
Comparativa del análisis y evaluación de escenarios proyectuales y propuesta de un plan estratégico de acciones de optimización y mejora en desarrollos urbano-residenciales

Dr. Fernando Córdova Canela¹, Dr. Jesús Enrique De Hoyos Martínez²
Dr. Gilberto Velázquez Angulo³, Mtra. Edelmira Rodríguez Morales⁴

¹ Profesor Investigador Titular A de Tiempo Completo de la Universidad de Guadalajara.

² Profesor Investigador definitivo de tiempo completo categoría “F” en la Facultad de Arquitectura y Diseño. UAEMex.

³ Docente-Investigador de tiempo completo del Instituto de Ingeniería y Tecnología en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

⁴ Miembro colaborador del Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables con sede en la Universidad de Guadalajara.

Resumen

El crecimiento urbano actualmente acarrea consigo la modificación del contexto social y ambiental a pasos acelerados, por lo que siendo México un país con un amplio gama de relieves, ecosistemas, biodiversidad y multicultural es necesario desarrollar un conjunto de medidas que se adecuen de manera específica a cada territorio susceptible de alteración y en su caso modificar las medidas ya adoptadas con el fin de perfeccionarse, a través del conocimiento de la interrelación entre el desarrollo de las zonas urbanas con el ambiente natural, con el propósito de lograr un aprovechamiento sustentable y masificar su potencial. Por ello la creación de este estudio, dónde se realiza el análisis de tres casos de estudios de diferentes características morfológicas, climáticas y sociales, para realizar una comparativa y determinar qué aspectos tienen un grado potencial de optimización. El estudio incluye variables e indicadores urbanos sustentables en términos de integración, ocupación de suelo, planeamiento del desarrollo, compacidad, habitabilidad y metabolismo urbano.

Palabras clave: Indicadores urbanos, sustentabilidad urbana

Introducción

En la actualidad una de las principales tendencias que presentan la mayoría de las ciudades es la expansión de su territorio y la rápida urbanización, lo que se traduce en un mayor requerimiento de recursos y superficie donde obtener dichos recursos. En el presente artículo se expone un sistema de indicadores urbanos sustentables que pretende lograr una adecuada evaluación de los escenarios proyectuales y, con base en los resultados

obtenidos, ser capaces de proponer un plan estratégico de acciones de optimización y mejora en desarrollos urbano-residenciales. Los indicadores de sustentabilidad urbana funcionan como un instrumento de valoración y prospectiva de orden cuantitativo y cualitativo del proceso urbanizador, orientado a la gestión de modelos urbano-arquitectónicos sustentables desde una visión integral y sistémica. Los

indicadores se presentan en dos grupos: Integración, ocupación de suelo y planeamiento del desarrollo; y compacidad, habitabilidad y metabolismo urbano.

Se aplicó el sistema de indicadores en tres municipios de México: Tonalá, Ciudad Juárez y Toluca, cada una con diferentes características culturales, sociales y climatológicas. Se consideró en cada caso una fracción de la ciudad formada principalmente por uso habitacional, ya sea un nuevo desarrollo o una zona ya consolidada dentro de la ciudad.

Después de la recopilación y procesamiento de la información gráfica y documental de los

insumos de los indicadores, se procede a realizar una evaluación diagnóstica por componentes del proyecto, dotando a cada indicador de una calificación para determinar el correcto o incorrecto funcionamiento del sistema obteniendo una modelación de resultados con base a los niveles de desempeño para el escenario actual.

Con esto se identifican las rutas críticas y prospectivas de escenarios deseables de sustentabilidad urbana para formular estrategias y acciones para optimización y mejora como fundamento para la generación de líneas base de monitoreo y evaluación de sustentabilidad en conjuntos urbano-residenciales.

Selección y clasificación de indicadores

La selección de los indicadores que conforman el sistema responde a tres criterios básicos: relevancia en el modelo de ciudad sustentable, competencias para desarrollar las estrategias y acciones sugeridas y viabilidad en cuanto a la disponibilidad de información.

En cuanto a la optimización de las redes metabólicas urbanas mediante la regulación de los procesos, Zhang desarrolla lo que actualmente se basa principalmente en el uso de métodos múltiples objetivos que establecen una serie de restricciones que definen soluciones viables capaces de cumplir los objetivos de optimización. La regulación óptima de un sistema metabólico urbana comienza con la investigación sobre los mecanismos que rigen las interacciones entre los componentes de la estructura del

sistema y el funcionamiento del sistema, así se hace posible identificar y regular nodos clave y procesos importantes, así como los caminos entre estos nodos y los flujos en cada proceso (2013).

