

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA**

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

**MAESTRIA Y DOCTORADO EN PLANEACION DEL DESARROLLO SUSTENTABLE**



# **ACCESIBILIDAD Y EFICIENCIA DE LA FORMA URBANA**

**Análisis de la interacción de los usos de suelo y la  
movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-**

**Rosarito-Tecate**

Un diagrama de flujo que muestra la estructura de la tesis. El título principal está en la parte superior, seguido por el subtítulo y el nombre de la ciudad. En el centro, el texto "TESIS" está rodeado por un círculo con una brújula. Debajo de esto, se indica el grado de doctorado. El diagrama está conectado por líneas azules y rodeado por un borde de puntos azules.

**TESIS**  
Para obtener el grado de  
**DOCTOR EN PLANEACION  
DEL DESARROLLO SUSTENTABLE**

Presenta

**Elías Páez Frías**

Director de tesis  
**Dr. Felipe Cuamea Velázquez**

## Indice de figuras

2.1.- Localización del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	6
3.1.- La perspectiva de flujos y escalas en la descripción de la sustentabilidad urbana	9
3.2.- La perspectiva de la movilidad sustentable	10
3.3.- Escala ecológica y escala social	12
3.4.- Escalera de la sustentabilidad local. Capas de análisis y responsabilidad de los sistemas urbanos y sus impactos globales	14
3.5.- Trazo de las distintas áreas que conforman a la ciudad-región	15
3.6.- Modelos-guía para la cadena de tráfico	19
3.7.- Interpretación del concepto de movilidad sustentable	21
3.8.- Metabolismo del transporte	22
3.9.- Patrones de viaje y estructuración del espacio metropolitano	24
3.10.- Representaciones de diversas estructuras espaciales. Esquemas tridimensionales de densidades de población	29
3.11.- Escalas de organización espacial de acuerdo a los objetivos del transporte y tipos de nodos de entrada (gateways)	29
3.12.- Tipos de “Metrópolis orientada al Transporte”	30
3.13.- El ciclo de retroalimentación “usos del suelo-movilidad”	32
3.14.- Características de los usos del suelo que afectan los patrones de viaje a diferentes escalas geográficas	33
3.15.- Forma urbana, accesibilidad y comportamiento de viajes	37
3.16.- Comparación entre la Estrategia de Transporte Sustentable (EST) y el enfoque convencional para la definición de políticas de transporte	40
3.17.- Re direccionamiento de la política en transporte de acuerdo a los objetivos de la sustentabilidad ambiental	40
3.18.- El modelo de PROPOLIS	44
3.19.- Marco conceptual para el análisis del sistema urbano y la identificación de opciones de políticas integradas de usos del suelo y movilidad	45
3.20.- Plan conceptual para la reconstrucción de la ciudad automóvil	49
3.21.- Niveles de interacción de los procesos de usos del suelo y movilidad	50
3.22.- Marco para la planeación del transporte urbano	51
3.23.- Conceptos básicos para la interpretación de la movilidad sustentable	52
3.24.- Base teórica-conceptual para el diseño de la metodología de análisis del caso de estudio	53
3.25.- Estrategias de gestión de la movilidad sustentable	54
4.1.- Localización del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	57
4.2.- Imagen tridimensional de la distribución de densidades en la ZMTRT y el condado de San Diego, Ca	59
4.3.- Fisiografía en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	60
4.4.- Interacción entre localidades en el espacio intermunicipal de Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate	60
4.5.- Procesos territoriales y tendencias de crecimiento en el espacio metropolitano de Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate	61
4.6.- Estructura espacial de la aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate	62
4.7.- Distribución de usos del suelo en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	62
4.8.- Distritos de la ciudad de Tijuana	63

4.9.- Distribución de usos del suelo en los distritos centrales de la ciudad de Tijuana	63
4.10.- Estructura vial de la ciudad de Tijuana y sus enlaces interurbanos dentro del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	65
4.11.- Niveles de interacción de los procesos de usos del suelo y movilidad	67
4.12.- Análisis de procesos de planeación de usos de suelo y movilidad en Tijuana-Rosarito-Tecate	67
4.13.- Etapas en las relaciones transfronterizas entre México y Estados Unidos	66
4.14.- Organigrama de la administración municipal de Tijuana	85
4.15.- Participación de agencias en los procesos operativos de usos del suelo y movilidad en la ciudad de Tijuana	87
5.1.- Manejo de escalas en los alcances de la investigación para Tijuana-Rosarito-Tecate	97
5.2.- Delimitación de unidades territoriales de planeación (distritos) y AGEB en Tijuana	99
5.3.- Densidad de población por AGEB en Tijuana	101
5.4.- Densidad de empleo por AGEB en Tijuana	102
5.5.- Proporción de usos no habitacionales por AGEB en Tijuana	102
5.6.- Densidad de rutas de transporte público por AGEB en Tijuana	103
5.7.- Distancia al centro por AGEB en Tijuana	103
5.8.- Proporción de viajes en auto por AGEB en Tijuana	104
5.9.- Gráficas de dispersión entre variables de la forma urbana y la movilidad a nivel ciudad	106
5.10.- Coeficientes de correlación entre la Densidad poblacional y la Proporción de viajes en auto por UTP de la ciudad de Tijuana	108
5.11.- Coeficientes de correlación entre la Densidad de empleos y la Proporción de viajes en auto por UTP de la ciudad de Tijuana	109
5.12.- Coeficientes de correlación entre la Proporción de usos no habitacionales y la Proporción de viajes en auto por UTP de la ciudad de Tijuana	109
5.13.- Coeficientes de correlación entre la Densidad de rutas de transporte y la Proporción de viajes en auto por UTP de la ciudad de Tijuana	110
5.14.- Distribución de usos del suelo y centros de actividad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	112
5.15.- Proporción de usos distintos al habitacional y centros de actividad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	113
5.16.- Densidad de empleos y centros de actividad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	113
5.17.-Subcentros en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	114
5.18.- Coeficientes de correlación entre la Densidad poblacional y la Proporción de viajes en auto por subcentro en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	115
5.19.- Coeficientes de correlación entre la Densidad de empleos y la Proporción de viajes en auto por subcentro en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	116
5.20.- Coeficientes de correlación entre la Proporción de usos no habitacionales y la Proporción de viajes en auto por subcentro en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	117
5.21.- Impactos de los procesos de integración en redes y flujos	117
5.22.- Función de los cruces fronterizos en la red nodal	118
5.23.- Esquema de movilidad en el espacio transfronterizo de Tijuana-Tecate-Rosarito-San Diego	118

5.24.- Modelo de flujos vehiculares en puertos fronterizos entre Tijuana, Tecate y San Diego	121
5.25.- Localización de distritos destacados en la interrelación forma urbana y movilidad	122
5.26.- Densidades de población por distrito urbano de Tijuana	124
5.27.- Densidades de empleo por distrito urbano de Tijuana	124
5.28.- Aspectos de diseño urbano en los distritos centrales de la ciudad de Tijuana	125
5.29.- Estructura policéntrica y ejes de movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	126
6.1.- Alcances estratégicos del enfoque de planeación integral de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	130
6.2.- Proceso de planeación integral de Usos del suelo y Movilidad	133

## Indice de cuadros

3.1.- Principios de sustentabilidad y políticas aplicables según la escala territorial	17
3.2.- Impactos asociados a la movilidad en las ciudades	31
3.3.- Impactos esperados por la interacción usos del suelo–movilidad de acuerdo a principios teóricos	32
3.4.- Impactos de los usos del suelo en la movilidad	35
3.5.- Relaciones entre la forma urbana y la accesibilidad de los lugares	38
3.6.- El sistema de indicadores de PROPOLIS	41
3.7.- Variables de respaldo PROPOLIS	42
3.8.- Estrategias para el manejo de la movilidad sustentable	46
3.9.- Estrategias de uso del suelo para reducir las necesidades de viajes	48
4.1.- Distribución de usos del suelo por distrito de la ciudad de Tijuana y su comparativo a nivel ciudad y espacio metropolitano	64
4.2.- Agencias de gobierno involucradas en la planeación y administración de cruces fronterizos	71
4.3.- Agencias de gobierno que conforman la subcomisión Intermunicipal de Conurbación Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito	77
4.4.- Agencias de gobierno que conforman el Consejo para el Desarrollo de la Zona Metropolitana de Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito	78
4.5.- Procesos operativos en materia de usos de suelo y movilidad a nivel metropolitano	79
4.6.- Acciones programáticas derivadas del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030 en materia de usos del suelo y movilidad	83
4.7.- Retos para la gestión integral de usos de suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	91
5.1.- Supuestos y aspectos metodológicos identificados en la revisión bibliográfica	94
5.2. Variables a utilizar por escala de trabajo y fuentes de información	96
5.3.- Estadísticas descriptivas de indicadores y coeficientes de Moran	101
5.4.- Resultados del análisis de correlación de Pearson a nivel ciudad	104
5.5.- Resultados del análisis de correlación de Pearson por UTP	107
5.6.- Resultados del análisis de correlación de Pearson entre factores de la forma urbana para las UTP “Centro” y “5 y 10”	110
5.7.- Resultados del análisis de correlación de Pearson entre factores de la forma urbana y otros modos de movilidad para las UTP “Centro” y “5 y 10”	111
5.8.- Resultados del análisis de correlación de Pearson por subcentro	115
5.9.- Distribución de usos del suelo por distrito de la ciudad de Tijuana y su comparativo a nivel ciudad y espacio metropolitano	123
6.1 Estrategias de manejo de uso de suelo	135
6.2 Retos para la gestión en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	137

## **ACCESIBILIDAD Y EFICIENCIA DE LA FORMA URBANA**

Análisis de la interacción de los usos de suelo y la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate

### **Resumen**

Uno de los objetivos básicos de la sustentabilidad urbana es el de racionalizar y eficientar el manejo de los flujos urbanos. El flujo de tránsito en las ciudades se considera como uno de los factores que mayormente generan problemas ambientales, sociales y económicos. Ante el abuso del vehículo particular, la nueva perspectiva de la movilidad urbana debe favorecer la accesibilidad sobre la movilidad. En este sentido, el objetivo central de esta investigación es evaluar la interacción entre la forma urbana y la movilidad en el espacio intermunicipal de Tijuana, Rosarito y Tecate, como punto de partida para la planeación y gestión de la movilidad sustentable en esta aglomeración metropolitana. El análisis a distintas escalas muestra que a nivel ciudad la densidad urbana es el único factor que guarda una correlación estadística negativa con la proporción de viajes en auto, en tanto que a nivel distrito la mezcla de usos y la densidad de empleo también inciden estadísticamente en la disminución de viajes en auto. A nivel metropolitano, se destaca la relación inversa entre densidad y mezcla de usos del suelo con los viajes en auto en los centros urbanos de Tijuana y Playas de Rosarito, al tiempo que importantes áreas de crecimiento adolecen de núcleos de servicios próximos. Finalmente, la condición de eficiencia de los cruces fronterizos depende de escenarios de reducción de tiempos de espera y de ampliación de líneas de inspección. Como conclusión se hace énfasis en que la planeación de la movilidad sustentable en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate debe basarse en la comprensión de los procesos de interacción de los usos del suelo y la movilidad a las distintas escalas, y estructurar un proceso de gestión basado en una visión compartida que desprenda medidas tácticas y operativas sustentadas en la coordinación de los diversos actores.

**Palabras clave:** *Accesibilidad, Movilidad sustentable, Interacción usos del suelo-movilidad, Espacio metropolitano.*



## Introducción

Uno de los enfoques teóricos para la comprensión de la sustentabilidad en las ciudades es el metabolismo urbano (Gordon 2004, Newman y Kenworthy 1999, Ravetz 2001, Tjallingii 1995). La ciudad se considera como un ente a través del cual fluyen recursos que al utilizarse se transforman en residuos. La idea del metabolismo urbano se liga a la discusión sobre la incapacidad de las ciudades para generar los recursos que demanda y por consecuencia, la necesidad que estas tienen de buscar los satisfactores en su contexto regional. En consecuencia, la ciudad actúa como consumidora y generadora, con una gran capacidad de transformación, conservación, rescate o deterioro de recursos. Para Antequera (2004) el objetivo de la sustentabilidad urbana es el de minimizar los consumos y maximizar el aprovechamiento de los recursos.

De acuerdo con lo anterior, se destacan tres aspectos para el manejo de la sustentabilidad urbana: forma urbana, movilidad y densidad (Breheny y Rockwood 1993).

Numerosos estudios destacan la relación entre forma urbana y movilidad como un indicador fundamental en la evaluación de la sustentabilidad urbana. La necesidad de desplazarse en la ciudad, el acceso a modos de transporte y las condiciones de proximidad de los destinos, determinan la magnitud de la energía requerida para soportar los flujos. El nivel de eficiencia del transporte determina las posibilidades de acceso de la población, el desarrollo adecuado de las actividades productivas y el grado de impactos ambientales que los desplazamientos motorizados generan. Por consecuencia, la **movilidad sustentable** busca minimizar el consumo de energía y disminuir los contaminantes, a la vez que maximiza la eficiencia de la estructura urbana. Así, la condición sustentable de la movilidad se vincula al concepto de **accesibilidad**, la cual se refiere a la habilidad para alcanzar espacios de manera eficiente, como un producto de la movilidad y la proximidad (Cervero 2005). De acuerdo con Silva y Pinho (2006) el concepto de accesibilidad puede ser usado como un buen marco para el diseño de políticas integrales de usos de suelo y de transporte, ya que involucra características de ambos sistemas. En este sentido, según Liu y Zhu (2003), la accesibilidad depende de cuatro condiciones:

- a) La distribución espacial de las actividades,
- b) El funcionamiento del sistema de movilidad,
- c) La capacidad de movilidad del individuo, y
- d) La capacidad de atracción de las actividades en los destinos.

Los aspectos anteriores conforman el ciclo de interacción usos del suelo-movilidad, que se explica a través de la accesibilidad (Wegener y Fürst 1999). La comprensión de estos dos sistemas y sus interacciones permite desarrollar mejores procesos de planeación hacia condiciones de movilidad más sustentables.

Trasladando estos conceptos al ámbito transfronterizo y metropolitano en el que se desenvuelven las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate, el logro de la accesibilidad estará supeditado a la adecuada distribución de las actividades urbanas, al funcionamiento eficiente de la estructura metropolitana y a la operación efectiva de los cruces fronterizos.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo central del trabajo de investigación es analizar la eficiencia de la estructura espacial metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate a través de la interacción entre los usos del suelo y la movilidad. En este caso, el análisis de esta interacción debe contemplar tres escalas de análisis: urbana, metropolitana y transfronteriza. En el primer

caso, a nivel urbano, el análisis se centra en la identificación del grado de relación que guardan los aspectos de la forma urbana (densidad y diversidad) y la movilidad (viajes particulares y acceso a la red de transporte público). A nivel metropolitano el análisis de la accesibilidad busca identificar la relación entre el nivel de policentrismo de la estructura espacial y la distribución de la población y las actividades económicas. Finalmente, la accesibilidad transfronteriza está determinada por el funcionamiento de los cruces fronterizos, considerando a éstos como los vínculos entre los puntos de origen y destino de ambos lados de la frontera.

A través de este análisis se busca evaluar la eficiencia de la estructura espacial dados los parámetros de accesibilidad utilizados y establecer un punto de partida para la gestión integral de los usos del suelo y la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate.

## 2.- Objeto de estudio, hipótesis y objetivos

La ciudad, entendida como un espacio de flujos y de concentración, representa al mismo tiempo el mayor reto y la mejor oportunidad para el manejo de la sustentabilidad. Como grandes consumidoras de recursos y generadora de residuos, las aglomeraciones urbanas actúan como entes dinámicos en donde la eficiencia de sus procesos metabólicos determina su capacidad para reducir sus impactos y asegurar su sobrevivencia en el futuro.

La forma de las ciudades determina su capacidad para el manejo eficiente de los flujos metabólicos; en este sentido, el funcionamiento eficiente de la estructura espacial debe conducir hacia la sustentabilidad de las ciudades.

En congruencia con lo anterior, los cuestionamientos básicos de los cuales se desprende esta investigación son dos:

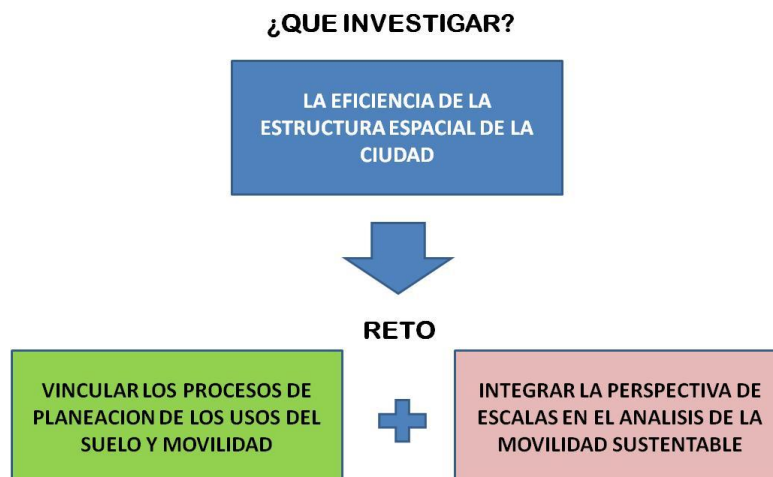
¿Cómo hacer eficiente la estructura espacial de la ciudad?

¿Cómo hacer sustentable la forma urbana de una ciudad?

La respuesta a estas preguntas inicia con la comprensión del concepto de ciudad como la combinación de dos factores fundamentales: el patrón de ocupación del suelo (forma urbana) y la dinámica de flujos (movilidad). La ocupación del suelo genera actividades y estas actividades determinan el origen y destino de los flujos de la movilidad urbana; en conjunto la forma urbana y la movilidad interactúan en un esquema de interdependencia que determina la eficiencia de la estructura espacial y en consecuencia, su sustentabilidad.

Por otra parte, las ciudades por sí mismas no tienen la capacidad para generar los recursos necesarios para su funcionamiento; en la misma perspectiva del metabolismo urbano, la ciudad región se destaca como el ámbito propicio para la planeación del desarrollo urbano sustentable, mediante el manejo de escalas.

De esta forma, la conceptualización del sentido de esta investigación se sustenta en el siguiente esquema:



### ***El objeto de estudio y la justificación.***

El espacio intermunicipal conformado por las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito se localiza en el extremo norponiente del estado de Baja California, y es considerado, por su volumen poblacional, como la sexta aglomeración metropolitana en el país ya que en el año 2005 sumó una población de 1.5 millones de habitantes y una ocupación de 28,000 hectáreas (UABC-SIDUE, 2005) con un crecimiento poblacional del 2.7% anual en el período de 2000 al 2005 (Conapo-Sedesol-Inegi, 2007). Su colindancia con la región metropolitana de San Diego en el estado de California, Estados Unidos de Norteamérica, le asigna una condición transfronteriza donde comparte dinámicas sociales, económicas y ambientales.



**Fig. 2.1.- Localización del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate.**

La Asociación de Gobiernos de San Diego (Sandag, 2007a) reconoce a Tijuana-San Diego como la mayor aglomeración urbana transfronteriza en la frontera México-Estados Unidos, ya que alberga el 34% de la población total asentada en esta franja y sostiene un movimiento por sus tres puertos de entrada de 90,000 vehículos diarios.

Según el “Programa de calidad del aire de Tijuana-Rosarito 2000-2005”, “La ubicación de la región Tijuana-Rosarito-San Diego dentro de una misma cuenca atmosférica ha generado implicaciones de tipo binacional caracterizadas históricamente por las relaciones de interdependencia en los ámbitos económico y social” (Semarnat-Gobierno del Estado de Baja California, 2000, p. 11). El “Programa de desarrollo urbano de centro de población de Tijuana 2009-2030” afirma que además del incremento de los vehículos particulares, otros aspectos que inciden en el aumento de la contaminación del aire son la “falta de movilidad y el desequilibrio urbanístico generado por el gran número de zonas que han surgido por el crecimiento urbano, ubicadas a mayor distancia de los núcleos de abasto implican mayores necesidades y distancias de desplazamiento” (Implan, 2009, p. 46). De acuerdo con el inventario de emisiones de 1998, el elemento principal que impacta a la calidad del aire en Tijuana y Playas de Rosarito es el transporte, ya que aporta el 74% de los contaminantes (Ayuntamiento de Tijuana, 2009).

La planeación de los usos del suelo ha estado presente en las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito desde la década de los ochenta. La planeación del transporte, sin embargo, data del año 2003, con la publicación del “Plan maestro de vialidad y transporte para la ciudad de Tijuana, B.C.” (Ayuntamiento de Tijuana, 2003). A la fecha el único estudio de movilidad que ha incorporado la escala metropolitana y transfronteriza es el “Estudio de transporte transfronterizo de la región de San Diego-Baja California” (Sandag, 2000), el cual tenía como objetivo identificar el impacto de los flujos regionales en la infraestructura de puertos fronterizos entre Tijuana, Tecate y el condado de San Diego.

Ningún ejercicio de planeación en Tijuana, Rosarito y Tecate ha vinculado el análisis de usos del suelo y la movilidad a nivel local ni a escala metropolitana; cada factor se estudia por separado y las políticas que se derivan se aplican de manera sectorizada. Los resultados de este proceso de urbanización han dado como consecuencia un crecimiento con grandes deficiencias en el funcionamiento urbano: dispersión, desintegración urbana y metropolitana, desequilibrio en la distribución de servicios, congestión y pérdidas de tiempo en cruces fronterizos; como consecuencia se sigue incrementando el número y la distancia de viajes particulares, con la consecuente contaminación ambiental, saturación vial y necesidad de largos tiempos de traslado de la población.

### ***Los cuestionamientos.***

Tomando como punto de partida que la ciudad se conforma a través del patrón de usos de suelo (forma urbana) y el sistema de movilidad (flujos) y que de la interacción eficiente de estos elementos depende la sustentabilidad urbana, los cuestionamientos que rigen este trabajo de investigación son los siguientes:

¿Cuál es la relación que existe entre la forma urbana y el patrón de viajes en una ciudad?

¿Cuáles son las implicaciones de esta interrelación para la planeación y gestión de la movilidad sustentable?

Y ante un espacio metropolitano en formación como el que integran las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate, con una fuerte dinámica transfronteriza, los cuestionamientos son:

¿Cómo están interactuando los sistemas de usos de suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate?

¿Es eficiente la estructura espacial de esta metrópolis en términos de la movilidad sustentable?

¿Están integrados los procesos de planeación y gestión de los sistemas de usos de suelo y movilidad en este espacio metropolitano?

## **Hipótesis**

A través de este trabajo de investigación se busca demostrar que la forma urbana tiene una incidencia directa sobre el sistema de movilidad en las ciudades, y que la accesibilidad mide la eficiencia de esta interacción a través de funcionamiento adecuado de la estructura espacial. De esta forma, los supuestos que conducen este trabajo vinculan las variables de la forma urbana y la movilidad a través de los procesos de interacción entre ambos sistemas urbanos:

- Los factores de la forma urbana determinan los patrones de movilidad en la ciudad. La eficiencia de esta relación se mide a través de la accesibilidad.
- La accesibilidad permite vincular los sistemas de usos de suelo y movilidad en el proceso de planeación de la movilidad sustentable.

Para el caso de la aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate, las variables a considerar son la forma urbana (densidad y diversidad de usos de suelo) y movilidad a través del vehículo particular. Las hipótesis de trabajo son:

- La interacción de los usos del suelo y la movilidad en espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate se refleja a escala urbana, metropolitana y transfronteriza.
- Los problemas de accesibilidad en el espacio metropolitano están determinados por el desequilibrio en la distribución de usos de suelo intraurbanos, la ineficiente estructura policéntrica y la tardanza en cruces fronterizos.
- La falta de planeación integral de los usos del suelo y la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate es resultado de esquemas de gestión sectorizados que limitan la actuación coordinada de las agencias encargadas de administrar ambos sistemas.

## **Objetivos**

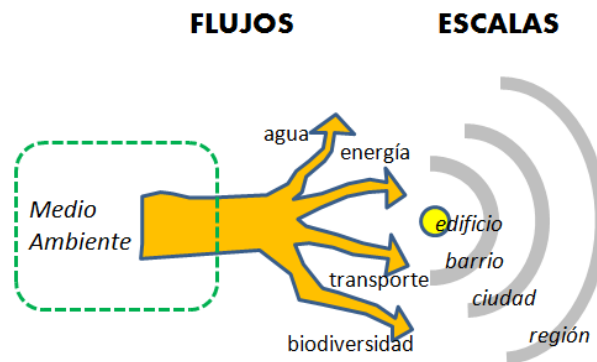
Los objetivos generales a cumplir a través de este trabajo de investigación son los siguientes:

- 1.- Vincular los procesos de análisis del sistema de usos de suelo y de movilidad en el contexto urbano.
- 2.- Evaluar la estructura espacial de la aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate a través de las interacciones usos del suelo y movilidad.
- 3.- Analizar los procesos de planeación y gestión de usos de suelo y movilidad para los distintos ámbitos espaciales de la aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate e identificar las limitantes y potenciales para el establecimiento de un esquema de planeación y gestión integral.
- 4.- Establecer recomendaciones para la planeación y gestión integral de los sistemas de usos de suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate.

### 3.- Marco teórico

En el contexto de la interacción entre forma urbana y la movilidad, el presente capítulo busca puntualizar los parámetros que determinan la conformación y estructuración del espacio urbano como espacio de flujos y de organización de actividades y su relación con los conceptos de accesibilidad, eficiencia y sustentabilidad.

Al hablar de sustentabilidad, se hace necesario precisar la escala y el campo de estudio sujeto a investigación, dado que este concepto es de una gran amplitud y complejidad. La capacidad de los recursos, los impactos y las políticas se miden desde el ámbito individual hasta el contexto global. La sustentabilidad urbana está referida al espacio de la ciudad y la preocupación se refiere a la forma en que las aglomeraciones urbanas pueden ser más responsables con su medio ambiente y cómo éstas se pueden sostener en el tiempo. Por otro lado, los recursos generados por el medio ambiente natural o construido actúan como soporte a las actividades humanas, e ingresan al sistema urbano a manera de flujos (Ver fig. 3.1); uno de estos flujos es el del transporte que tiene como función particular la movilización eficiente de la población en torno a las actividades que se dan dentro del espacio urbano.



**Fig. 3.1.- La perspectiva de flujos y escalas en la descripción de la sustentabilidad urbana. Fuente: Elaboración propia.**

La interpretación del concepto de sustentabilidad se simplifica al definir el fenómeno a observar y el ámbito espacial en el cual este se desenvuelve; así, el análisis se direcciona a un sector y en una escala determinada. Sin embargo, eso no significa la omisión de las interacciones entre los otros elementos y los impactos hacia otros ámbitos. En el tema del transporte y la movilidad sustentable, como se verá en el desarrollo de este capítulo, existe una liga directa con otros temas ambientales (energía, absorción de suelo, contaminación, cambio climático, etc.), sociales (equidad, salud, cohesión comunitaria, etc.) y económicos (costos, externalidades, etc.), y a pesar de que el espacio urbano es el receptáculo principal de los desplazamientos, los impactos repercuten, si así se analizan, a nivel global.

En este sentido, habrá que hacer algunas precisiones sobre los conceptos que en adelante se manejarán y que jugarán un papel importante en la construcción del marco teórico de este trabajo de investigación. En primer lugar, en lo que a escala se refiere, al hablar de ciudad se estará refiriendo al fenómeno urbano como tal con sus áreas de concentración, desconcentración

y vacíos intermedios, es decir la ciudad y su contexto funcional, ciudad-región o espacio metropolitano. Un concepto que precisa la aproximación a la ciudad se refiere a la denominada **estructura espacial urbana**, cuyos elementos físicos estructurales básicos son los nodos (centros y subcentros) y los ejes de relación, cuyas propiedades organizativas están dadas de acuerdo a su tamaño, la distribución de la población a través de densidades, y la distribución de los usos del suelo como resultado de la disposición de actividades dentro de la ciudad. Por otro lado, la **movilidad** es vista como la **capacidad de desplazarse** dentro de la ciudad a través de distintos modos de transporte, que permiten conectar los puntos de origen y destino; por su parte, la **movilidad sustentable** se considera como el resultado de la interacción eficiente entre la movilidad y los usos del suelo (estructura espacial) bajo una condición fundamental: la **accesibilidad**, propiedad que permite acortar distancias, aproximar actividades, disminuir tiempos de recorrido y reducir los impactos generados por los desplazamientos de vehículos motorizados dentro de la ciudad (Ver fig. 3.2).

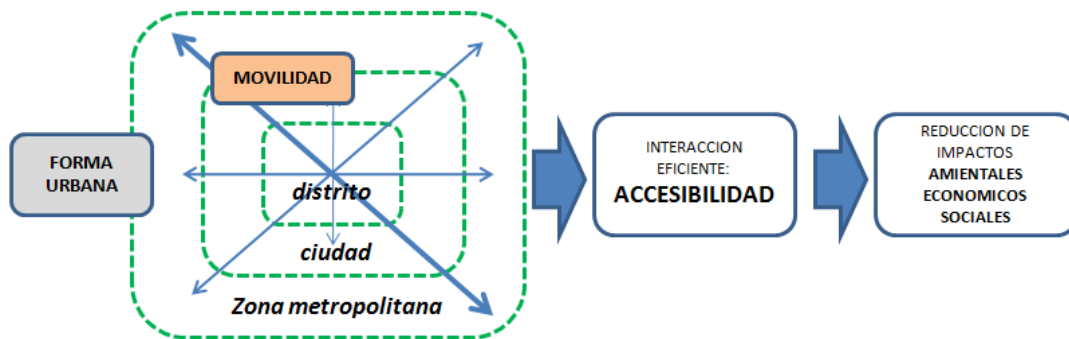


Fig.3.2.- La perspectiva de la movilidad sustentable. Fuente: *Elaboración propia*.

Este apartado está organizado en tres temas principales: desarrollo urbano sustentable, movilidad sustentable y gestión integral de los usos del suelo y la movilidad. El objetivo es enmarcar el tema de la movilidad sustentable en el contexto del desarrollo urbano, para identificar los aspectos relevantes a considerar en un proceso de planeación y evaluación de la estructura espacial y la movilidad en las ciudades.

### 3.1.- Desarrollo urbano sustentable

#### 3.1.1.- Sustentabilidad y ciudad

El concepto de sustentabilidad, además de procurar la salvaguarda de los recursos naturales, busca también conservar los capitales culturales, institucionales y productivos que permiten el desarrollo humano y social (Antequera, 2004). Antequera retoma el enfoque de la ecología urbana al mencionar que la sustentabilidad consiste en la tendencia del sistema para generar diversidad social y ecológica con un consumo energético mínimo, por lo que la sociedad debe interpretarse como un sistema que minimiza sus consumos al tiempo que maximiza su desarrollo.

Rueda (1995, citado por Antequera, 2004) considera a la sustentabilidad como el cociente entre la energía y la diversidad. Este autor divide la energía en aquella necesaria para la subsistencia de los seres vivos (endosomática) y la que ocupan los artefactos que utiliza la sociedad para su funcionamiento (exosomática); por otra parte, la diversidad es la obra construida derivada de la organización biológica o cultural, compuesta por la biomasa (capital biofísico), la suma de diversidades (factores y procesos organizativos biológicos, sociales y espacio-funcionales), la estructura urbana (como elementos físicos y construcción cultural) y los artefactos culturales (información). En el caso de la estructura urbana, Rueda considera que ésta determina el flujo de materia, energía y personas, y en consecuencia, la movilidad debe ajustarse a las rutas definidas por las edificaciones, lo que significa que de la constitución física del espacio construido se determina la cantidad de energía necesaria para que funcione.

Para Ravetz (2001), el Desarrollo Urbano Sustentable se define como las acciones que dirigen el proceso evolutivo del desarrollo urbano hacia un balance con la sustentabilidad ambiental: **Sustentabilidad Urbana Ambiental + Desarrollo Urbano**.

La *Sustentabilidad Urbana Ambiental* es el balance entre el sistema urbano y su base medio ambiental; entendida la interacción de ambos elementos como un proceso metabólico caracterizado por las entradas de energía, agua, bienes y servicios, recursos y gente, y por otro lado las salidas de gente, información, bienes y servicios, desechos y depreciación de recursos; en la parte central de estos flujos, la ciudad como consumidora y generadora, con una gran capacidad de transformación, conservación, rescate o deterioro de recursos (Ravetz, 2001).

Por su parte, el *Desarrollo Urbano* se refiere a la evolución y reestructuración del sistema urbano en su contexto global; habrá que entenderlo como un proceso cíclico y de transiciones derivado del crecimiento económico; procesos de globalización, conectividad, posfordismo y exclusión, son el resultado de las “grandes olas” del desarrollo económico, una combinación de tecnología, comunicaciones y cambios económicos, que transforman el modelo de ciudad hacia el esquema “postindustrial” o “ciudad de flujos” donde la ciudad ahora funciona más como un nodo dentro de la hiper red global (Ravetz, 2001).

En su sentido amplio, la sustentabilidad comprende no solo los aspectos ambientales, sino también los aspectos de equidad social y desarrollo económico. Por otro lado, la sustentabilidad sostiene una discusión que confronta dos escalas: lo global y lo local. En la amplitud de lo global se miden las condiciones que el ser humano tiene para su vida actual y futura, en tanto que en el espacio local se encuentran los intercambios entre demanda, impactos y aportaciones para el logro de la sustentabilidad. En este último nivel destacan las ciudades y las regiones urbanas por su rol importante en estos intercambios. Las ciudades contribuyen en buena medida a los problemas ambientales globales, pero al mismo tiempo la gente que vive en las ciudades se enfrenta con el daño ambiental, la contaminación y los problemas de salud, sociales y económicos (Spiekermann y Wegener, 2003). En la búsqueda de la reducción de consumos y el aumento de la diversidad, se han establecido diversos programas y políticas que buscan acercar el desarrollo urbano al desarrollo urbano sustentable; según la Agencia Ambiental Europea entre otras:

- Minimizar los consumos de espacio y de recursos naturales,
- Racionalizar y eficientar el manejo de los flujos urbanos,
- Proteger la salud de la población urbana,
- Asegurar el acceso equitativo a los recursos y los servicios, y
- Mantener la diversidad cultural y social (Spiekermann y Wegener, 2003).

Las ciudades son consideradas como buenos lugares para vivir dada la diversidad de los servicios que ofrecen; sin embargo, también presentan grandes disparidades sociales. El incremento poblacional en los espacios urbanos están demandado un intenso uso de recursos de manera concentrada. La urbanización del hombre implica una mayor inversión en energía para mantener las demandas generadas por la condición humana y social en las ciudades. Para Girardet (2004), la demanda de energía define a las ciudades modernas más que cualquier otro factor. La concentración de los procesos económicos y altos niveles de consumo en las ciudades incrementan la demanda de recursos. El hinterland del cual se dotan de recursos las ciudades cada vez más se puede medir en la esfera global.

### 3.1.2.- ¿Hasta dónde llega la ciudad?

Antes de responder a esa pregunta habrá que plantearse otras igualmente relevantes: ¿es realmente sustentable la ciudad? ¿Es posible encontrar todos los recursos necesarios para el funcionamiento de la ciudad dentro de ésta? Para responder a estas preguntas se habrá de referir al concepto de escala en el desarrollo sustentable.

El punto de partida de la sustentabilidad, dice Grainger (2004), es la protección del medio ambiente global y aumentar la equidad internacional. Esto da pie a la definición de escalas de actuación para la identificación de limitantes y capacidades de la unidad espacial para el manejo ambiental y la necesidad de la colaboración para regular los impactos generados fuera de la unidad.

La escala se entiende como la dimensión utilizada para medir un fenómeno (Grainger, 2004). La dimensión del fenómeno se puede determinar de acuerdo a condiciones ecológicas o condiciones sociales.



Fig. 3.3.- Escala ecológica y escala social. Fuente: Grainger, 2004

La diferencia fundamental entre los modelos ecológico y social consiste en la magnitud natural del fenómeno y la delimitación político-administrativa y de los gobiernos. En la columna de la izquierda de la figura 3.3. se localizan los recursos naturales en su estado original, en tanto que en la columna derecha se organizan los recursos sociales a través de las normas impuestas por cada nivel de gobierno. La interacción entre los diversos niveles se da a través de los flujos de capital natural, el capital humano y el capital hecho por el hombre. Dado que los límites de cada escala no son congruentes entre sí, se originan una serie de intercambios entre uno y otro nivel que determinan el grado de dependencia que cada país, región o ciudad tiene con su contexto ecológico superior y también el nivel de compromiso al que la misma entidad político-administrativa debe adquirir con su entorno.

La identificación y manejo de estos intercambios es vital para el logro de la sustentabilidad. Cada escala tiene distintas capacidades para afrontar los retos de este objetivo, las cuales son según Grainger (2004) las siguientes:

*Supranacional, nacional y regional:* niveles que contienen grandes stocks de capital natural, humano y fabricado por el hombre, por lo que tienen la capacidad de incidir sobre ellos en su totalidad.

*Localidades:* esta escala geográfica no cubre los stocks de capital ni los procesos que los mantienen, ya que mucho del capital que se usa en las ciudades viene de fuera. Importancia de la medición de la capacidad de carga para el manejo de los recursos que sostienen a la localidad.

*Viviendas:* regular y disminuir al máximo sus demandas. No solo considerar la habitabilidad sino la sustentabilidad como un todo.

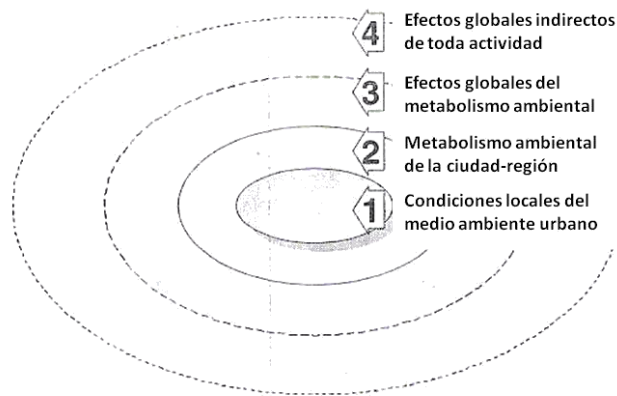
Desde una perspectiva similar, Carmona (2001), habla de la necesidad de buscar la autosuficiencia de los proyectos urbanos a todos niveles, desde lo individual (edificio) hasta la ciudad-región. En cada escala habrá que visualizar la esfera de influencia y así maximizar el nivel de autonomía para reducir los impactos a las esferas internas y externas. Si se traslada esta necesidad de autosuficiencia a la escala de la ciudad, se identifica la incapacidad para que este ámbito se mantenga con los recursos disponibles en su interior.

La definición de límites, especialmente cuando se hace referencia al tema de la sustentabilidad urbana, es una tarea compleja que debe ir más allá de la visión tradicional de límites administrativos de área urbanizada. Con la introducción del concepto de metabolismo urbano, el análisis de la delimitación urbana adquirió un nuevo enfoque. Para Gordon (2004) las ciudades no son sustentables dentro de ninguno de los límites que comúnmente determina el análisis geográfico. Por esta razón, él asegura que la ciudad sustentable es un "ideal imposible" y que es más factible y recomendable la creación de regiones urbanas sustentables, considerando un ámbito lo suficientemente grande para incorporar en toda su extensión, los procesos metabólicos urbanos y los impactos ambientales.

El concepto del metabolismo urbano fue descrito por Abel Wolman en 1965 como los procesos que soportan la dinámica urbana a través de los flujos de energía, agua, biodiversidad, etc., en dos sentidos: de entrada (inputs) y de salida (outputs). Gordon (2004) justifica este enfoque de la siguiente manera: "La concentración de población en pueblos y ciudades demandan bienes y servicios mucho más de lo que puede ser suministrado dentro de los límites urbanos. Por eso, las ciudades tienen grandes suministros de materiales naturales y fabricados como recursos

adquiridos de cualquier lugar para soportar la producción y el consumo urbano. Las actividades urbanas no solo crean los bienes y servicios valiosos para los consumidores, sino que también generan desechos y contaminación. Las ciudades habitualmente disponen de muchos de sus desechos exportándolos más allá de sus fronteras. La exploración de este flujo de materiales y energía que vincula la ciudad con la economía externa y los sistemas ambientales son las bases del estudio del metabolismo urbano” (Gordon, 2004, p. 101).

Por su parte, Ravetz (2001), a través de su “escalera de la sustentabilidad” determina la necesidad de considerar a las ciudades y las regiones como articuladores especializados de actividades que para subsistir toman recursos y servicios de cualquier lugar posible. El modelo identifica los distintos ámbitos en los que la dinámica urbana interactúa con el medio ambiente y la envergadura de sus efectos ( Ver fig. 3.4).



**Fig.3.4.- Escalera de la sustentabilidad local. Capas de análisis y responsabilidad de los sistemas urbanos y sus impactos globales. Fuente: Ravetz, 2001**

La ciudad no puede considerarse como una entidad cerrada ya que depende del sustento de recursos externos para subsistir. Entonces, la magnitud de la ciudad-región dependerá del alcance de los recursos en juego. Agua, energía, transporte, desechos, entre otros, determinan el alcance territorial del soporte de la actividad urbana; la ciudad y su “hinterland” es el punto de partida para la evaluación del metabolismo urbano y es el ámbito en el cual se desarrolla de manera directa el trabajo del planificador urbano, el diseñador urbano y el arquitecto, en su esfuerzos por lograr la máxima autonomía de la ciudad y la reducción de los impactos a otras escalas (Carmona, 2001).

Distintos autores coinciden en la incapacidad de la ciudad para manejarse de manera autosuficiente dentro de sus fronteras; la idea de metabolismo urbano permite identificar de una manera funcional los límites de la dinámica urbana a través de los flujos de entrada y los flujos de salida. En el contexto de la demanda urbana y los impactos que este proceso genera, la ciudad-región se convierte en un ámbito que permite observar con mayor pertinencia el medio ambiente que soporta al asentamiento humano, lo que permite una mejor capacidad de manejo de los recursos y los impactos generados por la dinámica urbana.

