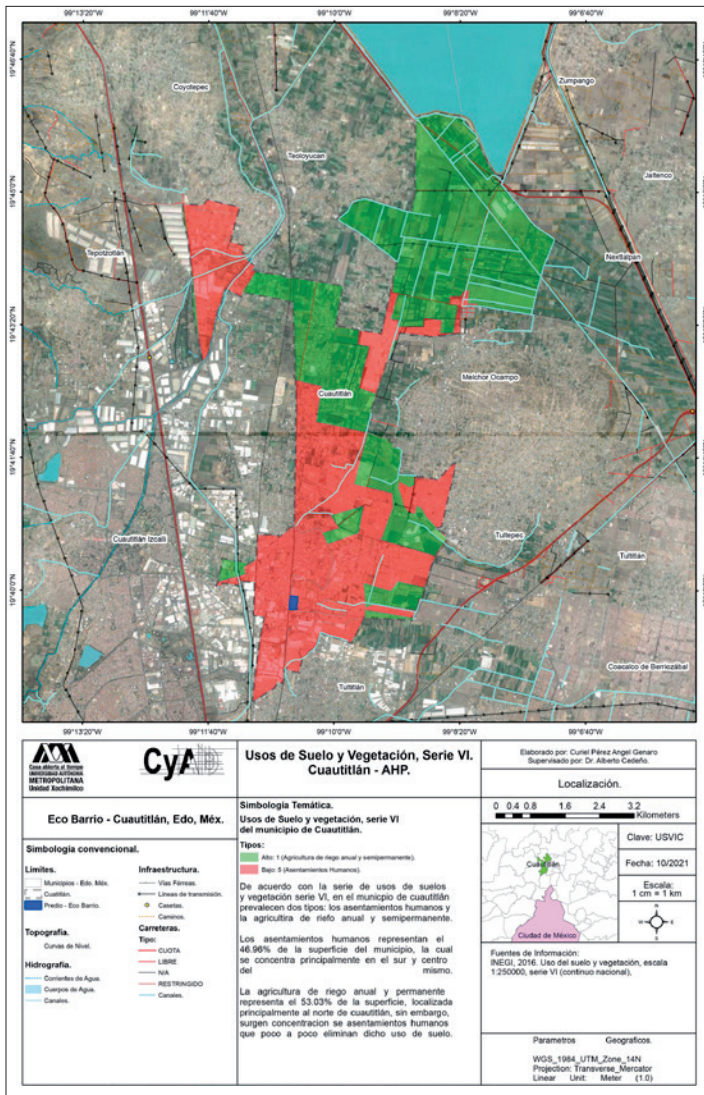


Figura 3. En el mapa del municipio de Cuautitlán (Figura 2), se puede observar la cantidad de terreno urbanizado (46.96%) contra la agricultura de riego natural y permanente (53.03%). Mapa elaborado por A. Cedeño y A. G. Curiel, 2001.

senta condiciones adecuadas para la agricultura por su buen nivel de fertilidad; el resto de la superficie es feozem calcárico (0.59 km²), en éste se practica básicamente agricultura de temporal, ya que este tipo de suelo presenta una fase dúrica (tepetate) a los 50 cm de profundidad.¹⁶ También existe una pequeña porción de suelo feozem háplico (0.23 km²). En cuanto a los usos del suelo tenemos que 53.03% corresponde a agricultura de riego anual y permanente y 49.96% a asentamientos humanos, sin embargo, esta zona está clasificada como de bajo aprovechamiento agrícola (Figura 3). El predio seleccionado se

16. Plan Municipal de Desarrollo Urbano Cuautitlán. Estado de México (PMDUCEM)..., *op. cit.*, pp. 13-15.

		Temperatura máxima
Años 2008-2017	Enero	28 °C
	Febrero	29.6 °C
	Marzo	30.5 °C
	Abril	31 °C
	Mayo	32 °C
	Junio	30.5 °C
	Julio	28 °C
	Agosto	28.5 °C
	Septiembre	28.5 °C
	Octubre	28.5 °C
	Noviembre	27.5 °C
	Diciembre	27.7 °C

Tabla 1. Temperatura máxima registrada durante los años 2008-2017 en la estación meteorológica San Martín Obispo, la más cercana al terreno seleccionado. Elaboración con base en los datos de A. Cedeño, y A. G. Curiel, 2021.

ubica en la zona de riego anual y semipermanente, pero pegado a la zona de asentamientos humanos.¹⁷

En cuanto al clima, el municipio de Cuautitlán presenta un clima templado, con vientos “pamperos” que se manifiestan con mayor frecuencia en invierno y verano, se producen por el choque de las corrientes de clima tropical y polar. Para corroborar esta relación, se recopiló la información de 10 normales climatológicas que estuvieran a una distancia de 5 km del municipio de Cuautitlán y que se acercan al ecobarrio, aunque, finalmente, se decidió tomar como información central la estación climatológica de San Martín Obispo, por ser la más cercana (Tabla 1). De acuerdo con esta información, las temperaturas más elevadas serían de 32 °C en los meses de abril y mayo, mientras que las más bajas oscilan entre los 5 °C en diciembre y enero, y los 13 °C en junio. La Tabla 1 muestra el comportamiento climático máximo registrado en la mencionada estación meteorológica de San Martín Obispo del año 2008 al 2017, a partir de lo anterior se podría decir que hace calor en los meses de marzo, abril, mayo y junio entre las dos y seis de la tarde y es muy fría en los meses de diciembre, enero y parte de febrero entre las cinco y nueve de la mañana. Los vientos dominantes del oeste aparecen desde el primero de marzo hasta el 28 de abril y llegan a una velocidad de 9.1 km/hora.¹⁸

17. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), *Guía para la interpretación de cartografía, edafología, escala 1:250 000, serie III*. México, 2014.

18. <https://es.weatherspark.com>.

Se sabe que en la estación de San Martín Obispo, la precipitación pluvial ha variado de 661.6 mm de 1971 al 2000 y a 682.1 mm de 1981 al 2010, presentando una variación de 20.5 mm producto del cambio climático, lo que representa el valor más alto en Cuautitlán.