La clasificación se estructura desde dos ámbitos cuya lógica funciona en base a un desempeño escalable: el primero abarca indicadores que cubren criterios mínimos, mientras que el segundo los optimiza. Así, el sistema de indicadores engloba 19 indicadores desglosados en: indicadores de integración, ocupación de suelo y planeamiento del desarrollo e indicadores de compacidad, habitabilidad y metabolismo urbanos de las urbanizaciones en el municipio, los cuales se desarrollan a continuación.

Indicadores de integración, ocupación de suelo y planeamiento del desarrollo

La planeación urbana es el objetivo y parte del objeto de estudio de la investigación al mismo tiempo, Novotny, Ahern y Brown manejan esta categoría como un proceso para discutir y decidir sobre los objetivos y prioridades colectivas, con el fin de dar cabida a las necesidades humanas presentes y futuras (2010), por ello su importancia y la relevancia que se le da en este planteamiento, ya que la planeación funge como aspecto determinante para el funcionamiento y sustento, bueno o malo, de las áreas urbanas. En ese mismo sentido sostienen que la planificación ha sido descrita como el conocimiento sobre las personas y la tierra. La planificación urbana contemporánea integra el conocimiento y las teorías científicas en un proceso inclusivo y público con respecto al uso actual y futuro de los recursos, incluida la organización física y el uso del espacio urbano, pero esta afirmación del uso futuro de los recursos obliga a manejar un enfoque de sustentabilidad de los recursos, pues si se planea un futuro primeramente se debe asegurar la mantención, en cuestión de recursos, de la ciudad.

Estratégicamente, la planeación se basa en dos conceptos clave, el primero es la producción, que construye la redundancia, y el segundo es el uso eficaz de los recursos mediante la reutilización de los residuos a través del cierre de los ciclos materiales. (Stremke & van der Dobbelen, 2013) Para lograr esto deben aplicarse cambios al sistema urbano, como en la infraestructura

urbana, la cual debe ser reconcebida y entender este cambio como un medio para mejorar y contribuir a la sustentabilidad (Novotny, Ahern, & Brown, 2010).

Este primer grupo de indicadores evalúa aspectos esenciales que competen al uso equilibrado del territorio, la optimización de la accesibilidad y movilidad sustentable, el aprovechamiento o control de los sistemas de acondicionamiento bioclimático y el uso de la vegetación como instrumento de control de algunas variables del clima y calidad del espacio urbano, en materia de habitabilidad, confort y cohesión social. Todo esto con el objetivo de establecer el grado de conectividad potencial exterior de la acción urbanística con los tejidos urbanos existentes, determinar la ocupación territorial y la consecuente mitigación de los posibles impactos ambientales de ahí derivados.

Abarcando lo más posible los aspectos de integración, ocupación de suelo y planeación, se desarrollan los siguientes indicadores:

Localización e integración de la acción urbanística

Conectividad no motorizada de la acción urbanística

Proximidad a las paradas de transporte público de la acción urbanística

Densidad de viviendas proyectadas

Movilidad sustentable

Superficie de vialidad destinada al tránsito peatonal

Estacionamiento para bicicletas

Condicionamiento climático de la morfología edificatoria

Integración de la vegetación como instrumento de control ambiental

Superficie de espacios verdes por habitante

Indicadores de compacidad, habitabilidad y metabolismo urbanos

Este segundo grupo de indicadores analiza el uso eficiente del suelo, la habitabilidad urbana y el metabolismo urbano, donde se evalúan aspectos de eficiencia edificatoria en relación con la superficie a ocupar, la calidad del diseño urbano-paisajístico, el grado de accesibilidad, la eficiencia de sistema urbano en el consumo hídrico proyectado y la eficiencia en el tratamiento y disposición de los puntos de recolección de residuos sólidos. Con base a estos aspectos del sistema se cuantifica el grado de eficiencia y se determina qué componentes de la red son las más necesitadas de regulación optimizada.

El metabolismo urbano es un método que ha surgido actualmente cómo una forma para cuantificar el uso de los recursos y la oferta en los sistemas sociales modernos, que se define como la suma total de los procesos técnicos y socioeconómicos que se producen en las ciudades. Este método se basa en el principio de visualizar a la ciudad como un organismo, donde hay entradas y salidas de energía, materiales e información, por medio de procesos de consumo e intercambio.