### 3.1.3.- La ciudad región y su estructura territorial

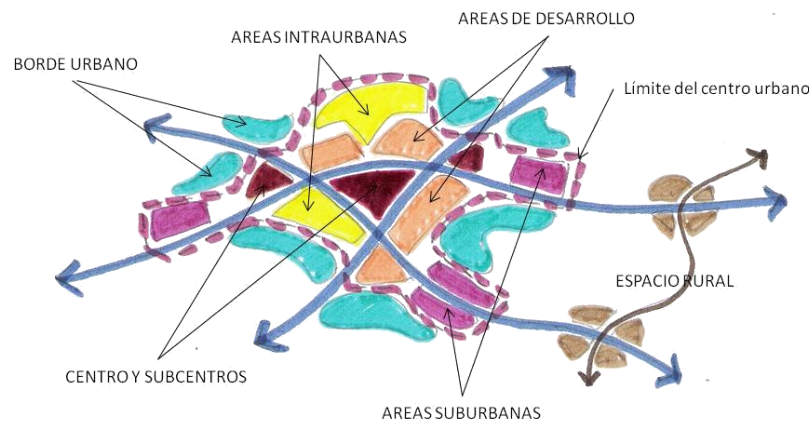
Según lo visto anteriormente, ciudad-región es un concepto funcional y espacial a la vez; implica el alcance del fenómeno urbano en su cobertura territorial considerando el alcance de sus procesos de demanda y producción.

Coraggio (1994), define a la región espacial como el ámbito de una relación que corresponde a porciones del territorio como lugar o escenario en donde se ubican procesos y relaciones sociales, así como elementos y procesos naturales, los cuales, al estar articulados, conforman lo que se denomina un complejo social-natural. Coraggio menciona que el procedimiento para identificar regiones incluye elementos subjetivos pero que se basa en “determinaciones objetivas que tiene tal relación en la situación real específicamente investigada”; así, para poder identificar la región, el fenómeno a analizar tiene que estar “objetivamente regionalizado”.

De acuerdo a Ravetz (2001), la conformación de la ciudad-región debe incorporar una imagen completa compuesta por: componentes físicos, sectores Clave (transporte, energía, etc.) y los procesos socioeconómicos.

A efecto de entender los procesos de intercambios y el papel que desempeña cada parte de la ciudad-región, Ravetz la describe a través de sus componentes físicos: centro urbano, áreas de desarrollo, áreas internas, áreas suburbanas, bordes urbanos y zonas rurales (Ver fig. 3.5). Ravetz identifica oportunidades de desarrollo en cada parte de la ciudad-región y la participación que cada una de ellas tienen en los procesos hacia el desarrollo urbano sustentable:

- Integración al mercado global.
- Capacidad de reestructuración urbana y comunitaria.
- Funcionamiento en red.
- Manejo ambiental del transporte, los residuos, la energía y la ecología (Ravetz, 2002).



**Fig. 3.5.- Trazo de las distintas áreas que conforman a la ciudad-región. Fuente: Elaboración propia con base en Ravetz, 2001**

La ciudad-región debe entonces ser vista con un sistema urbano-rural cuyas partes interactúan entre sí y con su medio ambiente a través de los flujos de personas y recursos. En este tenor, independientemente de la estructura organizacional del conglomerado urbano, las acciones para hacer eficientes estos flujos deben atender al papel que cada espacio tiene dentro de la escala territorial y derivar acciones sectoriales pero interrelacionadas entre sí que busquen el aprovechamiento efectivo y eficiente de los recursos naturales, humanos y construidos.

Breheny y Rockwood (1993) describen un modelo de ciudad-región similar al de Ravetz, pero desde un enfoque de las políticas administrativas y la planeación ambiental. Su modelo de intervención en la ciudad-región se construye a través de los acuerdos intergubernamentales a distintos niveles, considerando que el nivel local es el que directamente incide en la organización del territorio. Para ellos, **la forma urbana es uno de los factores estratégicos para determinar la sustentabilidad, al determinar los patrones de viaje, la conversión de tierra rural a urbana, el impacto en los consumos de energía por desplazamientos y la pérdida de hábitat.**

Para Breheny y Rockwood (1993), es un hecho que la forma urbana es un factor determinante en la búsqueda de la sustentabilidad; sin embargo, ante las contradictorias observaciones de los modelos de ciudad, aun no hay acuerdos en cuanto a cual forma es más sustentable que otra. Más allá de esta discusión, lo importante será comprender los procesos del funcionamiento a distintas escalas espaciales y sus interacciones y que el concepto de ciudad-región permite generar mejores respuestas en pro del desarrollo urbano sustentable.

#### **3.1.4.- Planeación urbana y desarrollo sustentable**

En el marco del metabolismo urbano, lo importante, dice Tjallingii (1995), es preguntarse a qué nivel de la escala espacial podemos hacer más efectivos y eficientes los recursos que fluyen hacia y dentro de la ciudad. Para él, guiarse a través de modelos de cadenas permite identificar el trazo de cada flujo y las interacciones que se dan en los distintos niveles de la escala urbana que van desde el edificio hasta el país.

La ciudad por sí misma no tiene la capacidad de ser sustentable. Sin embargo, dentro de las distintas escalas territoriales y de acuerdo al papel de cada factor se pueden establecer políticas para la conformación de una forma espacial que demande menor consumo de recursos y disminuya los impactos ambientales. Desde el punto de vista de la planeación urbana, para que el nuevo desarrollo se pueda adaptar a un esquema de sustentabilidad de largo plazo, la unidad básica para el desarrollo de estándares ambientales tendrá que ser la ciudad-región (Breheny y Rockwood, 1993), ya sea en cuanto a forma urbana, transporte o densidad. Las políticas deberán ser complementarias y la suma de los mismos deberá contribuir al objetivo global de la sustentabilidad.

Diversas visiones coinciden en considerar a la ciudad-región como el espacio en el cual arquitectos, diseñadores urbanos y planificadores urbanos tienen las mayores posibilidades de generar políticas y estrategias para dirigir la dinámica urbana hacia el objetivo de la sustentabilidad. Carmona (2001), en su construcción de una agenda para el diseño urbano sustentable, define de acuerdo a la revisión de una serie de autores, 10 principios de sustentabilidad que deberán aplicarse a las distintas escalas espaciales (Ver cuadro 3.1).

**Cuadro 3.1.- Principios de sustentabilidad y políticas aplicables según la escala territorial. Fuente: Carmona, 2001**

PRINCIPIO	ESCALA			
	Edificio	Espacios (barrios)	Sectores	Asentamientos
CONTINUIDAD	Responder al contexto. Fácil mantenimiento.	Personalización del espacio público. Disminución del tráfico.	Revitalización. Visión de largo plazo.	Gobernanza e involucramiento.
EFICIENCIA DE RECURSOS	Tecnologías pasivas y activas. Reducción de consumos.	Diseño para aprovechamiento de recursos y eficiencia.	Acceso a transporte.	Inversión en transporte público. Infraestructura eficiente.
DIVERSIDAD Y ELECCION	Usos mixtos y accesibilidad.	Mezcla de usos en calles. Movilidad peatonal y ciclista. Evitar barreras.	Usos mixtos por barrios- sistema de espacios públicos.	Integración de modos de viaje. Jerarquía de centros.
NECESIDADES HUMANAS	Expresión artística. Escala humana.	Espacios públicos de calidad. Diseño contra el crimen, seguridad.	Redes de espacios visualmente interesantes. Comunidades socialmente mezcladas.	Incrementar legibilidad. Sentido de pertenencia.
RECUPERACION-FLEXIBILIDAD (RESILIENCE)	Edificaciones con capacidad de ampliación y durabilidad.	Espacios multifuncionales.	Diseñar para permitir cambios graduales.	Red de infraestructura robusta con capacidad de identificar cambio de patrones de vida y trabajo.
REDUCCION DE CONTAMINANTES	Reuso y reciclado de desechos.	Disminuir superficies impermeables. Servicios de reciclado. Prioridad al transporte público.	Combinar la reducción de CO2 con la forestación.	Limpieza constante de la ciudad.
CONCENTRACION	Diseño de edificios compactos. Reuso de instalaciones.	Reducir espacios de calles y estacionamientos. Dar vitalidad concentrando actividades.	Concentración en nodos de transporte. Incrementar densidades. Respetar privacidad y seguridad.	Contención urbana y reducción de la expansión. Intensificar a lo largo de corredores de transporte. Vincular centros de actividad.
DISTINCION	Carácter arquitectónico y distinción local.	Reflejar la forma urbana y el carácter. Sentido de lugar.	Reflejar los patrones morfológicos e históricos.	Proteger la identidad positiva regional.
SOPORTE BIOTICO	Oportunidades para edificación verde. Edificios como hábitats.	Diseño del paisaje.	Proveer requerimientos mínimos para espacios abiertos. Respeto de condiciones naturales.	Vincular espacios abiertos a una red. Integrar ciudad y campo.
AUTOSUFICIENCIA	Responsabilidad ciudadana, crear redes.	Impulsar autogobierno a través del diseño.	Construir sentido de comunidad, participación comunitaria. Productos locales.	Promoción de cultura ambiental. Consulta y participación en la visión.

Como Carmona lo señala, lo importante y realmente difícil es pasar de lo teórico a la práctica. En este sentido, la conducción de los principios de sustentabilidad hacia prácticas

específicas en los diversos ámbitos de la escala territorial permite hacer más objetivas las acciones. Es menester, sin embargo comprender los procesos que rigen el comportamiento de cada elemento del fenómeno urbano y su participación en la escala territorial y funcional.

Selman (1999), en su análisis de los procesos de planeación ambiental desarrollados desde los años 70's, identifica cambios de enfoque y avances en cuanto a la perspectiva de la sustentabilidad urbana. Considera a la planeación como un proceso administrativo de la tierra y como una actividad para prever el futuro; en tanto que el medio ambiente es un ente que puede construirse desde un enfoque biofísico, edificado, económico-político o sociocultural. Para esto, la planeación ambiental debe tener una perspectiva más holística, flexible y participativa; en suma, debe cumplir con los siguientes objetivos:

1.- Planeación de sistemas socioeconómicos. Reconocer los impactos sociales y económicos de las estructuras alternativas de asentamientos. La forma urbana como ente de consumo. El reto mayor lo constituye el transporte.

2.- Planeación de sistemas de soporte de vida. Relacionado con la planeación de la calidad del aire, agua, recursos bióticos, también paisajes escénicos (protección de espacios rurales). Búsqueda de patrones de asentamientos eficientes en consumo de recursos e impactos ambientales. Utilización de SIG para modelar y contribuir en el manejo ambiental, monitoreo en tiempo real y análisis de sistemas dinámicos naturales.

3- Aprendizaje social. Considerar la capacidad de la gente en la toma de decisiones, que se convierten en estrategias más estables y con mayor duración.

4.- Modernización ambiental y la transición sustentable. Revertir el círculo vicioso del deterioro de los recursos hacia un círculo virtuoso de desarrollo de patrones de inversión social e innovación tecnológica que tengan un impacto neutro o positivo en el medio ambiente. Armonización de los objetivos de DESARROLLO y CONSERVACION: impuestos verdes, compensación de capital ambiental, planes verdes, impacto ambiental, creación de agencias ambientales multipropósito (Selman, 1999).

Finalmente, Tjallingii (1995) considera que son cuatro los flujos principales para el manejo del metabolismo urbano: energía, agua, desechos y transporte. Este autor desarrolla modelos guía para cada flujo, incorporando el análisis de escala para identificar la parte de los procesos correspondientes a cada ámbito espacial y la importancia de organizar la participación de las autoridades de los distintos niveles de la cadena.

El ejemplo de la cadena de tráfico de Tjallingii (Ver fig. 3.6) muestra los elementos a considerar como parte del diagnóstico a distintos niveles. Las necesidades de movilidad están determinadas por las distancias desde el edificio (vivienda) hasta el centro de la ciudad (síntesis espacial de los destinos). Estas necesidades generan problemas de tránsito, contaminación y absorción de espacio recreativo al nivel de distrito, región y país ante el incremento de los modos de transporte más contaminantes. Las acciones se proponen a nivel urbano (distrito, ciudad y región) mediante la diversificación de los modos de transporte y mejoras tecnológicas. Finalmente, la estrategia de largo plazo provee mayor accesibilidad entre los distritos de la ciudad y su vinculación regional, incrementando en la ciudad el acceso a modos masivos de transporte y a nivel distrito mejorando las condiciones para caminar y andar en bicicleta.

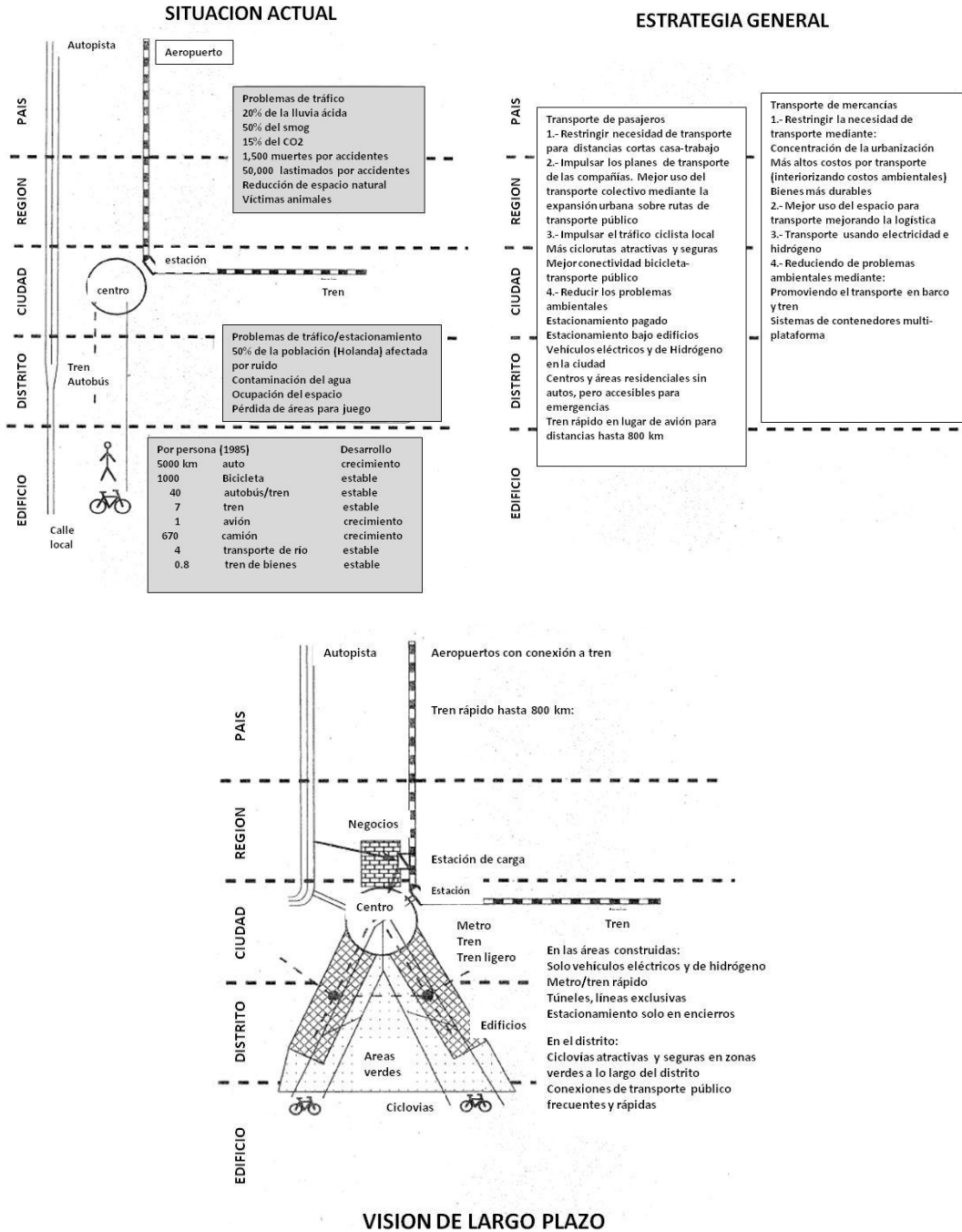


Fig. 3.6.- Modelos-guía para la cadena de tráfico. Fuente: Tjallingii, 1995

El ejemplo de la cadena de tráfico de Tjallingii proporciona un marco para la comprensión de la dinámica de transporte y las posibilidades para su planificación. El siguiente apartado desarrolla los aspectos fundamentales de esta dinámica desde la perspectiva de la movilidad sustentable e identificará aquellos factores y procesos que deben considerarse para la planeación integral de los usos del suelo y la movilidad.

### **3.2.- Movilidad, estructura espacial y desarrollo urbano sustentable**

¿Qué define la forma de las ciudades? ¿Cuáles son las fuerzas que definen la forma de las ciudades? Newman y Kenworthy (1999) enfatizan la necesidad de entender y manejar estas fuerzas en la búsqueda de la sustentabilidad en las ciudades. Para ellos tres factores son clave en la conformación de las ciudades: el transporte (la movilidad), la economía y la cultura. Estos tres factores actúan de manera interrelacionada en la formación de las ciudades. Tomando como eje la función del transporte, estos autores perciben a la ciudad como resultado de las estrategias de movilidad y estas están dadas en función de las decisiones en materia económica y cultural; desde la ciudad caminable hasta la ciudad del auto, la estructura de movilidad (y espacial) en las ciudades ha ido de la mano de los cambios en la estructura productiva, el tamaño de las ciudades y las motivaciones y necesidades de la población para vivir y desplazarse.

Esta interrelación de factores conlleva a una nueva pregunta que muchos investigadores se han hecho al analizar el tema de la forma urbana y la movilidad, algo similar a la dicotomía de qué fue primero el huevo o la gallina, en este caso, ¿cómo la forma urbana determina los modos de transporte en la ciudad y como los modos de transporte determinan la forma urbana? Hay sin embargo la opinión compartida de que existe una interacción importante entre ambos elementos y que uno de los objetivos de la movilidad sustentable es la reducción de los impactos ambientales por el incremento de viajes en vehículo particular.

En este apartado se busca describir el proceso de conformación de las ciudades a través de la interacción de la estructura urbana (usos del suelo) y la movilidad, de tal forma que se puedan extraer las conclusiones que la investigación empírica ha obtenido en los últimos años como base para el desarrollo de modelos de planeación para el logro de la movilidad sustentable en las ciudades.

#### **3.2.1.- Movilidad sustentable**

Tradicionalmente, y especialmente en la etapa posterior a la segunda guerra mundial, con la explosión del modelo de ciudad dispersa, la movilidad dentro de las ciudades había sido una preocupación de la ingeniería de tránsito como respuesta a la demanda del usuario del automóvil por desplazarse rápido y eficientemente dentro de la ciudad. La atención a esta demanda generó uno de los procesos de planeación (especialmente en los países desarrollados) más tecnificados y normados, que se sujetaban a cumplir un objetivo primordial: mejorar la fluidez vehicular.

La introducción del concepto de sustentabilidad y en particular el de metabolismo urbano, incorporó nuevas variables al tema de movilidad; ya no solo se trataba de darle funcionalidad al desplazamiento de los vehículos dentro de la ciudad, la discusión ahora iba más allá del objetivo de la movilidad como una función de la mecánica urbana, la retórica se centró en el tema de la accesibilidad. En este tenor, Litman (2008), acierta en decir que el transporte tiene significativos impactos económicos, sociales y ambientales y por lo tanto es un factor importante para la sustentabilidad. Para él la discusión que ahora se centra en el término de accesibilidad se refiere a la capacidad de la gente para acceder a bienes y servicios. El alcance ahora se centra en la atención de la necesidad de movilidad del hombre más que la del vehículo motorizado.

El Consejo Europeo de Ministros de Transporte define el concepto de movilidad sustentable a través de tres condiciones básicas (ECMT, 2004, citado por Litman, 2008):

- 1) Permite el acceso y el desarrollo de necesidades básicas de individuos, empresas y la sociedad, de manera segura y consistente con la salud humana y del ecosistema, y promueve la equidad en y entre las sucesivas generaciones.
- 2) Es accesible en costo, opera equitativa y eficientemente, ofrece una variedad de modos de transporte y soporta una economía competitiva, al mismo tiempo que permite un desarrollo regional balanceado.
- 3) Limita emisiones y desechos de acuerdo a la capacidad del planeta de absorberlos, usa energías renovables o por debajo de su tasa de generación, y usa fuentes de energía no renovables al nivel o por debajo de la tasa de generación de los sustitutos renovables, al tiempo que minimiza el impacto en el uso de la tierra y la generación de ruido.

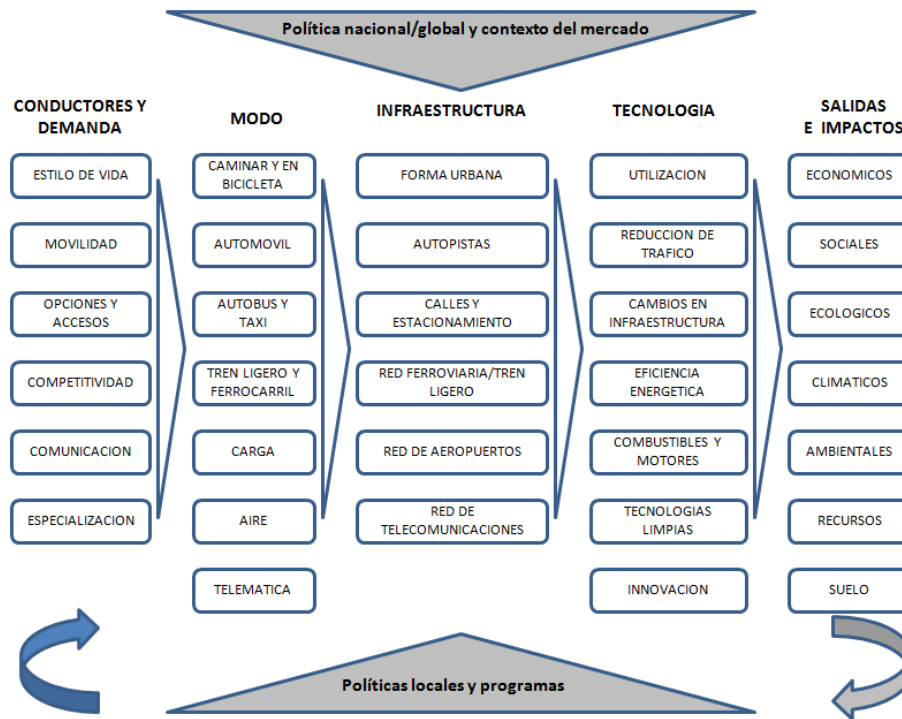
Partiendo de estos conceptos, y considerando la ecuación básica de la sustentabilidad que propone menos energía y más diversidad (Antequera, 2004), los factores que conducen hacia una política de movilidad sustentable se pueden agrupar de acuerdo a la figura 3.7.



**Fig. 3.7.- Interpretación del concepto de movilidad sustentable. Fuente: Elaboración propia.**

Para el equipo DG Research (Lautso y otros, 2004), la movilidad urbana es uno de los elementos cruciales desde el punto de vista de la sustentabilidad; en este sentido, la movilidad sustentable implica la demanda simultánea de reducir los impactos ambientales y aumentar los niveles de accesibilidad para los residentes; para esto, el equipo recomienda que la planeación del transporte debe integrarse a la planeación espacial, sobre una base general de la administración del desarrollo sustentable.

Para Ravetz (2001), la sustentabilidad del sistema de movilidad involucra un balance de sus diversos roles y ligas, sean estas físicas, económicas o sociales. En su esquema del metabolismo del transporte, Ravetz, integra los elementos que interactúan en el flujo, en forma de demanda, oferta y productos de salida o impactos (Ver fig. 3.8).



**Fig. 3.8.- Metabolismo del transporte. Fuente: Ravetz, 2001**

El modelo anterior explica la necesidad de ampliar la capacidad de accesibilidad a los conductores y demandantes a través de la diversificación de modos de transporte, el mejoramiento de la infraestructura y la tecnología para la movilidad, de tal forma que se reduzcan los impactos negativos en los diversos sectores, todo esto a través de políticas locales y programas sujetos a las políticas nacionales y el contexto del mercado.

Finalmente, las conclusiones de la Comisión Europea (citadas por Lautso y otros, 2004) respecto a la accesibilidad sustentable, aclaran los alcances de este nuevo paradigma:

- a) El transporte está jugando un rol significativo en el incremento de los problemas ambientales tales como el calentamiento global, por lo que las ciudades deben contribuir a la reducción del mismo.
- b) Evitar en el corto plazo el crecimiento de la demanda por transporte y en el largo plazo reducir el mismo a fin de generar un patrón de movilidad más sustentable mejorando la accesibilidad.
- c) Ampliar las acciones de reducción de tráfico e incrementar el uso del transporte público a través de desarrollo de objetivos de sustentabilidad, indicadores y monitoreo.
- d) Prestar mayor atención a las medidas y estrategias a nivel suburbano y en las comunidades.
- e) Reducir la demanda de viajes mejorando la accesibilidad, disminuyendo los tiempos y la demanda de viajes.

- f) Integrar las políticas de medio ambiente, movilidad, usos del suelo y de desarrollo económico, a través de un marco de estrategia sustentable para la ciudad en su conjunto.
- g) Incorporar objetivos ambientales en las políticas de transporte, con base en la reorientación de la cultura política y pública y un amplio involucramiento de los intereses públicos y privados.

El inciso f enmarca el tema de innumerables investigaciones. La integración de las políticas ambientales, de usos del suelo y de transporte representa un paso determinante en la construcción de un modelo de movilidad sustentable. Sin embargo, se hace necesario ampliar el conocimiento del proceso de interacción entre estos sistemas en el sentido de identificar aquellos aspectos clave en los que se puede incidir para mejorar la relación y poder cumplir con los objetivos de la movilidad sustentable.

### 3.2.2.- Movilidad y organización espacial. Del monocentrismo al concepto de redes

Tomando como punto de partida que el tamaño y la forma de las ciudades se definen principalmente a través de los flujos que relacionan las actividades (y los espacios) dentro de ellas, el área urbana se extenderá tan lejos de su centro como sus procesos de organización le permitan operar a niveles significativos (Bourne, 1982). Para Bourne la conformación interna de las ciudades es el resultado de conjuntar tres elementos:

- a) La forma urbana, como el patrón espacial o arreglo de los elementos individuales, tales como edificaciones y usos de suelo, grupos sociales, actividades económicas e instituciones públicas,
- b) Interacción urbana, es el grupo de interrelaciones, nexos, y flujos que actúan para integrar el patrón y comportamiento de los usos del suelo, grupos y actividades,
- c) Estructura espacial urbana, combina la forma urbana y los patrones de comportamiento e interacción de cada elemento de acuerdo a una serie de reglas organizacionales para conformar un sistema urbano.

Rodrigue (2009) afirma que a nivel urbano, el crecimiento demográfico y de la movilidad ha dependido de la capacidad y requerimientos de las infraestructuras de transporte, por lo que se han generado una amplia variedad de formas urbanas, estructuras espaciales y su asociación con los sistemas de transporte. Para él, la descripción de la ciudad se basa en la comprensión de dos conceptos: **forma urbana y estructura espacial urbana**. La forma urbana se refiere a la huella espacial de un sistema de movilidad y sus infraestructuras adyacentes las cuales confieren un arreglo espacial a las ciudades. Por su parte, la estructura espacial se refiere a la serie de relaciones que se derivan de la forma urbana a través de las interacciones de gente, bienes e información. En este sentido, la estructura urbana está articulada por dos elementos funcionales principales: **nodos**, que son el reflejo de la centralidad de las actividades urbanas, relacionadas por la acumulación espacial de las actividades económicas o por la accesibilidad del sistema de transporte; y **ejes**, que son las infraestructuras que soportan los flujos hacia y entre nodos. Estos flujos están sustentados por tres modos de transporte:

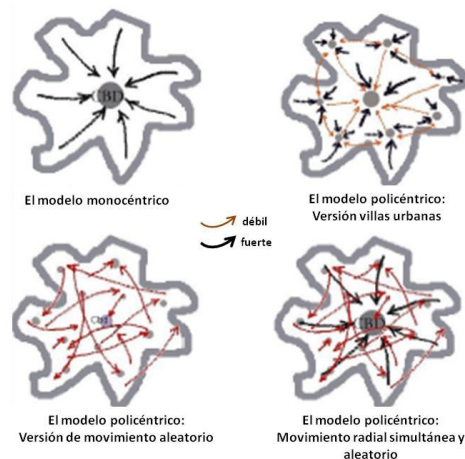
- 1.- Colectivo (transporte público): permite la movilidad hacia partes específicas de la ciudad y su eficiencia se basa en el movimiento de grandes cantidades de gente.

2.- Individual: se refiere a la movilidad por elección personal en medios como el automóvil, a pie, en bicicleta o motocicleta.

3.- Transporte de carga: caracterizado por el movimiento de carga por medio de camiones entre los centros de producción, los de distribución y los de consumo.

El sistema de movilidad urbana está asociado con la forma espacial, la cual varía de acuerdo a los modos que se utilizan (Rodrigue, 2009). Los modelos de organización espacial son dependientes de las capacidades de los sistemas de transporte urbano; al mismo tiempo, la estructura urbana determina los patrones de movilidad dentro de la ciudad. En la concepción básica de la estructura de la ciudad es posible identificar dos tipos de arreglo de acuerdo a los flujos de movilidad que se dan en su interior: modelo monocéntrico y modelo policéntrico.

La evolución de las ciudades y los sistemas de transporte ha dado pie a la transformación de las estructuras urbanas de un modelo de un solo centro (Distrito Central de Negocios, por sus siglas en inglés CBD)<sup>1</sup>, a una estructura de múltiples centros o subcentros con capacidades estructurantes diferenciadas<sup>2</sup>. Según Bertaud (2003), con el crecimiento de las metrópolis, la estructura original monocéntrica tiende a transformarse progresivamente en una estructura policéntrica: el CBD pierde su primacía y aparecen nuevos clusters de actividad dispersos dentro del área urbanizada. Para Bertaud, las ciudades grandes no nacen policéntricas sino que evolucionan en esa dirección. En la realidad, afirma Bertaud, las funciones de una ciudad monocéntrica son muy similares a las de una policéntrica; los trabajos (y los servicios) atraen a la población desde cualquier punto de la ciudad. La diferencia estriba en los patrones de viaje; en una ciudad policéntrica cada subcentro genera viajes de origen y destino lo que aparenta un patrón de movilidad casi aleatoria (Ver fig. 3.9).



**Fig. 3.9.- Patrones de viaje y estructuración del espacio metropolitano. Fuente: Bertaud, 2003**

<sup>1</sup> Basados en la teoría de Lugar Central de Walter Chistaller, bajo la cual el transporte tiene una particular importancia en la organización de los lugares centrales que buscan minimizar la fricción de la distancia. El esquema de la teoría de lugar central es la representación de una región en busca de proveerse de servicios (transporte) en una forma eficiente (Preston, 1985, citado por Rodrigue, 2009).

<sup>2</sup> La noción de policentrismo se refiere a la existencia de diversos centros que interactúan en un espacio urbano y se deriva tanto de los patrones y dinámicas funcionales como los de cooperación. El concepto se populariza en los años 80's y en general ha sido tema de numerosos debates que a la fecha no han concluido en una explicación comúnmente aceptada (Romein, 2004)

Uno de los conceptos que en la actualidad están tomando fuerza para la interpretación y atención del fenómeno urbano es el de **redes**. La transformación de las ciudades a través de su crecimiento y la evolución de las tecnologías de soporte interno (transporte, infraestructuras y comunicaciones) condujeron a cambios en la organización de la estructura espacial; estos cambios definen la organización del territorio y van más allá de la aproximación que la zonificación del uso del suelo puede interpretar. Se habla entonces de que solo a través de las redes es posible percibir la forma en que las ciudades y sus áreas metropolitanas pueden organizarse (Dupuy, 2008). “La red es un conjunto de líneas, vías de comunicación, conductores eléctricos, canalizaciones, etc., que prestan un servicio en una misma unidad geográfica. Además de las **líneas**, la red tiene puntos o **nodos** que no son simples abstracciones geométricas, sino que deben tener un ‘espesor social, geográfico’” (Dupuy, 1992, citado por Salazar, 2008, p. 152).

En su noción actual, las redes se caracterizan de acuerdo a tres criterios:

- 1) Topológico: a través de las conexiones directas entre puntos: **máxima eficiencia espacial**.
- 2) Cinético: mediante la velocidad y la importancia de los desplazamientos rápidos sin pérdidas de tiempo o interrupciones: **máxima eficiencia temporal**.
- 3) De adaptación: aporta múltiples opciones para enlazarse en el espacio y el tiempo: **máxima flexibilidad** (Dupuy, 2008).

Bajo estos tres criterios, la red se constituye en un medio que establece relaciones espacio-temporales entre nodos a través de conexiones directas y múltiples, sin importar las barreras o fronteras que se interpongan; **la red hace accesible el espacio urbano y estimula la descentralización**, borra el espacio geográfico y crea el espacio en red (Dupuy, 2008). Las relaciones implican el intercambio de bienes, energía y flujos de información, y las redes de transporte y servicios son los canales espaciales que hacen posible la circulación de esos flujos; el primer propósito de la red es la organización del territorio; la eficiencia del sistema y su capacidad para adaptarse a los cambios tecnológicos y sociales depende de la efectividad de la red (Alberto Sarratosa, 1998, citado por Dupuy, 2008).

Desde el punto de vista morfológico el concepto de red urbana se relaciona con el modelo de **policentricidad**. La red urbana se puede caracterizar como la concentración de nodos o actividades en un área geográfica, estos nodos también pueden ser caracterizados por la cantidad y diversidad de sus actividades que son accesibles a través de la red de transporte físico (Cheng y otros, 2005). Al analizar la región de Amsterdam, Cheng, Le Clercq y Bertolini (2005) se preguntan, desde un enfoque de nodos, cómo los espacios dispersos de la ciudad del futuro podrán seguir conectados dentro de la red de interacción urbana, considerando que la ocupación va más allá de los límites municipales; en este caso, afirman que se hace necesario cambiar de una política de crecimiento “hacia a dentro” (planificar la expansión) hacia una apreciación “hacia afuera”, la cual implica un cambio hacia un enfoque de red con múltiples subcentros localizados en un amplio territorio.

Otros enfoques, como el de densidad y el de accesibilidad, permiten entender el funcionamiento de las redes urbanas. El primero ve a los lugares como concentraciones de actividades sociales y económicas conectadas por redes de transporte, en tanto que el segundo, considerado como un factor de interacción, sugiere la comprensión de la accesibilidad como una

propiedad dinámica (funcional) de la red, la cual vincula las propiedades de ocupación del suelo y el transporte (Cheng y otros, 2005).

Por su parte, Bertolini y Salet (2003, citados por Cheng y otros, 2005), resumen tres aproximaciones para la comprensión de la ciudad red y las redes urbanas: morfológica-descriptiva, normativa-estratégica y analítica. La primera se refiere a las regiones urbanas policéntricas o multimodales que pueden ser constelaciones de ciudades medias (red urbana) o subcentros emergentes alrededor del centro en áreas metropolitanas (ciudad red); la segunda aproximación ve a la región urbana policéntrica como la más sustentable en términos sociales, económicos y ambientales; finalmente, **el enfoque analítico ve a las ciudades como grupos sobrepuestos de lugares de actividad, conectados físicamente por el sistema de movilidad y virtualmente por el sistema de telecomunicaciones.**

Para la planeación urbana, el concepto de redes representa un reto importante, dada la tendencia tradicional a percibir a la ciudad como una forma espacial (morfológica) estática. Es necesario un cambio de enfoque, de la sustentabilidad física a la sustentabilidad funcional, de la política urbana basada en lo compacto, a una que considere toda la red urbana (Cheng y otros, 2005).

Tal y como lo observan Robusté, Campos y Galván (2000), el concepto de redes urbanas involucra dos puntos de vista complementarios: por un lado a los urbanistas que se preocupan por la distribución del espacio y la forma estética de la ciudad (zonificación e imagen urbana) y por el otro, los ingenieros de tráfico y transporte que se preocupan por la fluidez del tráfico y la seguridad vial. Ambos enfoques deben ahora trabajar en conjunto en la planeación integral de los usos del suelo y la movilidad que deberá tener como objetivo la gestión de la movilidad sustentable.

La comprensión de la red urbana a través de la interacción de los usos del suelo y la movilidad permite analizar aquellos sistemas urbanos que mejor funcionan, y que en términos de sustentabilidad, pueden caracterizar a aquellas estructuras espaciales que son más eficientes y cuya dinámica urbana genera menores impactos ambientales, sociales y económicos. Mucha de esta discusión se polariza en la comparación de dos formas urbanas que resultan de sistemas de ocupación del suelo y de movilidad aparentemente opuestos: la ciudad compacta y la ciudad dispersa.

### **3.2.3.- Ciudad compacta y ciudad difusa**

Luego de la segunda guerra mundial, las ciudades (principalmente del mundo desarrollado) fueron el escenario de grandes transformaciones físicas generadas por el deterioro de los centros urbanos, la imagen creciente del suburbio como un mejor espacio para vivir y el uso generalizado del automóvil. En la fase de descentralización de los espacios metropolitanos, gracias al incremento de las capacidades de movilidad de la población, aparece un esquema de ciudad contrario al modelo compacto y limitado de la ciudad central: la ciudad dispersa. A partir de la introducción del concepto de sustentabilidad en los años ochentas y ante el crecimiento explosivo de las áreas urbanas en el mundo y su creciente demanda de recursos para subsistir, la discusión sobre qué forma de ciudad es más sustentable que otra ha conducido al desarrollo de renovados procesos de planeación y diseño de políticas urbanas encaminadas a lograr una mayor eficiencia de los procesos de metabolismo urbano.

La discusión se centra en la comparación de un modelo de ciudad compacto y uno disperso, lo cual deriva en el reconocimiento de los aspectos que caracterizan y diferencian a un modelo del otro.

De acuerdo a Kaji (2003), la ciudad compacta presenta las siguientes características:

- Asentamientos de alta densidad.
- Menos dependientes al automóvil.
- Límites claros.
- Con usos de suelo mixtos.
- Diversidad de actividades.
- Identidad clara.
- Con equidad social.
- Autosuficiente para la vida diaria.
- Con gobernabilidad independiente.

Por otra parte, el modelo de ciudad dispersa, de acuerdo a la revisión de autores hecha por Arbury (2005), se caracteriza como no planeada, incontrolada, con desarrollos individuales no integrados que no proporcionan una mezcla funcional de usos del suelo, y se presentan como desarrollos de baja densidad, dispersos, desligados y aislados, dependientes del automóvil.

De manera general, esta conceptualización permite identificar en el modelo de ciudad compacta una serie de beneficios como: menor dependencia del automóvil, menores emisiones, reducción del consumo de energía, mejores servicios de transporte, incremento de la accesibilidad, reuso de infraestructuras obsoletas, recuperación de espacios deprimidos y de la vitalidad urbana, mejora de la calidad de vida, preservación del espacio verde e impulso a las actividades de intercambios económicos (Thomas y Cousins, 1996).

Más allá de la discusión conceptual está la realidad del fenómeno urbano actual que evidentemente no responde en su totalidad a la dicotomía del modelo compacto y disperso. Lo que es más, diversos estudios sugieren que las pretensiones de la ciudad compacta pudieran resultar románticas y peligrosas (Thomas y Cousins, 1996). En el caso de la movilidad, de acuerdo a estudios de Newman y Kenworthy (1999) se concluye que, en lo general, una ciudad tradicional de alta densidad es más eficiente en el consumo de combustible que los asentamientos de baja densidad; sin embargo, McLaren (1992) argumenta que una ciudad centralizada y de alta densidad comúnmente puede generar mayor congestión de tráfico y que el consumo de combustible se puede elevar debido al incremento en los tiempos de viaje y la reducción en las velocidades del tráfico. Thomas y Cousins (1996) mencionan que ante la ausencia de congestionamiento vial se mejoran las velocidades de viaje y por lo tanto se incrementa la eficiencia en el rendimiento de combustible por unidad de distancia, al tiempo que el patrón de usos dispersos baja la distancia de los recorridos.

La discusión es aún más compleja cuando se involucran factores relacionados con la salud. La congestión y aglomeración de las áreas urbanas compactas comúnmente refiere a situaciones de estrés urbano y altos niveles de contaminación atmosférica ligados a los problemas de congestión vehicular. Por su parte, la dependencia en el vehículo particular del modelo disperso, dan como resultado mayores desplazamientos por autopistas lo que, de acuerdo a datos de Estados Unidos, conduce a que los accidentes de tránsito sea el motivo principal de muerte en ese país (Arbury, 2005), asimismo, la alta dependencia del automóvil conduce a la disminución de los

viajes caminando lo que incrementa la posibilidad de problemas de hipertensión, enfermedades del corazón y diabetes (Arbury, 2005).

En este sentido, la discusión entre ciudad compacta y dispersa debe ir más allá de la mera referencia a las diferencias en densidad, y por consiguiente su evaluación debe recurrir a otros factores que de acuerdo a tendencias actuales se enuncian como elementos del desarrollo urbano sustentable: posibilidad a caminar, mezcla de usos del suelo, reducción de la dependencia al automóvil y vinculación a los ejes de transporte público. Para Calthorpe (1993), el comparativo entre el modelo urbano compacto y el disperso debe reconocer que la ciudad y el suburbio están en un proceso de evolución negociada hacia la pérdida de comunidad, escala humana y naturaleza; en concreto, estos patrones de crecimiento han creado por un lado congestión, contaminación y aislamiento, y por el otro lado, pérdida de inversión urbana y deterioro económico. Entonces, tal y como Thomas y Cousins (1996) se preguntan, ¿es posible combinar un forma física compacta, con una compactación “virtual”? ¿existe un patrón de asentamiento que permita la “compactación local” complementada con la “compactación regional” en donde las conexiones entre los desarrollos sean tan eficientes que soslayen los tiempos y distancias en viajes?