La contaminación del suelo se debe, principalmente, a la disposición de residuos de origen doméstico e industrial en los cauces de los ríos, arroyos y en los lotes baldíos. La contaminación del agua es por la misma disposición de residuos, de líquidos tanto domésticos como industriales a los mismos cauces. La contaminación del aire se genera a través de dos fuentes, las móviles (vehículos automotores) y las fijas (industrias, pequeña y mediana). La erosión del suelo comprende una superficie aproximada de 5.2 km², estas áreas están ubicadas principalmente en la zona sur y norponiente del municipio, además de las ubicadas en los cauces del río Cuautitlán, los arroyos y canales de riego, generando azolve e inundaciones en las zonas bajas del municipio, así como en la zona correspondiente al Lago de Zumpango como producto de la desecación del mismo.¹⁹ La calidad de los servicios ambientales en la zona del terreno seleccionado para el ecobarrio es baja, lo que significa una zona que carece de cubierta vegetal, y son éstas las que requieren una mayor intervención en aspectos ambientales y están ubicadas principalmente en el sur del municipio, en dirección a Tultitlán.

En cuanto a las áreas agrícolas, se aprecia un contraste entre la zona norte y sur del municipio de Cuautitlán, en la primera se puede decir que hay mayor protección a las áreas agrícolas, mientras que en el sur la falta de éstas ha beneficiado o colaborado con el crecimiento urbano. Por lo tanto, debido a que el sur del municipio tiene una calificación "Baja" se pretende que el ecobarrio sea un intermedio entre los asentamientos humanos y las áreas agrícolas, es decir, que una parte proporcione vivienda digna a los habitantes y la otra parte se dedique a las actividades de permacultura que beneficien la producción agrícola.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio cuenta con 87 666 hombres y 91 181 mujeres

que dan un total de 178 847 habitantes.²⁰ La población económicamente activa en 2017 era de 74 261 personas, de las cuales 580 se dedican al sector primario (agropecuaria, silvicultura y pesca), 20 346 a la industria y 48 446 a los servicios.²¹ Es importante destacar la existencia del Tren Suburbano Buenavista-Cuautitlán, que termina su recorrido junto al terreno seleccionado para el ecobarrio, en la estación de Cuautitlán, lo que facilita el desplazamiento de los futuros habitantes, desmotivando el uso del automóvil (Figura 1).

DATOS SOBRE EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Ubicación y características del terreno

Para el desarrollo del proyecto se buscó un terreno que cumpliera con las siguientes características:

1. Capacidad de albergar entre 70 y 120 viviendas.
2. Cerca de un transporte urbano eléctrico que apoyara la idea de abandonar la costumbre y la necesidad de usar el automóvil.
3. Un lugar no tan céntrico de la ciudad, de modo que el costo por metro cuadrado no fuera tan elevado.
4. Orientación norte-sur que garantiza un buen asoleamiento y con pendientes ligeras.

Se encontró un terreno con estas características a un costado de la estación Cuautitlán del tren suburbano.

Planta de conjunto

El terreno se ubica en el municipio de Cuautitlán, en Avenida Ferronales, San Francisco Cascantilla, a un costado de la Estación Cuautitlán del Tren Suburbano (Figura 4). Cuenta con una superficie aproximada de 45 800 m² y presenta las siguientes condicionantes de uso del suelo (Figura 4).

- Uso de suelo: CU125A
- Habitantes por hectárea: 375
- Número de viviendas por hectárea: 80
- m² de terreno Bruto Vivienda: 125 m²
- m² de terreno Neto Vivienda: 75 m²

19. Plan Municipal de Desarrollo Urbano Cuautitlán. Estado de México (PMDUCEM)..., *op. cit.*, p. 16.

20. Censo de Población y Vivienda 2020 (CPV), Inegi, México, 2020.
21. Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021 (PDM).



Figura 4. El terreno se ubica en el municipio de Cuautitlán, en Avenida Ferronales, San Francisco Cascantilla, a un costado de la Estación Cuautitlán del Tren Suburbano. Fotografía obtenida de Google maps por K. Aquino, 2020.

La planta de conjunto alberga 107 viviendas y 151 cajones de estacionamiento, totalmente separados de las viviendas y sin posible acceso a éstas, con la idea de que los habitantes de este conjunto ocupen al mínimo el automóvil. Cuenta con un gran parque ecológico-deportivo, en donde a futuro se ubicará un espacio para las reuniones de los usuarios del conjunto. Existe, además del acceso peatonal y de vehículos, otro acceso peatonal a un costado de la estación del tren suburbano, que permitirá a los habitantes del conjunto habitacional un fácil y rápido acceso al tren (Figura 5). Se pensó que el conjunto no tuviera muchas viviendas, de modo que ello facilitara el conocimiento y la comunicación entre sus habitantes.

Desarrollo de las viviendas

Para las viviendas se consideró que la superficie de construcción debía permitir vivir en un espacio cómodo sin las restricciones de una vivienda de interés social, pero sin espacios que no se justificaran debido a los altos costos que tienen los terrenos en la ciudad. Sin embargo, era importante considerar espacios exteriores a las viviendas con suficiente superficie para el desarrollo de una agricultura de autoconsumo. Para las viviendas se consideraron como adecuados las siguientes espacios: una estancia de 24 m², un estudio de 10 m², una cocina de 12 m², una terraza de 7 m², una recámara principal de 12 m², una recámara de 12 m² y otra de 10 m² y un espacio de televisión de 12 m²,

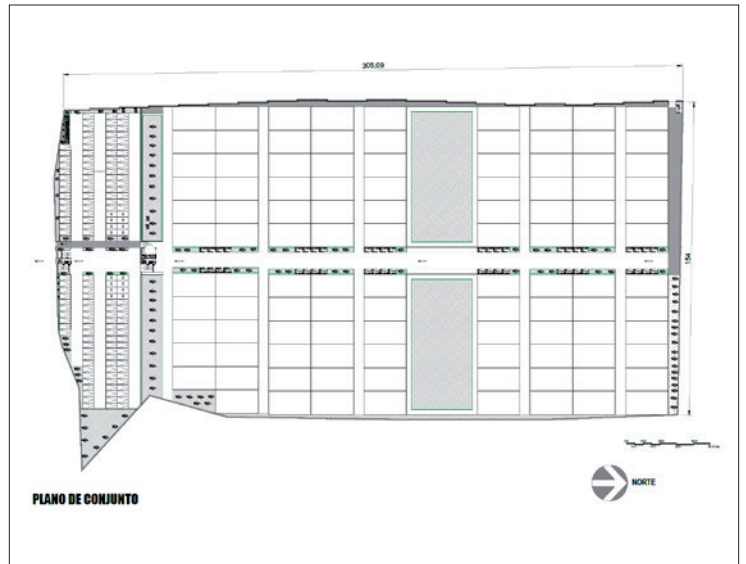


Figura 5. Plano de conjunto donde se puede apreciar la ubicación y orientación de los 107 predios, así como de los 151 cajones de estacionamiento del conjunto y los parques centrales. Diseño: A. Cedeño y K. Aquino, 2020.

baño seco en la planta baja y regadera en la planta alta. Se pensó que las viviendas son para un promedio de cuatro habitantes.