Cómo lo mencionan Novotny, Ahern y Brown, la eficiencia conduce a la eliminación

de redundancias, y mantener sólo aquellos elementos que son inmediatamente beneficiosos (2010), esto es el objeto de este pool de indicadores, los cuales se describen a continuación:

Compacidad Urbana Absoluta

Compacidad Urbana Corregida

Percepción espacial del verde urbano

Accesibilidad de vialidades proyectadas

Eficiencia del sistema urbano en el consumo hídrico proyectado

Valorización por Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición de Acción Urbanística proyectada

Dotación proyectada de contenedores o puntos de recolección de Residuos Sólidos Urbanos

Proximidad a los puntos de recolección de Residuos Sólidos Urbanos

Índice Global de Eficiencia y Habitabilidad urbana

Casos de estudio

Desarrollo El Jordán, Tonalá, Jalisco

Sector Independencia, Toluca, Estado de México

Fraccionamiento Lomas del Valle, Ciudad Juárez, Chihuahua

Para la ejecución adecuada del sistema de indicadores se numeran los siguientes pasos donde se incluyen fases de previas y posteriores a la aplicación del instrumento:

Recopilación y procesamiento de la información gráfica y documental de insumo de los indicadores

Evaluación diagnóstica por componentes del proyecto

Aplicación y cálculo de los indicadores

Discusión y modelación de resultados con base a los niveles de desempeño para el escenario actual

Definición de rutas críticas y prospectivas de escenarios deseables de sustentabilidad urbana.

Formulación de estrategias y acciones para optimización y mejora

Conformación de fichas técnicas de cálculo de los indicadores, como fundamento para la generación de líneas base de monitoreo y evaluación de sustentabilidad en conjuntos urbano-residenciales

Desarrollo El Jordán, Tonalá, Jalisco

El conjunto urbano-residencial “El Jordán” se ubica en el Municipio de Tonalá, Guadalajara, Jalisco; específicamente se anexa al centro de población “Puente Grande” Sector Independencia, **Toluca, Estado de México.**

La extensión territorial del conjunto es de aproximadamente 40 hectáreas. Se han proyectado un total de 2029 unidades de vivienda, unifamiliares y verticales, en dos etapas de desarrollo: 1180 unidades ya están vendidas.

Sector Independencia, Toluca, Estado de México

La zona de estudio se ubica en el Sector Independencia, Toluca, Estado de México,

muy cerca del centro histórico de Toluca. El sector independencia comprende un área de

275.04 hectáreas de las cuales se tomó un área de estudio de 14.59 hectáreas. El área de estudio comprende un total de 787 viviendas.

Se compone de tipologías unifamiliar, unifamiliar autoconstruida y plurifamiliar en edificios de 6 niveles.

Fraccionamiento Lomas del Valle, Ciudad Juárez, Chihuahua

El fraccionamiento Lomas del Valle se localiza en el municipio de Juárez, en la periferia de la localidad de Ciudad Juárez, Chihuahua. Cuenta con 1,044 viviendas en una superficie de 24.86 hectáreas.

Cuenta únicamente con tipologías unifamiliares.

Resultados

Indicadores de integración, ocupación de suelo y planeamiento del desarrollo.

PLANEAMIENTO PARA EL DESARROLLO

INTEGRACIÓN URBANA

Condicionamiento climático de la morfología edificatoria

Localización e integración de la acción urbanística

Integración de la vegetación como instrumento de control ambiental

Conectividad no motorizada de la acción urbanística

Superficie de espacios verdes por habitante

Proximidad a las paradas de transporte público de la acción urbanística

Localización e integración de la acción urbanística

OCUPACIÓN DE SUELO

Grado de integración o contigüidad de la acción urbanística con el suelo urbano consolidado y eficiencia del consumo de suelo regulando la dispersión y aparición de espacios vacíos generados en las zonas intersticiales de los nuevos tejidos urbanos.

Densidad de viviendas proyectadas

MOVILIDAD SUSTENTABLE

Movilidad sustentable

Superficie de vialidad destinada al tránsito peatonal

Los resultados de los tres casos fueron positivos, a pesar de que dos de ellos, Tonalá y Cd. Juárez, se localizaron en las periferias de las ciudades, debido a que los usos de suelo de todos los casos se encontraban

Estacionamiento para bicicletas

clasificados en los planes de desarrollo como uso habitacional o reserva de uso habitacional, concordando con la planeación de las ciudades de las zonas a urbanizar.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 100%

Sector Independencia, TOLUCA: 100%

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 100%

Mínimo Aceptable: ≥ 25

Conectividad no motorizada de la acción urbanística

Grado de conectividad potencial exterior de la acción urbanística con los tejidos urbanos existentes, ponderando sólo la movilidad no motorizada: peatonal o en bicicleta.