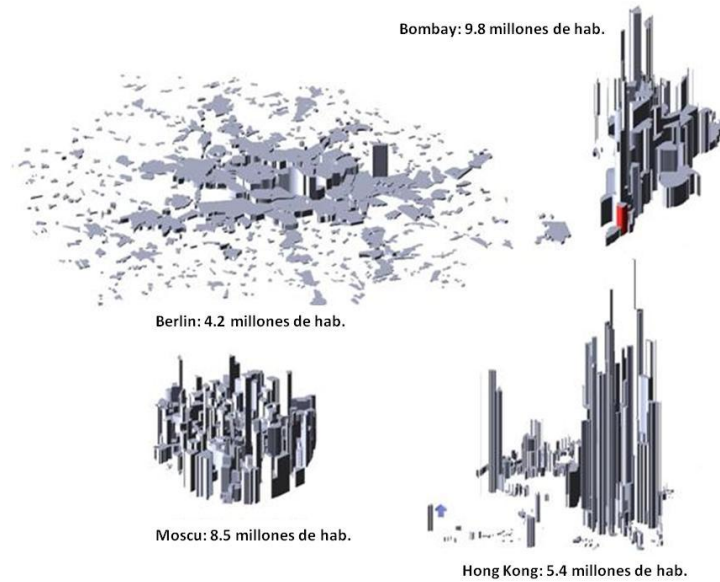
No hay respuestas concretas a estas preguntas, sin embargo, las aproximaciones conducen al cumplimiento de un objetivo básico: la creación de una ciudad en la cual la gente no tenga más la fuerte necesidad de hacer que el uso del automóvil constituya un problema social y ambiental (Thomas y Cousins, 1996). En las expectativas de que este objetivo se cumpla deberá estar presente la comprensión de los factores que determinan la organización de las actividades urbanas y en especial la interacción entre la forma espacial (estructura urbana) y la movilidad dentro de las ciudades, y cómo estos procesos se pueden dirigir hacia la conformación de un modelo de ciudad más sustentable.

### **3.2.4.- La interacción entre la forma urbana y los patrones de viaje**

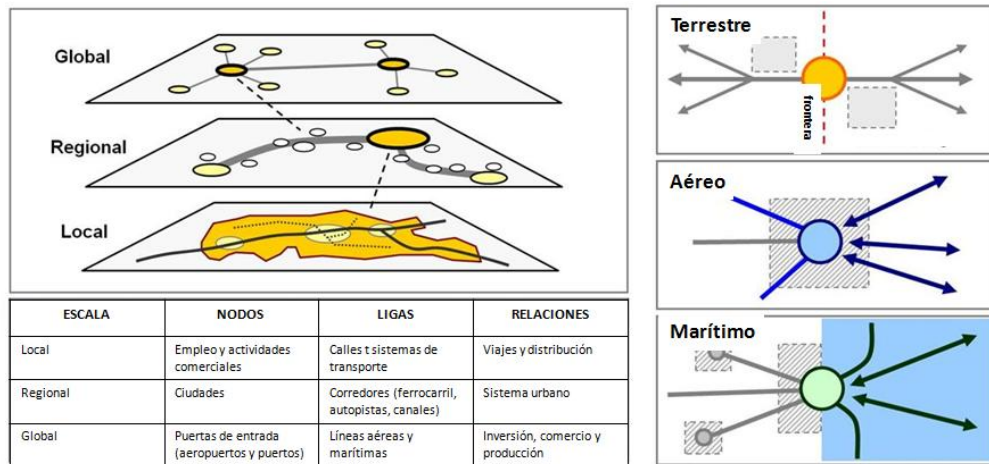
La extensión y la forma de las ciudades están determinadas por el alcance de sus interacciones, las cuales dependerán de la capacidad de vinculación de los espacios internos. Para Bertaud (2003), la estructura espacial de una ciudad está definida por la distribución de la población y el patrón de viajes. La mejor forma de entender la estructura espacial de una ciudad, dice Bertaud, es a través de la distribución de las densidades en el territorio (Ver fig. 3.10). La descripción de la ocupación urbana a través de la concentración (o dispersión) de la población es un reflejo de la aglomeración de actividades y flujos. El gradiente de densidad de una ciudad permite reconocer el comportamiento de la estructura espacial, considerando que la proximidad a los centros de actividad proporciona ventajas de localización tanto a la población como a la actividad económica.

Por su parte, Rodrigue (2009) afirma que de acuerdo a las capacidades de las redes de transporte el espacio se puede estructurar a tres diferentes escalas geográficas: global, regional y local (Ver fig. 3.11). Al nivel global, el transporte soporta la especialización económica y la producción del mercado internacional favoreciendo el funcionamiento de centros de actividad sobre las periferias y generando polos de desarrollo económico global, donde las puertas de entrada (gateways) actúan como pivotes que conducen los flujos de personas, bienes e información. A nivel regional, el transporte organiza al conjunto de ciudades formando un sistema urbano, basado principalmente en las áreas de mercado de cada centro. Finalmente, a nivel local, el transporte tiene el impacto más significativo ya que la evolución demográfica y espacial de las ciudades dependen de la fluidez y amplitud de sus movimientos internos; cada ciudad subsiste a

través del movimiento de sus pasajeros (hacia la casa, el trabajo, compras o recreación), de la carga (bienes de consumo, comida, energía, materiales de construcción y disposición de residuos). Los nodos principales de la estructura espacial al nivel local son las zonas de empleo y de servicios.



**Fig. 3.10.- Representaciones de diversas estructuras espaciales. Esquemas tridimensionales de densidades de población. Fuente: Bertaud, 2003**

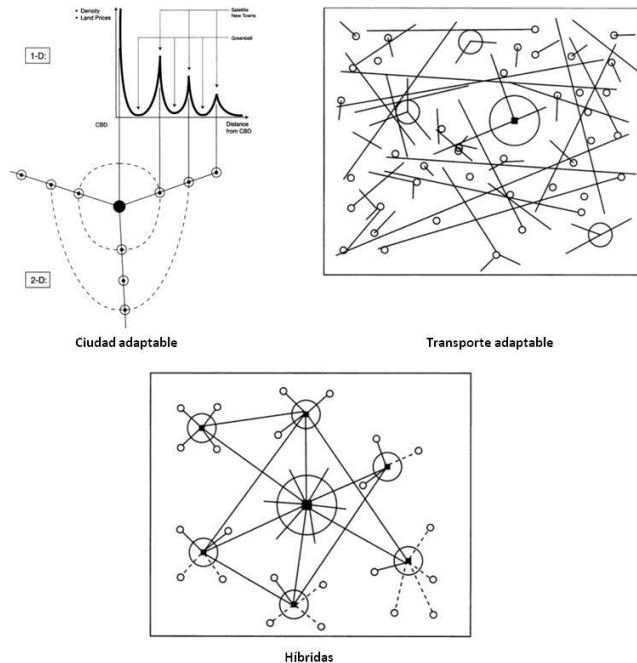


**Fig. 3.11.- Escalas de organización espacial de acuerdo a los objetivos del transporte y tipos de nodos de entrada (gateways). Fuente: Rodrigue, 2009**

Habrá que mencionar que tanto el modelo de Bertaud (2003) como el de Rodrigue (2009) son simplificaciones basadas principalmente en la dinámica económica de las ciudades: Bertaud le

asigna un valor importante a la comprensión de las fuerzas del mercado como la variable que condiciona a la estructura urbana y de movilidad en la ciudad; en tanto Rodrigue, visualiza el sistema de transporte como parte fundamental de las estrategias de desarrollo económico de las ciudades y las regiones.

Con un enfoque más integral, Robert Cervero (1998) identifica cuatro tipos de organización espacial en la descripción de su concepto de “Metrópolis orientada al Transporte (Ver fig. 3.12) ”<sup>3</sup>:



**Fig. 3.12.- Tipos de “Metrópolis orientada al Transporte”. Fuente: Cervero, 1998**

- 1.- Ciudades adaptables. Son metrópolis orientadas al transporte que han invertido en sistemas de trenes para guiar el crecimiento y la localización de los futuros desarrollos con características compactas, mezcla de usos de suelo localizados alrededor de los nodos ferroviarios.
- 2.- Sistemas de transporte adaptados. Lugares que se caracterizan por su ocupación dispersa y de baja densidad que han adaptado el sistema de tránsito y nuevas tecnologías para sustentar el desenvolvimiento diario de la demanda de viajes.
- 3.- Ciudades de centro fuerte. Ciudades monocéntricas que han desarrollado sistemas de transporte ligados a los diseños de calles internas que coexisten adecuadamente con peatones y ciclistas.

<sup>3</sup> Transit Metropolis es una región en la cual coexisten de manera funcional los servicios de transporte y la forma urbana. Para Cervero, en algunos casos, eso significa que existen desarrollos compactos, con mezcla de usos bien situados con relación a los servicios ferroviarios, y en otros casos que el desarrollo disperso está bien ligado a servicios flexibles de autobuses urbanos. Para él, lo que importa es que el transporte y la ciudad coexistan en armonía (Cervero, 1998).

4.- Modelos híbridos. Lugares que han balanceado la concentración de la ocupación a lo largo de los principales corredores de tránsito al tiempo que acondicionan la eficiencia del transporte hacia los suburbios.

En la comprensión de la estructuración del espacio con base en la movilidad interna, existe un número creciente de investigaciones que reconocen la existencia de una fuerte relación entre la forma urbana y los patrones de viaje. Gran parte de estas investigaciones tienen como punto de partida un precepto básico de la sustentabilidad urbana: promover formas de desarrollo urbano sustentable en las cuales el diseño y la disposición de las áreas urbanas permitan la reducción de viajes (Stead y Marshall, 2001).

La expansión de las áreas urbanas y el incremento en el uso del vehículo particular tiene como consecuencia impactos económicos, sociales y ambientales (Ver cuadro 3.2). En lo económico, se mencionan principalmente los costos asociados a los problemas de congestión vehicular y las externalidades que provocan; en lo social el enfoque se dirige hacia la discusión de la equidad y la salud de la población urbana; y en el tema ambiental destaca la contaminación del aire y la discusión del cambio climático global (Litman, 2008a).

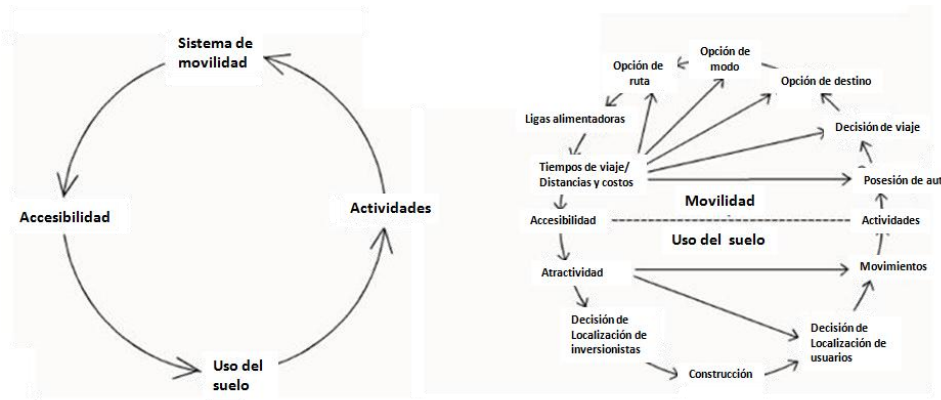
**Cuadro 3.2.- Impactos asociados a la movilidad en las ciudades. Fuente: Litman, 2008a**

ECONOMICO	SOCIAL	AMBIENTAL
Calidad de la accesibilidad Congestión del tráfico Costos de infraestructura Costos al consumidor Barreras a la movilidad Daños por accidentes Deterioro de recursos no renovables	Equidad Impactos a la movilidad de discapacitados Costo accesible Impactos a la salud humana Cohesión comunitaria Vitalidad comunitaria Estética	Contaminación del aire Cambio climático Contaminación por ruido Contaminación del agua Impactos hidrológicos Degradación del hábitat Deterioro de recursos no renovables

Wegener y Fürst (1999) desarrollan uno de los trabajos más referidos por las investigaciones recientes sobre la interacción de los usos del suelo y la movilidad. El reconocimiento de que los viajes y la decisión de la localización de actividades codeterminan unos a otros conduce a un esquema cíclico de retroalimentación “usos del suelo-movilidad” (Ver fig. 3.13).

Para Wegener y Fürst (1999) las interacciones entre usos del suelo y movilidad se deben a los siguientes procesos:

- La distribución de *usos del suelo*, tales como residencial, industrial o comercial en un área, determina la localización de las *actividades* humanas tales como vivir, trabajar, comprar, educarse o recrearse.
- La distribución de las *actividades* en el espacio requiere interacciones espaciales o viajes en el *sistema de movilidad* para cubrir la distancia entre la localización de las actividades.
- La distribución de la infraestructura de los *sistemas de movilidad* crea oportunidades para las interacciones espaciales y pueden ser medidas a través de la *accesibilidad*.
- La distribución de la *accesibilidad* en el espacio codetermina las decisiones de localización que resultan en cambios en el sistema de *usos del suelo*.



**Fig. 3.13.- El ciclo de retroalimentación “usos del suelo-movilidad”. Fuente: Wegener y Fürst, 1999**

Las aproximaciones teóricas que pueden explicar esta interacción entre usos del suelo y movilidad en áreas metropolitanas incluyen la parte técnica (sistemas de movilidad urbana), la parte económica (ciudades y mercados) y las teorías sociales (sociedad y espacio urbano). De esta forma, Wegener y Fürst (1999) identifican los factores que intervienen en los procesos de interacción usos del suelo-movilidad en tres direcciones: usos de suelo-transporte, transporte-usos del suelo y transporte-transporte (Ver cuadro 3.3).

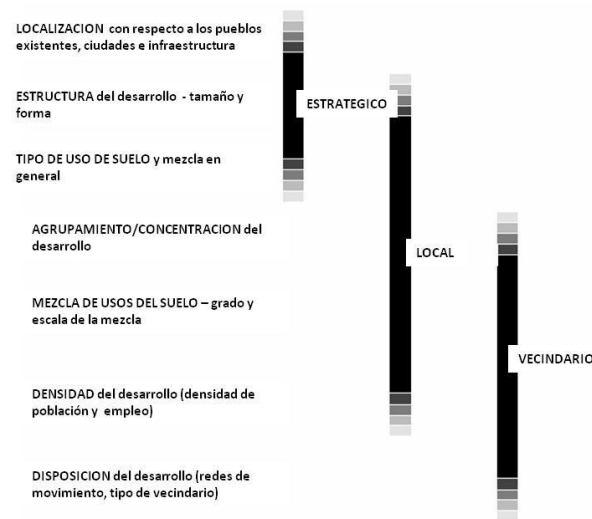
**Cuadro 3.3.- Impactos esperados por la interacción usos del suelo –movilidad de acuerdo a principios teóricos. Fuente: Wegener y Fürst, 1999**

DIRECCION	FACTOR	IMPACTO EN
USOS DEL SUELO - MOVILIDAD	Densidad residencial	Distancias de viaje Frecuencias de viaje Elección de modo
	Densidad de empleo	
	Diseño de vecindario	
	Localización	
	Tamaño de ciudad	
MOVILIDAD – USOS DEL SUELO	Accesibilidad	Localización residencial
		Localización industrial
		Localización de oficinas
		Localización de comercio
MOVILIDAD - MOVILIDAD	Accesibilidad	Distancias de viaje Frecuencias de viaje Elección de modo
	Costo de viaje	
	Tiempo de viaje	

La mayor parte de las investigaciones empíricas se han avocado a analizar la dirección de la relación usos del suelo-movilidad. En esta línea de trabajo, hay una serie de coincidencias en la interpretación de los factores de la estructura espacial (usos del suelo) que mayormente impactan en los patrones de viaje. Autores como Lawrence y Pivo (1994), Stead y Marshall (2001), Van Acker

y Witlox (2005), Newman y Kenworthy (2006), Silva y Pinho (2006), Milakis et al. (2007), y Litman (2008), desarrollan o comparan modelos de acuerdo a distintos factores de la estructura urbana. Los trabajos de Stead y Marshall (2001) y de Todd Litman (2008a) se concentraron en la revisión de literatura sobre el tema y lograron identificar los factores coincidentes en la interrelación usos de suelo y movilidad.

Stead y Marshall (2001) se aproximan a la comprensión de los factores de la forma urbana que inciden en los patrones de viaje. Su modelo identifica una serie de factores que interactúan a distintas escalas con la movilidad desde el vecindario hasta el nivel estratégico, la ciudad-región (Ver fig. 3.14).



**Fig. 3.14.- Características de los usos del suelo que afectan los patrones de viaje a diferentes escalas geográficas. Fuente: Stead y Marshall, 2001**

En su trabajo, Stead y Marshall identifican 9 factores de la forma urbana que inciden en la movilidad:

- Distancia de residencia al centro urbano.
- Tamaño del asentamiento.
- Mezcla de usos del suelo.
- Disponibilidad de servicios locales.
- Densidad del desarrollo.
- Proximidad a las redes de transporte.
- Disponibilidad de estacionamiento residencial.
- Tipo de red vial.
- Tipo de vecindario.

Estos dos autores aclaran que el significado de cada variable depende del contexto en el cual se observen. En su esquema de análisis, agruparon los estudios de acuerdo a 5 factores de movilidad: distancia de recorrido, frecuencia de viajes, intercambio modal, tiempo de viaje y

consumo de energía. Tres conclusiones principales se desprenden de su trabajo: una que tiene que ver con los problemas para vincular las variables socioeconómicas<sup>4</sup> con las de uso del suelo y de movilidad; otra previene que los resultados dependerán de la fuerza de la evidencia, la escala del análisis y la causalidad de las relaciones analizadas; y una tercera asegura que la planeación urbana es el proceso idóneo para coordinar y manejar esta diversidad de factores.

Litman (2008a) por su parte identifica 11 factores y sus impactos en los patrones de viajes (Ver cuadro 3.4), y genera las siguientes conclusiones de acuerdo a la evidencia empírica de los estudios revisados:

- 1) La posesión de automóviles y los viajes tienden a reducirse al incrementar las densidades de población y del empleo.
- 2) Los viajes en automóvil por persona tienden a disminuir con el incremento de la mezcla de usos del suelo, al vincular comercio y servicios en áreas residenciales.
- 3) Los viajes en automóvil por persona tienden a disminuir en áreas con redes viales bien conectadas, principalmente si los desplazamientos no motorizados tienen buenas conexiones.
- 4) Los viajes en automóvil por persona tienden a reducirse en áreas con calles atractivas y seguras que dan lugar a peatones y ciclistas y donde los edificios están conectados a través de banquetas y no por estacionamientos.
- 5) Núcleos comerciales más grandes y de mayor densidad tienden a generar menores tasas de movilidad en auto, porque éstos proporcionan mejores alternativas de viaje y mayores amenidades.
- 6) Los viajes por persona tienden a disminuir con la presencia de sólidos y competitivos sistemas de transporte público, particularmente cuando se integran a usos de suelo de apoyo.
- 7) La mayoría de las estrategias de Crecimiento Inteligente para usos de suelo son más efectivas y complementarias si se implementan con estrategias de manejo de la demanda de transporte (TDM).
- 8) Usos del suelo más compactos y accesibles tienden a generar beneficios adicionales en lo económico, social y ambiental; adicionalmente, ayudan a alcanzar los objetivos de la movilidad, incluyendo la reducción de la superficie impactada (y por consiguiente la superficie de escurrimiento pluvial y de efecto de isla de calor), reduce los costos de los servicios públicos, incrementa la cohesión social y preserva el hábitat y los espacios abiertos.

---

<sup>4</sup> En diversos estudios, los autores desprenden de su análisis aquellos factores socioeconómicos incluidos en los estudios: ingresos, posesión de auto, posesión de licencia de conducir, posición en el trabajo, tipo de empleo, género, edad, tamaño del hogar y composición, nivel educativo, actitudes, tipo de personalidad. La experiencia empírica demuestra la dificultad para incorporar estas variables y las limitaciones en la capacidad de hacer comparaciones entre diferentes áreas. Muchos estudios denominan a las variables socioeconómicas como “variables de control o de contexto” y se concentran mayormente en vincular a las variables de la forma urbana y el transporte ya que las recomendaciones finalmente buscan incidir en los aspectos físicos del uso del suelo y los aspectos funcionales de la movilidad como sistema.

**Cuadro 3.4.- Impactos de los usos del suelo en la movilidad. Fuente: Litman, 2008a**

<b>FACTOR</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>IMPACTO EN TRANSPORTE</b>
Densidad	Personas o empleos por unidad de tierra	Incrementar la densidad tiende a reducir los viajes por persona
Mezcla de usos	Grado de usos de suelo relacionados que se localizan próximos	Incrementar la mezcla de usos tiende a reducir los viajes por persona
Accesibilidad regional	Localización relativa al centro urbano regional	Mejorar la accesibilidad reduce las distancias recorridas per cápita.
Centralidad	Proporción de actividades comerciales y empleos en centro de actividad	Incrementa el uso de modos alternativos de desplazamiento
Conectividad a la red	Grado de banquetas y calles que están conectados y permiten el desplazamiento a diversos destinos	Mejorar la conectividad de la red puede reducir las distancias recorridas y ampliar los recorridos a pie.
Diseño de calles y mantenimiento	Escala, diseño y mantenimiento de calles	Más calles multimodales aumenta el uso de modos alternos de desplazamiento.
Condiciones para caminar y andar en bicicleta	Cantidad, calidad y seguridad de banquetas, cruceros peatonales, caminos y ciclorutas	Mejorar las condiciones para caminar y andar en bicicleta a tiende a aumentar los viajes no motorizados y reduce los viajes en automóvil.
Calidad del transporte público y accesibilidad	Calidad del servicio de transporte público y accesibilidad a destinos	Mejorar los servicios de transporte incrementa su uso y disminuye el uso del automóvil.
Disponibilidad de estacionamiento y administración	Número de espacios para estacionamiento por unidad de superficie	Reducir el estacionamiento, incrementar su costo y otras regulaciones reduce significativamente la posesión de autos y el kilometraje.
Diseño del sitio	Disposición y diseño de las edificios y estacionamientos	Mayor diseño de sitio "multimodal" incluyendo equipamiento para el transporte público puede reducir los viajes en automóvil.
Administración de la movilidad	Políticas y programas que impulsan patrones de viajes más eficientes	Puede reducir significativamente las distancias recorridas en las rutas afectadas.

Las conclusiones de Litman (2008a) representan el común denominador de los resultados empíricos. Sin embargo, hay opiniones encontradas en cuanto a las capacidades reales de incidir en estos procesos o de que los resultados sean lo suficientemente soportados para desarrollar políticas públicas. Algunas conclusiones demuestran relaciones débiles entre los factores analizados. Algo que es importante es la opinión de que la interacción usos de suelo y la movilidad es multifactorial y que no es posible sacar conclusiones a través de una sola variable. Como afirman Milakis, Vlastos y Barbopoulos "...no hay estándares internacionales que se puedan adoptar. Por eso se propone que, en cada caso, uno debe analizar las relaciones locales existentes

entre los usos del suelo y la movilidad a fin de asegurar que cualquier política aplicada subsecuentemente será efectiva” (Milakis y otros, 2008, p. 213).

Proveer accesibilidad se convierte en el objetivo común, y la aportación que brinde el manejo adecuado de cada factor será acumulable y multiplicable, en la búsqueda de un esquema urbano más sustentable (Litman, 2008a). El concepto de accesibilidad entonces representa el nuevo enfoque de la movilidad urbana, un factor compuesto que amalgama las funciones principales de las relaciones entre los usos del suelo y la movilidad: densidad, diversidad, diseño y proximidad.

### **3.2.5.- La accesibilidad y las tres “D” para la movilidad sustentable**

La movilidad a través de la expansión de la red de transporte ya no debe ser un objetivo último (Makri, 2001). Hoy se sabe que construir calles nuevas o ampliar las existentes conducen al incremento de los volúmenes de tráfico. ¿Estamos presenciando el final de las ciudades-auto? (Newman y Kenworthy, 1999). Ahora la meta es generar buena accesibilidad para satisfacer nuestras necesidades de interacción sin aumentar los efectos negativos de la movilidad (Makri, 2001). Ya no es factible soportar el acceso a las áreas urbanas a través del desplazamiento de los vehículos particulares; un objetivo fundamental (hablando de la agenda del Departamento de Tránsito de Washington) es el de encontrar formas para planear e instrumentar formas urbanas para incrementar la accesibilidad (Lawrence, 1994).

Para Silva y Pinho (2006), el concepto de accesibilidad puede ser utilizado como un adecuado marco de referencia para el diseño de políticas integradas de usos de suelo y movilidad, ya que contempla características de ambos procesos de planeación. Al tiempo que cada vez más se considera que la planeación de la movilidad es parte integral de la planeación de los usos del suelo, la accesibilidad se está convirtiendo en un elemento clave en el análisis de la eficiencia de los sistemas de transporte, una característica importante de las áreas urbanas y un vínculo crucial entre la movilidad y los usos del suelo (Liu y Zhu, 2003).

A pesar de estas coincidencias, el concepto de accesibilidad como tal no está totalmente acotado. Es más sencillo coincidir en las propiedades de la accesibilidad que en su propia definición. Silva y Pinho (2006), definen a la accesibilidad como la facilidad para alcanzar las oportunidades deseadas. Cervero (2005), por su parte afirma que la accesibilidad es la habilidad para alcanzar espacios de manera eficiente, es un producto de la movilidad y la proximidad. Para Liu y Zhu (2003), accesibilidad es la facilidad con la que las actividades de un lugar pueden ser alcanzadas desde otro sitio por algún modo particular de viaje; para ellos, la accesibilidad depende de cuatro factores:

- 1) De la distribución espacial de los destinos potenciales relativos al punto de origen de un individuo,
- 2) Del funcionamiento del sistema de movilidad al conectar sitios espacialmente separados,
- 3) De las características del individuo en tanto su capacidad de hacer uso del sistema de transporte, y
- 4) De la magnitud, calidad y carácter de las actividades encontradas en el destino, así como los tiempos en los que el individuo es capaz de participar en la actividad cuando ésta sea disponible.

Diversos autores coinciden en los procesos de medición de la accesibilidad (Marki, 2001; Liu y Zhu, 2003; Silva y Pinho, 2006, Cervero, 2005; Geurs y Ritsema van Eck, 2001). Dos componentes básicos miden la accesibilidad: el componente de actividad que tiene que ver con la motivación de los viajes o la atracción de los destinos, y el componente de transporte que tiene que ver con la capacidad del sistema y la resistencia u obstáculos a la movilidad (Silva y Pinho, 2006). Marki (2001) por su parte retoma los conceptos de diversos autores y clasifica cuatro formas para medir la accesibilidad:

*Medidas de distancia.* Es la forma más simple. Mide la distancia que hay desde un sitio hacia distintas oportunidades de destinos. Pueden ser medidas en distancia promedio o calcular áreas de distancia o distancias a la oportunidad de destino más cercana.

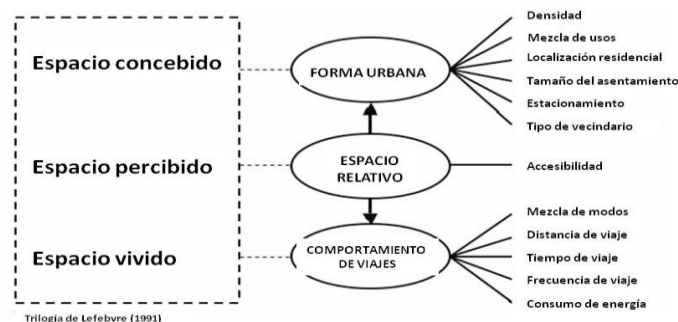
*Medidas de oportunidad acumulativa.* Son evaluaciones de accesibilidad relacionadas con el número o proporción de oportunidades accesibles dentro de una determinada distancia de viaje o tiempo desde una ubicación específica. Este tipo de medida da una idea del rango de opciones disponibles a los residentes dentro de un espacio de la ciudad.

*Medidas gravitacionales.* Se derivan del modelo gravitacional de distribución de viajes. Se obtienen dando un peso relativo a las oportunidades de destino de cada área a través de una medida que indica su atracción descontándole un factor de resistencia.

*Medidas de valor utilitario.* Se basan en la teoría de utilidad aleatoria que considera que cada individuo da a cada destino un valor utilitario y que la elección individual de un destino particular depende de la utilidad del sitio comparada con la utilidad del resto de las opciones.

Para Marki (2001), en el tema de accesibilidad, cada situación determina la aproximación necesaria y no hay una condición óptima en la medición de la accesibilidad. La decisión sobre cuál es la mejor forma de medir la accesibilidad tiene que ser tomada de acuerdo al tema y a las condiciones prácticas de la situación dada. Lo importante es tener conocimiento de las oportunidades para elegir el proceso que más se ajuste a la situación.

De Sousa (2008) adapta los conceptos de la trilogía del espacio como ente concebido, percibido y vivido, al modelo de relaciones entre movilidad y usos del suelo; considera a la forma urbana como el espacio concebido, el comportamiento de viajes como el espacio vivido y a la accesibilidad como el espacio percibido (Ver fig. 3.15).



**Fig. 3.15.- Forma urbana, accesibilidad y comportamiento de viajes. Fuente: De Sousa, 2008**

Para De Sousa la accesibilidad puede ser utilizada como un indicador del espacio relativo, ya que refleja los atributos del espacio (localización de actividades) y algunos aspectos no físicos como las características del transporte (costos, tiempos y frecuencias). Considerando que la forma urbana sustentable tiene como objetivo implícito dar énfasis a medios de transporte diferentes al automóvil, la accesibilidad tiene un peso significativo a nivel regional y local. Para De Sousa, la accesibilidad está implícita en los 9 aspectos identificados a través de la investigación empírica enunciados por Stead y Marshall (2001). En este sentido, la accesibilidad está presente a las diferentes escalas y a través de los distintos modos de transporte.

**Cuadro 3.5.- Relaciones entre la forma urbana y la accesibilidad de los lugares. Fuente: De Sousa, 2008**

Aspecto de la forma urbana	Relación con la accesibilidad del lugar			
	Escala espacial		Modo de transporte	
	Regional	Local	Auto	No auto
Densidad del desarrollo	••	••	••	••
Mezcla de usos del suelo	••	••	••	••
Tipo de vecindario	••	••	••	••
Distancia de residencia al centro urbano	••		○	○
Tamaño del asentamiento	••		○	••
Proximidad a redes de transporte	••	○		••
Tipo de red vial	○	○	••	••
Disposición de servicios locales		••	○	••
Acceso a estacionamiento residencial		○	••	

•• Relación fuerte    ○ Relación débil

De acuerdo al cuadro 3.5, se destacan los tres primeros factores como los que de manera más fuerte relacionan la accesibilidad con las escalas espaciales y los modos de transporte. La densidad del desarrollo, la mezcla de usos de suelo y el tipo de vecindario son los factores que diversos autores coinciden en señalar como los de mayor importancia en la relación usos del suelo-movilidad (Silva y Pinho, 2006). Cervero y Kockeman (1997) denominan a estos tres factores como las 3 D de la influencia de los usos del suelo sobre la movilidad: densidad, diversidad y diseño.

La **densidad** se mide comúnmente en términos de población y/o empleo. Las incidencias de este factor sobre el patrón de viajes son las siguientes:

- Altas densidades poblacionales permiten una amplia gama de oportunidades para el desarrollo de contactos personales y actividades que se pueden mantener sin necesidad de depender de movimientos motorizados.
- Altas densidades amplían el rango de servicios que pueden ser mantenidos en un espacio local reduciendo la necesidad de viajar largas distancias.
- Patrones de desarrollo con altas densidades tienden a reducir las distancias promedio entre viviendas, servicios, empleo y otras oportunidades, lo cual reduce las distancias de viaje.

- Altas densidades pueden ser más atractivas para la operación y uso del transporte público y menos atractivas para el uso y posesión del automóvil, lo cual tiene implicaciones para la elección de modos (Stead y Marshall, 2001).

La **diversidad** se refiere a la mezcla de usos del suelo en un área determinada. Aunque alguna evidencia sugiere que este factor no es tan importante como la densidad (Stead y Marshall, 2001), el nivel de la mezcla de usos de suelo puede contribuir a la disminución de la demanda de viajes debido principalmente a la descentralización de empleos menos especializados hacia la escala local. El balance entre residencia y empleos es un indicador de la mezcla de usos de suelo, bajo la premisa de que las actividades productivas y la vivienda localizadas en una misma zona disminuye la necesidad de viajes externos por motivos de trabajo. La existencia de servicios locales se adhiere a este factor permitiendo a la población desplazamientos más cortos para acceder a ellos.

El **diseño** tiene que ver con las características físicas y de imagen urbana del vecindario. Es una variable compuesta utilizada para caracterizar los espacios de las ciudades que son relativamente homogéneos de acuerdo a una serie de atributos (Stead y Marshall, 2001). Estos atributos comúnmente incluyen la edad del desarrollo, el estilo del desarrollo y el tipo de red vial.

Fundamentalmente, estos tres factores ha sido tomados como base para el desarrollo de nuevos modelos de planeación y diseño urbano, entre los que se cuentan el Nuevo Urbanismo, el Crecimiento Inteligente, Comunidades Orientadas al Transporte y Villas Urbanas, que se basan en los preceptos de diversidad y amenidad para crear ambientes comunitarios más compactos, ligados al transporte público, con diversidad de usos y actividades, más caminables y con mayor sentido de identidad. En esta dirección, y ante la necesidad de una gestión integral de los usos del suelo y movilidad, se han desarrollado modelos y procesos que buscan incidir positivamente en estos aspectos del desarrollo físico de las ciudades. Algunos de estos procesos se discutirán en el siguiente apartado.

### **3.3.- Planeación y gestión de la movilidad sustentable**

#### **3.3.1.- Implicaciones de la política integral de usos del suelo-movilidad para el desarrollo urbano sustentable**

Cada vez más se reconoce a lo largo del mundo la necesidad de cambiar el paradigma de construir ciudades basadas en el automóvil. La movilidad urbana hoy en día representa un factor que no propicia la sustentabilidad de las ciudades. El crecimiento continuo del número de vehículos motorizados y su uso pone en jaque la disponibilidad de recursos naturales, especialmente el petróleo; las emisiones por combustión vehicular contribuye al daño global y local de los ecosistemas y la salud humana; otras preocupaciones incluyen los accidentes de tránsito, altos niveles de ruido urbano y patrones de ocupación del suelo que interfieren con la integridad del ecosistema (OECD, 2002).

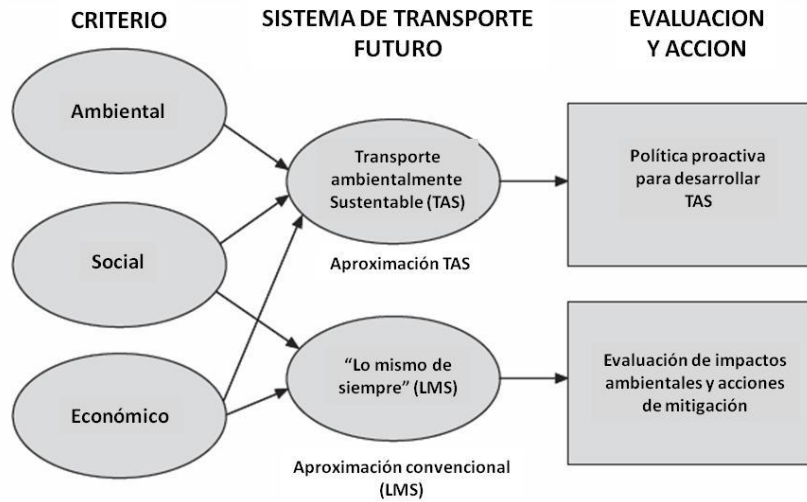
Para la OECD es claro que se requiere una nueva aproximación a la política de transporte en las ciudades con la capacidad para atender las condiciones actuales y cumplir con los objetivos futuros. Para eso define tres estrategias que difieren del enfoque convencional:

- 1.- Que la movilidad cumpla con los requerimientos del desarrollo sustentable.

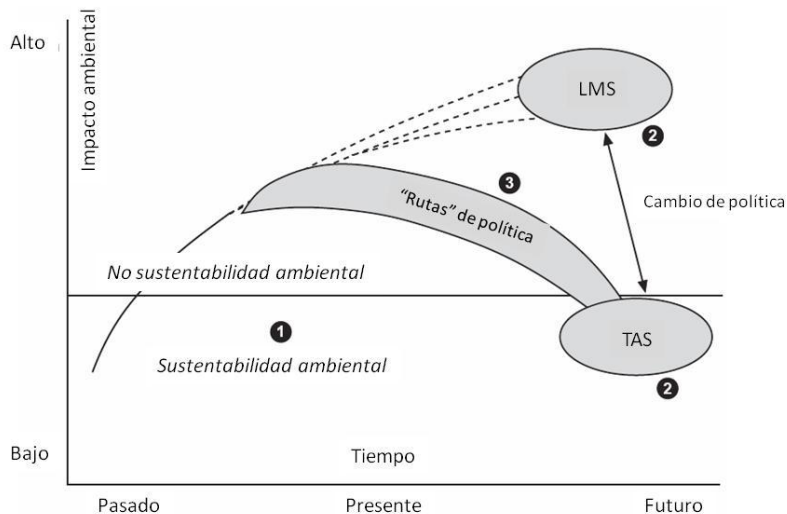
2.- Que la estrategia incorpore la totalidad de los impactos ambientales de la movilidad.

3.- Que se incorporen medidas e instrumentos para restringir la magnitud de los daños ambientales ocasionados por la actividad del transporte.

Este cambio de enfoque es el ingrediente fundamental en la definición de las nuevas políticas de movilidad urbana (Ver figs. 3.16 y 3.17).



**Fig. 3.16.- Comparación entre la Estrategia de Transporte Sustentable (EST) y el enfoque convencional para la definición de políticas de transporte. Fuente: OECD, 2002**



**Fig. 3.17.- Re direccionamiento de la política en transporte de acuerdo a los objetivos de la sustentabilidad ambiental. Fuente: OECD, 2002**

Un punto fundamental en la nueva política de movilidad urbana es la integralidad de sus concepciones. La ciudad sustentable necesita amalgamar su planeación física, la ambiental y la económica; adicionalmente, también deberá involucrarse la planeación social (Newman, 1997). La planeación de la movilidad urbana no escapa a estas consideraciones ya que como se vio en apartados anteriores genera impactos en lo físico, ambiental, económico y social.

El reporte final de PROPOLIS<sup>5</sup> (Lautso y otros, 2004), reconoce que muchas ciudades cuentan con modelos de transporte para la definición de políticas de planeación, sin embargo, estos modelos no toman en cuenta en el largo plazo la interacción entre los usos del suelo y la movilidad lo cual limita enormemente su utilización como instrumento para la planeación urbana de largo plazo. Estos modelos adolecen de un sistema coherente para interpretar de manera sistemática, integral y transparente, los efectos hacia las dimensiones de la sustentabilidad ambiental, social y económica.

PROPOLIS desarrolló un modelo de indicadores para medir las tres dimensiones de la sustentabilidad relacionadas con el manejo de la movilidad urbana, los cuales se derivan de la revisión del estado de arte de los modelos urbanos de usos del suelo y movilidad (Ver cuadro 3.6).

**Cuadro 3.6.- El sistema de indicadores de PROPOLIS. Fuente: Lautso y otros, 2004**

SECTOR	TEMA	INDICADOR
AMBIENTAL	Cambio climático global	Gases de invernadero generados
	Contaminación del aire	Gases ácidos generados Compuestos orgánicos volátiles
	Consumo de recursos naturales	Consumo de productos oleos Cobertura de suelo por el transporte Necesidades adicionales de construcción
	Calidad ambiental	Fragmentación del espacio abierto Calidad del espacio abierto
SOCIAL	Salud	Exposición a PM Exposición a NO2 Exposición a ruido de tráfico Muertes de tránsito Daños por tránsito
	Equidad	Justicia en la distribución de los beneficios económicos Justicia en la exposición a PM Justicia en la exposición a NO2 Justicia en la exposición al ruido Segregación
	Oportunidad	Vivienda estándar Vitalidad del centro urbano Vitalidad de la región circundante Productividad generada por usos del suelo
	Accesibilidad y tráfico	Tiempo total invertido en tránsito Nivel de servicio del transporte público y modos lentos Accesibilidad al centro urbano Accesibilidad a los servicios Accesibilidad a espacios abiertos

<sup>5</sup> El objetivo del proyecto de investigación de la Unión Europea denominado PROPOLIS (Planning and Research of Policies for Land Use and Transportation for Increasing Urban Sustainability) es el desarrollar estrategias y demostrar su efecto a largo plazo en las ciudades Europeas. El reporte aglutina de manera integral un marco de metodologías, modelos, indicadores, evaluaciones y sistemas que se han desarrollado en diferentes ciudades europeas.

**Cuadro 3.6. (cont.)- El sistema de indicadores de PROPOLIS. Fuente: Lautso y otros, 2004**

SECTOR	TEMA	INDICADOR
ECONOMICO	Beneficios totales del transporte	Costos de inversión en transporte Beneficios a usuarios del transporte Beneficios a los operadores del transporte Beneficio al gobierno por el transporte Costos externos del transporte por accidentes Costos externos del transporte por emisiones Costos externos del transporte por gases de invernadero Costos externos del transporte por ruido

La lista anterior se considera como la información básica para monitorear la eficiencia de la estructura espacial (usos del suelo y movilidad) medida a través de los impactos que genera. Adicionalmente, PROPOLIS establece tres grupos de variables (de transporte, de usos de suelo y económicas) que se pueden utilizar para comprender y explicar el comportamiento de las políticas en materia de movilidad urbana (ver cuadro 3.7).

**Cuadro 3.7.- Variables de respaldo PROPOLIS. Fuente: Lautso y otros, 2004**

FACTOR	VARIABLE DE RESPALDO
TRANSPORTE	Distancia recorrida anual por modo
	Tiempo recorrido anual por modo
	Promedio de distancia de viaje/viaje por modo
	Promedio de tiempo de viaje/viaje por modo
	Promedio de velocidad de viaje por modo
	Porcentaje de uso por modo
	Volúmenes de tráfico
	Porcentaje de viajes en auto por zona
USOS DEL SUELO	Espacio urbanizado per cápita por zona
	Renta residencial por zona
	Número de habitantes por sector socioeconómico por superzonas*
	Total de habitantes por superzona
	Total de empleos
	Empleos por sector y por zona
ECONOMICO	Impuestos derivados del transporte de pasajeros
	Impuestos derivados del transporte de mercancías
	Ingresos por peajes, vehículos de pasajeros
	Ingresos por peajes, vehículos comerciales
	Ingresos por estacionamiento
	Ingresos por la operación de transporte público
	Cambios en el costo del suelo

\*Superzonas: Centro de la ciudad, intraurbana, periferia, resto de la metrópolis, resto de la región urbanizada, resto de la región no urbanizada.