Tomando en cuenta que es importante la orientación de las viviendas se diseñaron dos modelos, ya que el clima de la ciudad es templado y, por lo tanto, se cuenta con un ambiente agradable que no requiere de calefacción ni de aire acondicionado. Como ya se comentó, el material de construcción principal es el bambú, que se empleará para la estructura, el entepiso y la cubierta, las bardas divisorias y el invernadero. En los muros divisorios se utilizará el bahareque (un panel de bambú recubierto de tierra cruda), por las condiciones climáticas que dominan el Valle de México, cuya temperatura es templada. Para la cimentación se propone una losa con contratabes de concreto armado por las características de los suelos del Valle de México, que en alguna época albergaron lagos. Las cisternas se proponen de tabique recocido con un aplanado de cemento. Existe, además, una rampa para que cada seis meses se puedan vaciar y limpiar los baños secos. También se propone un invernadero y un pequeño taller.

En las Figuras 6 y 7 se presenta la distribución de la planta baja y de la planta alta, respectivamente, de uno de los dos modelos propuestos, respondiendo a la orientación del predio que es sur-norte. Se trata de viviendas desarrolladas en 117 m² de construcción en un terreno de 241.5 m².

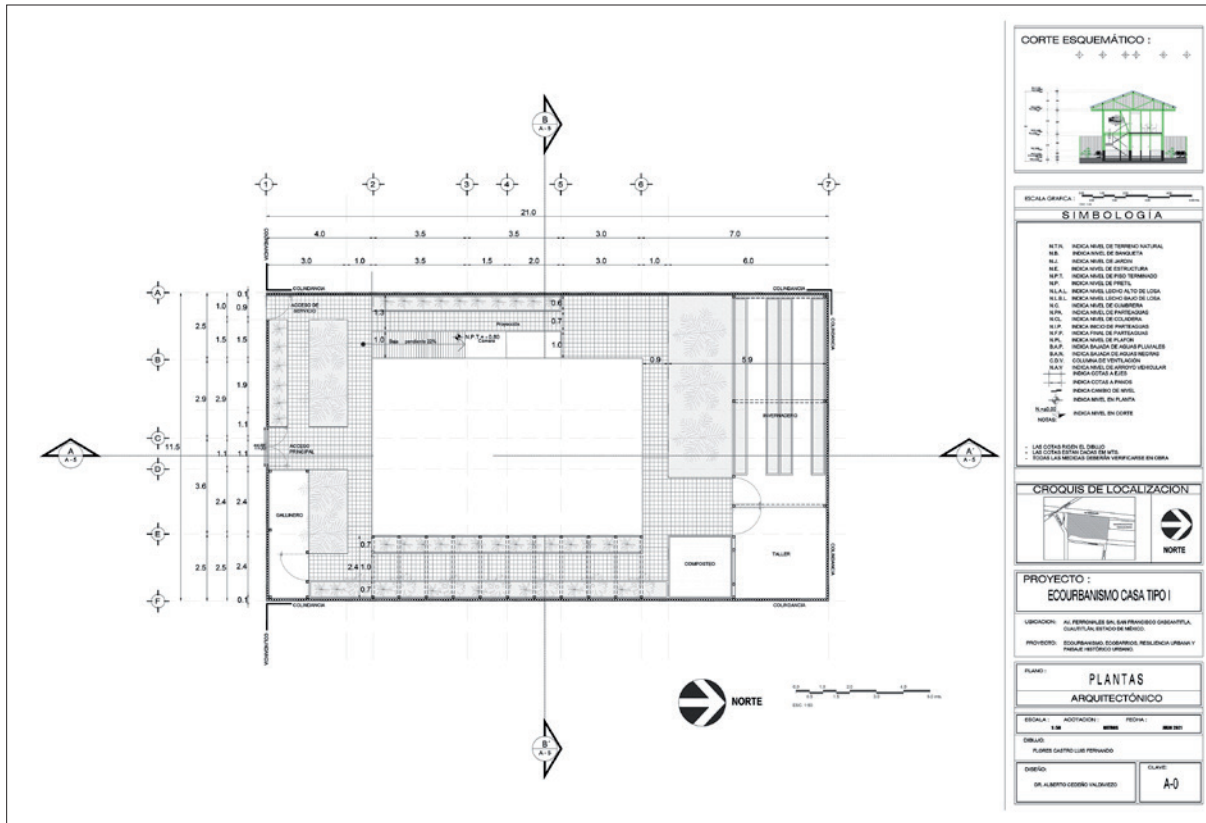


Figura 8. El sistema de zonas recomienda que para la zona 1 se incluya el invernadero, el taller, el huerto inmediato, las fuentes, la composta y los gallineros. Estas recomendaciones fueron atendidas en la propuesta. Proyecto de los espacios exteriores: A. Cedeño y L. Flores, 2021.

En la propuesta se está considerando usar las aguas grises con las que, mediante un sistema de riego por goteo, se regará una parte importante de los cultivos y árboles frutales que se ubicarían cerca de la cocina, incluyendo aquellos cultivos localizados en el invernadero (Figura 8). Las aguas grises de la cocina no se utilizarán directamente, sino hasta que lleven un proceso de filtrado.

LA AGRICULTURA URBANA

Uno de los retos más importantes de la ciudad sostenible es lograr y fomentar la agricultura urbana, pues es una manera de combatir los problemas actuales de las ciudades, tales como la sobrepoblación, contaminación, falta de alimentos: “La agricultura urbana es una actividad milenaria que está en un periodo de resurgimiento, para el que necesita una gestión ordenada y eficiente”.²² A nivel mundial,

22. J. Britz y J. M. Durán, “Hacia una gobernanza eficiente en la agricultura urbana”, en Briz, J. y De Felipe, I. *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2015, p. 45.

esta actividad se encuentra en un momento de reestructuración “con una fase de transición entre el sistema tradicional y el nuevo horizonte que ofrecen las ciudades con un fuerte crecimiento demográfico y nuevas tecnologías”.²³ Antes de proseguir con el tema, es importante distinguir entre una agricultura con vocación alimentaria y otra ornamental, pues el presente proyecto se centra en la primera. Las nuevas tecnologías permiten cultivar en techos y paredes, ya que existen “nuevas técnicas tanto de riego como de protección a través de invernaderos, abonados, tratamientos fitopatológicos, etc.”.²⁴ El uso del agua de lluvia y el reciclado de aguas pueden servir para cubrir gran parte de las necesidades de los cultivos. El uso de cul-

23. I. de Felipe, “El reto de la agricultura en el nuevo marco de las ciudades verdes”, en Briz, J. y De Felipe, I. *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2015, p. 23.