El Fraccionamiento Lomas del Valle de Ciudad Juárez fue el único caso donde la conectividad no motorizada de la acción urbanística superó el mínimo permisible, lo que significa que el caso de Tonalá y Toluca requieren aumentar el porcentaje de su perímetro en contacto con suelo urbano con las condiciones adecuadas para que sea accesible a usuarios peatones o que se muevan en bicicleta, esto para asegurar la conectividad en cualquier modalidad de transporte.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 30.32%

Sector Independencia, TOLUCA: 46.92%

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 100%

Mínimo Aceptable: $\geq 50\%$

Proximidad a las paradas de transporte público de la acción urbanística

Grado de conectividad de la acción urbanística con los tejidos urbanos existentes, a partir de la presencia, número y cobertura de paradas de transporte público.

El desarrollo El Jordán en Tonalá fue el único caso que no superó el mínimo adecuado, esto por la falta de información clara al respecto pues contaba con un documento donde se desarrollaba la propuesta de movilidad, pero no se confirmó su autorización. Esto ocurrió por encontrarse en fase de proyecto, pues no se podía confirmar en físico si realmente transitan rutas de transporte público en la zona del proyecto. En el caso de Toluca y Ciudad Juárez que ya se encuentran construidos y habitados, obtuvieron calificación suficiente, ya que había rutas dentro del perímetro a estudiar.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: No hay información

Sector Independencia, TOLUCA: Suficiente

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: Suficiente

Mínimo Aceptable: Mínimo deseable de 2 paradas de transporte público para acciones urbanísticas con superficie menor o igual a 16 ha., y de >2 para acciones urbanísticas con superficie mayor a 16 ha al interior de la acción urbanística o dentro de su área de influencia.

Densidad de viviendas proyectadas

Permite dimensionar el rango de ocupación territorial de las viviendas proyectadas

respecto al área total destinada al proyecto de acción urbanística, teniendo como unidad de área de referencia cada una de las celdas de una malla de 200mX200m.

En cuanto a la densidad de viviendas, todos los casos analizados quedaron fuera del rango adecuado, siendo el caso de Tonalá el que presentó un mayor número de viviendas por hectárea. El que se alejó en mayor medida del rango aceptable fue el caso de Ciudad Juárez. Por ello, la necesidad de la densificación de los usos habitacionales considerando la capacidad del territorio.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 58.67 Viv/ha

Sector Independencia, TOLUCA: 53.94 Viv/ha

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 41.99 Viv/ha

Mínimo Aceptable: >80 v/ha en el 50% de la superficie del suelo urbano residencial del proyecto.

Superficie de vialidad destinada al tránsito peatonal

Dimensiona el porcentaje y cobertura de superficie de vialidad destinada al tránsito peatonal, con acceso restringido al vehículo motorizado de paso, con relación a la superficie total de la vialidad prevista dentro de la acción urbanística.

Los tres escenarios analizados presentaron un muy bajo porcentaje de la vialidad destinado exclusivamente al tránsito peatonal, por ello, en todos los casos, se debe disminuir la cobertura de suelo urbano destinada al

tránsito vehicular y disminuir la prioridad de este dentro del perímetro de la intervención con la adecuación y aumento de la superficie de vialidad peatonal.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 28.45 %

Sector Independencia, TOLUCA: 14.02 %

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 4.60 %

Mínimo Aceptable: >1 m

Estacionamiento para bicicletas

Evalúa la dotación de piezas para estacionamientos de bicicleta en la acción urbanística, relacionándola con el tipo de uso de suelo y el área.

De igual forma que el indicador anterior, los tres casos de estudio quedaron por debajo del mínimo, pero obteniendo la calificación más baja ya que no se cuenta con ninguna plaza de estacionamiento para bicicletas en ningún caso. Se deben distribuir plazas de estacionamiento de bicicletas con capacidad según el uso de suelo, prestando atención a las zonas con mayores concentraciones y afluencias, como lo son áreas comunes, en especial zonas cercanas a las paradas de transporte público y núcleos de vivienda de alta densidad.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 0.00

Sector Independencia, TOLUCA: 0.00

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 0.00

Mínimo Aceptable – 1 plaza / vivienda o por 100 m² de cubierta, para uso comercial y

de servicios 1 plaza / por 100 m² de cubierta, para equipamiento urbano 2 a 5 plazas / por 100 m² de cubierta, y para recreación y descanso 1 plaza / por 100 m² de sueldo.