Por su parte, Litman (2008b) coincide con otros autores al agrupar los indicadores por categorías tales como actividad de viajes, emisiones contaminantes, contaminación por ruido, riesgo por tráfico, productividad económica, accesibilidad en general, impactos del uso del suelo, equidad y políticas de planeación de la movilidad.

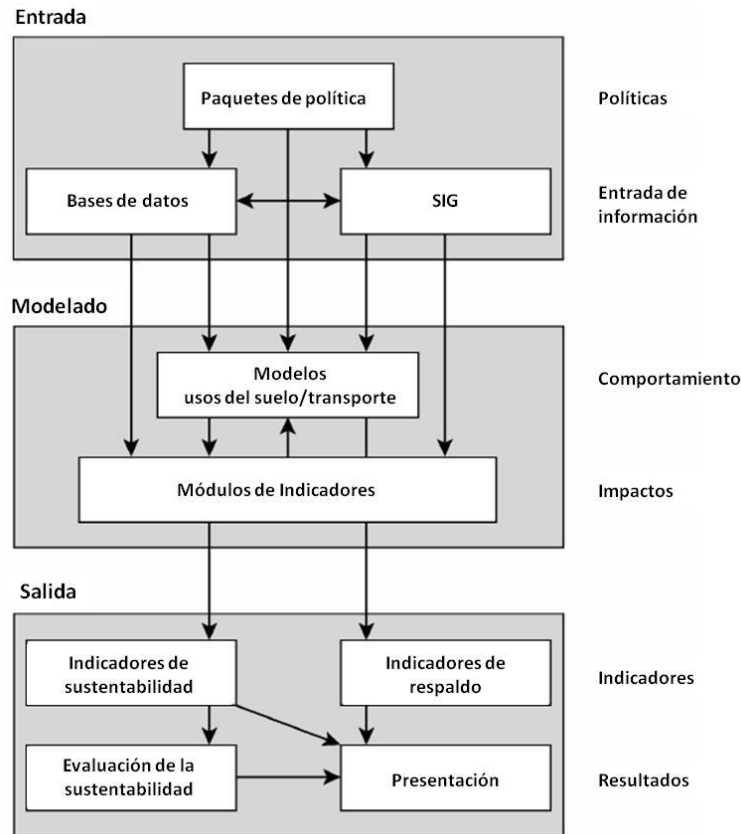
En el marco de la movilidad sustentable, el manejo de indicadores actúa como una herramienta para evaluar la efectividad de las políticas aplicadas, al tiempo que identifica la eficiencia de la operación de los sistemas de usos del suelo y movilidad. Esta información alimenta los modelos desarrollados en diversos ejercicios de planeación de la movilidad sustentable, y ayudan a la evaluación de posibles escenarios de política. En el traslado de un escenario conservador hacia uno de movilidad sustentable, el trabajo de modelos sistematizados facilita los procesos de planeación integral de usos del suelo y movilidad.

### **3.3.2.- Procesos de planeación y gestión de la movilidad sustentable a través de modelos integrados**

La construcción de modelos para la planeación integral de usos de suelo y movilidad requiere del conocimiento y la medición precisa de las interacciones que estos dos elementos desarrollan en el espacio urbano (a nivel local y regional). La definición de políticas integrales de usos del suelo y movilidad deben estar soportadas por información certera, confiable y actual. De la misma forma deben estar sustentados por procedimientos analíticos que preferentemente incluyan información estadística (bases de datos) y geográfica (SIG). Los indicadores dentro del modelo actúan como el tamiz de evaluación de las políticas asignadas y la información que retroalimenta a las bases de datos.

De acuerdo al análisis de la operación de diecisiete modelos urbanos, Wagener y Fürst (1999) concluyen que la capacidad de evaluar las políticas de usos del suelo por dichos modelos se centran en la inversión y servicios (equipamientos, lugares de trabajo y vivienda) y estrategias generales de planeación de usos del suelo. Por su parte, las políticas de movilidad que pueden ser evaluadas a través de estos sistemas se relacionan con la inversión y los servicios (caminos, transporte público, operación del transporte), regulación (estacionamiento, regulación de tráfico y estacionamiento), costos y subsidios (peajes, cuotas de estacionamiento e impuestos por combustibles) e información (tarifas de transporte público).

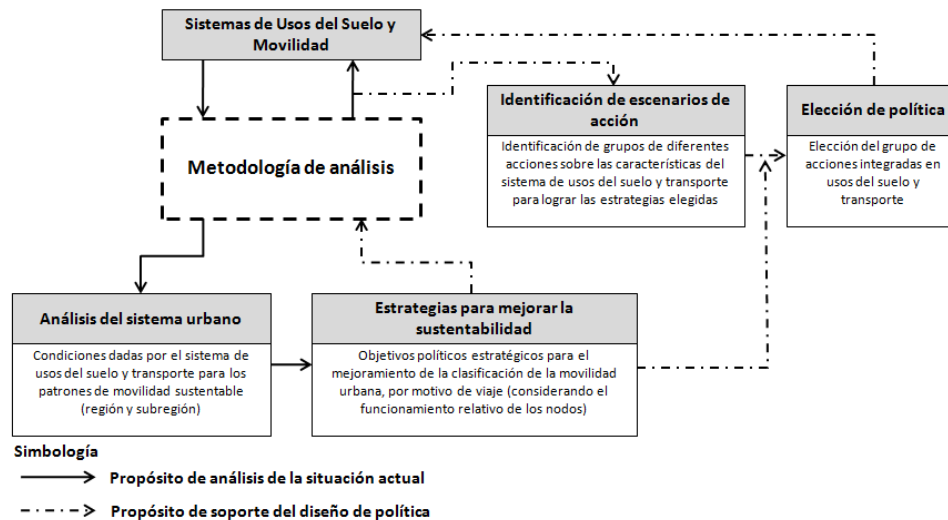
El proceso básico de modelado integral de usos de suelo y movilidad busca evaluar escenarios tentativos (políticas) basándose en parámetros de accesibilidad y sustentabilidad urbana. El esquema PROPOLIS retoma esos principios y se conforma por tres componentes principales (Ver fig. 3.18): fase de *Entrada* que traslada los paquetes de política para generar escenarios espaciales y estadísticos; el paquete de *Modelado* simula los efectos de las políticas, muestra el comportamiento de la interacción usos del suelo y movilidad y arroja información de los impactos a generar a través de los módulos de indicadores; finalmente, la fase de *Salida* evalúa el escenario basado en parámetros de sustentabilidad (Lautso y otros, 2004).



**Fig. 3.18.- El modelo de PROPOLIS. Fuente: Lautso y otros, 2004**

En todo proceso de planeación, la información y las metodologías de análisis son fundamentales para el sustento de las políticas y estrategias. Asimismo, la calidad de los indicadores generados permitirá la evaluación acertada de las estrategias implementadas y al final las condiciones previstas para el logro de los objetivos desde la perspectiva de la sustentabilidad urbana.

Como Silva y Pinho (2006) advierten, en la construcción del modelo metodológico para el diseño de políticas integrales de usos del suelo y movilidad, habrá que buscar que los procesos de planeación entiendan, por un lado las condiciones de movilidad sustentable que los usos del suelo y el sistema de movilidad asignan a un área urbana, y por el otro lado, la utilidad del modelo para la definición de estrategias para elevar la sustentabilidad, y la definición de políticas integrales y acciones alternativas para mejorar las relaciones entre los usos del suelo y la movilidad (Ver fig. 3.19).



**Fig. 3.19.- Marco conceptual para el análisis del sistema urbano y la identificación de opciones de políticas integradas de usos del suelo y movilidad. Fuente: Silva y Pinho, 2006**

### 3.3.3.- Estrategias y gestión de la movilidad sustentable

Considerando la cadena de tráfico de Tjallingi (1995), las estrategias de movilidad urbana son consideradas complementarias, integrales y aplicables a diferentes escalas: vecindario, distrito y ciudad, región (nacional e internacional). Tomando en cuenta los problemas generados en cada nivel, Tjallingi propone estrategias para el transporte de pasajeros a nivel general:

- 1.- Restringir la necesidad de transporte acortando las distancias entre casa y trabajo.
- 2.- Impulsar los planes de transporte de las empresas. Mejor uso del transporte colectivo conduciendo el crecimiento de la ciudad a lo largo de las rutas de transporte.
- 3.- Impulsar el uso de la bicicleta, disponiendo rutas más atractivas y seguras y mejores conexiones entre rutas de bicicletas y de transporte público.
- 4.- Reducir problemas ambientales: estacionamientos de paga, estacionamientos bajo edificios, vehículos eléctricos, centros y zonas residenciales libres de autos, trenes urbanos y trenes rápidos.

Una revisión de las estrategias propuestas por Tjallingi permite identificar diversas acciones para el mejoramiento de la movilidad urbana tales como: manejo del patrón de usos del suelo, programas e incentivos, impulso a modos alternos y mejoras tecnológicas.

En esta dirección, diversos autores consideran que el manejo de la movilidad sustentable debe basarse en temas que van desde las estrategias para la administración del patrón de usos del suelo y de viajes, hasta los avances tecnológicos y mejora de combustibles (Newman y Kenworthy, 1997, Deaking, 2001, Handy, 2002, Litman, 2008a).

Elizabeth Deaking (2001) propone una relación “parcial” de estrategias para la movilidad sustentable, agrupadas en la administración de la demanda, manejo de la operación, aplicación de

políticas de cobro, mejoras tecnológicas a los vehículos, combustibles limpios y planeación integral de usos del suelo y movilidad (Ver cuadro 3.8).

**Cuadro 3.8.- Estrategias para el manejo de la movilidad sustentable. Fuente: Deakin, 2001**

TEMA	ESTRATEGIA
Cambios tecnológicos en vehículos/combustibles	1.- Mejorar la eficiencia de los vehículos convencionales <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Innovaciones en manufactura</li> <li>▪ Respuestas a la demanda de consumidores</li> <li>▪ Respuesta a regulaciones gubernamentales a incentivos</li> </ul> 2.- Nuevas tecnologías en vehículos 3.- Nuevos combustibles
Mejoras a la operación vehículo/vialidad	1.- Mejoras al tráfico vehicular convencional <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiempos de semaforización</li> <li>▪ Control de acceso a autopistas</li> <li>▪ Control de flujo en autopistas</li> <li>▪ Corrección a cuellos de botella</li> </ul> 2.- Mejoras de sistema de transporte inteligente <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autopistas inteligentes</li> <li>▪ Vehículos inteligentes</li> <li>▪ Administración de accidentes/incidentes</li> <li>▪ Ruteo y programado de ampliaciones</li> </ul> 3.- Educación de conductores 4.- Mejora de la administración de flota y operación logística
Manejo de la demanda	1.- Sustitución modal <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transporte público, viajes compartidos, caminar, mejorar e incentivos para ciclistas</li> <li>▪ Sustitución de camiones por tren</li> </ul> 2.- Sustitución por telecomunicaciones <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo a distancia</li> <li>▪ Compras en línea</li> <li>▪ Teleconferencias</li> <li>▪ Educación a distancia</li> <li>▪ Ruteo y programación con mejoras de tecnología de información (pasajeros y carga)</li> </ul> 3.- Costeo de incentivos/castigos <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incremento de impuestos en gasolina</li> <li>▪ Impuesto por venta de vehículos con base a la eficiencia en consumo de combustible o expectativa de vida</li> <li>▪ Cuota por registro vehicular/licencia basada en eficiencia en consumo de combustible, uso (medido o estimado)</li> <li>▪ Otras cuotas basadas en el uso</li> <li>▪ Subsidios por modos preferenciales, sustitutos por telecomunicaciones, etc.</li> </ul> 4.- Estrategias de usos de suelo-movilidad <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollo compacto</li> <li>▪ Desarrollo de usos mixtos</li> <li>▪ Diseño de ambientes amigables para transporte público, peatones, ciclistas</li> </ul>

Considerando los conceptos de movilidad y accesibilidad ya discutidos anteriormente, las estrategias presentadas en el cuadro anterior se dirigen al logro de ambos objetivos. Es de reconocer que la gran mayoría de acciones buscan hacer más eficiente la movilidad, dado que tomando en cuenta que el concepto de accesibilidad tiene que ver con la facilidad de movimiento y la proximidad de actividades, las estrategias referidas al manejo de la demanda a través del uso del suelo y la movilidad son las que atienden la dinámica espacial de la estructura urbana y buscan reducir las necesidades de viajes.

En este sentido, analizando el caso de los Estados Unidos, Handy (2002) aporta otra clasificación de estrategias con el objetivo de mejorar la movilidad o la accesibilidad. Las estrategias que buscan mejorar la movilidad se refieren a la adecuación de las condiciones físicas de la red vial (construcción de calles) de acuerdo al incremento de la demanda, y adicionalmente mejorar las condiciones del flujo mediante la aplicación de Sistemas Inteligentes de Transporte (tecnologías de control e información). Para el mejoramiento de la accesibilidad, Handy maneja dos categorías: el **manejo del uso del suelo** por un lado y, las **telecomunicaciones** por otro. En el manejo del uso del suelo, las estrategias son más extensivas que las referidas por Deakin (2001), todas buscan distribuir mejor las actividades, reducir la necesidad de viajes en la ciudad y mejorar la atractividad de los destinos. Las estrategias son:

- a) Aplicación de criterios del Nuevo Urbanismo,
- b) Desarrollo orientado al transporte,
- c) Desarrollo compacto,
- d) Programas de mejoramiento del centro urbano (*"main street programs"*), y
- e) Conectividad de calles.

Las acciones ligadas a las telecomunicaciones se refieren al impulso de actividades que, mediante el uso de las tecnologías de telecomunicación, no requieran movimiento de las personas, tales como trabajo en línea, compras por internet, etc. Otro grupo de estrategias que Handy propone tiene que ver con limitaciones a la movilidad, a través del cobro de cuotas por el uso de calles, estacionamiento, o por uso del vehículo particular. Handy concluye que la mejor estrategia para la movilidad sustentable debe ser aquella que combine acciones, pero que ante todo **responda a un objetivo inicial en el proceso de planeación.**

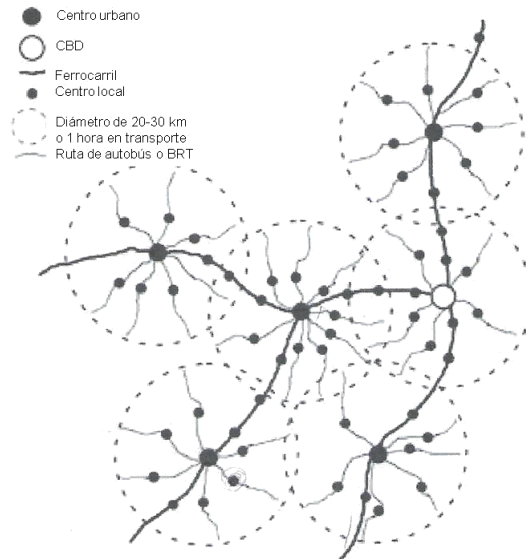
Litman (2008a) por su parte identifica una serie de objetivos de planeación que pueden ser atendidos por estrategias de manejo de usos del suelo, tales como: reducción de la congestión vial, ahorros en vialidades y estacionamientos, ahorros a consumidores, alternativas de transporte, seguridad vial, protección ambiental, salud física y vitalidad comunitaria. Las estrategias en el manejo del patrón de usos del suelo pueden atender a estos objetivos a diferentes escalas (Ver cuadro 3.9).

**Cuadro 3.9.- Estrategias de uso del suelo para reducir las necesidades de viajes. Fuente: Litman, 2008a**

ESTRATEGIA	ESCALA	DESCRIPCION
Crecimiento inteligente	Regional y local	Desarrollo más compacto, mezcla de usos y multimodal
Nuevo urbanismo	Local, calle y sitio	Desarrollo más compacto, mezcla de usos, multimodal y caminable
Desarrollo orientado al transporte	Local, barrio y sitio	Desarrollo más compacto, mezcla de usos alrededor de servicios de transporte
Localización eficiente	Local y sitio	Desarrollo residencial y comercial localizado y diseñado para reducir el uso y la posesión de automóviles
Manejo de accesibilidad	Local, calle y sitio	Coordinación entre el diseño vial y de los usos del suelo para mejorar la movilidad
Diseño de calles	Calle y sitio	Creación de calles más atractivas, caminables y orientadas a la movilidad
Reducción de tráfico	Calle	Rediseño de vialidad para reducir los volúmenes y velocidades
Manejo de estacionamiento	Local y sitio	Varias estrategias para impulsar el uso más eficiente del estacionamiento y reducir las necesidades de estacionamiento

Litman (2008a) considera que estas estrategias son lo suficientemente flexibles para aplicarlas en distintos contextos de un espacio metropolitano: en áreas urbanas, involucrando el desarrollo hacia adentro a través de usos del suelo mixto y mejorando los desplazamientos peatonales y el transporte público; en áreas suburbanas creando subcentros compactos, caminables y orientados al transporte público; en nuevos desarrollos, creando calles y caminamientos más conectados, banquetas y núcleos de usos mixtos; finalmente en áreas rurales, creando villas que favorezcan el caminar y el transporte público.

Las características principales del patrón de usos del suelo que se tienen que manejar para reducir la dependencia del vehículo particular tienen que ver con la construcción de la ciudad **“nodal e informacional”** (Newman y Kenworthy, 1997, 2006), donde la estructura de centros y subcentros en la zona metropolitana se organicen a través de ejes de transporte y servicios de telecomunicaciones que los conecten con el principal centro metropolitano (CBD) y el resto de la metrópoli. Los subcentros y centros locales permitirán el acceso peatonal y mediante transporte público a los servicios y empleos, y se caracterizarán por ser espacios de usos mixtos que generan gradientes de densidad negativos a partir de cada uno de ellos. La creación de esta nueva ciudad nodal dependerá de cuatro fases subsecuentes: 1) revitalizar la ciudad interior, 2) enfatizar el desarrollo alrededor del sistema ferroviario, 3) desincentivar el crecimiento disperso y, 4) expandir el servicio de trenes hacia los suburbios poco atendidos para crear nuevos subcentros (Ver fig. 3.20).



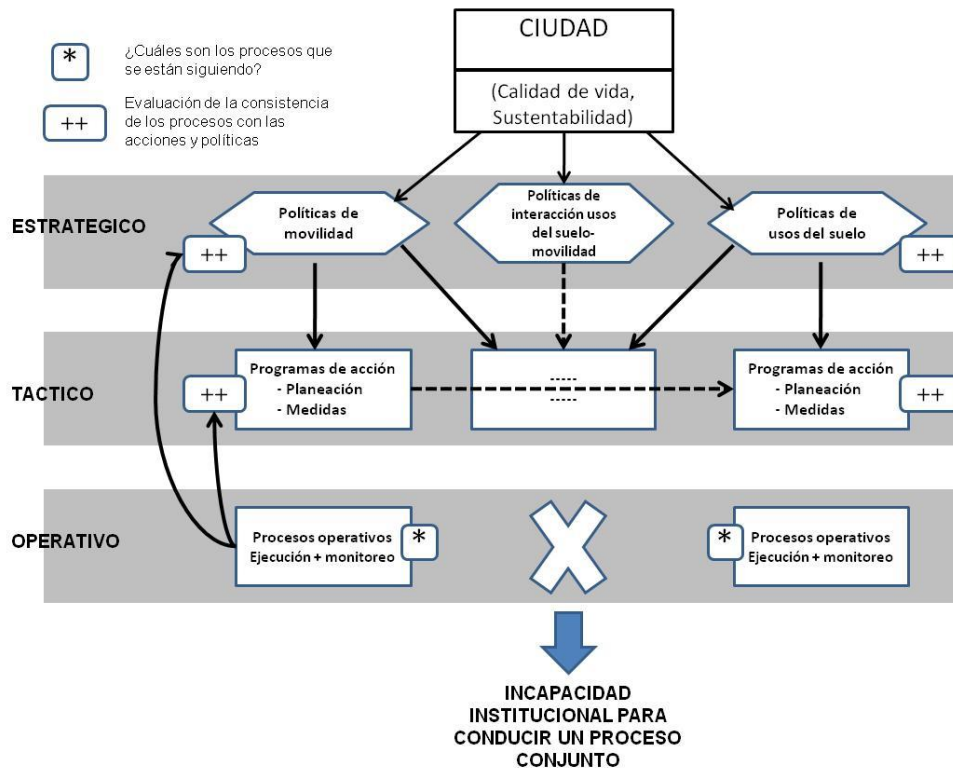
**Fig. 3.20.- Plan conceptual para la reconstrucción de la ciudad automóvil. Fuente: Newman y Kenworthy, 2006**

La planeación regional juega un papel importante en la conformación de la ciudad sustentable y en la generación de un espacio urbano más accesible. Para Cheng, Le Clercq y Bertolini (2005) la ciudad (metrópoli) debe ser vista como un complejo **esquema en red** y como tal debe ser planificada con base en parámetros funcionales y aspectos morfológicos; para la planeación integrada de los usos del suelo y la movilidad y el logro de la sustentabilidad funcional (y física) habrá de considerarse la planeación de la red urbana, el reconocimiento de los impactos exógenos del sistema de transporte y, una concepción comprensiva de las intervenciones. Sin embargo, se hace necesaria una mejor política de coordinación ya que los sistemas urbanos están altamente fragmentados en términos del poder político, lo que hace muy complicadas las intervenciones públicas y privadas (Cheng y otros, 2005).

Con relación a lo anterior, Macário y Veras (2006) consideran que el marco político-administrativo de la municipalidad influye de manera determinante en el desempeño de la interacción usos del suelo-movilidad. En general, desde el punto de vista de la planeación sustentable, ambos sectores tienen objetivos comunes: reducir la necesidad de viajes y hacer que el tráfico resultante sea más sustentable. A pesar de esto, la interrelación de ambos sectores no funciona debido a las siguientes razones:

- a) Inexistencia de entidades de planeación dedicadas específicamente a la planeación urbana,
- b) El carácter reactivo de la legislación y su deficiente aplicación,
- c) El aislamiento y la no articulación de la mayoría de las intervenciones urbanas, y
- d) Las deficiencias en la estructura institucional y la baja calificación del equipo técnico. (Macário y Veras, 2006)

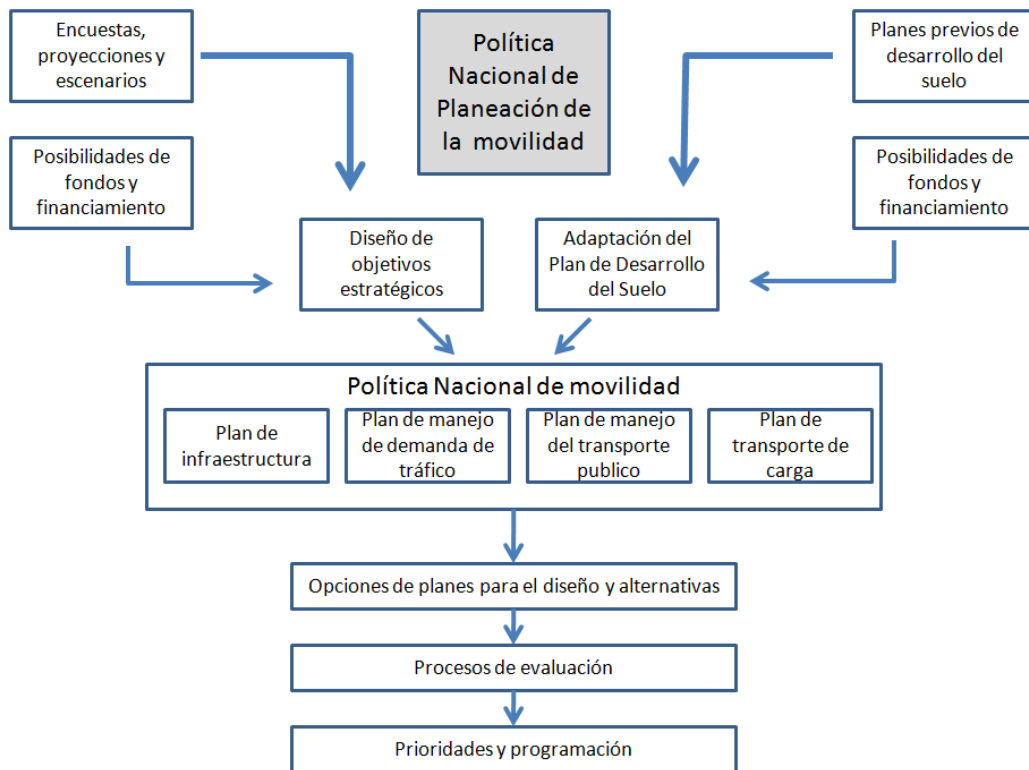
En la revisión de los procesos institucionales de interacción entre los usos del suelo y la movilidad, Macário y Veras (2006) identifican tres niveles de actuación: estratégico, táctico y operativo (Ver fig. 3.21). Para ellos, la integración de los procesos al nivel estratégico (visión) se da de manera adecuada dado que a ese nivel se definen las políticas integrales y sectoriales. En el nivel táctico (programático) la interacción aún es adecuada ya que se vinculan a los procesos de planeación y programación de acciones. Finalmente conforme los procesos bajan hacia la operación, la interacción tiende a perder consistencia ya que en este nivel las agencias operativas difícilmente se coordinan para desarrollar proyectos conjuntos o interrelacionados.



**Fig. 3.21.- Niveles de interacción de los procesos de usos del suelo y movilidad. Fuente: Macário y Veras, 2006**

Hablando de las ciudades de países en desarrollo, Gakenheimer (2006) observa que las dificultades principales para la planeación de los usos del suelo y la movilidad se deben a la rapidez con la que crecen las zonas metropolitanas, a los procesos simultáneos de concentración y dispersión que presentan y al aumento en la motorización de la población. Aunado a eso, los cambios administrativos (y políticos) limitan de manera importante la continuidad de las políticas relacionadas con los usos del suelo, debido a la incertidumbre en su implementación y a la inadecuada aplicación de la regulación; a diferencia de esto, los grandes proyectos de infraestructura de transporte tienen la capacidad de soportar los cambios de administración gubernamental. Tres aspectos fundamentales deben ser considerados para la aplicación de políticas integrales de usos del suelo y movilidad según Gakenheimer (2006): continuidad, coordinación y proactividad. Para lograr esto es necesario tener un marco de política nacional que

permita a las ciudades medianas apoyos para mejorar los procesos de planeación e instrumentación a través de capacitación, el manejo de información y el soporte financiero (Ver fig. 3.22).



**Fig. 3.22.- Marco para la planeación del transporte urbano. Fuente: Gakenheimer, 2006**

Finalmente, desde el punto de vista de la planeación urbana, Ralph Gakenheimer recomienda que los planes de usos del suelo y de movilidad se desarrollen de manera concurrente, con el mismo staff o con una comunicación intensa entre los equipos de trabajo. Las condiciones que habrán de solventarse para lograr lo anterior son:

- a) Hacer concordantes los objetivos de ambos sectores,
- b) Vincular las técnicas y procesos de planeación,
- c) Relacionar las distintas escalas de atención y las unidades de implementación,
- d) Combinar la implantación de las políticas de usos de suelo considerando la actuación de agentes privados (terratenientes) y las decisiones en materia de transporte que son sustentadas principalmente por el gobierno,
- e) Relacionar los montos de inversión de ambos procesos,
- f) Estructurar de manera integrada los plazos de implementación de las políticas de ambos sectores, y
- g) Hacer coincidir la visión de futuro de los dos procesos de planeación.

### 3.4.- Conclusiones

La sustentabilidad, en su concepción más general, consiste en la reducción de consumos y el incremento de diversidad; entre otros objetivos, la sustentabilidad urbana busca racionalizar y efficientar el manejo de los flujos urbanos, de ahí la importancia de entender al metabolismo urbano como aquellos procesos que introducen y procesan los recursos con los que funcionan las ciudades. Los autores consultados coinciden en que las ciudades no son sustentables y que el manejo de la sustentabilidad, a través de los flujos metabólicos, debe hacerse a escala regional; la ciudad-región se convierte entonces en el ámbito apropiado para la planeación del desarrollo sustentable.

Una de las cadenas metabólicas que mayormente contribuye a la sustentabilidad es la del transporte; en este sentido, el concepto de movilidad sustentable busca maximizar la accesibilidad dentro de las ciudades mediante una interacción eficiente entre la forma urbana y los patrones de viajes (Ver fig. 3.23). La movilidad sustentable actúa como un factor fundamental de organización urbana y permite conducir el desarrollo urbano hacia mayores condiciones de sustentabilidad al incrementar el acceso a las actividades, generar una movilidad equitativa y eficiente, y reducir los impactos al medio ambiente y a la salud humana.

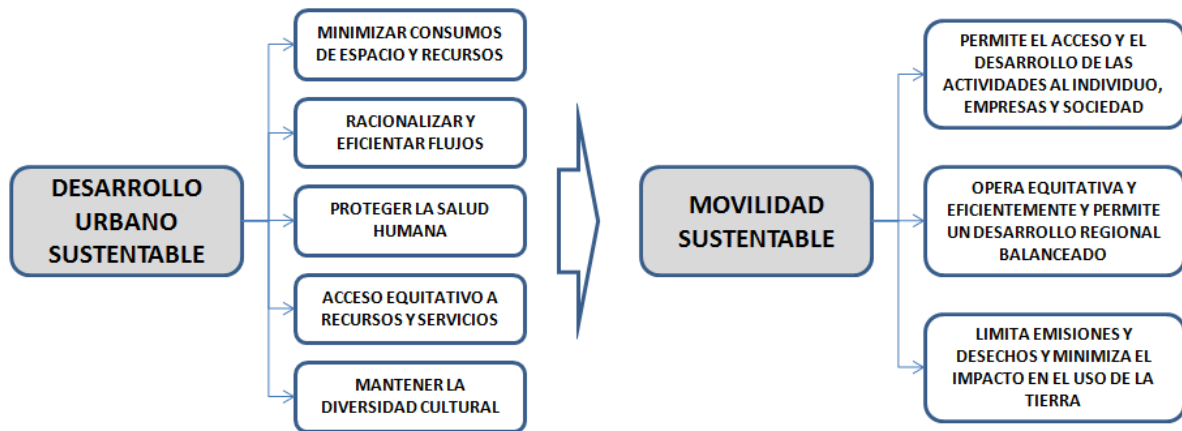


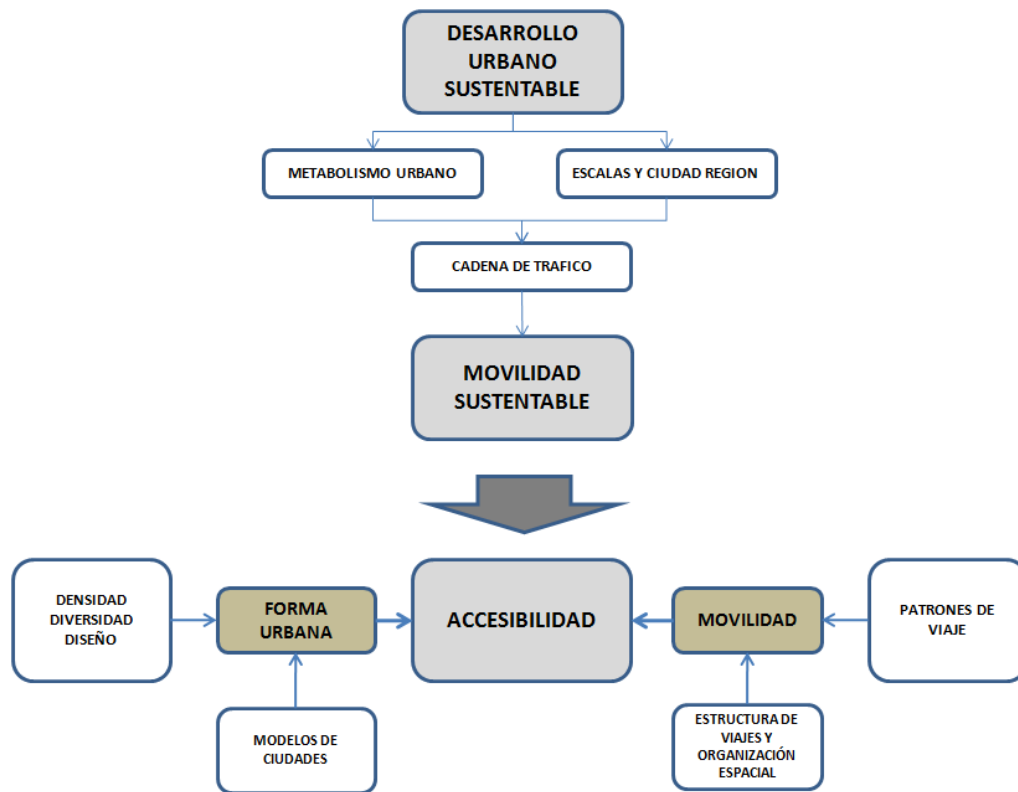
Fig. 3.23.- Conceptos básicos para la interpretación de la movilidad sustentable. Fuente: *Elaboración propia.*

Diversos autores consideran a la accesibilidad como un concepto adecuado para la planeación integral de los sistemas de usos de suelo y movilidad, ya que involucra elementos de ambos procesos: por un lado el factor distributivo y de proximidad que deben cumplir los usos del suelo y por el otro, las propiedades de conectividad y eficiencia bajo las que debe operar el sistema de movilidad. La accesibilidad es el resultado de la proximidad y la movilidad.

Según la experiencia empírica, el análisis de la influencia de la forma urbana sobre la movilidad ha identificado una serie de factores que inciden en los patrones de viajes. Los autores consultados destacan que los elementos de la forma urbana que mayormente influyen en la movilidad son la densidad, la diversidad de usos y el diseño, las llamadas tres “d” de la movilidad

sustentable. Se enfatiza también que el manejo de estos factores permite mejorar la accesibilidad a escala de barrio, ciudad y región.

De acuerdo a lo anterior y tomando en cuenta que este trabajo de investigación busca analizar la interacción de los usos del suelo y la movilidad, los aspectos fundamentales que habrán de considerarse como soporte para el desarrollo de la metodología de investigación a aplicar en el caso de estudio se presentan en la figura 3.24. La metodología a desarrollar buscará vincular los factores de la forma urbana (densidad, diversidad y diseño) con los factores de movilidad (desplazamientos en vehículo particular) e identificar la interacción entre ellos como un reflejo del grado de accesibilidad en el espacio a estudiar. Bajo la premisa del desarrollo urbano sustentable, la accesibilidad se entenderá como una condición básica de la movilidad sustentable. Desde el punto de vista funcional, la accesibilidad permitirá evaluar la eficiencia del sistema urbano en términos de organización espacial.



**Fig. 3.24.- Base teórica-conceptual para el diseño de la metodología de análisis del caso de estudio.**  
*Fuente: Elaboración propia.*

Desde el punto de vista de la planeación y la gestión urbana, la identificación de los procesos de interacción de los usos del suelo y la movilidad permitirá desarrollar escenarios de actuación que se incorporen a las políticas urbanas y de transporte de manera simultánea. La sistematización, visualización y manejo de la información se convierte en un insumo fundamental para la evaluación y vigilancia de las políticas designadas. La retroalimentación a través de la evaluación permitirá la consolidación de los sistemas integrados de usos de suelo y movilidad.

Es importante destacar, que en materia de movilidad sustentable los autores consultados coinciden en la necesidad de implementar estrategias complementarias, tales como los cambios tecnológicos, las mejoras en la operación del sistema vial y otras estrategias de manejo de la demanda (Ver fig. 3.25). A pesar de que algunos autores afirman que trabajar con la operación redundante en resultados palpables a corto plazo, la planeación integral de los usos del suelo y la movilidad representa el reto ineludible de transformar la estructura espacial de las ciudades en pro de un modelo más eficiente, equitativo y sustentable de urbanización. La planeación conjunta de los sistemas de usos de suelo y de movilidad es parte del nuevo paradigma de la planeación de las redes urbanas.

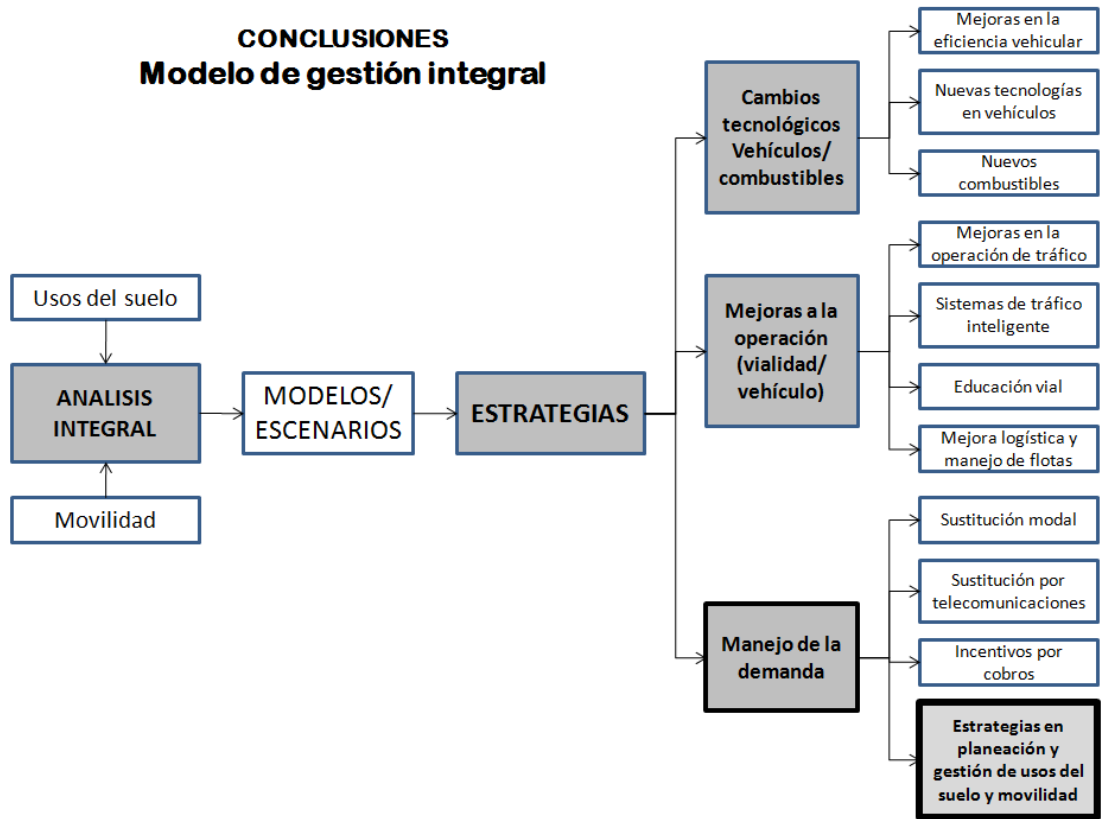


Fig. 3.25.- Estrategias de gestión de la movilidad sustentable. Fuente: Elaboración propia.

Las hipótesis planteadas al inicio de este trabajo, relativas a la influencia de los factores de la forma urbana sobre los patrones de movilidad y de la accesibilidad como el elemento que vincula los sistemas de usos de suelo y movilidad en la ciudad, serán comprobadas mediante el análisis del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate en sus ámbitos urbano, metropolitano y transfronterizo. La investigación se centra en el enfoque del manejo de la demanda a través de las estrategias de usos de suelo y movilidad, por lo que los resultados permitirán establecer recomendaciones para mejorar los procesos de gestión integral de usos de suelo y movilidad en este espacio metropolitano.

En el proceso de interpretación de la teoría hacia la práctica, la concepción de escalas se convierte en un factor fundamental para el diseño de políticas de usos de suelo y movilidad en un ámbito como el que comparten las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate, en donde convergen al mismo tiempo dinámicas locales (urbanas), metropolitanas (urbano-regionales) y transfronterizas (regionales). La complejidad de esta estructura territorial y la convergencia (o divergencia) de los procesos administrativos limita el diseño de políticas integrales de usos de suelo y movilidad. Sin embargo, tomando como punto de partida que la sustentabilidad es una sumatoria de acciones en pro de un objetivo ideal de largo plazo, las decisiones para mejorar la eficiencia en los procesos en cada nivel tendrán una repercusión positiva dentro del marco urbano y regional (y global). Este es el punto de partida para la definición de los alcances metodológicos de este trabajo y su aplicación en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate.



#### 4.- Procesos de planeación y gestión de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate

El espacio intermunicipal conformado por las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito se localiza en el extremo norponiente del estado de Baja California (Ver fig. 4.1), y es considerado como la sexta aglomeración metropolitana en el país, ya que en el año 2005 sumó una población de 1.5 millones de habitantes con un crecimiento anual del 2.7% en el período de 2000 al 2005 (Sedesol-Conapo-Inegi 2007). Su colindancia con la región metropolitana de San Diego en el estado de California, Estados Unidos de Norteamérica, le asigna una condición transfronteriza donde comparte dinámicas sociales, económicas y ambientales.

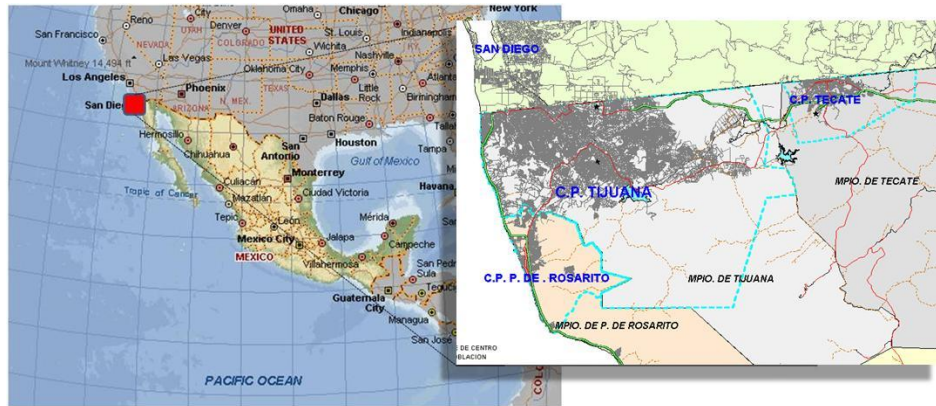


Fig. 4.1.- Localización del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate

La Asociación de Gobiernos de San Diego (Sandag, 2007a) reconoce a Tijuana-San Diego como la mayor aglomeración urbana en la frontera México-Estados Unidos, ya que alberga el 34% de la población total asentada en esta franja y sostiene un movimiento de 90,000 vehículos diarios a través de sus tres puertos fronterizos. Algunos de los aspectos más importantes que han conducido las relaciones entre los gobiernos y las áreas de planeación de ambas partes de la frontera han sido el transporte transfronterizo y los aspectos ambientales (Ganster, 2000).