24. F. Fernández Fábrega, “Técnicas de cultivo en agricultura urbana”, en Briz, J. y De Felipe, I. *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2015, p. 400.

tivos hidropónicos resulta también una buena opción.²⁵ La nueva planificación urbana debería contemplar esta novedosa vocación de la ciudad e incorporarla a los planes de desarrollo.

“Hasta no hace mucho tiempo, la mayoría de las cosas que la gente utilizaba en sus casas..., provenían del patio y de las pequeñas parcelas que la mayoría de la gente trabajaba extramuros”. En muchos lugares “el patio sigue teniendo un papel muy importante al cubrir muchas de las necesidades de la casa”.²⁶ Para Holzer, nadie debería padecer hambre y sí en cambio tener la posibilidad de consumir verduras frescas, incluso en las megalópolis: “Los parques, las azoteas, los balcones, las terrazas y los jardines pueden y deben ser mucho mejor aprovechados”.²⁷

La agricultura urbana formó parte del tejido socioeconómico de las ciudades desde sus orígenes. Antes del año 1900 las ciudades tenían granjas y huertos y, aunque aún existen tales nichos de actividad, las necesidades actuales de comercios, industrias y espacios destinados para habitar han empujado al cultivo de alimentos más allá de los suburbios, hacia la campiña más lejana. Sabemos que esto pasó con las ciudades durante el siglo XX, pero parecería que este siglo XXI marca el regreso a esta actividad, apoyándose en las tecnologías que permiten aprovechar espacios subutilizados, tanto en suelos como en edificios (terrazas, azoteas, fachadas), lo que aumenta la productividad del entorno social, conectando a la gente directamente con el paisaje y con los alimentos que ellos mismos generan.²⁸

Debemos tener presente que en todas las ciudades existen espacios libres inutilizados: parcelas de terreno libres, parques, áreas industriales, bordes del camino, esquinas, prados, áreas adelante y atrás de las casas, las terrazas,

techos de cemento, balcones, muros y ventanas con vidrio dirigidas al sol. La mayoría de estos espacios se destinan a la vegetación ornamental destinándose pocos recursos a su manutención. Estas actividades se pueden dirigir al cultivo de especies útiles.²⁹

LA PERMACULTURA

A la agricultura urbana es importante unir el concepto de *permacultura*. Esta disciplina surge a mediados de los años setenta del siglo XX, creada por David Holmgren y Bill Mollison que la definieron de diferentes maneras: “un sistema integral y evolutivo de especies de plantas perennes o perpetuas y de animales útiles al hombre”,³⁰ o también como “un sistema de diseño para la creación de asentamientos humanos sostenible”.³¹ Finalmente, R. Morrow la define como “la ciencia del diseño ecológico aplicado”.³²

De acuerdo con Rosemary Morrow, la permacultura se presentaría como “la alternativa creativa que nos ofrece nuestra sociedad. Nos abre las puertas a una vida más simple y de más calidad y nos empodera porque cualquiera puede lograrlo. No hay barreras por motivos de edad, género, religión, educación o cultura”.³³

Por otra parte, es importante entender que lo que busca la permacultura no es un regreso a la sociedad campesina del pasado a base de cultivos anuales, fatigas y una total dependencia del trabajo manual.

Más bien se basa en el diseño de una granja (o de un huerto o de un pueblo) para obtener las mejores ventajas, utilizando una cierta cantidad de trabajo humano (que puede incluir aquél de los vecinos o amigos), y realizando un sistema de cultivo perenne productivo que prevea el empleo de mantillo para el control de las malas hierbas, el uso de recursos biológicos, la utilización de tecnologías alternativas que generen energía y permitan una reduc-

25. I. de Felipe, “El reto de la agricultura en el nuevo marco de las ciudades...”, *op. cit.*

26. T. Hemenway, *La ciudad de la..., op. cit.*, p. 73.

27. S. Holzer, *Renaturalización. La permacultura de Holzer*, México, Editorial Trillas, 2015, p. 156.

28. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione alla Permacultura*, Florencia, Terra Nuova Edizioni, 2014, p. 183; Britz, J., De Felipe, I. y Aguinaga, P., “Análisis y evaluación de la agricultura urbana integral”, en Briz, J. y De Felipe, I., *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2015.

29. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione..., op. cit.*, p. 183.

30. B. Mollison y D. Holmgren, en Holmgren, D., *Permacultura. Principios y Senderos más allá de la Sustentabilidad*, Buenos Aires, Editorial Kaicrón S. L., 2013, p. 45.

31. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione alla Permacultura, op. cit.*

32. R. Morrow, *Guía de permacultura para uso de la tierra*, Castellón, Editorial Kaicrón S. L., 2018, p. 15.

33. *Ibid.*, p. 18.

ción en el consumo y un uso moderado de maquinaria, en los casos en que esto sea necesario.³⁴

Recurrir a sistemas productivos de pequeña escala significa, por una parte, que la mayor parte del terreno sea utilizada eficaz y completamente, y por la otra, que el lugar está bajo control. Así que un consejo sabio de la permacultura es concentrarse en el área inmediatamente vecina a las habitaciones, y trabajar en el desarrollo de pequeños sistemas intensivos.³⁵