Condicionamiento climático de la morfología edificatoria

Dimensiona el porcentaje y cobertura de superficie de vialidad destinada al tránsito peatonal, con acceso restringido al vehículo motorizado de paso, con relación a la superficie total de la vialidad prevista dentro de la acción urbanística.

El condicionamiento climático de la morfología edificatoria es un indicador con carácter proxy, y en este sentido permitirá evaluar, cualitativamente y en contraste con evidencia documental, el grado en que la morfología edificatoria dentro de la acción urbanística condicionará el aprovechamiento o control de los sistemas pasivos de acondicionamiento bioclimático, de acuerdo a la características climáticas del contexto de emplazamiento, por ello no se puede dar una calificación, sin embargo si se realizó un análisis individual, encontrando que en ninguno de los tres casos hay muestra de una adecuada orientación en todas las manzanas, demostrando que existe un ordenamiento, pero no regido por el aprovechamiento basado en las condiciones climáticas naturales.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: –

Sector Independencia, TOLUCA: –

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: –

Mínimo Aceptable: N/A

Integración de la vegetación como instrumento de control microclimático

Permite evaluar a la vegetación aplicada como instrumento de control y modificación de algunas variables del clima, con base en la clasificación microclimática de la misma.

Presenta la misma situación que el caso anterior, el indicado es de carácter proxy, cuya implementación permitirá evaluar a la vegetación como instrumento de control y modificación de algunas variables del clima, con base en la clasificación microclimática de la misma. Los resultados mostraron que la vegetación, en la mayoría de los casos se regía principalmente por utilizar vegetación utilizada popularmente en la localidad, sin considerar los aspectos de sombra, transmisividad, penetrabilidad y adaptación.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: –

Sector Independencia, TOLUCA: –

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: –

Mínimo Aceptable: N/A

Superficie de espacios verdes por habitante

Grado de dotación y cobertura de superficie de espacios verdes en relación al número de habitantes proyectado para el fraccionamiento.

En cuando a la superficie de espacios verdes por habitante, los tres escenarios quedaron bajo el mínimo aceptable, sin embargo, destaca el caso de Toluca que, a pesar de contar con poca vegetación en vialidades, cuenta con amplias áreas verdes dotadas de

arbolado y vegetación. En contraparte, Ciudad Juárez no presentó ninguna área considerada como área verde, debido a que los espacios públicos existentes no presentaban vegetación.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 4.29 m²

Sector Independencia, TOLUCA: 8.12 m²

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 0 m²

Mínimo Aceptable: >9 m²/ HABITANTE

Indicadores de compacidad, habitabilidad y metabolismo urbanos de las urbanizaciones en el municipio.

USO EFICIENTE DEL SUELO

Compacidad Urbana Absoluta

Compacidad Urbana Corregida

HABITABILIDAD URBANA

Percepción espacial del verde urbano

Accesibilidad de vialidades proyectadas

METABOLISMO URBANO

Eficiencia del sistema urbano en el consumo hídrico proyectado

Valorización por Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición de Acción Urbanística proyectada

Dotación proyectada de contenedores o puntos de recolección de Residuos Sólidos Urbanos

Proximidad a los puntos de recolección de Residuos Sólidos Urbanos

ÍNDICE GLOBAL DE EFICIENCIA Y HABITABILIDAD URBANA

Índice Global de Eficiencia y Habitabilidad urbana

Compacidad urbana absoluta

Medio de evaluación y verificación del rango de concentración de edificación proyectada para el territorio. Se trata de una medida de la eficiencia edificatoria proyectada respecto al consumo de suelo urbano **Fuente especificada no válida..**

La compacidad urbana absoluta fue otro indicador con resultados por debajo del mínimo aceptable, dejando ver un deficiente aprovechamiento del suelo en relación al volumen edificado. Se deben introducir tipologías de vivienda y morfologías edificatorias que permitan el uso de vivienda plurifamiliar para aumentar la densidad y el aprovechamiento del suelo.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 1.47 m

Sector Independencia, TOLUCA: 2.46 m

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 0.53 m

Mínimo Aceptable: >5 m

Compacidad urbana corregida

Permite conocer el factor de corrección necesario para equilibrar y compensar las concentraciones volumétricas de edificación por unidad de superficie urbana con las áreas de espacio urbano público de estancia.