Según el Programa de calidad del aire de Tijuana-Rosarito 2000-2005, “La ubicación de la región Tijuana-Rosarito-San Diego dentro de una misma cuenca atmosférica ha generado implicaciones de tipo binacional caracterizadas históricamente por las relaciones de interdependencia en los ámbitos económico y social” (Semarnat-Gobierno del Estado de Baja California 2000, p. 11). El Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030 afirma que además del incremento de los vehículos particulares, los aspectos de la estructura urbana de la ciudad también inciden en el aumento de la contaminación del aire (Ayuntamiento de Tijuana, 2009, p. 46). De acuerdo con el inventario de emisiones de 1998, el elemento principal que impacta en la calidad del aire en Tijuana y Playas de Rosarito es el transporte, ya que aporta el 74% de los contaminantes.

La planeación de los usos del suelo ha estado presente en las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito desde la década de los ochenta. La planeación del transporte, sin embargo, data del año 2003, con la publicación del Plan Maestro de Vialidad y Transporte para la ciudad de Tijuana, B.C. (Ayuntamiento de Tijuana, 2003). El primer trabajo que incorporó la escala metropolitana y transfronteriza fue el Estudio de Transporte Transfronterizo de la Región de San Diego-Baja California (Sandag, 2000), el cual tenía como objetivo identificar el impacto de los flujos regionales en la infraestructura de puertos fronterizos entre Tijuana, Tecate y el condado de San Diego. En 2009 se realizaron diversos estudios de transporte en la ciudad de Tijuana que incorporaron una encuesta de origen y destino que incluía tanto la ciudad de Tijuana, como Tecate y Playas de Rosarito; sin embargo, aun no se ha presentado de manera oficial un nuevo plan maestro de transporte.

En el área de San Diego, California, la agencia Sandag por su parte incorpora en el Plan Regional de Movilidad 2030 para San Diego los procesos de planeación del uso del suelo y de movilidad en una estrategia para generar mayor proximidad a centros de actividad y así reducir las necesidades de viajes en la región (Sandag, 2007b). Asimismo, a partir del 2008, con la entrada en vigor de las leyes AB32 y SB 375 en California, E.U.A.<sup>1</sup>, se inicia un nuevo proceso de planeación de los usos del suelo y la movilidad con el objetivo de reducir la generación de los gases invernadero y mejorar las condiciones de movilidad en las regiones y las áreas metropolitanas en el estado, lo que determina fuertes diferencias en la gestión integral de usos del suelo y la movilidad a ambos lados de la frontera.

El presente apartado tiene como objetivo hacer una revisión de los procesos de planeación de los usos del suelo y la movilidad en el contexto del espacio intermunicipal de Tijuana, Rosarito y Tecate, en el sentido de identificar las condiciones que limitan la integración de ambos sistemas y los retos que implican desde el punto de vista de la planeación y la gestión para mejorar la eficiencia de la estructura espacial y de la movilidad a las distintas escalas geográficas en las que se desenvuelve esta aglomeración metropolitana.

#### **4.1.- Estructura espacial y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate**

Los asentamientos humanos en esta región datan de la época misional, que tuvo su auge en el siglo XVIII, donde regían las órdenes de dominicos y franciscanos, cuyas actividades marcaban la separación entre la alta y baja California, siendo la actual ciudad de Playas de Rosarito la frontera de ambos territorios. El trazo de la línea fronteriza actual, se estableció en el año de 1848 a raíz de los tratados Guadalupe-Hidalgo, trazo que en esta parte del país partía desde el Río Gila al oriente hasta la costa del Pacífico al poniente. En 1850 se crea al norte de la línea internacional el condado de San Diego, que en ese mismo año incorpora a la ciudad que lleva su mismo nombre.

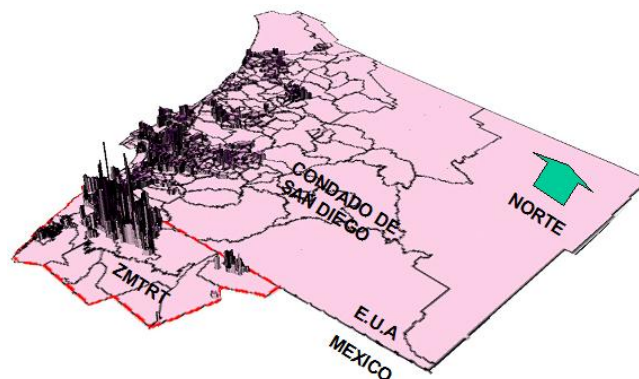
---

<sup>1</sup> En el año 2006, el Estado de California instituyó la *California Assembly Bill 32* (Ley de Soluciones al Calentamiento Global, AB 32) con el cometido de cumplir los objetivos de reducción de gases de invernadero en California para el año 2020. Derivada de esta ley, en enero de 2009 se instaura la Ley SB 375 (Steinberg), que aterriza las disposiciones planteadas por la Ley AB 32, a través de la implementación de una planeación integral del transporte, los usos del suelo y la vivienda. Esta ley busca desarrollar comunidades más eficientes, que permitan que sus residentes tengan alternativas de movilidad distintas al vehículo particular. Los lineamientos de la ley conducen a la generación de "Estrategias para Comunidades Sustentables" las cuales deben combinar los elementos del transporte y usos de suelo para alcanzar las metas de reducción de emisiones por vehículos. El soporte financiero para el desarrollo de estas estrategias considera incentivos para aquellas regiones que conduzcan su desarrollo hacia un modelo más compacto y con alternativas más sustentables para la movilidad ([http://www.scag.ca.gov/factsheets/pdf/2009/SCAG\\_SB375\\_Factsheet.pdf](http://www.scag.ca.gov/factsheets/pdf/2009/SCAG_SB375_Factsheet.pdf)).

El establecimiento de los límites fronterizos determinó la formación y el reconocimiento del Valle de Tijuana como el punto limítrofe entre México y Estados Unidos en esta región. Así, la fundación de las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate tiene una referencia directa con el origen de su contraparte norteamericana de San Diego. En 1829 el entonces Gobernador de las Californias, Jose Maria Echendía dio 10,000 hectáreas de terrenos a Santiago Arguello, a las que se les denominó Rancho Tijuana. En esa época los pueblos del lado mexicano dependían de la naciente ciudad norteamericana, los suministros llegaban por el norte. Con la llegada del ferrocarril a San Diego en 1882, se agudiza la migración procedente del este de los Estados Unidos, lo que impactó hasta el poblado de Tijuana. Los descendientes de los Arguello y los Olvera aprovecharon este aumento migratorio, para adquirir el permiso para fraccionar y vender una parte de los terrenos del Rancho Tijuana, con lo que en 1889 se inicia formalmente la urbanización de lo que originalmente se denominó Villa de Zaragoza ([http://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_de\\_Tijuana](http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_Tijuana)).

Con el establecimiento formal de los pueblos fronterizos en esta región, el siglo XX fue testigo de los procesos de expansión urbana, de inmigración y crecimiento poblacional que determinó los fenómenos de intercambio social y económico en lo futuro.

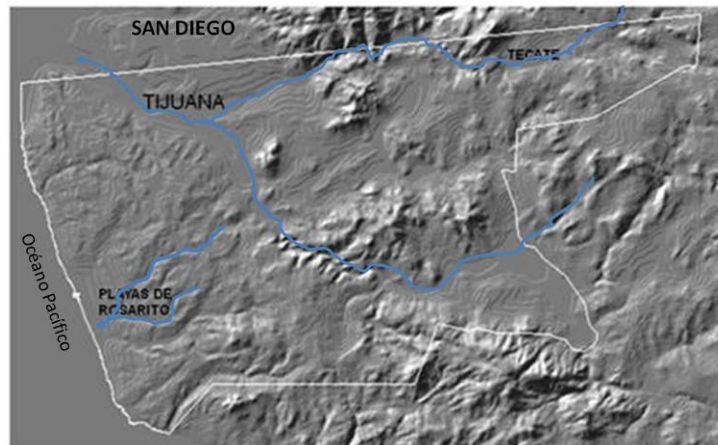
Hoy en día este espacio transfronterizo está conformado por dos aglomeraciones metropolitanas, una a cada lado de la frontera: Tijuana-Rosarito-Tecate en la parte mexicana y el condado de San Diego al norte de la línea internacional. En conjunto ambas aglomeraciones suman una población de 4.5 millones de habitantes, una superficie urbanizada que alcanza los 2,500 km<sup>2</sup> (UABC-SIDUE, 2005) y una interacción transfronteriza que suma 90,000 vehículos diarios a través de sus tres puertos fronterizos, dos en la ciudad de Tijuana y uno en Tecate (Sandag, 2007a). La urbanización en el lado estadounidense se concentra principalmente hacia la costa en tanto que el lado mexicano se adhiere a la línea fronteriza (Ver fig. 4.2).



**Fig. 4.2.- Imagen tridimensional de la distribución de densidades en la ZMTRT y el condado de San Diego, Ca. Fuente: Paez, 2005.**

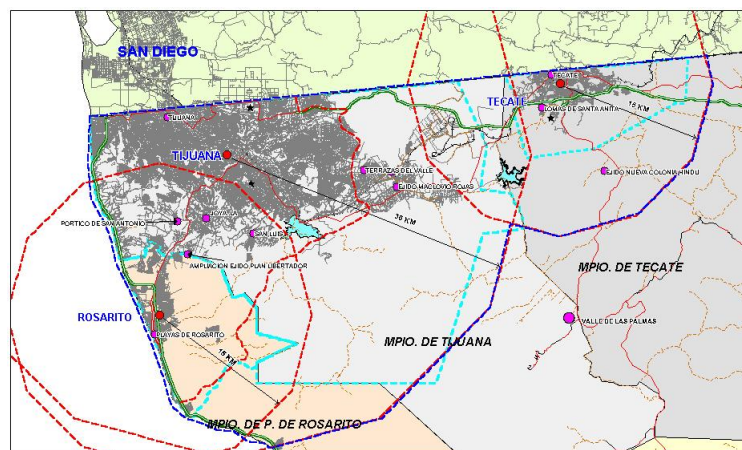
El crecimiento urbano en esta región ha estado supeditado a las condiciones físicas del emplazamiento. La fisiografía del lugar presenta toposformas muy heterogéneas, destacando los lomeríos, las mesetas, las mesetas con lomeríos, la llanura y los valles intermontanos (Ayuntamiento de Tijuana, 2003). La franja costera se eleva a 200 msnm y consta de mesetas y

lomeríos suaves, la mayoría de origen marino. La zona de tierras altas, al oriente, tiene una altura promedio de 500 msnm y se conforma por un relieve de montañas y cerros. Una serie de escurrimientos superficiales seccionan las ciudades: los cauces del río Tijuana y el arroyo Alamar en Tijuana, el río Tecate en Tecate y el arroyo Rosarito en Playas de Rosarito. (Ver fig. 4.3). Esta complejidad fisiográfica condiciona la continuidad urbana, la integración funcional de las distintas localidades y la movilidad en este espacio metropolitano.



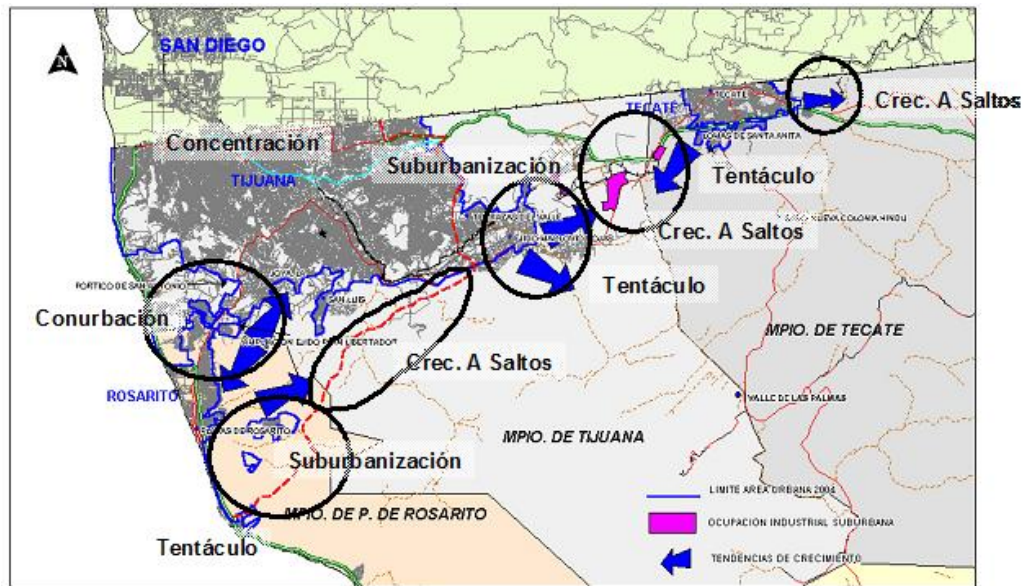
**Fig. 4.3.- Fisiografía en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Paez, 2005.**

La aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate presenta una estructura espacial policéntrica, sustentada por una ciudad central, Tijuana, y dos ciudades interdependientes, Playas de Rosarito y Tecate. Cada ciudad tuvo un origen independiente, sin embargo a lo largo del tiempo se han sucedido procesos de integración física y socioeconómica que condujo a la formación de este espacio metropolitano (Ver fig. 4.4).



**Fig. 4.4.- Interacción entre localidades en el espacio intermunicipal de Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate. Fuente: Paez, 2005**

De acuerdo a Páez (2005), los procesos que caracterizan esta interrelación espacial muestran tendencias simultáneas de concentración y dispersión que provocan por una parte la conformación de núcleos de actividad y servicios dentro de las ciudades centrales y por otra parte un crecimiento periférico que determina las tendencias de conurbación lineal y crecimiento a saltos basado principalmente en usos habitacionales (Ver fig. 4.5). En el 2005 la población de este espacio alcanzó 1.5 millones de habitantes que sostenían una tasa de crecimiento anual de 3.5%. La superficie urbanizada a este mismo año alcanzó 28,000 hectáreas lo que arroja una densidad global de 53 habitantes por hectárea; de esto, la ciudad de Tijuana alberga el 87% de la población y ocupa el 85% de la superficie urbanizada (UABC-SIDUE, 2005).



**Fig. 4.5.- Procesos territoriales y tendencias de crecimiento en el espacio metropolitano de Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate. Fuente: Paez, 2005**

La conformación policéntrica de este espacio metropolitano tiene su origen en los centros urbanos de cada ciudad, los cuales actúan como espacios de concentración del comercio y los servicios; otros núcleos de servicios y empleos se observan en la ciudad de Tijuana, debido a la extensión de su área urbana. Los tres cruces fronterizos existentes actúan también como nodos dentro de la red de núcleos de actividad. De la misma forma, la ciudad de Tijuana desarrolla una estructura de enlaces más elaborada, siguiendo como eje el cauce del río Tijuana en el sentido suroeste-noroeste. La comunicación física entre las tres localidades está sustentada por ejes carreteros que forman parte de la red federal, en su modalidad de acceso libre y de peaje. A través de los cruces fronterizos, las ciudades de Tijuana y Tecate se ligan al condado de San Diego a través de autopistas interestatales y carreteras estatales (Ver fig. 4.6).

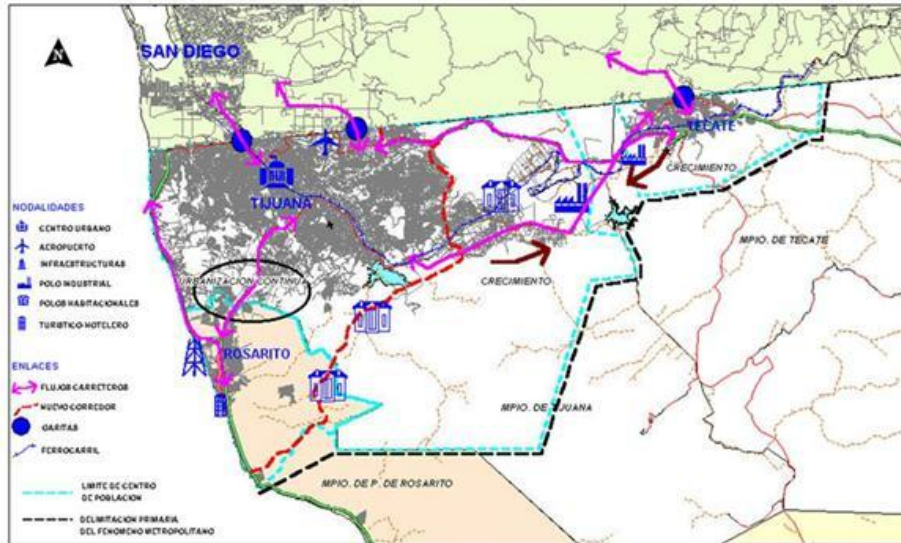


Fig. 4.6.- Estructura espacial de la aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Paez, 2005

La dosificación de usos de suelo en el espacio metropolitano muestra una preponderancia del uso habitacional ya que representa el 80% de la superficie ocupada, en tanto que los servicios el 12% y la industria el 6% (Ayuntamiento de Tijuana, 2009). La distribución de usos genéricos en las áreas urbanizadas sigue un patrón segregado, mostrando concentraciones de usos comerciales en los centros urbanos y corredores de servicios (Ver fig. 4.7).

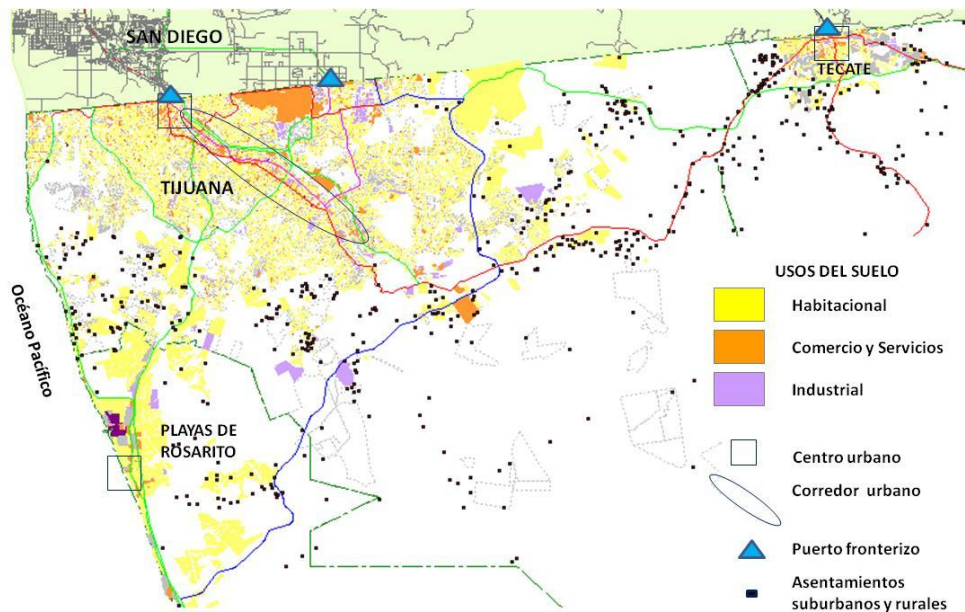


Fig. 4.7.- Distribución de usos del suelo en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Elaboración propia con base en información del Ayuntamiento de Tijuana, 2009.

Al interior de la ciudad de Tijuana y en particular a escala del distrito, es posible observar una mayor mezcla de usos de suelo, debido principalmente a los patrones de transformación espontánea característica de estas ciudades (Ver figs. 4.8, 4.9 y cuadro 4.1).

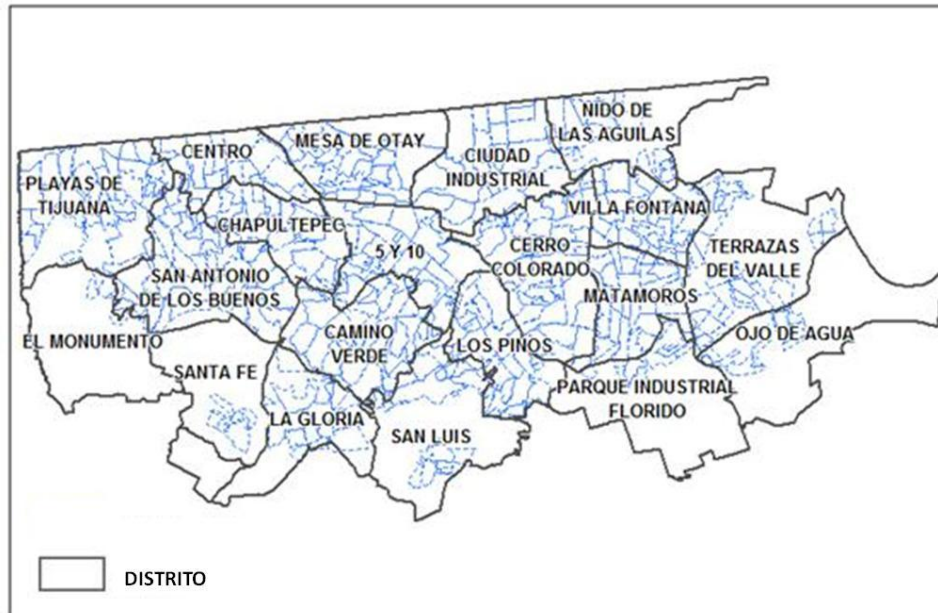


Fig. 4.8.- Distritos de la ciudad de Tijuana. Fuente: *Elaboración propia con base en el Ayuntamiento de Tijuana, 2009*

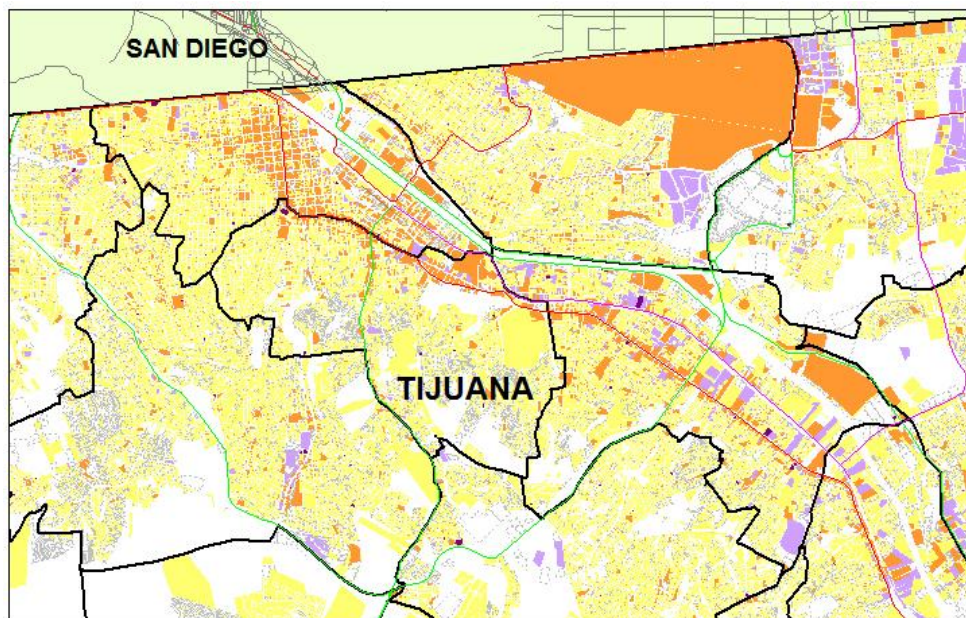


Fig. 4.9.- Distribución de usos del suelo en los distritos centrales de la ciudad de Tijuana. Fuente: *Elaboración propia con base en el Ayuntamiento de Tijuana, 2009*

**Cuadro 4.1.- Distribución de usos del suelo por distrito de la ciudad de Tijuana y su comparativo a nivel ciudad y espacio metropolitano. Fuente: Elaboración propia con base en el Ayuntamiento de Tijuana, 2009**

ESCALA		PROPORCION DE USOS DE SUELO 1/			
		Habitacional	Industria	Servicios	Total
ESPACIO METROPOLITANO		80	6	12	100
TIJUANA		66	17	19	100
DISTRITO	Playas de Tijuana	79	4	17	100
	El Monumento	69	2	28	100
	Centro	48	4	48	100
	Chapultepec	68	2	30	100
	San Antonio de los Buenos	76	8	16	100
	Santa Fe	76	9	16	100
	La Gloria	77	16	7	100
	5 y 10	50	14	36	100
	Los Pinos	54	27	19	100
	Camino Verde	75	18	7	100
	San Luís	90	7	3	100
	Mesa de Otay	42	12	47	100
	Ciudad Industrial	34	46	21	100
	Nido de las Águilas	71	25	4	100
	Cerro Colorado	66	19	14	100
	Villafontana	85	5	10	100
	Matamoros	84	6	11	100
Parque Industrial Florido	41	50	9	100	
Terrazas del Valle	79	18	3	100	
Ojo de Agua	67	27	6	100	

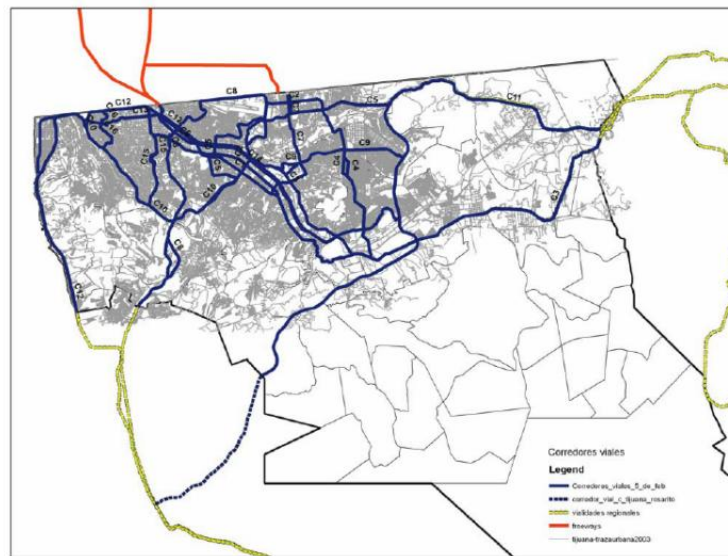
1/ Porcentaje del área ocupada sin considerar la superficie de vialidad.

De acuerdo al cuadro anterior, las proporciones de usos del suelo varían conforme la escala geográfica cambia. Principalmente, los usos distintos al habitacional aumentan en la escala de distrito, con algunas excepciones; el aumento de la proporción de usos no habitacionales identifica a los distritos que mayormente presentan una mezcla de usos, sin embargo, hay variaciones en cuanto a su vocación de acuerdo a la proporción de usos industriales o de servicios. Destacan distritos como el Centro con la misma proporción de usos habitacionales y servicios; el distrito Villafontana con una proporción de uso habitacional mayor a la escala metropolitana; o el distrito Ciudad Industrial con la mayor proporción de usos industriales y la menor superficie de uso habitacional. Sin embargo, tal y como lo reconoce el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030, habrá que señalar que uno de los principales problemas en materia de planeación urbana en la ciudad es la inexistencia de “un modelo de dosificación de usos y destinos del suelo que plantee un equilibrio en la estructura urbana de la ciudad” (Ayuntamiento de Tijuana, 2009, p. 66).

La distribución de usos de suelo, la estructura espacial y la sobreposición de funciones de las distintas escalas geográficas que actúan en este espacio dan como resultado condiciones limitadas para la operación eficiente de los flujos vehiculares y de transporte público. A escala transfronteriza, la movilidad depende del funcionamiento de tres puertos fronterizos: San Ysidro y Otay en Tijuana y Tecate en la ciudad de Tecate. El movimiento vehicular en estos tres cruces fronterizos suma 90,000 vehículos diarios (Sandag, 2007a); la capacidad de la infraestructura de cruces fronterizos está decayendo debido al incremento en el intercambio comercial y los requerimientos en seguridad. Estimaciones económicas establecen que los congestionamientos de

tráfico y las tardanzas en cruces fronterizos causan la pérdida de 6 millones de dólares anuales (Sandag, 2006). De acuerdo a un estudio desarrollado por la Universidad Autónoma de Baja California y la Universidad Estatal de California, los niveles de monóxido de carbono en las garitas de San Ysidro y Otay rebasan tres veces el límite permitido debido a la combustión vehicular generada por las largas filas generadas y los tiempos de cruce (Ayuntamiento de Tijuana, 2009); la cuenca atmosférica compartida por Tijuana y San Diego hace de este un problema ambiental de índole transfronterizo.

Aunque en el 2009 la ciudad de Tijuana desarrolló estudios de tránsito entre las tres cabeceras municipales, al día de hoy no existe un plan de movilidad a escala metropolitana. Sin embargo, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030, el principal problema que reviste la estructura de enlaces regional es la sobre posición de funciones locales y regionales ya que en algunos tramos funcionan como vialidades urbanas que dan acceso a diversos desarrollos habitacionales e industriales localizados fuera de las áreas urbanas, con la consecuente concentración de volúmenes de tránsito ligero y de carga y problemas de seguridad, principalmente en las carreteras libres Tijuana-Tecate, y Tijuana-Playas de Rosarito. La dispersión de actividades urbanas y la falta de alternativas viales constituyen los principales problemas para el funcionamiento eficiente de la red de enlaces regionales (Ver fig. 4.10).



**Fig. 4.10.- Estructura vial de la ciudad de Tijuana y sus enlaces interurbanos dentro del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Ayuntamiento de Tijuana, 2009**

De acuerdo a la encuesta de origen y destino de Implan-Logit 2004, en la ciudad de Tijuana se generan 2 millones de viajes diarios, de los cuales el 50% corresponde a viajes en vehículo particular; se estima que al año 2025 los viajes en automóvil se incrementarán en un 149%<sup>2</sup>. El

<sup>2</sup> Para tener un comparativo, la región de San Diego genera diariamente 16.7 millones de viajes y se estima que para el 2030 los viajes sumen 22 millones diarios (Sandag, 2007).

índice de motorización es de 3.4 habitantes/vehículo; el 85% de las unidades carecen de sistema de control de emisiones y cuentan con una edad promedio de 15 años (Ayuntamiento de Tijuana, 2009). Según el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de Tijuana-Rosarito 2000-2005, el 74% de las emisiones de ozono son generadas por el sector transporte; tan solo el movimiento de vehículos particulares aporta el 46% de dichas emisiones. En su conjunto, la red vial de Tijuana cubre 697.47 kilómetros, la disponibilidad de calles por persona es de 0.58 metros, una condición muy compacta comparada con ciudades como Los Angeles que en 1990 presentaba un indicador de 3.8 metros/persona (Newman y Kenworthy, 1999). El principal problema identificado en la red vial de la ciudad de Tijuana es la falta de capacidad para soportar el flujo existente, principalmente en las vías primarias, “esto deriva de no considerar el impacto efectivo de la vialidad en el uso de suelo, los equipamientos y el desarrollo de actividades complementarias, es el caso de los puertos fronterizos de San Ysidro y Mesa de Otay” (Ayuntamiento de Tijuana, 2003, p. 244); la “falta de movilidad y el desequilibrio urbanístico generado por el gran número de zonas que han surgido por el crecimiento urbano, ubicadas a mayor distancia de los núcleos de abasto implican mayores necesidades y distancias de desplazamiento” (Ayuntamiento de Tijuana, 2009, p. 46).

Como puede verse, la complejidad espacial de la aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate ha provocado un esquema de crecimiento que genera graves problemas en materia de movilidad y usos del suelo. El crecimiento expansivo, las limitaciones generadas por el contexto fisiográfico y los problemas en la planeación y el control urbano, conforman un panorama crítico ante los impactos sociales, económicos y ambientales que se están sucediendo. Como se verá en el siguiente apartado, los retos para la gestión de la movilidad sustentable en este espacio metropolitano y transfronterizo recaen en la compleja estructura institucional y de relaciones entre los distintos niveles de gobierno, la falta de una visión compartida y debido a la deficiente coordinación gubernamental a nivel interno y externo.

#### **4.2.- La gestión de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate**

La instrumentación de las acciones, el seguimiento y evaluación de las metas planteadas son etapas fundamentales de todo proceso de planeación. La planeación y la gestión sectorial tienen la ventaja de que la instrumentación es desarrollada por la misma agencia o por agencias afines vinculadas a un mismo marco legal, normativo y en ocasiones también presupuestal. Las condiciones para instrumentar las estrategias de planeación se vuelven complejas al momento de aplicar políticas intersectoriales donde pueden confrontarse marcos legales que superponen procesos y competencias. La concurrencia se dificulta aún más cuando se atienden necesidades que van más allá de las fronteras políticas y administrativas como el caso de las áreas metropolitanas donde confluyen diversos gobiernos municipales, estatales o incluso nacionales como es el caso de los espacios transfronterizos.

El manejo sectorial de las políticas públicas en temas como los usos del suelo y la movilidad tienen consecuencias importantes en la eficiencia del funcionamiento de las ciudades, con impactos reconocidos en materia económica, social y ambiental. Para Macario y Veras (2006) los problemas en la coordinación de políticas integrales de usos de suelo y movilidad se reflejan principalmente a las escalas urbanas y regionales. Estos autores identifican puntos de coincidencia al nivel estratégico donde se definen políticas integrales y sectoriales, sin embargo, la interacción

empieza a perder consistencia conforme se bajan las políticas a los niveles operacionales (Ver fig. 4.11).

El objetivo de este apartado es el de analizar los procesos de planeación y gestión de los usos del suelo y de la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate, de acuerdo al esquema de interacción planteado por Macario y Veras (2006) a fin de identificar los problemas para el desarrollo de políticas integrales de usos del suelo y movilidad. El análisis se presenta a las tres escalas que inciden en este espacio: urbana (centro de población), metropolitana (Tijuana-Rosarito-Tecate) y transfronteriza (Tijuana-San Diego). Se analizarán los instrumentos y procesos existentes, identificando los niveles a los que se manejan: estratégico, que se refiere a los elementos de visión y de política; táctico, que incluye los objetivos y la programación de acciones para cumplirlos, y; operativo, que determina el accionar de las dependencias (Ver fig. 4.12).

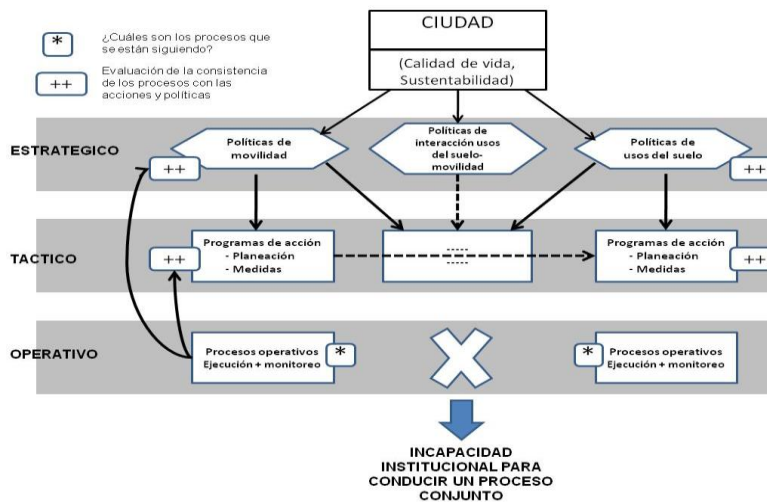


Fig. 4.11.- Niveles de interacción de los procesos de usos del suelo y movilidad. Fuente: Macario y Veras, 2006

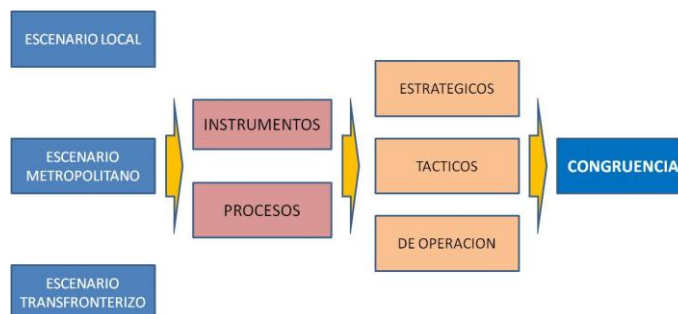
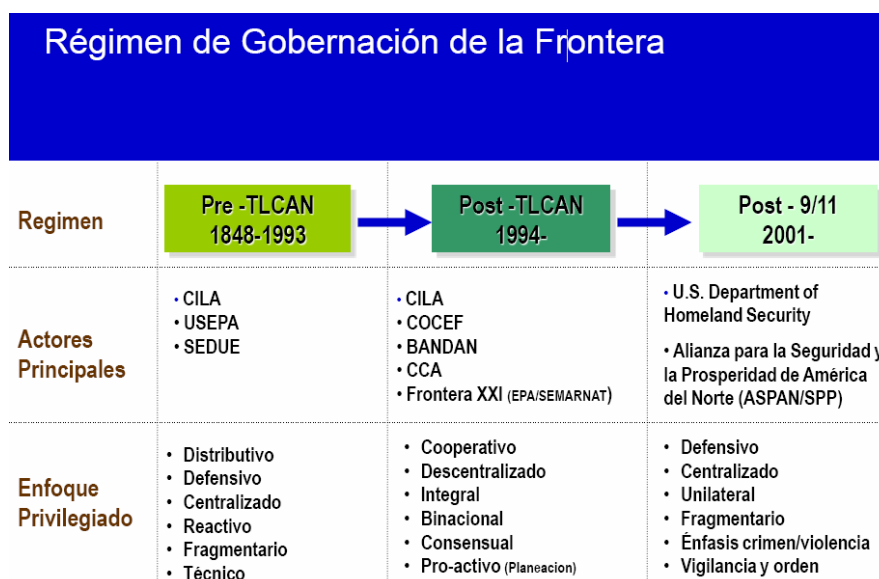


Fig. 4.12.- Análisis de procesos de planeación de usos de suelo y movilidad en Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Elaboración propia con base en Macario y Veras, 2006

#### 4.2.1.- El escenario transfronterizo. Tijuana-San Diego

El origen de las relaciones bilaterales formales entre México y Estados Unidos data del año de 1848, a la terminación de la guerra entre los dos países y la firma el Tratado Guadalupe-Hidalgo, en el cual se determinan los límites fronterizos. Como resultado del tratado, se crea una Comisión Conjunta de Frontera para desarrollar los trabajos técnicos de delimitación. A partir de ese evento, se han sucedido gran cantidad de situaciones económicas, políticas y sociales que han derivado en la implementación de programas de cooperación internacional. De acuerdo a Lara (2008), las relaciones en la región transfronteriza México-Estados Unidos se han desarrollado en tres etapas históricas con enfoques distintos marcados por situaciones de origen externo (Ver fig. 4.13).



**Fig. 4.13.- Etapas en las relaciones transfronterizas entre México y Estados Unidos. Fuente: Lara, 2008.**  
<http://www.uabc.mx/iis/memorias/symposium/Panel1/02.pdf>

El espacio transfronterizo de Tijuana-San Diego, ha sido y es testigo de estos procesos de colaboración, los cuales han presentado características diferenciadas en función a su origen (local/distante) y a su institucionalidad (formalidad/informalidad). Los argumentos bajo los cuales se agrupan los procesos de colaboración transfronteriza en este espacio pueden agruparse en tres líneas principales:

- a) De Buena voluntad. Relaciones informales generadas a partir de iniciativas principalmente de carácter local o regional en temas como cultura, educación y promoción económica.
- b) De Seguridad. Derivado de las condiciones y funciones de soberanía nacional de ambos países, caracterizadas por su origen central.
- c) De forma y función. Se refiere a aquellos procesos operativos tanto de origen externo como interno que definen acciones en materia de planeación de usos del suelo y de redes (transporte, servicios, medio ambiente, etc.).

Los procesos de forma y función involucran procesos de coordinación para acciones de planeación y operación de ciertas funciones de impacto transfronterizo. Una de estas funciones

tiene que ver con la planeación de los usos del suelo, medio ambiente y el transporte transfronterizo ligado a la infraestructura de cruces fronterizos.

#### ***4.2.1.1 Visión e institucionalización de procesos de cooperación transfronteriza en la frontera Tijuana-San Diego***

Entre los protocolos más importantes en materia de cooperación transfronteriza entre México y Estados Unidos, están los Mecanismos de Enlace Fronterizos (MEF) creados en 1993 y encabezados por los Cónsules de ambos países. El objetivo de los MEF es trabajar con los gobiernos locales en temas relevantes comunes y ser un foro de diálogo institucional. Cada MEF genera su propia agenda. Tijuana-San Diego cuenta con un MEF cuya agenda de trabajo se compone de cuatro comités: seguridad pública y protección civil, infraestructura y puertos de entrada (2 grupos: Cargo Working Group y Port Working Group), migración y protección consular y, medio ambiente y recursos naturales. Los MEF representan un proceso de colaboración regional basados en el respaldo federal y aunque sus actuaciones no están basadas en ley, su función ayuda al acercamiento de los agentes públicos y privados en el manejo de temas comunes (Gómez, 2008).

En materia ambiental se han sostenido diversos acuerdos en la región fronteriza. En 1983 se firma el Acuerdo de la Paz con el objetivo de mejorar las condiciones ambientales en la frontera México-Estados Unidos. La Agencia estadounidense de Protección Ecológica (EPA por sus siglas en inglés) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por la parte mexicana, fueron las encargadas de coordinar los esfuerzos del acuerdo. Los grupos formados plantearon propuestas para reducir los impactos ambientales sobre el aire, agua y suelo en la frontera, a la vez que generaron planes de contingencia ante riesgos ambientales e impulsaban la cooperación local en la materia. Sin embargo, este acuerdo adolecía de una liga hacia las políticas nacionales, no tenía suficiente transparencia ni participación. Tuvo un carácter informal en la coordinación binacional.