La permacultura nos aclara que uno de los primeros pasos en el diseño de un terreno urbano es el de decidir ¿qué actividades queremos hacer en él? y ¿cuáles podrían darse —o mejor aún, ya lo están haciendo— en otro lugar? Desde luego, no se podrán introducir todas las actividades en nuestra parcela. El método del *análisis de las necesidades y recursos* nos ayudará a ver qué actividades, los recursos, el espacio y el presupuesto requeridos, así como ver si éstas nos son útiles y cómo se relacionan con los otros elementos.³⁶ Preguntarse qué nos puede ofrecer este terreno nos lleva a una ecología sostenible guiada por un control adecuado. La definición de los objetivos y la identificación de la potencialidad de un lugar van de la mano. La observación resulta siempre más fácil si se tienen en mente los objetivos, aun en el caso de que éstos se revelen irrealizables.³⁷ Todos los miembros de una comunidad tienen necesidades que hay que cubrir para que funcionen. Estas necesidades y esos recursos están conectados a otros elementos, lo que supone una reducción del trabajo, del consumo de recursos, tiempo y energía. “El análisis de las necesidades y recursos de los elementos principales de nuestro diseño o actividad nos señala conexiones útiles que podríamos fomentar”.³⁸

La selección de especies y variedades apropiadas requiere un conocimiento profundo de las características de plantas y animales que se pretende utilizar, de sus exigencias, de sus tolerancias y de sus productos. Para iniciar

es importante tener un índice de las especies, una tarjeta informativa para cada tipo de planta (con sus características, exigencias y su utilidad), formando así un archivo.³⁹ Otro método complementario es *el sistema de zonas*, que nos ayudará a seleccionar los elementos y actividades de esta lista que hemos de desarrollar en el terreno elegido y los que pueden ir en otro lugar. El sistema de zonas se basa en colocar las cosas que utilizamos más o que requieren más atenciones cerca de donde estamos.

Para este método es importante considerar los cuatro puntos cardinales, de acuerdo con los movimientos del viento, el sol y el agua, además del microclima. “Este análisis empieza con la observación de los factores que tienen su origen fuera de los límites de nuestra parcela y viendo cómo afectan las energías renovables a la misma”.⁴⁰

En el diseño de zonas exteriores a nivel de hogar, la permacultura define seis zonas que van del 0 al 5. La casa se encuentra en la zona 0 y representa el centro de la actividad. Se debe ubicar de modo que se obtenga el máximo ahorro energético y la satisfacción de las necesidades de sus ocupantes.⁴¹

La zona 1 es la situada cerca de la casa, comprende los espacios que usamos más o menos diariamente, es decir, caminos y áreas alrededor de la casa, como el patio, áreas de plantas aromáticas y algunas verduras y plantas ornamentales, fuentes y puede incluir el vivero.⁴² También puede incluir el huerto, el taller, el invernadero, el vivero, gallineros y criaderos de animales, el tanque del combustible, la leña, la composta, el tendedero y una zona para el secado de los cereales. No habrá animales grandes en libertad y existirán pocos árboles grandes.⁴³ En la propuesta que aquí exponemos, las viviendas constan sólo de zona 0 y 1, se han seguido las anteriores recomendaciones y se ha incluido la mayoría de estos elementos (Figura 8).

Rosemary Morrow propone, para planificar la distribución del huerto en la zona 1, seguir los siguientes pasos:

34. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit., pp. 25-26.

35. *Ibid.*, p. 28.

36. T. Hemenway, *La ciudad de la...*, op. cit., p. 80.

37. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit., p. 39.

38. T. Hemenway, *La ciudad de la...*, op. cit., p. 58.

39. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit.

40. R. Morrow, *Guía de Permacultura...*, op. cit., p. 137.

41. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit.

42. T. Hemenway, *La ciudad de la...*, op. cit., p. 59.

43. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit., p. 16.

- Empezar pequeño y sin errores.
- Empezar por las estructuras permanentes.
- Diseñar caminos circulares.
- Eliminar el césped.
- Agrupar las actividades similares.⁴⁴

La zona 2 es muy cuidada y cultivada (arbustos de gran desarrollo, huertos de desarrollo controlado, setos cortavientos). La estructura en esta zona incluye terrazas, setos y espejos de agua. Pueden estar presentes algunos frutales grandes que hospeden bajo su sombra un complejo sistema de especies herbáceas y arborícolas. También se ubican en esta zona especies vegetales y animales que requieren de observación y cuidado, y el agua se distribuye extensamente (irrigación a gota para los árboles). Se permite el libre acceso a animales de patio en áreas seleccionadas y se puede tener un espacio para el pastoreo de una vaca de ordeña, proveniente de la zona 3.⁴⁵ R. Morrow llama a esta sección el bosque de alimentos “porque sigue a la zona 1 en necesidades de trabajo y consumo de recursos”.⁴⁶ La propuesta aquí descrita cuenta con un parque que tendría las características de la mencionada zona 2.

En la zona 3 están ubicados árboles frutales que no necesitan ser podados, pastos y áreas más extensas para los animales y cultivos principales. El agua estará disponible sólo para algunas plantas y habrá zonas donde los animales podrán beber, también se incorporan cortavientos, grandes arbustos, bosque de matorral y grandes árboles. La zona 4 es poco cuidada, semisalvaje, con árboles no podados, animales salvajes, es una zona dedicada a la producción de maderas preciosas. La zona 5 es un espacio en estado natural o muy poco intervenida por el ser humano, donde éste es sólo un visitante.⁴⁷ Es claro que las zonas 3, 4 y 5 se adaptan poco a los terrenos urbanos, ya que éstos tienden a ser de dimensiones reducidas.

Dos habilidades esenciales para la permacultura urbana y para la vida urbana en general son: saber crear buenas redes sociales y aprender a apilar muchas funciones en

una casa o en un pedazo de tierra pequeño.⁴⁸ Es importante hacerse de un mapa del terreno y consultar los datos referentes a vientos, precipitación atmosférica, inundaciones e incendios, y una lista de las especies características de la zona. Además, será necesario preguntar a los habitantes del lugar sobre parásitos, problemas de la tierra más difundidos y las técnicas utilizadas para combatirlos. Sin embargo, para descubrir los límites y recursos es necesario recorrerlo y observarlo durante todas las estaciones, así como estudiar la topografía del lugar pues ésta tiene efecto sobre el microclima, los modelos de drenaje del agua, el carácter y espesor del estrato útil del suelo, las vías de acceso y el paisaje. Por otra parte, el clima es un factor limitante fundamental para la diversidad de las plantas y de los animales en una determinada área, por ello, es de particular interés el microclima del lugar.⁴⁹

PROPUESTA DE TÉCNICAS PARA EL JARDÍN DOMÉSTICO URBANO

Preparación del suelo. Antes que nada, se debe estar consciente que se necesita un suelo sano y rico en nutrientes como base para el huerto-jardín. El suelo en los terrenos urbanos es muy irregular, para conocerlo, debemos extraer muestras de suelo de diferentes puntos del solar para ver qué es lo que hay en él. Un suelo sano y productivo cuenta con un equilibrio de:

- Humedad
- Gases
- Minerales
- Microorganismos y
- Materia orgánica.⁵⁰

El contaminante más común en los suelos urbanos es el plomo, para lo cual se retiran los primeros treinta centímetros de suelo y se trasladan a un tiradero especializado. De cualquier manera se recomiendan cultivos de fruto (tomates, pimientos y calabazas) y los que no producen

44. R. Morrow, *Guía de Permacultura...*, op. cit.

45. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit.