El desarrollo El Jordán de Tonalá fue el único en sobrepasar el mínimo aceptable, los otros

dos casos quedaron fuera del rango, debido a que cuentan con muy pocas áreas de espacio público o porque el volumen edificado es muy reducido. Se deben dosificar los espacios públicos de forma equitativa, apoyándose en la aplicación de usos mixtos y verticales para permitir la apertura a otros usos.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 10.39 m

Sector Independencia, TOLUCA: 20.18 m

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 6.29 m

Mínimo Aceptable: 10-15 m

Percepción espacial del verde urbano

Evalúa la fracción de espacio del campo visual que ocupará la vegetación en los tramos de calle proyectados para la acción urbanística y se detectarán aquellos tramos de calle con dotación insuficiente.

El desarrollo El Jordán obtuvo una calificación por encima del óptimo deseable, pero en el caso de Toluca y Ciudad Juárez, quedaron muy por debajo del mínimo, debido a que presentaban muy poca o nula vegetación en vialidades. Se debe incrementar el arbolado en los tramos que sean insuficientes para alcanzar el mínimo requerido para ello se deben crear las condiciones adecuadas en banquetas para colocar vegetación de magnitudes considerables según las condiciones locales.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 60.30 %

Sector Independencia, TOLUCA: 0.00 %

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 0.00 %

Mínimo Aceptable: >10%

Accesibilidad de vialidades proyectadas

Evaluar el grado de accesibilidad en función del ancho de aceras que estos presenten y de la pendiente del trazado urbano proyectado.

En este indicador, el escenario del Sector Independencia en Toluca, fue el único que obtuvo un resultado por debajo del mínimo aceptable, debido en gran parte a la deficiente condición de las banquetas en el sector. Por ello se debe prestar especial atención a las condiciones de accesibilidad en la vialidad peatonal para asegurar el acceso a todo tipo de usuario en todo el desarrollo.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 100.00 %

Sector Independencia, TOLUCA: 38.10 %

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 96.43 %

Mínimo Aceptable: >90

Eficiencia del sistema urbano en el consumo hídrico proyectado

Grado de eficiencia de sistema urbano en el consumo hídrico proyectado contrastando la media de dicho consumo con la demanda referencial media del recurso basada en consumos óptimos.

En cuanto a la eficiencia del sistema urbano en el consumo hídrico, los porcentajes de consumo resultaron bajos en relación a los consumos óptimos, el único desarrollo que supero el mínimo fue El Jordán. Por ello

deben implementarse medidas de ahorro y buenas prácticas en las viviendas y desarrollos.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 68.50 %

Sector Independencia, TOLUCA: 49.23 %

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 48.48 %

Mínimo Aceptable: >65 %

Dotación proyectada de contenedores o puntos de recolección de residuos sólidos urbanos

Establece el número de contenedores de RSU's segregados (orgánicos e inorgánicos) contemplados por el proyecto urbano dentro de su perímetro de intervención destinado.

Los tres escenarios obtuvieron resultados por encima del mínimo aceptable, lo que significa que se realiza una buena disposición de los puntos de recolección de los residuos sólidos urbanos que dan cobertura suficiente a los habitantes.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 108 hab/cont

Sector Independencia, TOLUCA: 85.5 hab/cont

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 66.4 hab/cont

Mínimo Aceptable: <300

Proximidad a los puntos de recolección de residuos sólidos urbanos

Indica la distancia entre la vivienda y los puntos de recolección de RSU's. Así, permite

establecer de manera bastante precisa qué distancia debe recorrer un habitante desde su vivienda hasta el punto de recogida de residuos más cercano.

En cuanto a la proximidad de los puntos de recolección de residuos sólidos urbanos, los tres casos analizados presentaron resultados dentro del rango aceptable, y ninguna vivienda supera los 150 metros hacia un punto de recolección, quedaría pendiente en este caso, revisar la forma de disposición de dichos puntos.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 71 m máximo

Sector Independencia, TOLUCA: 150 m máximo

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 100 m máximo

Mínimo Aceptable: 100 m o más

Índice global de eficiencia y habitabilidad urbana

En los resultados del índice global de eficiencia se ve la gran diferencia y sobresale el hecho de que el caso de estudio mejor calificado fue el Desarrollo El Jordán (Tonalá), que se encontraba en fase de proyecto cuando se realizó el muestreo; en segundo lugar, el Fraccionamiento Lomas del Valle (Cd. Juárez), que se muestreó construido y recién habitado; finalmente el Sector Independencia (Toluca) presentó el más bajo nivel de eficiencia, siendo el único caso ya consolidado dentro de la ciudad.