Derivado del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), se crea la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), el Banco de Desarrollo de América del Norte (BANDAN) y el Plan Integrado para el Medio Ambiente Fronterizo (IBEP por sus siglas en inglés), el cual reforzaba las leyes ambientales, buscaba aumentar la planeación colaborativa, y el desarrollo de proyectos de saneamiento transfronterizos. Los procesos de la COCEF siguen vigentes, en tanto que el IBEP, no pasó de ser un plan (Spalding, en Ganster, 2000). Como seguimiento al IBEP, se crea el programa Frontera XXI para la cooperación entre entidades de ambos lados de la frontera en la búsqueda del desarrollo sustentable en esta franja fronteriza. Frontera XXI es el resultado principal del Acuerdo de la Paz, con una mayor participación en la implementación de proyectos. El éxito de Frontera XXI se basó en la amplia participación gubernamental, instituciones internacionales, académicas, ONG, el sector privado y los ciudadanos.

En materia de infraestructura de transporte y cruces fronterizos, hay una serie de conferencias y procesos de trabajo que datan desde los años 80's, destacando la Conferencia de Gobernadores Fronterizos y las actividades del Grupo Binacional de Puentes y Cruces Fronterizos con el apoyo del Comité Conjunto de Trabajo. Estos grupos dan un énfasis a la discusión y promoción de necesidades en materia de infraestructura de cruces fronterizos. En la XXVI Conferencia de Gobernadores Fronterizos sostenida en agosto del 2008, se llegó a los siguientes acuerdos:

- Reducir los tiempos de espera en cruces.
- Concretar planes binacionales a lo largo de la frontera.
- Buscar el permiso presidencial para el Puerto Otay II.
- Fondos adicionales para aumentar el número de inspectores fronterizos en garitas. (<http://www.gobernadoresfronterizos.org/>)

En cada conferencia se ratifican y se da seguimiento a los avances en los proyectos de mejoramiento de cruces fronterizos e infraestructura asociada. Asimismo, se le da continuidad a las solicitudes de nuevas instalaciones públicas o privadas en materia de cruces fronterizos. Existe también un interés marcado por los temas ambiental y económico, ya que se reconocen los impactos al ambiente y a la economía que puede causar la infraestructura obsoleta de cruces fronterizos. Se puede decir que en este tema, estos grupos de trabajo son el conducto formal para la consecución de proyectos de mejora de cruces fronterizos. Aun y cuando no hay una agencia definida para esta labor, las relaciones de voluntad entre el grupo de gobernadores permite avanzar en esta materia.

El Plan indicativo para el desarrollo competitivo y sustentable de la región transfronteriza México-Estados Unidos presentado en la XXVII Conferencia de Gobernadores Fronterizos de 2009, busca establecer una visión estratégica para el desarrollo sustentable y la competitividad de la región fronteriza México-Estados Unidos. En su visión al 2030 el Plan “contempla una región transfronteriza cuyas sociedades y gobiernos se proponen alcanzar en una perspectiva a mediano y largo plazos. El objetivo consiste en alinear visiones, planes, estrategias y acciones de los gobiernos a nivel municipal, condado, de pueblo o nación indígena, y federal de ambos países, para lograr una región próspera, segura, limpia, sana y competitiva que genere desarrollo de calidad mundial y progreso continuo, al mismo tiempo que se mantiene la independencia de las dos naciones” (Colegio de la Frontera Norte y Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2009, p. 35). En materia de cruces fronterizos el Plan urge la evaluación de las necesidades de infraestructura fronteriza ya que a la fecha no existe una evaluación clara de las necesidades específicas para mejorar los puertos de entrada y desarrollar nuevos. Propone hacer una evaluación de las necesidades correspondientes al mediano y largo plazos y programar en consecuencia acciones y recursos a asignar; considera que los dos países deben tener como prioridad el mejoramiento de los cruces fronterizos y la construcción de nuevos puertos, y que los gobiernos estatales y municipales y las organizaciones civiles y las cámaras de comercio e industria, deben impulsar a los gobiernos federales para atender el tema.

#### ***4.2.1.2 Planeación transfronteriza***

En el tema de la planeación transfronteriza, no existen grupos trabajando de manera continua en el espacio de Tijuana-San Diego. Los ejercicios de planeación desarrollados en los últimos años se desprenden de convocatorias de agencias estadounidenses que se avocan a incorporar el tema de la frontera en sus procesos locales de planeación. Destaca el caso de la Asociación de Gobiernos de San Diego (Sandag) que en su organigrama contempla un área específica para la coordinación de fronteras que incluye el seguimiento a los procesos de planeación en Baja California. En conjunto con la Oficina de Transporte de California (Caltrans por sus siglas en inglés), Sandag ha desarrollado diversos ejercicios de planeación transfronteriza en materia de usos de suelo (Plan Estratégico Otay Mesa-Mesa de Otay Corredor Binacional), en materia de infraestructura de cruces fronterizos (Plan Maestro Fronterizo), y sostiene seminarios anualmente sobre temas de planeación, gestión y sustentabilidad en la frontera.

El Instituto Municipal de Planeación de Tijuana (Implan) y la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado (SIDUE) participan de manera continua en estos ejercicios. Parte de la visión de los planes estatal y municipal de desarrollo urbano consideran la planeación y cooperación transfronteriza para el mejoramiento de las condiciones de movilidad y desarrollo urbano a lo largo de la franja fronteriza. El Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Baja California establece como parte de las estrategias del Eje de Competitividad y Eficiencia Urbana la “coordinación del transporte fronterizo a través del Plan Maestro Fronterizo y el Plan Indicativo para el Desarrollo Competitivo y Sustentable de la Región Transfronteriza México Estados Unidos, dirigido a la modernización, los proyectos, la infraestructura de cruces fronterizos y las acciones para reducir las pérdidas económicas por los tiempos de espera de los cruces fronterizos” (Gobierno del Estado, 2010, p. 89). Por su parte, el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030 identifica a la región de Tijuana-San Diego como una conurbación transfronteriza y reconoce los esfuerzos de coordinación en materia de cruces fronterizos, transporte, contaminación y otros temas. Propone reforzar el proceso de planeación estratégica transfronteriza para el fortalecimiento y posicionamiento de la “región binacional” (Ayuntamiento de Tijuana, 2009).

Aunque las estrategias propuestas por estos planes distan mucho de formalizarse en el plano legal, los esfuerzos por reducir las barreras en los procesos y ampliar el entendimiento de la problemática común, así como el intercambio de información, han sido los mayores frutos de estos ejercicios.

#### **4.2.1.3 Operación de programas de mejora de infraestructura de puertos fronterizos**

Tomando como referencia el Plan Maestro Fronterizo (Caltrans-Sandag-SIDUE, 2008) realizado con la participación de instituciones de ambos lados de la frontera, en el cuadro 4.2 se enlistan las agencias involucradas en la planeación y administración de cruces fronterizos entre Tijuana-San Diego.

**Cuadro 4.2.- Agencias de gobierno involucradas en la planeación y administración de cruces fronterizos.**

*Fuente: Elaboración propia con base en Caltrans-Sandag-SIDUE, 2008*

SECTOR	AGENCIAS		FUNCIONES
	MEXICO	ESTADOS UNIDOS	
<b>Gobierno y diplomacia</b>	Secretaría de Relaciones Exteriores	Departamento de Estado (U.S. Department of State)	Representación gubernamental al nivel central y local. Gestión de “Cartas de Intensión” para la creación de nuevos puertos fronterizos.
	Gobierno del Estado de Baja California	Aduanas y Protección de Fronteras (U.S. Customs and Border Protection)	
	Ayuntamientos de Tijuana y Tecate	Condado de San Diego	
		Ciudades de Chula Vista y San Diego	
<b>Transporte</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes	Administración Federal de Autopistas (U.S. Federal Highway Administration)	Planeación, construcción y operación de infraestructura vial para acceso a puentes fronterizos.
		Departamento de Transporte de California (California Department of Transportation)	

**Cuadro 4.2. (cont.)- Agencias de gobierno involucradas en la planeación y administración de cruces fronterizos. Fuente: Elaboración propia con base en Caltrans-Sandag-SIDUE, 2008**

SECTOR	AGENCIAS		FUNCIONES
	MEXICO	ESTADOS UNIDOS	
Puertos fronterizos	Administración General de Aduanas	Servicios Generales de Administración (U.S. General Services Administration)	Administración de puentes fronterizos.
	Instituto de Administración y Valuación de Bienes Inmuebles		
Planeación	Secretaría de Desarrollo Social	Asociación de Gobiernos de San Diego (San Diego Association of Governments)	Planeación y coordinación en temas urbanos y regionales de alcance transfronterizo.
	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado de Baja California		
	Instituto Municipal de Planeación de Tijuana		

La aplicación de políticas transfronterizas entre México y Estados Unidos ha estado vinculada a convenios bilaterales de buena voluntad, firmados a nivel de los ejecutivos federales. La capacidad de gestión de las autoridades locales se limita a promover las relaciones con sus contrapartes al otro lado de la frontera para juntos impulsar mejoras a la infraestructura que comparten, principalmente en puertos fronterizos. Sin embargo, los recintos aduanales son espacios diseñados y administrados por agencias federales y regulados por políticas de seguridad muy estrictas que no permiten la intervención de instituciones locales; en juego está la soberanía y la seguridad nacional, temas que son responsabilidad de las autoridades centrales.

Las reuniones de Gobernadores Fronterizos y el trabajo del Grupo Binacional de Puentes y Cruces Fronterizos establecen la agenda de trabajo en materia de infraestructura fronteriza. En dichas conferencias se exponen las propuestas de nuevos cruces y las mejoras a los existentes. Sin embargo, el inicio formal del proceso se da a través de la “Carta de Intención” que la Secretaría de Relaciones Exteriores expide al Gobierno de los Estados Unidos (o viceversa) para solicitar un nuevo puerto fronterizo. Posteriormente se desarrolla un prolongado trabajo diplomático hasta la aprobación del nuevo proyecto. La conferencia de Gobernadores fronterizos es el foro en el cual se le da seguimiento a las propuestas.

Técnicamente, el proceso para la definición de un nuevo cruce fronterizo o para la mejora de los existentes no es una tarea asignada a una agencia en particular y no sigue procedimientos normativos preestablecidos. En Baja California, la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado da seguimiento a un programa denominado de Cruces Fronterizos que integra las propuestas que se han consensado con las autoridades municipales; este programa sirve de base para la participación de esta dependencia en la conferencia de gobernadores fronterizos, elevando de esta manera las demandas locales a la esfera federal.

Por otro lado, los trabajos de las agencias estadounidenses, Sandag y Caltrans, por coordinar mejor los esfuerzos transfronterizos en materia de transporte e infraestructura de cruces, han permitido elaborar como programa piloto el Plan Maestro Fronterizo en el cual se busca sistematizar un procedimiento cualitativo y cuantitativo para priorizar las acciones en relación a infraestructura transfronteriza, en concurrencia de las autoridades federales, estatales y

locales de ambos lados de la frontera, en un afán de dar mayor solidez a los proyectos definidos desde el plano local (Caltrans-Sandag-SIDUE, 2008).

Estos esfuerzos están soportados por acciones voluntarias, lo que dificulta la participación y representatividad de las instituciones convocadas.

#### **4.2.1.4 Limitantes del proceso**

Las dificultades en el proceso de coordinación en el tema de infraestructura fronteriza tienen que ver con dos situaciones: 1) diferencias en las prioridades nacionales entre los gobiernos de México y Estados Unidos y 2) barreras provocadas por la falta de comunicación de los distintos niveles de gobierno.

En el primer tema habrá que mencionar que a partir del atentado en Estados Unidos de septiembre de 2001, la prioridad para este país en el tema de fronteras ha sido la seguridad, condición que limita fuertemente la fluidez en los cruces. Ya se mencionaron los impactos en cuestión ambiental y económica que provocan las tardanzas en cruces fronterizos. A pesar de esto, diversas acciones están en marcha para contrarrestar esta situación. En Tijuana está en marcha la ampliación del cruce San Ysidro y la propuesta de una nueva garita al oriente de Otay, en tanto en Tecate está pendiente la reubicación de las instalaciones de la garita en el lado mexicano.

Por otro lado, las diferencias en el marco de competencias de las dependencias de los distintos niveles de gobierno tanto en México como en Estados Unidos, limita la comunicación y la participación de los gobiernos locales en la toma de decisiones en materia de infraestructura fronteriza, ya que estas se toman a nivel central. Los recintos fiscales se comportan como un territorio independiente de la ciudad y su funcionamiento normalmente desatiende los impactos generados en el contexto urbano. La actividad de cada dependencia se concentra en su ámbito particular y no existen procesos de coordinación permanentes en donde confluyan los distintos niveles de gobierno.

Finalmente, tomando como referencia los conflictos observados en el proceso de trabajo para la realización del Plan Maestro Fronterizo California-Baja California, el documento final identificó las siguientes limitantes al proceso actual de planeación de cruces fronterizos y de transporte:

- a) La planeación de garitas e infraestructura de transporte es un proceso complejo en donde participan múltiples dependencias de todos los órdenes de gobierno tanto de México como de Estados Unidos y no hay un protocolo definido para la coordinación.
- b) Hay diferencias en el horizonte de planeación de garitas y de la infraestructura de transporte.
- c) No en todos los documentos de planeación se incluyen los proyectos de garitas o de la red de transporte ligada a ellas.
- d) Utilización de diferentes sistemas de evaluación de prioridades por parte de las dependencias involucradas.
- e) Bajo nivel de coordinación y comunicación entre dependencias de los distintos órdenes de gobierno. Necesidad de un proceso más sistemático dirigido a la instrumentación, financiamiento y programación de acciones en garitas e infraestructura de transporte.
- f) Limitada participación de los gobiernos municipales en los proyectos de garitas. Es necesario mayor integración de los proyectos de garitas con el entorno urbano en el que se enclavan.

- g) No existen procesos sistematizados de evaluación de prioridades (Caltrans-Sandag-SIDUE, 2008).

#### **4.2.2.- El escenario metropolitano. Tijuana-Rosarito-Tecate**

Los años 90 significaron para el espacio intermunicipal de Tijuana, Rosarito y Tecate la incursión a nivel nacional en la clasificación de área metropolitana bajo dos explicaciones teóricas: Tijuana como ciudad central supera el millón de habitantes y su expansión territorial sobrepasa sus límites municipales con Playas de Rosarito. La delimitación metropolitana realizada en el año 2004 por Sedesol-Conapo-Inegi consideraba a la zona metropolitana de Tijuana compartida solo con Playas de Rosarito. Para el 2007 se actualiza dicha delimitación y el espacio metropolitano de Tijuana ya incorpora a la ciudad de Tecate (Sedesol-Inegi-Conapo, 2007).

El concepto de metrópoli no existe en el marco jurídico y normativo de México. La Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) incorpora el concepto de zona conurbada en su artículo 20, el cual establece “Cuando dos o más centros de población situados en territorios municipales de dos o más entidades federativas formen o tiendan a formar una continuidad física y demográfica, la federación, las entidades federativas y los municipios respectivos, en el ámbito de sus competencias, planearán y regularán de manera conjunta y coordinada el fenómeno de conurbación de referencia, con apego a lo dispuesto en esta Ley”, en cuyo caso los tres niveles de gobierno deberán convenir en su delimitación, planeación y administración, para lo cual se formará una Comisión de Conurbación de carácter permanente.

La Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California retoma el concepto de conurbación como aquel fenómeno que se presenta cuando dos o más centros de población, por su crecimiento y relaciones socioeconómicas, formen o tiendan a formar una unidad urbana, y además, avanza en algunos aspectos sobre la coordinación intergubernamental para la administración de estos espacios. Así, esta ley dedica su Título Tercero al fenómeno de las conurbaciones y establece los mecanismos iniciales para su planeación y administración.

##### ***4.2.2.1 Bases jurídicas para la operación de los usos del suelo y la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate***

Las bases de la coordinación metropolitana están marcadas en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California, que en su Título Tercero reconoce el fenómeno de las conurbaciones y establece los mecanismos iniciales para su planeación y administración. El punto de partida se da a través de una declaratoria de conurbación expedido por el gobernador: “Las conurbaciones que se presenten en los centros de población localizada dentro de los límites del territorio estatal, serán formalmente reconocidas mediante la declaratoria que expida al efecto el Gobernador del Estado, o al acuerdo entre éste y los Ayuntamientos respectivos.”(Art. 89).

El paso siguiente, es la creación de una Subcomisión Intermunicipal de Conurbación (Art. 94), bajo acuerdo entre el gobernador del Estado y los presidentes municipales involucrados. La Subcomisión Intermunicipal de Conurbación será “de carácter permanente dentro del seno de la Comisión Coordinadora de Desarrollo Urbano del Estado, que ordene y regule el desarrollo de dicha zona. La Subcomisión será presidida por el Secretario de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del Estado (hoy Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado, SIDUE) y tendrá facultades para promover la presentación de proposiciones, captar información, realizar investigaciones y oír la opinión de distintos grupos sociales de los centros de población respectivos, a través de los organismos legalmente constituidos que los representen” (Art. 95). Finalmente el

cometido de esta Subcomisión es la elaboración de un programa que ordene la zona conurbada, con una función básica de control de los usos del suelo intermunicipales. Esta subcomisión deberá expedir su reglamento interno luego de 30 días de haberse creado (Art. 96), así como elaborar un programa que ordene y regule la zona conurbada (Art. 97). La ley establece que las tareas de la Comisión de Conurbación serán el ordenamiento y regulación de la zona de conurbación (Art. 95).

Adicionalmente, la ley establece la concurrencia del ejecutivo del estado para celebrar convenios con los municipios, con otras entidades federativas o con la federación para apoyar los objetivos de los planes y programas (Art. 10 Fracc. XIII), asimismo, participar en la ordenación y regulación de conurbaciones interestatales (Fracc. XV), reconocer mediante declaratoria la existencia del fenómeno de conurbación (Fracc. XVI), promover ante el Congreso del Estado la fijación o modificación de los límites de zonas conurbadas municipales (Fracc. XVII), y participar en la ordenación y regulación de las zonas conurbadas (Fracc. XVIII). Los ayuntamientos, por su parte también tienen la facultad de participar en la ordenación y regulación de las zonas conurbadas (Art. 11 Fracc. XI).

Finalmente, el tema de movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate solo se puede referir a la infraestructura vial regional (infraestructura carretera). En este tema la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, tiene como facultades el participar en la elaboración de las bases de colaboración y convenios con otras dependencias, entidades, gobiernos estatales y particulares, para coordinar acciones que sean de interés general y que estén relacionadas con la operación de las carreteras federales libres de peaje (Art. 18 Fracc. XV del Reglamento Interior de la SCT del 2009); la Secretaría está facultada para “promover y tramitar convenios con gobiernos estatales y municipales para la entrega de tramos de carreteras federales libres de peaje que pasen por zonas urbanas, para su operación, conservación, reconstrucción y ampliación ( Art. 18 Fracc. XXIII); debe “planear el desarrollo estratégico de la red de carretera, incluyendo puentes y cruces internacionales y su interconexión con otros modos de transporte y la coordinación con la planeación regional y estatal” (Art. 20 Fracc. II); “promover la coordinación del autotransporte federal con otros modos de transporte para conformar un sistema integral y coordinarse con las Unidades Administrativas respectivas para tal efecto” (Art. 22 Fracc. XVI).

#### **4.2.2.2 Procesos de planeación metropolitana. Visión de zona metropolitana**

A partir del año 2000, se percibe una nueva visión en la actividad de planeación en el ámbito metropolitano de Tijuana, Rosarito y Tecate. En Tijuana se crea el Instituto Municipal de Planeación (Implan) y se actualiza el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población (PDUCP) en 2002, por su parte las ciudades de Playas de Rosarito y Tecate publican en 2003 sus respectivos programas. Aunque estos instrumentos siguen buscando dar mayor respaldo a la actividad del control urbano hacia el interior de los centros de población, hay ciertos elementos en materia de integración regional que ya avizoran los procesos de metropolización:

- a) Tijuana plantea la descentralización de funciones de administración urbana hacia las delegaciones, aunque hace énfasis en la necesaria visión metropolitana bajo un enfoque transfronterizo;
- b) Rosarito incorpora grandes proyectos intraurbanos y hace énfasis en la dinámica de conurbación con Tijuana;
- c) Tecate avanza al incorporar un esquema de conurbación con Tijuana ante las tendencias de desarrollo industrial entre ambos municipios.

Adicionalmente, a nivel estatal se realizan programas de carácter regional en la zona que la inducen hacia una visión metropolitana, tales como el Programa del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada 2001 y el del Corredor Tijuana-Rosarito 2000.

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano del 2010 establece que el espacio metropolitano de Tijuana-Tecate-Rosarito es un polo de desarrollo regional, pieza clave en la estructura urbana-regional del estado, que deberá prestar atención al desarrollo del transporte, y a la gestión conjunta de los temas urbano y ambiental, así como la coordinación binacional (Gobierno del Estado de Baja California, 2010). El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tijuana 2009-2030 establece como uno de sus objetivos generales el “Apoyar la consolidación del desarrollo regional mediante el reconocimiento de las condiciones de metropolización y conurbación con las ciudades de Tecate y Playas de Rosarito en Baja California y de San Diego en la frontera internacional para promover y compartir en forma coordinada los beneficios del desarrollo conjunto y las cargas derivadas del proceso de urbanización” (Ayuntamiento de Tijuana, 2009, p. 205); entre los objetivos específicos está la planeación integral del crecimiento urbano y el uso eficiente del suelo.

En el taller para la elaboración del proyecto Políticas, Estrategias y Proyectos Estructurantes para la Zona Conurbada Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito sostenido en la ciudad de Tijuana en abril de 2009 como parte de los trabajos para la elaboración del Plan Metropolitano de la zona en cuestión, la visión establece un modelo de región metropolitana con un “crecimiento ordenado que prioriza la seguridad de sus habitantes y la infraestructura vial que garantiza la efectiva movilidad de personas y bienes” (Un-hábitat, 2009); en el quinto nivel de prioridad se establece el objetivo estratégico de lograr una comunicación vial eficiente.

En los documentos de planeación que involucran el tema metropolitano en el espacio de Tijuana-Rosarito-Tecate, es de hacer notar la inexistencia de la relación usos del suelo-movilidad en los conceptos manejados. Sin embargo, en el Taller de Proyectos Estructurantes, la consecuencia de que el crecimiento ordenado se logrará entre otras cosas a través de la efectiva movilidad de los habitantes, es una señal de aproximación a dicha relación. Aún así no hay un objetivo específico que muestre la importancia de esa relación.

#### ***4.2.2.3 Gestión metropolitana. Subcomisión Intermunicipal de Conurbación, Consejo Metropolitano, Fondo y Fideicomiso metropolitano para Tijuana-Rosarito-Tecate***

En el año de 2004 se crea la Subcomisión Intermunicipal de Conurbación Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito de acuerdo al proceso establecido en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California. El decreto se publicó en el Periódico Oficial del Estado el 12 de marzo de 2004 con el objeto de “planear y regular de manera conjunta y coordinada el desarrollo de los centros de población comprendidos dentro de los límites que al efecto apruebe el Congreso del Estado, dentro de los territorios de los Municipios de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito”. Los integrantes que conforman la subcomisión se presentan en el cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3.- Agencias de gobierno que conforman la subcomisión Intermunicipal de Conurbación Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito. Fuente: Gobierno del Estado de Baja California, 2004**

FEDERACION	ESTADO	MUNICIPIOS
Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol)	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado (SIDUE)	Tijuana
Secretaría de la Reforma Agraria (SRA)	Secretaría de Planeación y Finanzas (SPF)	Tecate
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)	Secretaría de Protección al Ambiente	Playas de Rosarito
Comisión Nacional del Agua (CNA)	Secretaría de Desarrollo Económico (Sedeco)	
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Secretaría de Desarrollo social del Estado (Sedesoe)	
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Secretaría de Turismo del Estado (Secture)	
	Fideicomiso del Corredor Tijuana-Rosarito (Ficotiro)	
	Promotora de Desarrollo Urbano de Tijuana S.A. (Produsta)	

En las reuniones sostenidas a lo largo del año de 2004, se concluyó que los temas a trabajar dentro de la subcomisión son: vialidad y transporte, energía, suelo y vivienda, planeación binacional, ordenamiento ecológico, ordenamiento territorial, infraestructura hidráulica, desechos sólidos, bienestar social, desarrollo económico, gestión y planeación participativa, legislación y normatividad. Se reconoce que estos temas tienen tres escalas de trabajo: local, metropolitana y regional. A nivel metropolitano se incluye el tema de vialidad y transporte, en tanto que a escala regional se maneja el tema de transporte transfronterizo (Paez, 2005).

Los trabajos de la subcomisión se suspendieron hasta que en 2007 arranca nuevamente el proceso de coordinación con el objetivo de buscar recursos del Fondo Metropolitano federal<sup>3</sup>. En agosto de 2009 se instala el Consejo de Desarrollo Metropolitano de Tijuana y en septiembre del mismo año se crea el Fideicomiso Fondo Metropolitano Tijuana. La composición de agencias participantes difiere de la estructura de la Subcomisión de Conurbación, sin embargo sigue predominando la presencia de las dependencias del gobierno estatal (Ver cuadro 4.4).

<sup>3</sup> Creado por el gobierno federal en el 2006 para atender aspectos como el abastecimiento de agua potable, alcantarillado, drenaje, transporte público, contaminación ambiental, rellenos sanitarios, etc. El decreto de presupuesto de egresos de la federación para el ejercicio fiscal 2008, estableció un Fondo Metropolitano para financiar la ejecución de estudios, programas, proyectos, acciones y obras públicas de infraestructura y su equipamiento para 7 zonas metropolitanas que abarcan 9 entidades federativas. Los objetivos de este fondo son: 1) Impulsar la competitividad económica, 2) Impulsar las capacidades productivas, 3) Coadyuvar a la viabilidad y a mitigar la vulnerabilidad o riesgos, 3) Incentivar la consolidación urbana, y 4) Aprovechamiento óptimo de las ventajas competitivas del funcionamiento regional, urbano y económico. Los recursos federales del Fondo Metropolitano que se transfieran a los gobiernos de las entidades federativas, se deberán administrar a través de fondos concursables en Fideicomisos Estatales de Administración e Inversión. Las zonas metropolitanas a aplicar el fondo corresponden a la delimitación de zonas metropolitanas establecida por Conapo-Inegi en el 2007 (Fuente: <http://www.Cámara de Diputados.gob.mx/Reglas de Operación del Fondo Metropolitano 2008/> Diario Oficial de la Federación)

**Cuadro 4.4.- Agencias de gobierno que conforman el Consejo para el Desarrollo de la Zona Metropolitana de Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito. Fuente: Gobierno del Estado de Baja California, 2009**

FEDERACION	ESTADO	MUNICIPIOS
Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol)	Coordinación General de Gabinete	Tijuana
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)	Secretario General de Gobierno	Tecate
	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado	Playas de Rosarito
	Secretaría de Planeación y Finanzas	
	Secretaría de Protección al Ambiente	
	Secretaría de Desarrollo social del Estado	

El monto asignado en 2009 a la zona metropolitana de Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito fue de 40 millones de pesos con los que financiaría proyectos como el Catastro metropolitano, el Sistema vial metropolitano, el Centro de convenciones, el Observatorio urbano metropolitano, la Infraestructura vial metropolitana, la Planeación de zonas conurbadas, y el Control urbano y tenencia de la tierra (Ayuntamientos de Tijuana, Playas de Rosarito, Tecate y Cámara de Diputados, 2009). En el tema de vialidad y transporte destaca el proyecto de tren ligero que la ciudad de Tijuana está impulsando como parte de la estrategia de mejoramiento del sistema de transporte público urbano.

#### **4.2.2.4 Procesos operativos en marcha. Dependencias y competencias: carreteras, transporte y administración de usos de suelo a nivel metropolitano**

A pesar de los procesos de integración para la gestión metropolitana a través de la Subcomisión de Conurbación y el Consejo Metropolitano, los temas de usos de suelo y movilidad siguen funcionando de manera sectorial, principalmente por ser tareas de competencia municipal. Sin embargo, las tendencias de conurbación y la expansión urbana fuera de los centros de población involucran cada vez más a dependencias de la escala estatal y federal.

Los procesos descritos en el cuadro 4.5 corresponden a facultades de cada dependencia, según la esfera de su competencia. En materia de usos de suelo hay concurrencia entre dependencias municipales y la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado toda vez que esta última genera un dictamen de congruencia para usos fuera de los centros de población y para usos de impacto regional. Las dependencias municipales encargadas de la administración del uso de suelo están obligadas por ley a solicitar dicho dictamen de congruencia. La dependencia federal está facultada para solicitar la justificación para el cambio de uso de suelo forestal y el manifiesto de impacto ambiental para dictaminar la viabilidad ambiental del uso propuesto y la actividad.

Los nuevos desarrollos (habitacionales, comerciales o industriales) son revisados por la autoridad municipal, sin embargo la autorización final se da en el estado. Sin embargo, este proceso se da de manera independiente en cada circunscripción municipal.

**Cuadro 4.5.- Procesos operativos en materia de usos de suelo y movilidad a nivel metropolitano. Fuente: Elaboración propia.**

PROCESO OPERATIVO	DEPENDENCIAS ACTUANTES		
	LOCAL	ESTATAL	FEDERAL
<b>USOS DEL SUELO</b>			
Congruencia y autorizaciones de uso de suelo de impacto regional a nivel centro de población	Secretaría de Desarrollo Urbano Tijuana Administración Urbana de Tecate Secretaría de Administración Urbana de Playas de Rosarito	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Promoción y construcción de equipamientos de impacto regional		Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado	
Autorizaciones de fraccionamientos	Secretaría de Desarrollo Urbano Tijuana Administración Urbana de Tecate Secretaría de Administración Urbana de Playas de Rosarito	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado	
Cambios de usos del suelo urbanos	Implan Tijuana Secretaría de Desarrollo Urbano Tijuana Administración Urbana de Tecate Secretaría de Administración Urbana de Playas de Rosarito	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado	
Cambios de usos del suelo forestal			Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Planeación urbana-metropolitana	Implan Tijuana Administración Urbana de Tecate Secretaría de Administración Urbana de Playas de Rosarito	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado	
<b>MOVILIDAD</b>			
Planeación vial y del transporte metropolitano	Implan Tijuana	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado	
Diseño, construcción y operación de vialidades intermunicipales		Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado Fideicomiso Corredor Tijuana-Rosarito 2000	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Control del transporte intermunicipal			Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Por otra parte, la operación de la vialidad a nivel metropolitano es observada por las dependencias estatal y federal, que se concretan a generar proyectos, construirlos y mantenerlos. Estos proyectos se refieren a las carreteras estatales y federales que vinculan las ciudades de Tijuana con Playas de Rosarito y Tijuana con Tecate, enlaces de carácter regional que han sido absorbidos por el crecimiento urbano, de ahí que los permisos para los proyectos de acceso vial a los nuevos desarrollos por dichas vialidades deben ser aprobados por la Secretaría de

Comunicaciones y Transportes y por la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado, de acuerdo al tipo de vialidad.

En materia de transporte de alcance metropolitano o intermunicipal, dado que algunas rutas de autobuses urbanos corren por carreteras federales y estatales, la autorización de la utilización del derecho de vía es otorgada por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte y vigilada por la Policía Federal Preventiva. Sin embargo a la fecha no existen rutas de transporte público intermunicipales dada la competencia de los concesionarios asignados por cada ayuntamiento.

#### **4.2.2.5 Limitantes del proceso**

Los procesos de coordinación metropolitana dependen de la conjunción de voluntades, independientemente de las condiciones legales y facultades administrativas que converjan en el espacio geográfico. En el caso del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tijuana y específicamente en lo que a usos del suelo y movilidad se refiere, actualmente existen algunas condiciones de coordinación favorables que sin embargo poco tienen que ver con la integración de ambos sistemas:

- a) La ley de desarrollo urbano del estado y las atribuciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte estipula las bases de la coordinación intermunicipal.
- b) Se integró la Subcomisión de Conurbación que sin embargo se transformó en el Consejo Metropolitano con la disminución de dependencias participantes y una preponderancia estatal.
- c) La visión metropolitana incluye el tema de movilidad eficiente pero solo referida al sistema vial y de transporte.
- d) El Fondo metropolitano incluye un proyecto relacionado con el sistema de transporte como tema independiente.
- e) No hay procesos integrales de planeación de usos del suelo y movilidad. Prevalece la operación sectorial de ambos sistemas.

#### **4.2.3.- El escenario local. La ciudad de Tijuana**

La revisión de los procesos de planeación y gestión de los usos del suelo y la movilidad a escala urbana, en particular en la ciudad de Tijuana, permite identificar con mayor claridad la relación que existe entre los niveles estratégicos, tácticos y operativos. El punto de partida en esta revisión tiene que ver con el marco legal para la gestión local.

##### **4.2.3.1 Respaldo legal para la planeación y operación de los sistemas de usos del suelo y movilidad a nivel urbano**

El principio legal que otorga facultades a los ayuntamientos en materia urbana está contenido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. De acuerdo al artículo 115, los municipios está facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, en concordancia con los planes generales correspondientes. En materia urbana a nivel federal, la Ley General de Asentamientos Humanos establece los principios de ordenamiento urbano para todos los niveles de gobierno. En su artículo 9, la ley faculta a los ayuntamientos para la formulación, aprobación y administración de los planes municipales de desarrollo urbano, los programas de desarrollo urbano de centro de población y los que se derivan de estos.

A nivel estatal, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Baja California otorga las facultades a los ayuntamientos para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal. La Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California en su artículo 11 establece que los ayuntamientos están facultados para formular, aprobar, administrar, ejecutar, evaluar y actualizar el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, los Programas de Desarrollo Urbano de Centros de Población, los Programas Sectoriales y los Programas Parciales; formular, aprobar y administrar la zonificación urbana de los centros de población; y coadyuvar en el ordenamiento ecológico del estado; otorgar o negar autorizaciones y licencias de construcción, de acciones de urbanización y de uso del suelo; y promover obras para que la población cuente con vivienda, espacios para trabajo, zonas recreativas, equipamientos y medios de comunicación y transporte.

En el marco jurídico municipal, el Reglamento de la Administración Pública del Ayuntamiento de Tijuana, Baja California establece la organización y funciones de la administración pública municipal. Este reglamento asigna a la Secretaría de Desarrollo Urbano la tarea de coordinar la articulación de los planes y programas estratégicos de planeación urbana, control urbano, infraestructura urbana, urbanización y protección del medio ambiente y promover la elaboración de planes y programas a través del Instituto Municipal de Planeación de Tijuana.

En materia de reglamentos municipales, los usos del suelo y la movilidad en la ciudad de Tijuana se rigen bajo los siguientes instrumentos:

- Reglamento de Tránsito y control vehicular,
- Reglamento de Transporte Público,
- Reglamento de vialidad,
- Reglamento del Consejo Municipal de Transporte,
- Reglamento de Fraccionamientos (estatal), y
- Reglamento de zonificación y usos del suelo del centro de población de Tijuana, Baja California <sup>4</sup>.

Como puede verse, en materia de planeación, la legislación define las atribuciones de la autoridad municipal para planificar y regular la zonificación de los usos del suelo e incorporar los servicios necesarios para la población, entre los que se cuentan las comunicaciones y el transporte.

---

<sup>4</sup> Publicado en septiembre de 2010, este es el primer reglamento de zonificación de uso de suelo aplicable a un centro de población en el estado de Baja California. Destaca por la conceptualización del uso de suelo como factor de ordenamiento equilibrado del territorio, el cual se conforma de los siguientes sistemas: Patrones de desarrollo, De comunicaciones, De infraestructuras y De espacios abiertos. Los patrones de desarrollo plantean la estructuración urbana por medio de unidades escalares que van desde la unidad básica (manzana) hasta el centro urbano; el sistema de comunicaciones tiene como objeto delimitar los usos del suelo y los centros y subcentros urbanos, y está compuesto por diversas vialidades. Hay que hacer mención que en esta descripción no se consideran como parte de este sistema la red de transporte público y otros modos no motorizados. Aun la concepción de este reglamento está basada en la visión euclidiana de los usos del suelo, donde se sigue enfatizando la necesidad de diferenciar claramente la clasificación de los mismos y las condiciones bajo las cuales pueden combinarse, sin que esta mezcla sea un objetivo del reglamento, sino una consecuencia de los procesos de ocupación urbana tradicionales, los cuales tienen que regularse. Algunas de las especificaciones recomiendan la mezcla de usos complementarios en zonas habitacionales pero enfatiza las condiciones para no afectar el uso predominante. Cabe mencionar que el reglamento plantea el concepto de "zona mixta" como un área específica de la localidad en donde pueden converger usos afines y/o complementarios, sean habitacionales-comerciales, habitacionales-industriales o industriales-comerciales; sin embargo, la perspectiva de complementariedad de usos para favorecer la accesibilidad no está integrada en el reglamento.

El enfoque legal de la planeación urbana está dirigido hacia el ordenamiento de los asentamientos humanos, considerando de manera integrada todos los elementos que soportan el funcionamiento de las ciudades y regiones. Hay un énfasis importante en la zonificación de usos del suelo, en tanto que el transporte se considera como un satisfactor para el bienestar de la población.

Por el contrario, la reglamentación municipal en materia de vialidad y transporte está más desarrollada que aquella referida a los usos del suelo; en este tema, sigue rigiendo el reglamento de fraccionamientos del estado como la guía legal para regular la ocupación y el crecimiento urbano en el municipio, en tanto que la administración de la zonificación de usos de suelo se basa en las disposiciones del programa de desarrollo urbano de centro de población, los programas parciales que se derivan de este y el reglamento de zonificación y usos del suelo.

#### ***4.2.3.2 Los niveles estratégico y táctico. La visión de Tijuana derivada de los instrumentos de planeación***

De acuerdo a los procesos de planeación en el estado y la localidad derivados de la Ley de Planeación y la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California, el instrumento de planeación que rige la actuación del gobierno municipal en turno es el Plan Municipal de Desarrollo. En materia de usos de suelo, el instrumento rector es el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población y los programas parciales de conservación, mejoramiento o crecimiento urbano; y en cuanto al tema de la movilidad, este se considera como un elemento sectorial de desarrollo urbano que establece acciones específicas de vialidad y transporte para realizar a la escala estatal, regional, municipal, centro de población o a nivel de sector urbano.

El Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 corresponde al plan de gobierno del XIX Ayuntamiento de Tijuana. En este plan, uno de los cuatro planteamientos rectores se refiere al sistema vial metropolitano y al mejoramiento urbano, el cual busca “promover el desarrollo urbano integral con base en una planeación ordenada del territorio, orientada hacia la sustentabilidad y mejoramiento del equipamiento e infraestructura” (Ayuntamiento de Tijuana, 2008). El eje de Desarrollo Urbano y Regional incluye el tema de movilidad urbana cuyos objetivos buscan impulsar la generación de un sistema de transporte colectivo eficiente y confortable, diagnosticando los patrones de movilidad de personas y mercancías, mejorando la estructura vial a través de la construcción y ampliación de vialidades.

En materia de usos de suelo (y en general de desarrollo urbano), la ciudad de Tijuana desarrolló su primer instrumento de planeación en 1984. La tercera actualización del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población se realizó en el 2009. Este programa establece los principios estratégicos para el desarrollo urbano de la ciudad al año 2030. La estrategia de este programa se establece a través de los siguientes principios:

- a) Mezcla de usos del suelo,
- b) Creación de comunidades peatonales,
- c) Fortalecimiento del desarrollo urbano hacia comunidades existentes, y
- d) Variedad de opciones de transportación. (Ayuntamiento de Tijuana, 2009)

De estos principios se derivan algunos objetivos temáticos que refuerzan una visión integrada de usos de suelo y movilidad:

- Estructura urbana. Ordenamiento urbano legible y eficiente. Estructura urbana jerarquizada que permita un ordenamiento de usos y destinos de suelo asociado a su compatibilidad y jerarquía vial, en el que se identifiquen subcentros urbanos, barrios y unidades vecinales.
- Redensificación. Busca el óptimo aprovechamiento del suelo para conducir hacia la conformación de una ciudad más compacta.
- Movilidad urbana. Busca la eficiencia y la implementación de otros modos de transporte, así como la reducción de los desplazamientos.

Sin embargo, las acciones programáticas del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030 presentan de manera sectorizada los temas de usos de suelo y movilidad, tal y como puede verse en el cuadro 4.6.

**Cuadro 4.6.- Acciones programáticas derivadas del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030 en materia de usos del suelo y movilidad. Fuente: Elaboración propia con base en Ayuntamiento de Tijuana, 2009**

TEMA	PROGRAMA
Usos del suelo	Reservas territoriales
	Regularización de la tenencia de la tierra
	Estudio inmobiliario para la determinación de valores del suelo
	Reubicación de usos incompatibles
Movilidad	Planeación del sistema vial urbano
	Construcción de infraestructura vial estratégica
	Atención a la red vial
	Infraestructura de apoyo al tránsito
	Administración del tránsito
Transporte	Modernización de la vía férrea
	Implantación de un sistema masivo moderno de transporte
	Reestructuración de rutas
	Infraestructura de apoyo al transporte
	Transporte de carga

La estructura programática del plan está organizada de acuerdo a las competencias sectoriales de las dependencias que operarán el programa. La traslación de la visión, objetivos y programas de este instrumento demuestra la dificultad de implementar estrategias integrales de usos del suelo y movilidad al nivel urbano, aun en el plano de la planeación. Esta condición es un reflejo de la estructura organizacional del gobierno local, las competencias sectoriales y los procesos limitados de coordinación entre dependencias.

Finalmente, en cuanto a instrumentos de planeación de la movilidad, Tijuana es una de las ciudades en el estado que ha desarrollado una estrategia para atender este tema. El Plan maestro de vialidad y transporte publicado en el 2003 tiene como objetivo general “elevar la calidad de los servicios, la infraestructura vial y el transporte público como parte integral de un desarrollo regional, acorde con las necesidades y características actuales de movilidad de la ciudad” (Ayuntamiento de Tijuana, 2003, p. 24). Los cinco temas estratégicos que maneja el plan son: vialidad y administración del tránsito, transporte público, condiciones institucionales, mantenimiento vial e impacto ambiental. Es evidente el enfoque sectorial de los objetivos del plan, lo cual es un reflejo de la legislación estatal en materia de planeación. Habrá que aclarar que los

programas sectoriales se derivan del programa de desarrollo urbano de centro de población; en este caso, hay un desfase de los tiempos de elaboración de los dos instrumentos, sin embargo, como vimos, la política general que este plan establece es aun congruente con la programación sectorizada del programa de desarrollo urbano, condición que limita la operación integrada de los sistemas de usos del suelo y movilidad en la ciudad.