46. *Ibid.*, p. 171.

47. Mollison, B. y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit.

48. T. Hemenway, *La ciudad de la...*, op. cit., p. 77.

49. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit., pp. 39-42.

50. R. Morrow, *Guía de Permacultura...*, op. cit., p. 86.



Figura 9. Del proyecto de Cuautitlán, se puede observar la zona de servicios donde se ubica el área de lavado y tendido, además de la rampa que se utiliza para limpiar los baños secos; a la derecha, la elaboración de camas de flores elevadas y hundidas, regadas con las aguas grises. Proyecto: A. Cedeño y L. Flores, 2021.

semillas para siembra como: ejotes, chícharos o los girasoles. Se recomienda mantener el pH del suelo entre 6.5 y 7.5, lo que reduce la movilidad del plomo.⁵¹ La materia orgánica como compost, acolchados en descomposición o el estiércol, atrapan el plomo impidiendo que acceda a las raíces de las plantas. Las hojas de los árboles de la calle pueden tener un alto contenido en plomo. Enriquecer el suelo con hierro o manganeso puede reducir la absorción del plomo y eliminarlo del suelo.⁵²

Al mismo tiempo que se disminuyen las cargas tóxicas de las parcelas, se puede incrementar la fertilidad del suelo, para lo cual es importante disponer de mucha materia orgánica (fuente de energía y banco de almacenamiento de nutrientes) y de minerales en abundancia (los nutrientes necesarios para la vida). Se recomienda recurrir a un laboratorio profesional que ayude a determinar aquellos nutrientes que le hacen falta al suelo, proyecto centrado en el uso de plantas perennes, en una fertilidad que se renueva y en ciclos de compostaje cerrados. También podemos medir los componentes del suelo con un *kit* de pH, que en una escala de 0 a 14 indica la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia; siete es neutra, por debajo son ácidas, y por arriba son alcalinas.⁵³

51. T. Hemenway, *La ciudad de la....*, op. cit., pp. 99-100.

52. *Ibid.*

53. Mars, R. y Willis, S., *Cómo hacer tu vida más verde con la Permacultura*, Castellón, Editorial Kaicrón S. L., 2021.

Para obtener los nutrientes faltantes es importante el uso de baños secos, de donde se pueden obtener heces humanas que van a la composta y, orina fresca, que nos aporta nitrógeno, fósforo y potasio, diluyéndola en proporción de 1:50 a 1:10 con agua, y aplicándola directamente al suelo, evitando que las partes comestibles reciban salpicaduras, y cuidando de no excedernos en su uso (Figura 9).

La preparación de un terreno es común que se haga en tres fases:

- Realización de camas de flores elevadas y hundidas (modelación del terreno) para ayudar en la retención o el drenaje del agua; a veces se ocupa una cuidadosa nivelación de la superficie de las camas para facilitar la irrigación por escurrimiento;
- Distribución de composta, material rico en humus y también arcilla, arena y sustancias nutritivas para restaurar la fertilidad y equilibrar el pH del terreno (Figura 10);
- Mantillo, para reducir la pérdida de agua y proteger el suelo del sol y la erosión.⁵⁴

Si la textura tiende a ser arcillosa, “se deberá incorporar arena y mantillo bien fermentado, envolviéndolo al menos a unos 40 cm de profundidad”. Así, los condicionantes físi-

54. Mollison, B. y Mia Slay, R., *Introduzione...*, op. cit., p. 60.



Figura 10. Es necesario contar con un espacio para la elaboración de composta, ya que permite aprovechar los desechos orgánicos; además, la posibilidad de una fuente siempre dará frescura a los espacios exteriores. En esta fotografía del proyecto se contempla un área para la elaboración de composta, la fuente, el invernadero y el taller. Proyecto: A. Cedeño y L. Flores, 2021.

cos son mucho más importantes que los químicos. Éstos son: textura del suelo, profundidad, permeabilidad y pendiente. “La pendiente ideal oscila del cero al tres por ciento”.⁵⁵

Sistemas de riego y drenaje. El sistema de riego más recomendado para los huertos es el de goteo, ya que permite la incorporación de elementos fertilizantes a través de la fertirrigación. En la propuesta que se expone se ha considerado el riego por goteo de las aguas grises en aquellas áreas cercanas a las bajadas (Figura 9).

Plantación. Ante el hecho de que muchas plantas ya se consiguen crecidas en los viveros, es importante considerar si vale la pena germinar semillas en semilleros. Para la posible germinación de semillas y cuidado de plantas delicadas se propone un invernadero, cuya construcción se diseñó con base en bambú y bahareque y para las ventanas se consideró un material ligero (Figura 10).

Acolchados y enarenados. “El acolchado es todo aquello que cubre el suelo. Normalmente son restos de material vegetal triturado, pero puede hacerse con otros materiales”.⁵⁶ Son recomendables en el control de vegetación espontánea no deseada, y para mantener humedad en el suelo.

Orientación y protección climática. Se debe situar adecuadamente el huerto para lograr éxito. Deberá ser un lugar lo

más soleado posible a lo largo del día. Es importante, también, la protección de vientos fuertes.⁵⁷ Por ejemplo, en el proyecto de Cuautitlán, los cultivos se encuentran en los extremos oriente y poniente de los predios, lo que garantiza sol en algún momento del día, además de que se encuentran protegidos de los vientos dominantes de occidente por las altas cercas de bambú que rodean los predios (Figura 11).