Desarrollo El Jordán, TONALÁ: 50

Sector Independencia, TOLUCA: 5

Fraccionamiento Lomas del Valle, CIUDAD JUÁREZ: 20

Mínimo Aceptable: >60

Esto puede significar muchas posibilidades:

A mayor consolidación del sector urbanizado, menor eficiencia y habitabilidad debido a la degradación por el tiempo en conjunto a la modificación antrópica.

A mayor cercanía con la periferia de la ciudad, mayor eficiencia por la disponibilidad del suelo.

Que el proyecto no se ejecuta en físico de manera adecuada por modificaciones técnicas de la obra o por que las condiciones climatológicas o sociales no son adecuadas para aplicar las características del proyecto;

Que los desarrollos actuales se proyectan de forma más eficiente que años atrás.

De igual forma, el comportamiento que presentaron los desarrollos urbanos analizados puede deberse a todas las conjeturas antes mencionadas.

VARIABLES EFICIENCIA EN USO DE SUELO URBANO Total: 35 puntos	TONALÁ	TOLUCA	CD. JUÁREZ
Densidad de viviendas proyectadas	0	0	0
Compacidad urbana absoluta	0	0	0
Compacidad urbana corregida	15	0	0
TOTAL	15	0	0

VARIABLES DE HABITABILIDAD URBANA Total: 30 puntos	TONALÁ	TOLUCA	CD. JUÁREZ
Percepción espacial del verde urbano	10	0	0
Accesibilidad de vialidades proyectadas	12	0	12
TOTAL	22	0	12

VARIABLES DE EFICIENCIA METABÓLICA DEL SISTEMA URBANO Total: 35 puntos	TONALÁ	TOLUCA	CD. JUÁREZ
Eficiencia del sistema urbano en el consumo hídrico proyectado	7	0	0
Valorización por porcentaje de residuos de construcción y demolición	0	0	0
Dotación proyectada de contenedores o puntos de recolección de residuos sólidos urbanos	3	5	5
Proximidad a los puntos de recolección de residuos sólidos urbanos	3	0	3
TOTAL	13	5	8

TOTAL Índice Global de Eficiencia y Habitabilidad Urbana	50	5	20
---	-----------	----------	-----------

Cuadro 1. Resultados del índice global de habitabilidad urbana

Compendio de resultados

Al revisar el compendio de resultados, se puede observar que los indicadores en los que

todos los casos obtuvieron resultados positivos fueron la localización e integración

de la acción urbanística, la dotación de contenedores o puntos de recolección de residuos sólidos urbanos y la proximidad a los puntos de recolección de residuos sólidos urbanos. Estos indicadores hacen ver que en

cuanto a la integración urbana y el metabolismo urbano de los residuos sólidos son manejados en la mayoría de los desarrollos habitacionales de forma correcta.



INTEGRACIÓN, OCUPACIÓN DE SUELO Y PLANEAMIENTO DEL DESARROLLO		TONALÁ	TOLUCA	CD. JUÁREZ
1	Localización e integración de la acción urbanística	100.00%	100.00%	100.00%
2	Conectividad no motorizada de la acción urbanística	30.32%	46.92%	100.00%
3	Proximidad a las paradas de transporte público de la acción urbanística	No hay información	Suficiente	Suficiente
4	Densidad de viviendas proyectadas	58.67 Viv/ha	53.94 Viv/ha	41.99 Viv/ha
5	Superficie de vialidad destinada al tránsito peatonal	28.45%	14.02%	4.60%
6	Ciclopuestos	0.00	0.00	0.00
7	Condicionamiento climático de la morfología edificatoria	-	-	-
8	Integración de la vegetación como instrumento de control ambiental	-	-	-
9	Superficie de espacios verdes por habitante	4.29 m ²	8.12 m ²	0 m ²
COMPACIDAD, HABITABILIDAD Y METABOLISMO URBANOS		TONALÁ	TOLUCA	CD. JUÁREZ
10	Compacidad urbana absoluta	1.47 m	2.46 m	0.53 m
11	Compacidad urbana corregida	10.39 m	20.18 m	6.29 m
12	Percepción espacial del verde urbano	60.30%	0.00%	0.00%
13	Accesibilidad de vialidades proyectadas	100.00%	38.10%	96.43%
14	Eficiencia del sistema urbano en el consumo hídrico proyectado	68.50%	49.23%	48.48%
15	Valorización por porcentaje de residuos de construcción y demolición	No hay información	No hay información	No hay información
16	Dotación proyectada de contenedores o puntos de recolección de residuos sólidos urbanos	108 hab/cont	86.5 hab/cont	66.41 hab/cont
17	Proximidad a los puntos de recolección de residuos sólidos urbanos	71 m máximo	150 m máximo	100 m máximo
18	Índice Global de Eficiencia y Habitabilidad Urbana	50	5	20

Cuadro 2. Compendio de resultados de los indicadores según nivel de aceptación o rechazo.