#### **4.2.3.3 Estructura organizacional, facultades y procesos operativos**

De acuerdo con el Reglamento de la Administración Pública del Ayuntamiento de Tijuana, Baja California publicado en el 2005, las dependencias que tienen injerencia en la planeación y operación de los sistemas de usos del suelo y movilidad en la ciudad son: la Dirección Municipal del Transporte Público, la Dirección de Obras e Infraestructura Urbana, la Dirección de Administración Urbana y el Instituto Municipal de Planeación. Dentro de la estructura administrativa municipal la Dirección del Transporte Público forma parte de la Secretaría de Gobierno, en tanto que las otras tres dependencias se agrupan en la Secretaría de Desarrollo Urbano (Ver fig. 4.14).

Entre las funciones principales de la Dirección de Transporte Público destacan:

- Asegurar la eficiencia en la prestación del servicio de transporte,
- Ordenar la elaboración de la planeación y estudios necesarios para la modernización del servicios público de transporte,
- Dictar las medidas tendientes al mejoramiento en la prestación de los servicios de vialidad y transporte,
- Elaborar los estudios técnicos para definir las vías e itinerarios del transporte público,
- Realizar dictámenes para la autorización de terminales, zonas de ascenso y descenso de pasajeros (previos dictámenes técnicos de congruencia de Administración Urbana e Implan),
- Establecer políticas, estrategias y programas para el desarrollo de un sistema integral de transporte público,
- Asegurar la eficiencia en la prestación del servicio de transporte, y
- Colaborar con las Direcciones de Administración Urbana, Obras y Servicios Públicos, así como el Instituto Municipal de Planeación y demás autoridades competentes, para la planificación urbana, el desarrollo de proyectos de vialidad y transporte así como de sistemas de administración del tránsito, que garanticen una prestación eficiente del servicio público de transporte (Ayuntamiento de Tijuana, 2005).



La Dirección de Obras e Infraestructura Urbana, por su parte, tiene a su cargo la construcción y apertura de nuevas vialidades, el mantenimiento del sistema de tráfico y de señalamiento y la asistencia a otras direcciones en materia de vialidad y otras infraestructuras públicas. De manera particular, se encargan de desarrollar y revisar proyectos viales, así como observar los análisis viales y estudios de ingeniería de tránsito.

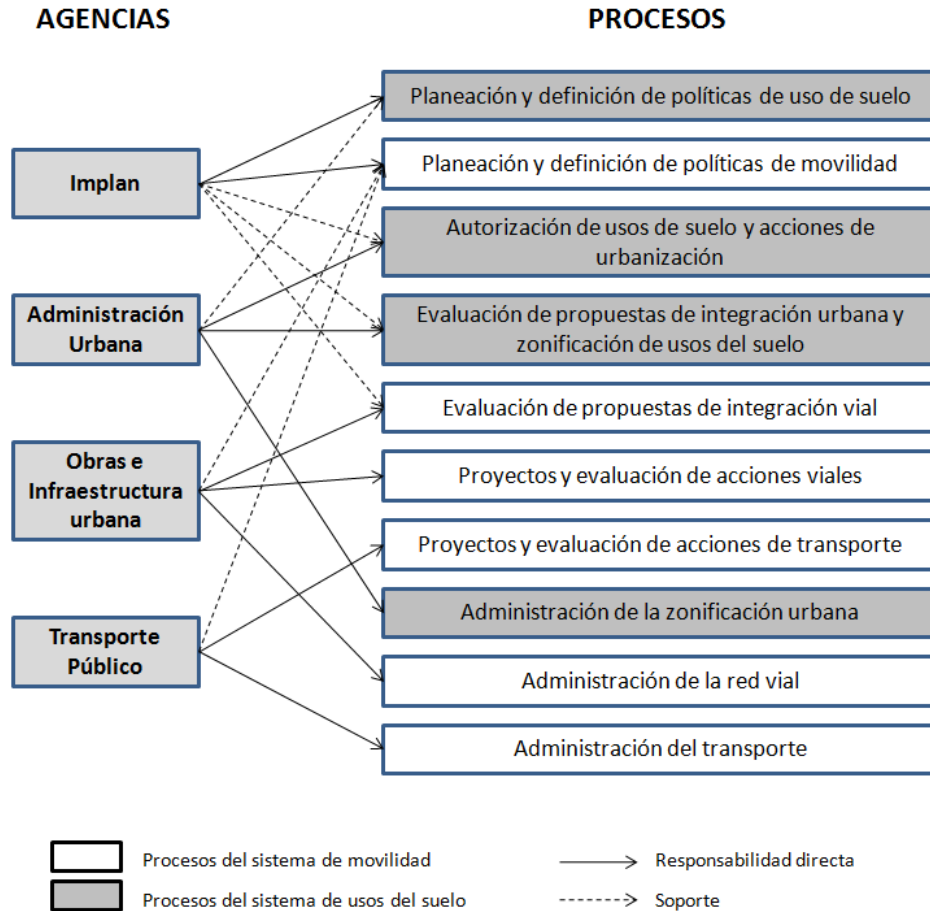
La Dirección de Administración Urbana otorga las autorizaciones de uso de suelo y de acciones de urbanización, dictamina la liberación de derechos de vía, observa los cambios de usos de suelo, incorporaciones urbanas, subdivisiones, relotificaciones y fusión de terrenos urbanos. Como autoridad en materia de usos de suelo, se puede decir que esta dependencia opera el sistema de usos de suelo de la ciudad que se deriva de los programas de desarrollo urbano y la reglamentación en la materia (de zonificación de usos del suelo y de acciones de urbanización).

Finalmente, de acuerdo al Reglamento Interno del Instituto Municipal de Planeación (Implan), esta dependencia es una entidad descentralizada del gobierno municipal auxiliar de la administración central en temas de planeación urbana y control ecológico. Tiene entre otras funciones las siguientes:

- Formular y proponer al ayuntamiento políticas en materia de desarrollo urbano,
- Establecer y proponer políticas y normas específicas de utilización del suelo,
- Formular y proponer programas y normas para la creación de reservas territoriales,
- Formular y evaluar los programas de desarrollo urbano y las propuestas de zonificación urbana, y
- Participar en la elaboración de proyectos de infraestructura urbana, estructura vial, transporte, equipamiento y servicios públicos, así como dar seguimiento a los mismos (Ayuntamiento de Tijuana, 2009).

Hay que notar el hecho de que la dependencia encargada del transporte forma parte de la Secretaría de Gobierno, a diferencia de las otras tres agencias que forman parte de una misma secretaría técnica (Desarrollo Urbano). Esto tiene que ver con el enfoque político con el que se maneja el transporte público en el país; condiciones que acarrearán la atención del ejecutivo en turno ante la fuerza gremial de los concesionarios del transporte público y de carga. Esta es una condición que impacta en la toma de decisiones técnicas con relación al funcionamiento del sistema de transporte en la ciudad, y que no permite vincular al cien por ciento la visión y los objetivos técnicos con la operación.

Los procesos operativos que involucran a las cuatro dependencias y sus interrelaciones se muestran en la figura 4.15.



**Fig. 4.15.- Participación de agencias en los procesos operativos de usos del suelo y movilidad en la ciudad de Tijuana. Fuente: Elaboración propia.**

La estructura de operación municipal determina la conformación de tres procesos sustentados en el funcionamiento de tres dependencias para el manejo de los usos del suelo (Administración Urbana) y la movilidad en su modalidad de vialidad (Obras e Infraestructura Urbana), y el transporte (Transporte Público). La actuación de estas tres entidades está claramente diferenciada y sectorizada, ya que son facultades que responden a procesos legales y normativos independientes; en los tres casos la responsabilidad de autorizar o negar solicitudes está ligada a tiempos de actuación y de respuesta, lo cual limita la interacción y la coordinación para el cumplimiento de objetivos de planeación. Por otro lado, cada dependencia debe responder a una programación anual de objetivos y metas contenidos en el plan de gobierno de la administración en turno, cuyo seguimiento se da en un foro de consulta público (Comisión de Planeación de Desarrollo Municipal, COPLADEM) de rendición de cuentas, cuyos indicadores sectoriales están diseñados para el cumplimiento de las obligaciones de cada dependencia de acuerdo a sus facultades.

Por otro lado, en los procesos mostrados en el cuadro 4.15, destaca la actuación del Implan como agencia de planeación que conjunta las opiniones de las otras dependencias para el diseño de políticas de usos del suelo y movilidad, integradas en los planes y programas que genera.

En otro sentido, el Implan actúa como instrumento de consulta para la toma de decisiones en el manejo operativo de los sistemas de usos de suelo y movilidad, de hecho cuenta en su estructura interna con áreas especializadas en temas urbanos y de movilidad, desarrolla procesos informáticos para la medición de indicadores en ambos temas, y desarrolla o supervisa la construcción de modelos que soportan las iniciativas de integración urbana y vial. Sin embargo, los tiempos de actuación del Implan comparados con los de las otras dependencias difieren en magnitud dado que este instituto no es una agencia de atención al público, es decir, no opera el día a día como las otras tres oficinas, en donde muchas de las respuestas deben ser negociadas ante la presión que ejerce la dinámica de crecimiento de la ciudad.

#### **4.2.3.4 Limitantes del proceso**

La revisión a nivel urbano de la planeación y operación de los sistemas de usos del suelo y movilidad identifica limitantes en cuanto a instrumentos y procesos.

Las limitaciones de los instrumentos se refieren a tres temas:

**Legal.** La estructura legal se basa en el concepto de ordenamiento de los asentamientos humanos y enfatiza la zonificación de los usos del suelo. No existe mención de la interacción de los sistemas de usos de suelo y de la movilidad; el transporte es considerado como uno de los elementos para lograr el bienestar de la población. Existe reglamentación para la operación del sistema de usos del suelo que se basa en el principio de segregación de la zonificación urbana; la generalidad de los programas de desarrollo urbano de centro de población dificulta normar la distribución de usos de suelo en la ciudad.

**De planeación.** Tijuana es una de las ciudades de Baja California que cuenta con un plan maestro de vialidad y transporte, lo que significa que hay estrategias en materia de movilidad que están sustentadas en información de los patrones de viaje en la ciudad. Sin embargo, el esquema de planeación vial y de transporte en la ciudad se basa en el modelo de ingeniería de tránsito demanda-respuesta. La planeación de usos del suelo, por su parte, responde a una metodología comprensiva que permite desarrollar una visión general integral del desarrollo urbano y ejes de estrategia que vinculan los aspectos de eficiencia de la estructura urbana en materia de usos del suelo, densidad y movilidad. Sin embargo, la fase programática del programa de desarrollo urbano de Tijuana termina sectorizando las acciones y no establece un sistema de operación coordinada para el manejo de los sistemas de usos del suelo y movilidad en la ciudad.

**Administrativo.** La estructura administrativa del ayuntamiento de Tijuana ubica en una misma secretaría los operadores del sistema de usos del suelo y la vialidad (Secretaría de Desarrollo Urbano), sin embargo, el transporte público lo maneja una dependencia que forma parte de la estructura política del ayuntamiento.

En cuanto a procesos, las limitantes son:

- La planeación física no deriva en acciones programáticas de inversión.
- La visión de la planeación urbana no desprende programas de coordinación en la implementación de acciones integrales de usos del suelo y movilidad. La operatividad del plan maestro de vialidad y transporte sirve solo como referencia para la programación de acciones de mejoramiento y ampliación de la estructura vial.

- Se observa una actuación sectorizada de las dependencias encargadas de los sistemas de usos del suelo y movilidad. Responden a distintos esquemas de gobierno.
- La rendición de cuentas está sustentada en una estructura de operación programática sectorial (táctica) que limita las acciones coordinadas.
- La obligatoriedad legal y normativa de las dependencias, aun de una misma secretaría, limita la toma de decisiones, ya que deben responder a tiempos limitados de respuesta.
- Solo las dependencias encargadas de la administración de la red vial y del transporte cuentan con presupuesto de inversión para realizar acciones concretas de mejoramiento del sistema de movilidad; las agencias administradoras del sistema de usos del suelo se manejan con presupuesto operativo basado en sus actividades normativas y regulatorias.

#### **4.3.- Conclusiones. Retos para la gestión integral de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate**

De acuerdo con Macario y Veras (2006), los problemas principales para la gestión integrada de los sistemas de usos del suelo y movilidad son:

- a) Inexistencia de entidades de planeación.
- b) Legislación reactiva y de aplicación deficiente.
- c) Aislamiento y no articulación de acciones.
- d) Deficiencias en la estructura institucional.
- e) Coordinación deficiente en los ámbitos urbanos y regionales; la interacción ocurre adecuadamente al nivel estratégico pero pierde consistencia al bajar hacia los niveles táctico y operativo.

Con base en dichos planteamientos, la revisión de los procesos en el caso de Tijuana-Rosarito-Tecate arroja las siguientes conclusiones:

1.- En materia de planeación, un elemento a favor en este espacio metropolitano es la existencia de diversas agencias a nivel municipal encargadas del tema: el Instituto Municipal de Planeación de Tijuana y los departamentos de planeación de los otros municipios. Por otro lado, actualmente existen procesos de planeación y coordinación metropolitana y transfronteriza soportados por el gobierno del estado y los propios municipios, que pueden sentar las bases para la gestión integral de usos de suelo y movilidad a esas escalas.

2.- En lo que a legislación se refiere, están claros los objetivos y las competencias en materia de ordenamiento territorial en el sentido de bienestar social, desarrollo económico y conservación del medio ambiente natural. Sin embargo no hay claridad en cuanto a la importancia de la interacción de los usos del suelo y la movilidad para el logro de dichos objetivos. La legislación se queda en un plano general y en ese mismo sentido, los procesos de coordinación solo quedan establecidos como de “conurrencia” de las dependencias de acuerdo a sus facultades y ámbito de competencia. La normatividad derivada está dirigida principalmente a la regulación de la edificación y del sistema de vialidad y transporte; la normatividad en materia de zonificación de usos del suelo sigue siendo sectorial y no incorpora disposiciones que normen la integración de ambos sistemas. El concepto metropolitano no existe en la legislación federal ni estatal, y las acciones en el ámbito transfronterizo se basan en acuerdos bilaterales que normalmente responden a intereses y políticas de los gobiernos centrales.

3.- La fase táctica (programática) a nivel municipal está ligada a la planeación y programación sectorial, no a la planeación territorial, de ahí que cada dependencia se aboque a atender sus responsabilidades. Las acciones que se están asignando al fondo metropolitano, aun y cuando son de impacto metropolitano, están sectorizadas a las dependencias competentes; a pesar de esto, el seguimiento de las mismas en el seno del Consejo Metropolitano implica necesariamente la coordinación intermunicipal, lo que favorecerá la implementación futura de acciones integrales de usos de suelo y movilidad. A nivel transfronterizo la diferencia entre los objetivos de las administraciones federales y las locales aun limita fuertemente la coordinación para implementar acciones a favor de los cruces fronterizos y su impacto en las ciudades.

4.- La estructura organizacional de la administración municipal de Tijuana muestra congruencia en lo que a la planeación y administración de los usos del suelo ya que aglutina las labores de planeación y administración urbana en la misma secretaria; incluso la administración del sistema vial está incluida en el mismo sector. Solo el tema del transporte público se aísla en una dirección que depende de la Secretaria de Gobierno, dadas las condiciones políticas de la operación del transporte. Por otro lado, el Instituto Municipal de Planeación realiza actividades de coordinación con las dependencias administradoras de los usos del suelo, la vialidad y el transporte, convirtiéndola en la agencia con mayor capacidad para el seguimiento de una estrategia integrada de usos del suelo y movilidad.

5.- El desarrollo de los procesos de consulta de los planes de desarrollo urbano (a escala urbana y regional) en el estado están ligados a la legislación estatal, y tienen un carácter obligatorio. Con este respaldo legal, la coincidencia de actores en las consultas permite construir visiones y estrategias con enfoque integral y con el acuerdo de los distintos sectores que intervienen en los procesos de desarrollo urbano. Aun en la parte táctica, diversas acciones se desprenden de las estrategias planteadas por los planes de desarrollo, los cuales adolecen de un esquema de instrumentación que permita la acción coordinada de las dependencias, y por el contrario establecen una propuesta programática totalmente sectorizada. Finalmente, cada dependencia retoma de los planes únicamente los temas que les competen y operan de acuerdo a metas programáticas vigiladas por la estructura administrativa del gobierno en turno, de ahí que la visión de trabajo al nivel operativo tenga un horizonte de corto plazo.

De esta forma, los retos para la gestión integral de los usos del suelo y la movilidad en este espacio metropolitano se presentan en el cuadro 4.7 y se agrupan de acuerdo a los distintos niveles de gestión identificados por Macario y Veras (2006): estratégico, táctico y operativo. Se puede resumir que en el plano **estratégico** hace falta hacer comulgar una estrategia integrada para los sistemas de usos de suelo y movilidad que cubra las tres escalas de gestión, además la interpretación de los procesos de ambos sistemas deben basarse en criterios técnicos compartidos e indicadores que se reconozcan a ambos lados de la frontera. En el plano **táctico**, los retos principales consisten en la vinculación de los programas de trabajo de las distintas dependencias y en el seguimiento puntual de las acciones coordinadas derivadas de los planes y programas en las tres escalas de trabajo. Finalmente, a nivel **operativo**, se requiere mayor precisión en los manuales administrativos para la coordinación en el tema de usos de suelo y movilidad, sustentar estas acciones coordinadas a través de fondos integrales y sostener un proceso puntual de seguimiento y evaluación a través de los indicadores generados en el nivel estratégico, a fin de cumplir con los objetivos de la visión integral de los sistemas de usos de suelo y movilidad en la región.

**Cuadro 4.7.- Retos para la gestión integral de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: elaboración propia.**

NIVEL DE GESTION	ESCALA		
	Urbana	Metropolitana	Transfronteriza
ESTRATEGICO	Permear la visión integral de los sistemas de usos de suelo y movilidad como parte de la imagen deseada para la ciudad, ligada a los alcances del desarrollo urbano sustentable	Consensar una visión compartida en materia de movilidad sustentable en el seno del Consejo Metropolitano y desarrollar una estrategia espacial de largo plazo	Homologar criterios de interpretación de la movilidad sustentable. Trasladar estos criterios al tema de cruces fronterizo y desarrollar alcances técnicos y operativos para la gestión coordinada
TACTICO	Vincular los procesos programáticos y de seguimiento de los planes de gobierno, urbanos y de transporte	Consensar prioridades para acciones integrales de usos de suelo y movilidad ligadas al Fondo Metropolitano	Seguimiento coordinado de los objetivos del Plan Maestro Fronterizo
OPERATIVO	Adecuar el marco operativo y normativo de la administración municipal para la ejecución de acciones integrales de usos de suelo y movilidad	Establecer las bases de coordinación y aportación de fondos para las acciones integradas de usos del suelo y movilidad a través del Consejo Metropolitano	Generar acuerdos entre los niveles de gobierno central y local para la programación e implementación de acciones en materia de cruces fronterizos

En la actualidad el proceso de planeación urbana en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate no establece parámetros integrados para la medición de la interacción entre los usos del suelo y la movilidad a las distintas escalas. Ajustar este proceso de planeación, con un punto de vista integral, representa uno de los retos fundamentales para sustentar la gestión de la movilidad sustentable en este espacio metropolitano. El siguiente apartado avanza en un ejercicio de análisis que busca integrar las variables que se desprenden de la forma urbana (usos del suelo) y la movilidad a las distintas escalas de este espacio. La incorporación de esta aplicación metodológica funge como una primera fase en el proceso de integración de la planeación y gestión de ambos sistemas en la aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate.



## 5.- Evaluación de la estructura territorial del espacio metropolitano Tijuana-Rosarito-Tecate

La complejidad de la planeación y gestión integral de los usos del suelo y la movilidad se deriva de la dificultad de comprender la relación entre ambos sistemas. Numerosas interpretaciones y análisis empíricos se han realizado en este campo, lo cual ha permitido generar diversos corolarios que explican la incidencia de los factores de la forma urbana sobre la movilidad. Estos corolarios han permitido explicar la movilidad sustentable a través del concepto de la accesibilidad.

En este apartado, se busca identificar las relaciones existentes entre los elementos de la forma urbana (usos del suelo) y la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate, tomando como eje de análisis las condiciones para la accesibilidad en las distintas escalas que interactúan en este espacio. El reconocimiento de las coincidencias metodológicas de diversos estudios empíricos sentará las bases para la definición de la metodología de trabajo y su aplicación en este espacio metropolitano.

### 5.1 Metodología de análisis

#### 5.1.1 Coincidencias metodológicas

Aunque la interacción entre la forma urbana y la movilidad es recíproca, gran parte de la investigación empírica se basa en el análisis de los impactos de la primera sobre la segunda (Wegener y Fürst 1999). En su análisis del estado del arte en este tema, Stead y Marshall (2001) identificaron nueve factores de la forma urbana que inciden en los patrones de viaje: distancia de residencia al centro urbano, tamaño del asentamiento, mezcla de usos del suelo, disponibilidad de servicios locales, densidad del desarrollo, proximidad a las redes de transporte, disponibilidad de estacionamiento residencial, tipo de red vial, y tipo de vecindario.

Derivado de la revisión bibliográfica realizada en este trabajo para la construcción del marco teórico, es posible concluir que las interpretaciones de los factores de la forma urbana y la movilidad varían de acuerdo con la condición local del objeto de estudio, de la información disponible y de los objetivos de la investigación. En general hay una coincidencia en la necesidad de reducir el número, distancia y tiempos de los viajes en vehículo particular a través del manejo de la forma urbana (usos del suelo), con lo cual **las variables urbanas se utilizan como factores independientes en tanto que las variables de movilidad se comportan como dependientes**. De acuerdo con los autores revisados, las conclusiones se organizan con base en los supuestos manejados, las variables y los procesos de análisis, tal y como se muestra en el cuadro 5.1.

Los supuestos principales se refieren a que dada una mayor densidad poblacional y de empleo, mayor diversidad de usos de suelo, mejor diseño de vecindario y una forma urbana más compacta, las posibilidades de reducir las necesidades de viajes en vehículo particular se reducen. Los análisis empíricos coinciden en contrastar las variables de la forma urbana y la movilidad mediante procesos estadísticos tales como correlaciones simples, correlaciones múltiples, o a través de estudios de caso o comparativos.

**Cuadro 5.1.- Supuestos y aspectos metodológicos identificados en la revisión bibliográfica**

SUPUESTO	VARIABLES (1)		PROCESOS DE ANALISIS	AUTORES
	Forma urbana (independientes)	Movilidad (dependientes)		
La densidad es el factor que mayormente influye en los patrones de viaje. En zonas de mayor densidad se producen menos viajes en auto.	Densidad residencial Densidad de empleo	Número de viajes en auto Longitud de viajes en auto Proporción de viajes en transporte público	Correlaciones simples para identificar el peso de la relación entre las variables de la forma urbana y el transporte	Newman, Kenworthy (2006) Milakis, Vlastos y Barbopoulos (2007)
La diversidad tiene resultados diferenciados. Se relaciona con la concentración residencial, el empleo y la existencia de servicios locales.	Balance residencia-empleo Mezcla de usos del suelo (índice de entropía) Disponibilidad de servicios locales	Consumo de energía Emisiones	Correlaciones múltiples para el manejo de las variables socioeconómicas Estudios de caso. Análisis de acuerdo con la selección de zonas de la ciudad con características homogéneas particulares que responden a los supuestos de investigación	Stead y Marshall (2001) Van Acker y Witlox (2005) Bertaud (2003)
El diseño del vecindario en algunos casos contribuye a disminuir los viajes en auto y fomenta más la proporción de viajes a pie.	Diseño urbano y diseño de calles Distancia a rutas o estaciones de transporte Distancia a la estructura vial, proporción de superficie vial por habitante		Casos comparativos. Comparativo de los índices de relación de la forma urbana y el transporte de distintas zonas para explicar con base en las características urbanas observadas	Wegener y Furst (1999) Litman (2008) Lawrence D. Frank y Pivo (1994) Silva y Pinho (2006)
Usos del suelo más compactos y accesibles ayudan a alcanzar los objetivos de movilidad sustentable.	Distancia e centros Nivel de centralidad			

(1) Variables de control: Posesión de auto, posesión de licencia, tamaño del hogar, edad, género, educación, nivel socioeconómico

Finalmente, Stead y Marshall (2001) identifican cinco aspectos que deben tomarse en cuenta en la construcción de un proceso metodológico para el análisis de la interacción entre los usos del suelo y la movilidad:

- 1) Dificultad en el manejo de las variables socioeconómicas. Las variaciones de los factores socioeconómicos aumentan la dificultad para establecer la relación entre los efectos de las características de los usos del suelo sobre la movilidad ya que las características de la población también afectan a los patrones de viaje y no necesariamente están conectadas con las características de los usos del suelo. Normalmente estas variables se manejan como de control o descriptivas;

2) Es necesario ser cautelosos en la explicación de la causalidad, especialmente al manejar una sola variable independiente; los resultados de las correlaciones o regresiones pueden demostrar la relación entre las variables pero esta puede ser indirecta. Diversos factores deben tomarse en cuenta al momento de generar conclusiones. Entre otros factores, la explicación debe tomar en cuenta: la fuerza de la evidencia, la tropicalización de resultados, la escala de análisis y la causalidad de las relaciones;

3) La importancia en el manejo de la información: precisión, confiabilidad y calidad;

4) La mayor confiabilidad de los resultados mediante el análisis de pequeñas zonas de la ciudad; y

5) La importancia de la planeación urbana como forma de coordinar la variedad de factores.

Considerando estas recomendaciones y de acuerdo a la información disponible, en el siguiente apartado se construye la metodología de trabajo para el caso de estudio de este trabajo.

### **5.1.2 Diseño de la metodología**

Este trabajo de investigación se basa en cuatro fundamentos teóricos:

1. Existe una relación directa entre la forma urbana y los patrones de viaje (Wegener y Furst, 1999);
2. Los factores de la forma urbana que mayormente influyen en la movilidad son la densidad, la diversidad de usos del suelo y el diseño del vecindario, los cuales funcionan como características de la accesibilidad (Cervero y Kockeman, 1997);
3. El objetivo principal de la planeación integral de los usos del suelo y la movilidad debe ser la reducción de los viajes en vehículo particular (Newman y Kenworthy, 2006); y
4. El reconocimiento de escalas para el manejo de los procesos metabólicos tales como la cadena de tráfico, es fundamental para la definición de estrategias para la sustentabilidad considerando cada ámbito de actuación (Tjallingii, 1995).

La metodología busca vincular, a través de procesos estadísticos, los factores de la forma urbana (densidad, mezcla de usos, distancia al centro y densidad de rutas de transporte) con la movilidad (viajes en vehículo particular), como indicadores de accesibilidad a escala urbana y metropolitana; en el caso de la escala transfronteriza se plantea un modelo dinámico para evaluar el comportamiento de puertos fronterizos. El diseño de la metodología incluye tres fases de trabajo: Definición de variables, Identificación de escalas y supuestos de trabajo, y Definición de procesos de trabajo.

#### **5.1.2.1 Definición de variables**

Las variables a considerar son las siguientes (Ver cuadro 5.2):

**Forma urbana:** Se refiere al patrón de usos del suelo y organización espacial de la aglomeración urbana. Estas variables describen la forma urbana y caracterizan el arreglo estructural de la ciudad. Para este ejercicio se considerarán las siguientes variables:

- Densidad poblacional. Número de habitantes por hectárea en la unidad geográfica.
- Densidad de empleo. Número de empleos por hectárea en la unidad geográfica.
- Mezcla de usos del suelo. La proporción de usos diferentes al habitacional en la unidad geográfica.
- Densidad de rutas de transporte urbano. Longitud de rutas de transporte público por hectárea en la unidad de superficie.
- Distancia al centro urbano. Distancia entre el centroide de la unidad geográfica y el núcleo de servicios principal de la localidad (centro urbano de Tijuana)

**Movilidad:** Se describe a través de los patrones de viaje de la población generados por su necesidad de llegar a un destino.

- Viajes en vehículo particular. Proporción de viajes en auto que tienen un destino fuera de la unidad geográfica donde se originan.
- Viajes a pie. Proporción de viajes a pie (se utilizarán solo a la escala de distrito).
- Viajes en transporte público. Proporción de viajes en autobús y microbús (se utilizarán solo a la escala de distrito).

**Accesibilidad:** Variable que muestra la relación entre los factores de la forma urbana y la movilidad, obtenida a través de correlaciones estadísticas.

**Cuadro. 5.2. Variables a utilizar por escala de trabajo y fuentes de información.**

ESCALA	VARIABLE		FUENTES
	Dependiente	Independiente	
URBANA	Proporción de viajes en auto	Densidad de población Densidad de empleo	Encuesta de origen y destino Tijuana (Implan, 2006) Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2005) Censo Económico (INEGI, 2004)
	Proporción de viajes en auto	Proporción de usos distintos al habitacional	Encuesta de origen y destino Tijuana (Implan, 2006) Levantamiento catastral de usos del suelo, (Implan, 2008)
	Proporción de viajes en auto	Densidad de rutas de transporte urbano	Encuesta de origen y destino Tijuana (Implan, 2006) Rutas de autobuses urbanos, (Implan, 2008)
	Proporción de viajes en auto	Distancia al centro	Encuesta de origen y destino Tijuana (Implan, 2006)
METROPOLITANA	Proporción de viajes en auto	Densidad de población y Densidad de empleo a partir de centros de actividad	Encuesta de origen y destino Tijuana (Implan, 2006) Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2005) Censo Económico (INEGI, 2004)
TRANSFRONTERIZA	Consumo de combustible Generación de CO <sub>2</sub>	Tiempos de espera de autos en puertos fronterizos	SANDAG GSA

### 5.1.2.2 Supuestos de análisis e identificación de escalas

Las hipótesis se basan en el supuesto general de que la condición de **accesibilidad** (movilidad sustentable) dentro de la ciudad y en la región depende de la reducción de viajes en vehículo particular, fundamentalmente mediante el manejo de los factores de la forma urbana.

Las pautas para el diseño de la metodología consideran el manejo de tres escalas: ciudad, área metropolitana, y espacio transfronterizo; el concepto de accesibilidad se adecua a cada escala y la profundidad del análisis cambia en cada ámbito de acuerdo con la información disponible (Ver fig. 5.1). Los supuestos a manejar son los siguientes:

**1. Escala urbana:** La accesibilidad intraurbana en Tijuana se explica a través de la interacción de las variables de la forma urbana y la movilidad, de acuerdo con las siguientes condiciones:

1.1 A mayor densidad poblacional y de empleo, menor número de viajes en vehículo particular fuera de la unidad geográfica.

1.2 A mayor mezcla de usos de suelo, menor número de viajes en vehículo particular fuera de la unidad geográfica.

1.3 A mayor densidad de rutas de transporte público, menor número de viajes en vehículo particular fuera de la unidad geográfica.

1.4 A mayor distancia del centro mayor número de viajes en vehículo particular.

**2 Area metropolitana:** La eficiencia de la estructura policéntrica de Tijuana-Rosarito-Tecate depende de los patrones de concentración de densidad poblacional y de empleo a partir de cada centro de actividad.

**3 Espacio transfronterizo:** La accesibilidad transfronteriza depende de la eficiencia (reducción de tiempos de espera) de los puertos fronterizos entre Tijuana, Tecate y San Diego.

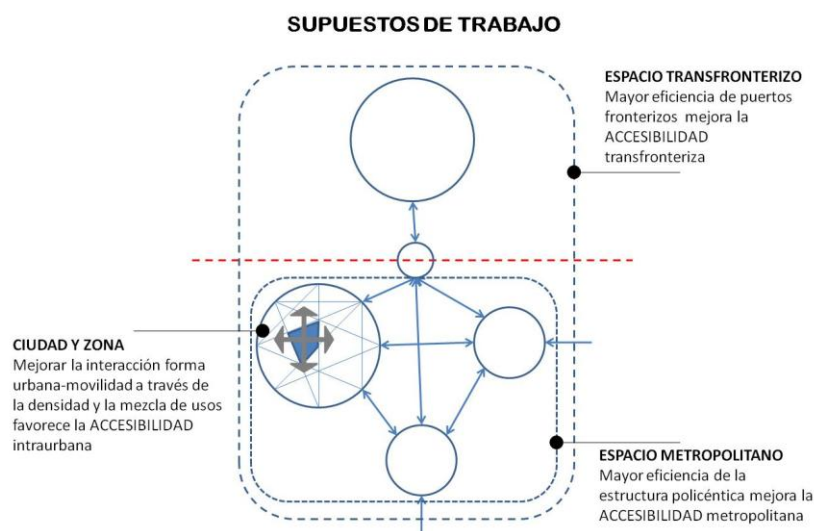


Fig. 5.1.- Manejo de escalas en los alcances de la investigación para Tijuana-Rosarito-Tecate: *Fuente: Elaboración propia*

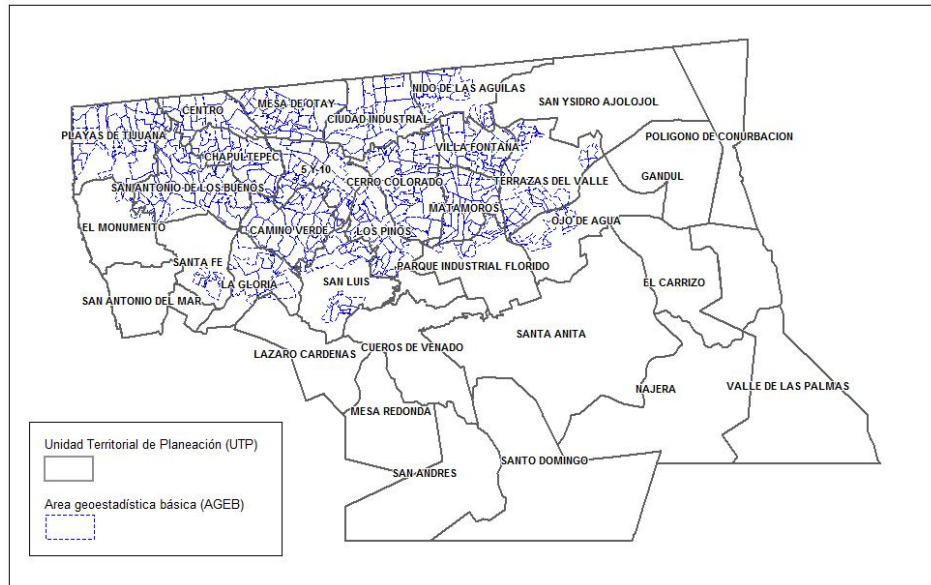
### **5.1.2.3 Procesos metodológicos**

Los procesos metodológicos obedecen al reconocimiento de escalas en la dinámica de la movilidad en el espacio metropolitano Tijuana-Rosarito-Tecate. La investigación se centra en el análisis de la interacción de los aspectos básicos de la forma urbana (densidad y usos del suelo) con el número de viajes en vehículo particular.

#### **Bases de datos**

Las bases de datos que se procesaron fueron las siguientes:

- a) **Encuesta de origen y destino del plan maestro de transporte para Tijuana 2006.** La encuesta se aplicó a 50,416 individuos residentes, a partir de una muestra representativa de la población de cada Área Geoestadística Básica (AGEB) de Tijuana, Rosarito y Tecate. De 480 AGEB correspondientes a la ciudad de Tijuana, la encuesta solo reportó información para 397; la mayoría de los AGEB sin información se localizan en las periferias de la ciudad de Tijuana, principalmente en zonas hacia el oriente con una baja ocupación del suelo. Dado que la información base estaba referida al número de cuestionarios aplicados por AGEB, los datos de viajes se estimaron como una proporción del total de encuestas por unidad geográfica. Los datos extraídos de la encuesta se refieren a la proporción de viajes en auto que tienen como origen cada AGEB de la ciudad.
- b) **Conteo de población y vivienda INEGI 2005.** Se extraen los datos correspondientes a la población total para los 480 AGEB en que se dividió la ciudad de Tijuana, y se obtiene la densidad poblacional para cada unidad.
- c) **Censo económico INEGI 2004.** Este censo se basa en la división de AGEB urbano generada para el Censo de población y vivienda de INEGI 2000, por lo que se identificaron 11 AGEB no correspondientes con el Conteo de INEGI 2005 (la revisión se hizo para las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate). Se trasladó proporcionalmente la información de los 11 AGEB a los correspondientes AGEB del 2005. La información extraída se refiere al número de empleos totales por AGEB de la ciudad de Tijuana, con lo cual se calcula la densidad de empleos por unidad geográfica.
- d) **Levantamiento catastral de usos de suelo IMPLAN 2008.** La información contenida en esta base de datos se refiere al uso de suelo por predio de la ciudad de Tijuana. La clasificación original de usos del suelo se simplificó en cuatro categorías: habitacional, comercial, industrial, especial y baldío. Se obtuvieron superficies por uso para cada AGEB de Tijuana. Se calculó la superficie de uso no habitacional, así como la proporción correspondiente de esta superficie con relación en la superficie total ocupada por AGEB, para ser usado como indicador de la diversidad de usos de suelo.
- e) **Rutas de transporte público IMPLAN 2008.** Plano del trazado de rutas de transporte público (autobuses) en la ciudad de Tijuana, con el cual se generó un indicador de Densidad de rutas por AGEB de acuerdo a Milakis, Vlastos y Barbopoulos (2007), con el que se mide la longitud de ruta en kilómetros por hectárea.
- f) **Unidades territoriales de planeación IMPLAN 2008 (UTP).** Se refiere a las zonas homogéneas (distritos) en las que se subdividió la ciudad de Tijuana como parte de la estructura urbana generada por el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población 2009. En total el centro de población se subdividió en 34 unidades, de las cuales 20 corresponden a la cobertura de los AGEB urbanos (Ver fig. 5.2).



**Fig. 5.2.- Delimitación de unidades territoriales de planeación (distritos) y AGEB en Tijuana. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2005 y Ayuntamiento de Tijuana, 2009**

### **Análisis a escala urbana.**

La organización de la información y el desarrollo de los procesos estadísticos consideraron resultados a nivel ciudad y por distrito (UTP).

Para el análisis a nivel ciudad, se construyó una base de datos por AGEB la cual permitió generar análisis estadísticos en *Excel* y *SSPS*, para la confrontación de las variables de la forma urbana y la movilidad (en auto) a nivel ciudad. Los análisis estadísticos utilizaron gráficos de dispersión y correlaciones lineales de Pearson<sup>1</sup>, con los que se obtuvieron dos tipos de resultados: uno que procesó la información en su totalidad y otro que agrupó la información en rangos de acuerdo al método de rompimiento natural.

Para el análisis a nivel distrito (UTP), se desarrolla un sistema de información geográfica (SIG) en *Mapinfo* por AGEB para la ciudad de Tijuana. Todas las variables se asignan a cada AGEB. En *Mapinfo* se empalmaron las capas de AGEB y UTP para trasladar la información a cada unidad territorial de planeación. Para cada una de estas unidades se generó una base de datos individual para procesarse en *Excel* y *SPSS*. Con las bases de datos por UTP, se realizaron análisis estadísticos de correlación lineal simple (correlación de Pearson) en *SPSS*. Se procesan cinco correlaciones: densidad poblacional-proporción de viajes en auto, densidad de empleo-proporción de viajes en auto, proporción de usos no habitacionales-viajes en auto, densidad de rutas de transporte-viajes en auto y distancia al centro-viajes en auto. Los indicadores obtenidos por UTP se trasladan nuevamente a *Mapinfo* para generar los mapas de resultados. Como complemento, se revisan las correlaciones de los factores de la forma urbana con otros modos de transporte, para ampliar los argumentos para la explicación de resultados.

<sup>1</sup> El coeficiente de correlación de Pearson mide el grado de asociación lineal entre dos variables y toma valores de entre -1 y 1: los valores próximos a 1 muestran una correlación positiva por lo que las dos variables aumentan al mismo tiempo; los valores próximos a -1 muestran una correlación negativa por lo que mientras una variable aumenta otra disminuye.

### ***Análisis a escala metropolitana***

El análisis a esta escala se basa en los criterios de Newman y Kenworthy (2006) con relación a los radios de la movilidad peatonal a partir de los centros de actividad (subcentros) y las densidades de población y empleos que justifican la concentración. Según estos autores, la capacidad de movilidad peatonal hacia centros locales de servicios y centros de ciudades (town center) alcanza respectivamente un umbral de 1 y 3 kilómetros. Para el caso del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate, se considera el criterio del radio de 3 km. a partir de las concentraciones de servicios que pueden considerarse como subcentros urbanos. Las fases son las siguientes:

- a) Identificación gráfica de centros de actividad para las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate a través de la información de densidad de empleos por AGEB y concentración de usos de suelo distintos al habitacional.
- b) Trazo de círculos concéntricos de 3 km a partir de cada centro de actividad.
- c) Asignación de información estadística derivada del SIG por AGEB a cada anillo: población, número de empleos, densidades, proporción de usos del suelo no habitacionales y proporción de viajes en automóvil.
- d) Cálculos estadísticos para identificar la correlación entre las variables de la forma urbana (densidades y usos del suelo) y la variable de movilidad en vehículo particular (proporción de viajes en automóvil).
- e) Mapeo de resultados estadísticos por anillo.

Los resultados de este análisis permitirán identificar y cuantificar áreas no incluidas en los radios de influencia de los centros de actividad a la vez que se evalúan las capacidades de atracción de población y empleos de cada subcentro. La caracterización de cada anillo según los coeficientes de Pearson permitirá identificar condiciones de funcionamiento favorable o desfavorable para cada subcentro de acuerdo a las hipótesis de concentración y proximidad.

### ***Análisis a escala transfronteriza***

Considerando la información de estudios existentes se propone un modelo dinámico en *Stella* para la evaluación del funcionamiento actual de los puertos fronterizos entre Tijuana, Tecate y el condado de San Diego. El modelo se basa en la relación directa entre los tiempos de espera de los autos en fila en los puertos fronterizos y el consumo de combustible y generación de CO<sup>2</sup>. Los escenarios que el modelo generará permitirán demostrar que la reducción de los tiempos de espera en puertos fronterizos disminuye el consumo de combustible y los gases de efecto invernadero. La operación del modelo permitirá comparar escenarios de cruce de garitas para evaluar distintas acciones de mejoramiento de cruces fronterizos.