Por otra parte, el reducido tamaño de la mayoría de los terrenos urbanos nos obliga a emplear métodos intensivos de cultivo a pequeña escala. Dichas técnicas son:

- a) *Apilar plantas horizontalmente.* No se trata sólo de poner las plantas juntas, compitiendo por la luz y los nutrientes, sino de emplear técnicas diferentes y complementarias. En cada ecosistema crecen diversas especies de plantas a diferentes alturas y desarrollan sistemas de raíces a varios niveles de profundidad. Las plantas crecen según la disponibilidad de luz. La distancia entre las plantas depende, principalmente, de la disponibilidad de agua y de las exigencias de luz. El diseño en climas templados requiere un sistema que permita que la luz alcance los estratos inferiores de la vegetación y resolver el problema de la escasez de

55. F. Fernández Fábrega, F., “Técnicas de cultivo en agricultura...”, *op. cit.*, p. 401.

56. R. Mars y S. Willis, *Cómo hacer tu vida más verde con la...*, *op. cit.*

57. F. Fernández Fábrega, “Técnicas de cultivo en agricultura...”, *op. cit.*



Figuras 11 y 12. Los bancales, sin duda alguna, son una decisión adecuada para los cultivos, en los cuales podemos mejorar la calidad de los terrenos de cultivo y separar éstos perfectamente de los pasillos. Estos bancales se propone realizarlos con bambú. Proyecto de A. Cedeño y L. Flores, 2021.

calor necesario para madurar. Además, muchos árboles frutales—e incluso numerosas especies herbáceas de clima templado—en ambientes cálidos y húmedos tienen necesidad de mayor circulación de aire para reducir la proliferación de hongos parásitos, muy frecuentes después de lluvias fuera de estación.⁵⁸

b) *Usar patrones de bancales que ahorran espacio.* Los bancales elevados son porciones de tierra encajonada, que entre sus ventajas está que se puede trabajar más cómodamente sentados que agachados, tanto para preparar la tierra, limpiar, se concentran los nutrientes, se controlan mejor las plagas, y permite tener pasillos limpios para ayudar a controlar las plagas, pasillos que se recomienda estén entre 70 y 90 cm. Para la propuesta que se expone es determinante el uso de los bancales (Figuras 11 y 12).

58. B. Mollison y Mia Slay, R., *Introduziona..., op. cit.*, p. 28.

- e) *Usar policultivos*. Sembrar varias verduras complementarias en el mismo espacio aumenta significativamente las cosechas. Como se ha comentado, la milpa mexicana es un excelente ejemplo de policultivos que podría ser adoptado para el proyecto. Así, la propuesta contempla la mezcla de las siguientes verduras: maíz, frijol, calabazas y hasta quelites, con la posible variante de col, rábano, eneldo, lechuga y brócoli. Para otra sección del jardín se proponen aromáticas o flores y algunos árboles frutales como perales, limoneros, manzanas, (Figura 12).
- f) *Huertos colgantes y pérgolas*. En las paredes de la casa pueden apoyarse o atornillarse estructuras metálicas, de madera, de bambú, etc., que sirvan de soporte a plantas trepadoras o para colgar macetas. También puede formarse una pérgola en forma de túnel, que sirva para frutos y plantas trepadoras.⁵⁹ En la propuesta de Cuautitlán se han considerado estas pérgolas elaboradas del mismo bambú, que podrían sostener chayotes, frijoles o algunas plantas ornamentales (Figuras 13 y 14).

Cría de animales

Los beneficios de criar animales son:

- Proporcionan algunos de los nutrientes que requieren las plantas y los árboles.
- Gran parte de las necesidades alimenticias de los animales las cubren los cultivos.
- Eliminan adventicias, las plagas y la fruta enferma o dañada por los insectos.
- “Labran” la tierra a la vez que le aportan nutrientes.⁶⁰

Si queremos que las ciudades se comporten de forma más parecida a los ecosistemas y produzcan alimento, necesitamos ampliar la paleta de animales, más allá de los perros y gatos que acostumbramos tener. Plantar para atraer pájaros, insectos y otros animales silvestres nos ayuda a revertir este tradicional desequilibrio, donde el ganado también juega un rol importante.

59. S. Holzer, *Renaturalización...*, op. cit.

60. R. Morrow, *Guía de Permacultura...*, op. cit.

La primera especie que se recomienda criar son las lombrices, que nos ayudan a transformar suelos regulares en suelos con abundante fertilidad. Los conejos son una especie recomendada para las parcelas urbanas, ya que nos regalan un estiércol casi perfecto para el suelo, y nos ofrecen control de hierbas adventicias, además de carne y piel. Sus necesidades se reducen a alimento, agua, una buena jaula a prueba de depredadores y protección contra las temperaturas bajo cero. Las abejas son otra especie que, si las ubicamos y atendemos adecuadamente, pueden integrarse fácilmente a nuestras parcelas urbanas. La miel es la manera más sana de endulzar.⁶¹

Los patos son ligeramente más fáciles de criar que las gallinas, porque no escarban, son más dóciles y silenciosos, se alimentan de babosas, soportan condiciones más frías y húmedas, son menos susceptibles a enfermedades y son excelentes para el control de plagas (Figura 15).⁶²

Las gallinas son multifuncionales y encajan en diversos nichos de la finca urbana. Todos sus productos (huevo, carne, plumas y estiércol) son útiles; comen plantas adventicias, insectos y semillas; remueven el suelo para eliminar las adventicias e incorporar a éste su estiércol; se buscan su propia comida; dan la voz de alarma ante cualquier situación inusual.⁶³ En el proyecto que hemos expuesto se propone un lugar para criar animales que podrían ser gallinas o conejos y que, al igual que toda la construcción, está pensado construir con bambú y con tela de gallinero (Figura 15).

CONCLUSIONES

Para esta segunda etapa del ecobarrio de Cuautitlán, se diseñaron los espacios exteriores de las viviendas siguiendo los principios de la permacultura y de la agricultura urbana, buscando que las casas satisfagan, en parte, la necesidad de alimento de los dueños de cada vivienda (Figura 16).

Una de las enseñanzas más destacadas del proyecto es la adopción de la transdisciplina para llevar a cabo este tipo de trabajos, donde la arquitectura, la planeación urbana, la agricultura urbana, la permacultura, el trabajo comuni-

61. *Ibid.*

62. *Ibid.*

63. T. Hemenway, *La ciudad de la...*, op. cit., pp. 119-127.



Figuras 13 y 14. Se muestra la combinación que se propone entre los policultivos, las pérgolas, los árboles frutales y el invernadero. Proyecto de A. Cedeño y L. Flores, 2021.