Fuera de dichos indicadores, los resultados varían dependiendo de los casos, pero resalta que, en los indicadores de densidad de viviendas, superficie de vialidad destinada a tránsito peatonal, la dotación de ciclopuestos, la superficie de espacios verdes por habitantes, la compacidad urbana absoluta y el índice global de eficiencia y habitabilidad

urbana, todos los resultados quedaron debajo del mínimo aceptable. Esto resalta a qué aspectos se les debe prestar mayor atención a la hora de proyectar nuevos desarrollos y re proyectar en casos de sectores ya consolidados. Estos son las cuestiones de la ocupación del suelo, la movilidad sustentable y el planeamiento para el desarrollo,

requieren mayor cuidado puesto que la mayoría de los resultados quedan muy por debajo del mínimo aceptable.

Conclusiones

Para que se logre una planeación urbana sustentable es necesario contar con información suficiente del sistema para que se puedan tomar las decisiones acertadas. Es evidente que se cuenta con una gran investigación teórica acerca de la gestión adecuada de los recursos, sin embargo, existe una brecha entre los generadores de estos conocimientos y los tomadores de decisiones y la sociedad en general, por lo que es urgente crear esos enlaces que permitan poner en práctica todas las teorías.

Así este modelo debe permitir que los investigadores realicen los ajustes necesarios a los procesos del sistema clave sobre la base de datos analizados y establecer escenarios prospectivos para poner a prueba los cambios o ajustes realizados para comprobar la optimización del sistema. Mediante la combinación de estos indicadores debería ser posible identificar los escenarios que conducen a un esquema de regulación óptima.

Al hacer la comparativa entre los tres casos se pudo observar un primer panorama de los aspectos de la planeación de vivienda en México que requieren una optimización. De igual forma se detectó que los resultados varían en gran medida dependiendo no sólo

de las características de proyecto, sino por las modificaciones y el uso antrópico.

Al atacar de manera conjunta los problemas ambientales y sociales, dotando al sector de la vivienda de formas más sostenibles y logrando una disminución de la diversificación socio-espacial, se podría disminuir en gran medida algunos problemas que se tienen en las urbes. Todo esto debe ir de la mano con la integración dentro de la cultura de la sociedad; se debe buscar una forma de equiparar la distribución de recursos y servicios entre toda la población.

Prospectiva

Para confirmar las hipótesis y teorías generadas a partir de esta investigación, se deben realizar estudios similares en diferentes casos de estudio, basados en proyectos, desarrollos recién habitados y zonas consolidadas, para ver el diferente comportamiento según sus características físicas y sociales.

En este sentido y para mejorar la metodología planteada, se deben incluir indicadores de segunda generación o de medición más específica, donde se incluyan aspectos de medición y distribución de infraestructura, servicios y equipamiento, así como la medición del eficiente uso de la energía, la

reutilización del agua residual y la captación de agua de lluvia.

De igual forma se podrían especificar algunos aspectos de los indicadores existentes como en los indicadores donde intervienen los arbolados, considerar condiciones espaciales de arriates, especie de árbol y otras características físicas para relacionarlos; en cuanto a proximidades se podrían considerar distancias en vertical para tener mayor grado de precisión; de igual

forma podría buscarse la forma de incluir cuestiones sociales en relación con los indicadores existentes, entre otras cuestiones.

Por otro lado, es indispensable obtener, organizar y analizar una serie de estadísticas de datos actualizados tanto a nivel territorial y urbano, como a nivel arquitectónico de las ciudades y edificios, que este último fue el aspecto de menor información para realizar este estudio.

Bibliografía

Novotny, V., Ahern, J., & Brown, P. (2010). *Water centric Sustainable Communities – Planning, retrofitting, and building the next urban environment*. Estados Unidos: John Wiley & Sons, INC.

Stremke, S., & van der Dobbelen, A. (2013). *Sustainable Energy Landscapes: Designing, Planning, and Development*.

Estados Unidos: CRC Press – Taylor & Francis Group.

Zhang, Y. (Julio de 2013). Urban metabolism: A review of research methodologies. *Environmental Pollution*, 178, 463-473.