Figura 15. En la propuesta del ecobarrio de Cuautitlán se ha considerado un espacio para la cría de gallinas o conejos, o alguna otra especie en que los propietarios estén interesados. Este espacio, igualmente, se ha propuesto en bambú con una cerca de malla metálica. Con el estiércol de los gallineros o conejeras y de los baños secos, será posible producir gas metano y utilizarlo como biogás, excelente combustible para cocinar como proponen Mars y Willis (*Cómo hacer tu vida más verde...*, op. cit.). Proyecto de A. Cedeño y L. Flores, 2021.



Figura 16. La vivienda del ecobarrio de Cuautitlán vista desde el exterior, muestra una gran vitalidad debido a la vegetación interior. Proyecto de A. Cedeño y L. Flores, 2021.

tario, etcétera, unidas nos permiten desarrollar ejercicios de este tipo, que rompe con la tradicional posición formal-funcional que caracterizó a la arquitectura del siglo XX. Los arquitectos no podemos enseñar arquitectura como se enseñó durante 40 o 50 años. No podemos seguir pensando en la arquitectura como la disciplina que se encarga de diseñar sólo espacios interiores, que no contempla la necesaria relación de los habitantes con el ambiente que le rodea, y que no busque lograr el mejor provecho posible de estos espacios exteriores. Además, tampoco se puede seguir diseñando con materiales que consumen grandes cantidades de energía en su elaboración. Vivir en las ciudades no significa, necesariamente, volvernos inútiles en la producción de nuestro alimento y, si los cambios se logran, estaremos avanzando enormemente en la reparación del daño a nuestro planeta, si es que aún es posible. Educar a la sociedad se convierte hoy en día en la tarea más difícil pero la más importante si queremos lograr cambios significativos en el futuro. Sabemos que de las autoridades administrativas no podemos esperar mucho, así que debe ser la misma sociedad la que les señale el camino.

Otro tema que nos parece importante incorporar, y que la naturaleza y extensión de este trabajo no permitió exponer, es el referente a la gobernanza, que este tipo de desa-

rollos deberían fomentar indiscutiblemente. La gobernanza la podemos definir como “Arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía”.⁶⁴ Esta manera de gobernar surge por la incapacidad de las instituciones públicas para adoptar decisiones en favor del interés común⁶⁵ y, de manera particular, en el caso de las áreas verdes en las ciudades, pues es evidente la corrupción o políticas urbanas sesgadas que responden a intereses particulares y no al de la sociedad en su conjunto.

FUENTES CONSULTADAS

BRITZ, J. y J. M. Durán, “Hacia una gobernanza eficiente en la agricultura urbana”, en Britz, J. e I. de Felipe, *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2015.

64. RAE, 2014, en J. Britz y J. M. Durán, “Hacia una gobernanza eficiente en la agricultura”..., *op. cit.*, p. 52.

65. Von Haldenwang, 2005, en J. Britz y J. M. Durán, “Hacia una gobernanza eficiente en la agricultura”..., *op. cit.*, p. 52.

- BRITZ, J., I. de Felipe y P. Aguinaga, "Análisis y evaluación de la agricultura urbana integral", en Britz, J. e I. de Felipe, *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2015.
- FELIPE, I. de, "El reto de la agricultura en el nuevo marco de las ciudades verdes", en Britz, J. e I. de Felipe, *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2015.
- FERNÁNDEZ FÁBREGA, F., "Técnicas de cultivo en agricultura urbana", en Britz, J. e I. de Felipe, *Agricultura urbana integral ornamental y alimentaria: una visión global e internacional*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2015.
- GARDNER, G., "Imaginando la ciudad sostenible", en *Ciudades sostenibles 2016. Del sueño a la acción. La situación del mundo 2016*. Barcelona, The Worldwatch Institute, Icaria editorial, 2016.
- HEMENWAY, T., *La ciudad de la permacultura*, Castellón, Editorial Kaicrón S. L., 2017.
- HIGUERAS, E., *Urbanismo bioclimático*, Barcelona, Gustavo Gili, 2006.
- HIGUERAS, E., *El reto de la ciudad habitable y sostenible*, Pamplona, DAPP Publicaciones Jurídicas, S. L (s/f).
- HENFREY, T. y G. Penha-Lopes, *Permacultura y adaptación al cambio climático*, Castellón, Editorial Kaicrón S. L., 2018.
- HOLMGREN, D., *Permacultura. Principios y Senderos más allá de la Sustentabilidad*, Buenos Aires, Editorial Kaicrón S. L., 2013.
- HOLZER, S., *Renaturalización. La permacultura de Holzer*, México, Editorial Trillas, 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), *Guía para la interpretación de cartografía: edafología: escala 1:250 000: serie III*. México, 2014.
- CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020, México, Inegi, 2020.
- MARS, R. y S. Willis, *Cómo hacer tu vida más verde con la Permacultura*, Castellón, Editorial Kaicrón S. L., 2021.
- MCHARG, I., *Proyectar con la naturaleza*, Barcelona, Gustavo Gili, 2000.
- MOLLISON, B. y R. Mia Slay, *Introduzione alla Permacultura*, Florencia, Terra Nuova Edizioni, 2014.
- MORROW, R., *Guía de Permacultura para uso de la tierra*, Castellón, Editorial Kaicrón S. L., 2018.
- RUANO, M., *Ecourbanismo, entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*, Barcelona, Gustavo Gili, 1999.
- SALVADOR PALOMO, P., *La planificación verde en las ciudades*, Barcelona, Gustavo Gili, 2003.
- SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN, *Sistema Nacional de Información Municipal, Inafed*, Gobierno de México, 1990.
- VILLEGAS, M., *Guadua: arquitectura y diseño*, Bogotá, Villegas Asociados, S. A., 2003.

Referencias electrónicas

- Plan Municipal de Desarrollo Urbano Cuautitlán. Estado de México (PMDUCEM) (Agosto, 2008). En seduv.edomexico.gob.mx (Consultado el 06 de marzo de 2021).
- Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021 (PDM)(2019), H. Ayuntamiento 2019-2021. En www.cuautitlan.gob.mx (Consultado el 06 de marzo de 2021).
- Síntesis de Información geográfica del Estado de México-Inegi. En <http://internet.contenidos.inegi.org.mx> (Consultado el 01 de diciembre de 2021).
- VALDÉS, L. y A. Ricalde, *Ecohabitát. Experiencias rumbo a la sustentabilidad*, Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), México, 2006.
- Weather Spark: The Weather Year Round Anywhere on Earth. En <http://es.weatherspark.com> (Consultado el 01 de diciembre de 2021).