## 5.2 Accesibilidad y eficiencia. Evaluación de la estructura de usos de suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate

### 5.2.1 Análisis a nivel distrito y ciudad

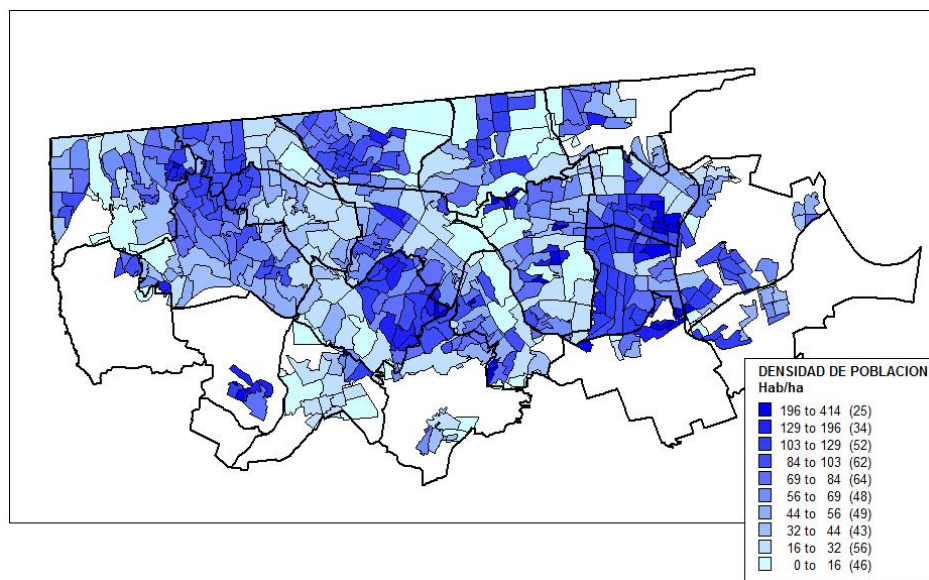
#### 5.2.1.1 Distribución espacial de datos

El cuadro 5.3 muestra las estadísticas descriptivas de las variables involucradas en el análisis. Para identificar las tendencias de concentración geográfica de los datos se obtienen coeficientes de Moran (I) considerando que valores próximos a -1 expresan dispersión de los datos, un valor de 0 representa una distribución espacial arbitraria de los datos y, un coeficiente de 1 expresa concentración. En general se observa una tendencia de los valores de las variables a la concentración. Por otro lado, mediante el mapeo de las variables urbanas y de movilidad es posible identificar patrones de concentración en los indicadores de densidad de empleos, densidad de rutas de transporte y usos no habitacionales (Ver figs. 5.3 a 5.8).

**Cuadro 5.3 Estadísticas descriptivas de indicadores y coeficientes de Moran.**

INDICADOR	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Std.	Coeficiente de Moran (I)
Densidad de población	396	.00	383.70	77.5753	53.4957	0.40
Densidad de empleos	396	.00	175.69	10.8896	20.2402	0.30
Usos no habitacionales	396	.00	99.374	12.7893	15.6291	0.31
Densidad de rutas de transporte	396	.00	31.30	3.2318	4.0746	0.45
Distancia al centro	396	.00	21.29	8.6330	4.9154	0.98
Proporción de viajes en auto	396	.00	100.00	28.6519	16.6786	0.36

1.- *Densidad poblacional.* Las densidades de población más altas se localizan en la parte central y oriente de la ciudad. Destaca la concentración de densidades alrededor de la parte central de la ciudad.



**Fig. 5.3.- Densidad de población por AGEB en Tijuana. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2005**

2.- *Densidad de empleo.* Es clara la concentración de empleos en dos zonas: a lo largo del corredor comercial y de servicios paralelo al río Tijuana que remata en el centro de la ciudad, y la concentración en la ciudad industrial al nororiente de la ciudad.

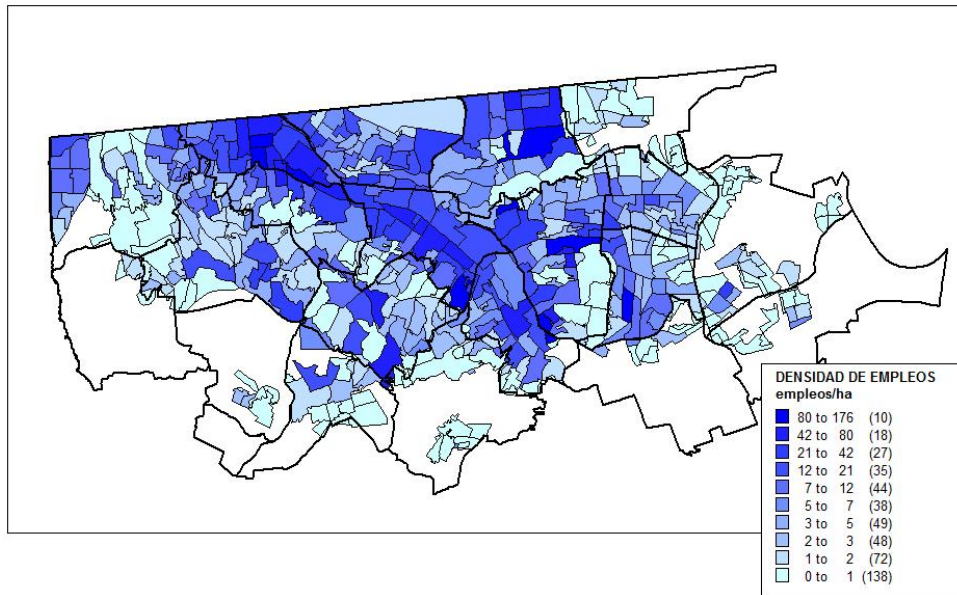


Fig. 5.4.- Densidad de empleo por AGEB en Tijuana. Fuente: *Elaboración propia con base en INEGI, 2005*

3.- *Proporción de usos no habitacionales.* Destacan nuevamente las zonas del corredor a lo largo del río Tijuana por su concentración de usos comerciales y de servicios, así como la zona de ciudad industrial por su concentración de usos industriales. El AGEB correspondiente al aeropuerto resulta con una proporción alta debido a que esta instalación cubre toda la unidad geográfica.

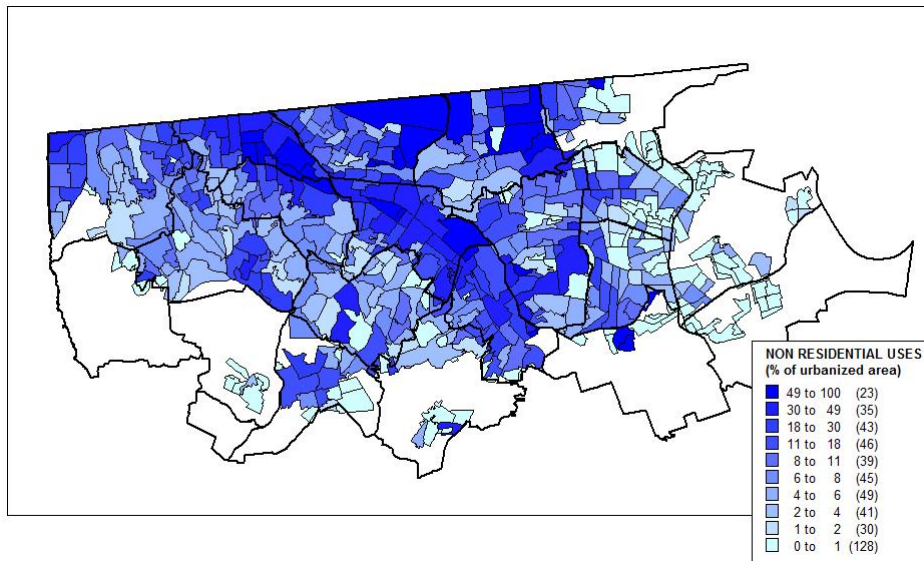
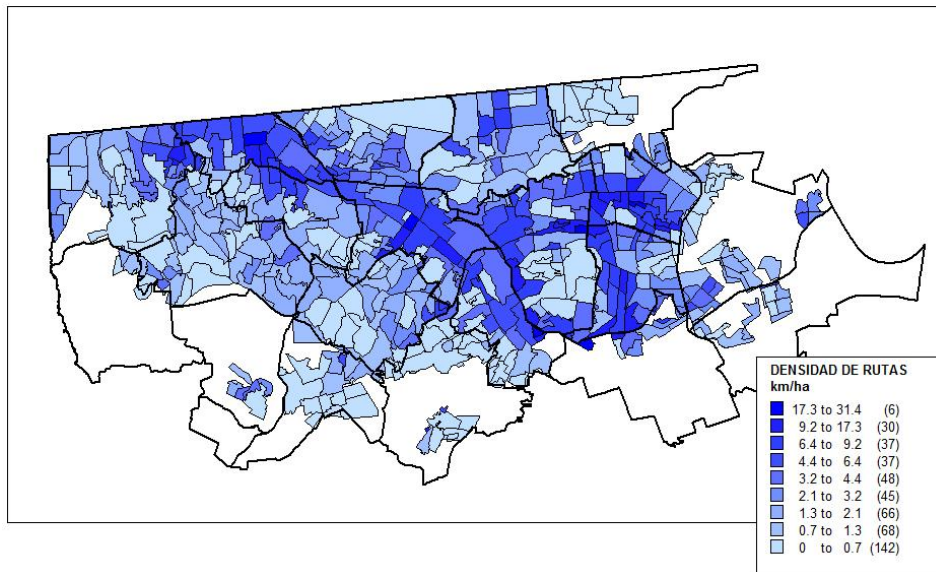


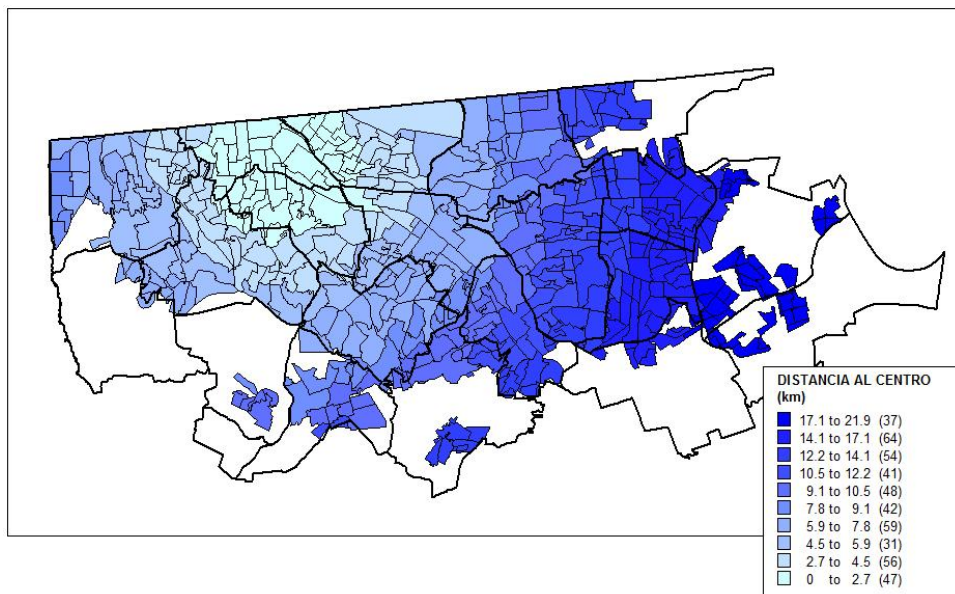
Fig. 5.5.- Proporción de usos no habitacionales por AGEB en Tijuana. Fuente: *Elaboración propia con base en INEGI, 2005*

4.- *Densidad de rutas de transporte.* Se identifica la concentración de rutas en el corredor paralelo al río Tijuana y en la zona del Matamoros al oriente de la ciudad.



**Fig. 5.6.- Densidad de rutas de transporte público por AGEb en Tijuana. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2005**

5.- *Distancia al centro.* Considerando el centro urbano de Tijuana como el mayor núcleo de concentración de servicios, existen distancias de hasta 22 kilómetros a los Ageb periféricos del oriente de la ciudad.



**Fig. 5.7.- Distancia al centro por AGEb en Tijuana. Fuente: Elaboración propia**

6.- *Proporción de viajes en auto.* Las zonas generadoras de mayor proporción de viajes están localizadas en la parte central y norte de la ciudad, sin embargo destaca la parte norte de Playas de Tijuana, al poniente de la ciudad, como una de las zonas que mayormente generan viajes en auto.

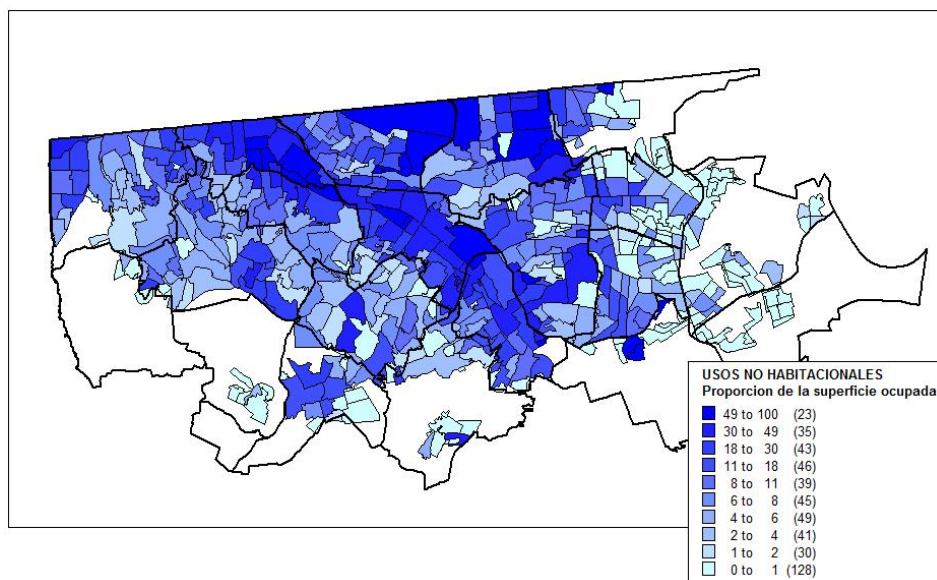


Fig. 5.8.- Proporción de viajes en auto por AGEb en Tijuana. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2005

### 5.2.1.2 Análisis de correlación a nivel ciudad

Este análisis se realizó en dos fases: 1) análisis estadístico considerando la totalidad de datos, y 2) análisis a través de rangos. Los resultados de la primera fase del análisis se muestran en el cuadro 5.4.

Cuadro. 5.4.- Resultados del análisis de correlación de Pearson a nivel ciudad

		Correlaciones					
		Densidad de población	Densidad de empleos	Usos no habitacionales	Densidad de rutas de transporte	Distancia al centro	Viajes en auto
Densidad de población	Pearson Correlation	1	-.112*	-.249**	.203**	.184**	-.024
	Sig. (2-tailed)		.026	.000	.000	.000	.628
	N	396	396	396	396	396	396
Densidad de empleos	Pearson Correlation	-.112*	1	.562**	.449**	-.166**	.072
	Sig. (2-tailed)	.026		.000	.000	.001	.155
	N	396	396	396	396	396	396
Usos no habitacionales	Pearson Correlation	-.249**	.562**	1	.242**	-.303**	.131**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.009
	N	396	396	396	396	396	396
Densidad de rutas de transporte	Pearson Correlation	.203**	.449**	.242**	1	.097	.141**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.053	.005
	N	396	396	396	396	396	396
Distancia al centro	Pearson Correlation	.184**	-.166**	-.303**	.097	1	-.316**
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.000	.053		.000
	N	396	396	396	396	396	396
Viajes en auto	Pearson Correlation	-.024	.072	.131**	.141**	-.316**	1
	Sig. (2-tailed)	.628	.155	.009	.005	.000	
	N	396	396	396	396	396	396

\*. La correlacion es significativa al nivel de 0.05 (2-tailed).

\*\*.. La correlacion es significativa al nivel de 0.01(2-tailed).

Como se puede observar, existe una correlación significativa entre las variables proporción de usos no habitacionales y densidad de rutas de transporte con la proporción de viajes en auto, sin embargo, al ser estas positivas proponen un panorama contrario al considerado en las hipótesis de trabajo, esto es, **en la ciudad de Tijuana los viajes en auto aumentan en aquellas zonas donde hay una mayor proporción de usos no habitacionales y rutas de transporte público.** Por su parte, la variable densidad de empleo también resultó positiva aunque no significativa, por lo que no refleja la hipótesis planteada. La correlación entre densidad de población y viajes en auto resultó negativa, que sin embargo no resulta en una relación significativa. Es importante notar que la correlación entre distancia al centro y viajes en auto tiene una alta significancia negativa, lo que indica que **a mayor distancia del centro se reducen los viajes en auto**, resultado también contradictorio a los modelos de dispersión territorial de las ciudades en países desarrollados; la explicación en el caso de Tijuana podría estar relacionada con factores socioeconómicos ya que gran parte de la periferia de la ciudad se caracteriza por la ocupación de asentamientos irregulares, con baja calidad de urbanización y altos niveles de marginación.

Otras conclusiones importantes que se desprenden de estos resultados tienen que ver con la eficiencia de estructura espacial de la ciudad de Tijuana. Considerando que algunas condiciones de la movilidad sustentable se refieren a la conformación de espacios donde coexistan residencia, empleo y mezcla de usos, en Tijuana, la correlación entre las variables de densidad poblacional, densidad de empleo y proporción de usos no habitacionales, resultó negativa, lo que indica por un lado, la **concentración de empleos y servicios en zonas específicas de la ciudad** y por otro lado, que **las áreas habitacionales funcionan principalmente como dormitorios**, lo que obliga a mayores desplazamientos de la población. Como ventaja se puede destacar la relación positiva y significativa entre la densidad poblacional y la densidad de rutas de transporte.

La segunda fase del análisis a nivel ciudad generó gráficos de dispersión confrontando cada variable de la forma urbana (densidad poblacional, densidad de empleo, etc.) como independiente y la proporción de viajes como variable dependiente. Los datos de cada variable se agruparon en 10 rangos (método de rompimiento natural) y se obtuvo la mediana de los datos sobre viajes en autos correspondientes a cada rango (Ver fig. 5.9).

Las gráficas corroboran los resultados del análisis de correlación: la relación entre densidad poblacional y distancia al centro generan líneas de ajuste decrecientes, con coeficientes de determinación ( $r^2$ ) de 0.6947 y 0.8033 respectivamente; por otro lado, las líneas de ajuste del resto de la gráficas de dispersión muestran una relación positiva entre el resto de las variables de la forma urbana y la proporción de viajes en auto, destacando solo la relación entre la proporción de usos no habitacionales y viajes en auto con una  $r^2$  de 0.5193.

Considerando las hipótesis planteadas, los resultados a nivel ciudad arrojan las siguientes conclusiones:

- La Densidad poblacional fue la única variable que confirmó el supuesto inicial de que al elevar sus valores se disminuye la Proporción de viajes en vehículo particular. Esta relación inversa se presentó tanto en el análisis de correlación de Pearson como en el de dispersión, y aunque el coeficiente de Pearson no resultó significativo la  $r^2$  de 0.6947 sí demuestra una relación importante entre ambas variables.
- Otro factor que de acuerdo a los resultados de ambos análisis influye en la proporción de viajes en auto es la distancia al centro, sin embargo, contrario al comportamiento de las ciudades dispersas de países desarrollados, en Tijuana disminuye la proporción de viajes

conforme aumente la distancia al centro. La explicación muy posiblemente requiera el análisis de variables socioeconómicas.

- La significancia positiva de los coeficientes de correlación de Pearson del análisis entre usos no habitacionales y la densidad de rutas con la proporción de viajes en auto, desdice, para el caso de Tijuana, los supuestos de que al incrementar esas dos variables los viajes en auto se reducen. Aunque no está clara la explicación a estos resultados, al revisar las correlaciones entre los factores de la forma urbana se deduce que la estructura espacial de la ciudad de Tijuana mantiene un patrón de usos del suelo segregado.

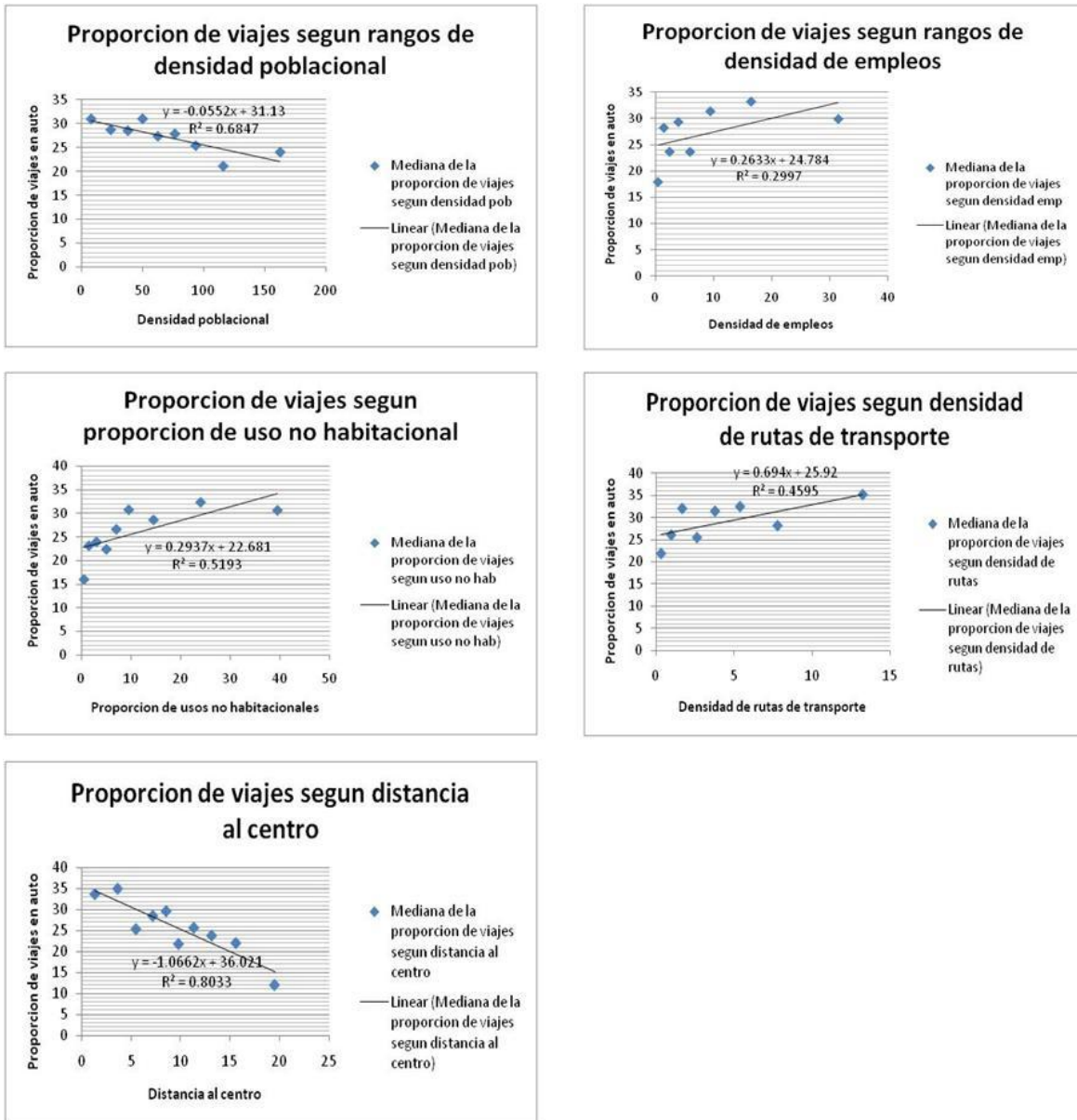


Fig. 5.9.- Gráficas de dispersión entre variables de la forma urbana y la movilidad a nivel ciudad. Fuente: *Elaboración propia*

### 5.2.1.3 Análisis de correlación y mapeo por UTP

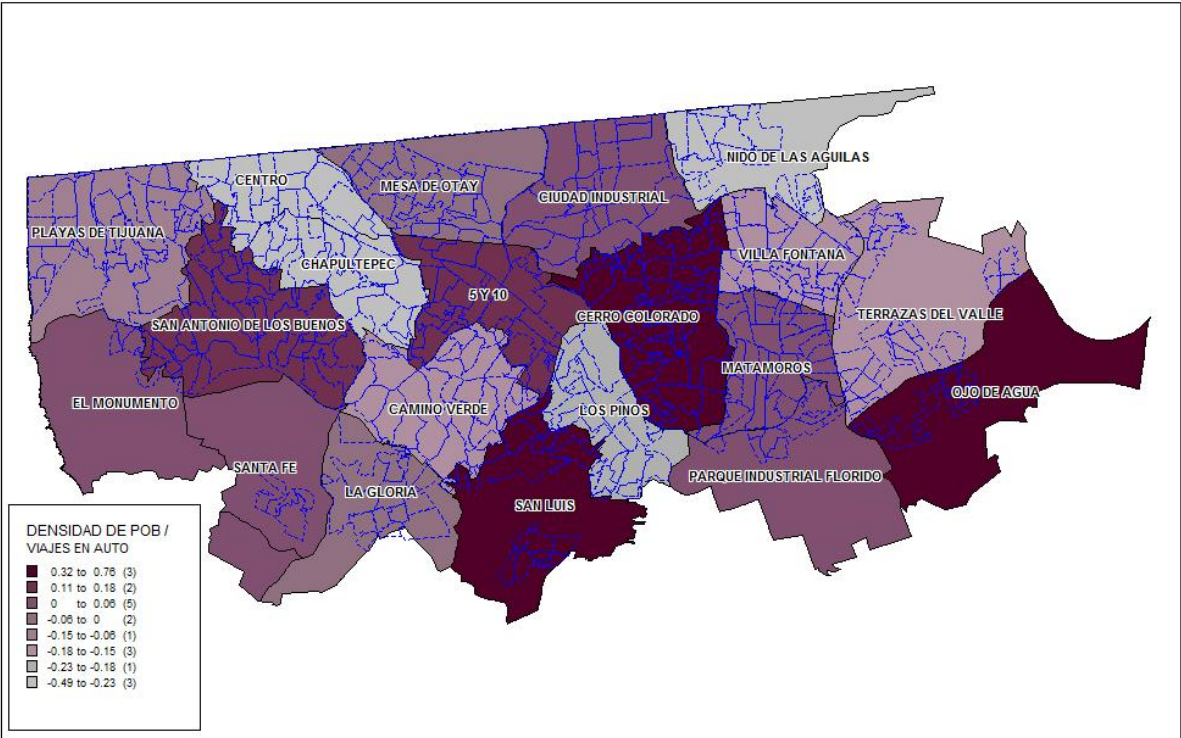
El análisis a nivel distrito (UTP) busca identificar aquellas unidades territoriales en donde las condiciones de los factores de la forma urbana sean favorables para la reducción de viajes en vehículo particular. Se realizaron análisis de correlación lineal para cada serie de datos por UTP, lo que arroja los resultados que se sintetizan en el cuadro 5.5.

**Cuadro. 5.5.- Resultados del análisis de correlación de Pearson por UTP**

CIUDAD/DISTRITO	N	CORRELACIONES FORMA URBANA/MOVILIDAD				
		Densidad de población/viajes en auto	Densidad de empleos/viajes en auto	Mezcla de usos/viajes en auto	Densidad de rutas/viajes en auto	Distancia al centro/viajes en auto
CIUDAD	396	-0.024 0.628	0.072 0.155	0.131 ** 0.131	0.141 ** 0.005	-0.316 ** 0.000
5 y 10	26	0.176 0.391	-0.111 0.589	-0.166 0.418	-0.171 0.404	-0.028 0.891
Camino verde	29	-0.151 0.434	0.111 0.565	0.067 0.729	0.03 0.876	0.48 0.803
Centro	19	-0.232 0.339	-0.097 0.694	-0.161 0.511	-0.287 0.233	-0.186 0.447
Cerro colorado	44	0.321 0.033	-0.077 0.621	-0.208 0.176	-0.03 0.844	-0.243 0.112
Chapultepec	19	-0.485 0.035	0.025 0.92	0.161 0.51	0.200 0.411	0.266 0.271
Ciudad industrial	22	0.056 0.804	-0.09 0.691	-0.255 0.253	0.48 * 0.024	-0.377 0.084
El monumento						
La gloria	9	-0.059 0.881	-0.307 0.422	0.535 0.138	-0.32 0.401	0.207 0.593
Los pinos	24	-0.198 0.355	0.143 0.504	0.263 0.215	0.32 0.127	0.004 0.984
Matamoros	26	0.059 0.774	0.026 0.899	0.17 0.407	0.361 0.07	0.014 0.944
Mesa de otay	29	-0.057 0.771	0.026 0.895	-0.104 0.593	-0.005 0.979	0.011 0.953
Nido de las águilas	17	-0.315 0.217	-0.114 0.662	0.258 0.318	-0.102 0.697	0.057 0.828
Ojo de agua	5	0.752 0.143	0.862 0.6	# #	0.18 0.773	0.442 0.456
Parque industrial florido						
Playas de tijuana	30	-0.118 0.534	0.304 0.103	0.324 0.081	-0.052 0.785	0.264 0.159
San Antonio de los buenos	40	0.112 0.491	-0.101 0.534	0.062 0.703	0.011 0.945	-0.196 0.226
San Luis	12	0.383 0.219	0.764 ** 0.004	0.745 ** 0.005	0.313 0.321	-0.446 0.146
Santa fe						
Terrazas del valle	14	-0.169 0.563	-0.197 0.5	0.414 0.141	0.139 0.636	0.067 0.820
Villafontana	24	-0.177 0.407	0.247 0.245	0.241 0.257	0.346 0.097	-0.352 0.092
	#	Distritos con datos no estables				
	-0.197	Sin usos distintos al habitacional				
	0.217	Coeficiente de Pearson				
	*	Significancia				
	**	Correlación significante al nivel 0.05 (2-tiled)				
	**	Correlación significante al nivel 0.01 (2-tiled)				

En el primer renglón del cuadro anterior se muestran los coeficientes resultantes a nivel ciudad, de los que destaca la relación negativa entre la densidad poblacional y la proporción de viajes en auto. A pesar de que las otras correlaciones resultaron positivas a nivel ciudad, es posible observar que a nivel de UTP aparecen coeficientes negativos. Sin embargo, la mayoría de estas correlaciones no muestran una significancia importante por lo que no es posible concluir una explicación particular de estos resultados. Aun así, hay que notar que los coeficientes negativos se concentran principalmente en las correlaciones de los factores de densidad poblacional y densidad de empleos, en tanto algunas UTP presentan correlaciones negativas en los factores de usos no habitacionales y densidades de rutas, contrario al sentido de la correlación que se obtuvo a nivel ciudad, sin que esto haya identificado significancia en la relación.

A pesar de que estos resultados no presentan significancia estadística, hay que notar que en particular dos de las UTP centrales de la ciudad de Tijuana presentaron 3 y 4 correlaciones negativas respectivamente: "Centro" y "5 y 10" (Ver figs. 5.10 a 5.13).



**Fig. 5.10.- Coeficientes de correlación entre la Densidad poblacional y la Proporción de viajes en auto por UTP de la ciudad de Tijuana. Fuente: Elaboración propia**

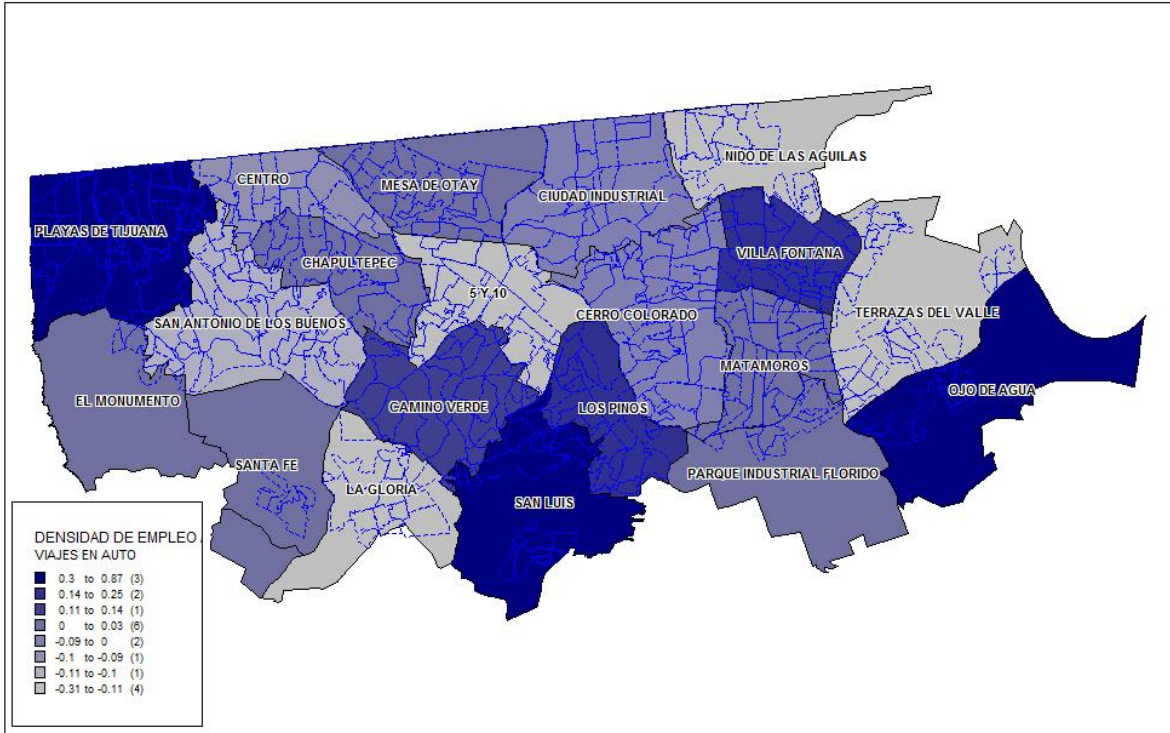


Fig. 5.11.- Coeficientes de correlación entre la Densidad de empleos y la Proporción de viajes en auto por UTP de la ciudad de Tijuana. Fuente: Elaboración propia

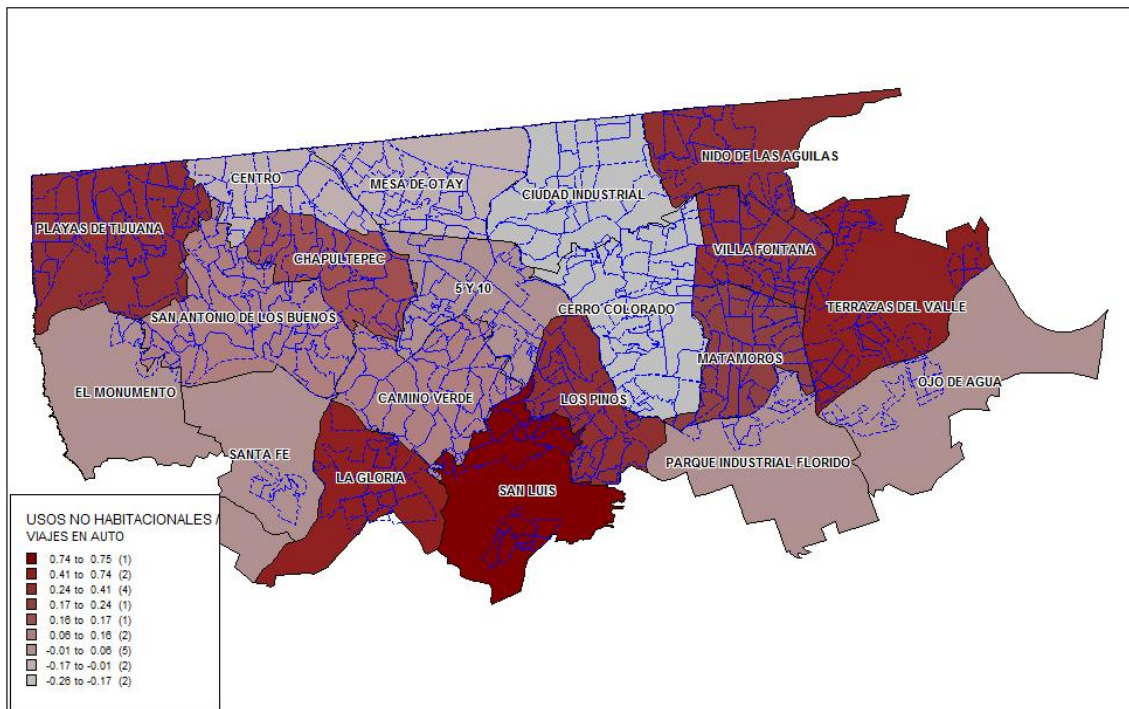


Fig. 5.12.- Coeficientes de correlación entre la Proporción de usos no habitacionales y la Proporción de viajes en auto por UTP de la ciudad de Tijuana. Fuente: Elaboración propia

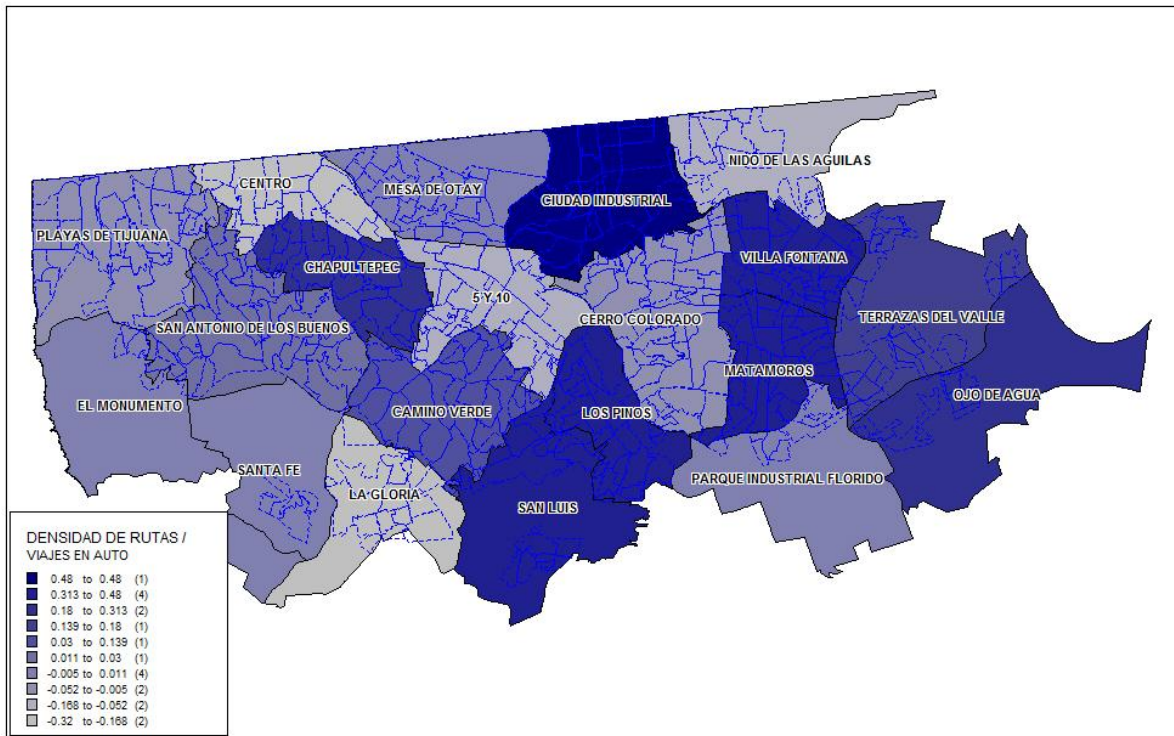


Fig. 5.13.- Coeficientes de correlación entre la Densidad de rutas de transporte y la Proporción de viajes en auto por UTP de la ciudad de Tijuana. Fuente: *Elaboración propia*

Para profundizar en el análisis de las condiciones urbanas y las relaciones con los factores de movilidad en las UTP seleccionadas (“Centro” y “5 y 10”), se efectuaron análisis de correlación entre los factores de la forma urbana entre sí y con las variables de movilidad de otros modos (a pie y en transporte público). Los resultados obtenidos se muestran en los cuadros 5.6 y 5.7.

Cuadro. 5.6.- Resultados del análisis de correlación de Pearson entre factores de la forma urbana para las UTP “Centro” y “5 y 10”

CIUDAD/DISTRITO	N	CORRELACIONES FORMA URBANA					
		Densidad de población/densidad de empleo	Densidad de población/ usos no habitacionales	Densidad de población/densidad de rutas	Densidad de empleo/ usos no habitacionales	Densidad de empleo/densidad de rutas	Usos no habitacionales/densidad de rutas
5 y 10	26	-0.045	-0.279	-0.239	0.664	0.436	0.371
		0.827	0.167	0.24	**0	*0.026	0.062
Centro	19	-0.487	-0.669	-0.377	0.866	0.819	0.71
		*0.034	**0.002	0.112	**0	**0	**0.001
		-0.197	Coeficiente de Pearson				
		0.217	Significancia				
		*	Correlación significativa al nivel 0.05 (2-tiled)				
		**	Correlación significativa al nivel 0.01 (2-tiled)				

**Cuadro. 5.7.- Resultados del análisis de correlación de Pearson entre factores de la forma urbana y otros modos de movilidad para las UTP “Centro” y “5 y 10”**

CIUDAD/DISTRITO	N	CORRELACIONES FORMA URBANA/OTROS MODOS DE MOVILIDAD							
		Densidad de población/viajes a pie	Densidad de población/viajes en transporte	Densidad de empleo/viajes a pie	Densidad de empleo/viajes en transporte	Usos no habitacionales/viajes a pie	Usos no habitacionales/viajes en transporte	Densidad de rutas/viajes a pie	Densidad de rutas/viajes en transporte
		0.079	-0.463	0.002	0.47	-0.035	0.567	-0.04	0.486
5 y 10	26	0.702	* 0.017	0.993	* 0.015	0.864	** 0.003	0.846	* 0.012
		0.481	-0.448	-0.207	0.439	-0.188	0.538	0.014	0.488
Centro	19	* 0.037	0.052	0.395	0.06	0.441	* 0.018	0.954	* 0.034
		-0.197	Coeficiente de Pearson						
		0.217	Significancia						
		*	Correlación significativa al nivel 0.05 (2-tiled)						
		**	Correlación significativa al nivel 0.01 (2-tiled)						

Las correlaciones entre los factores de la forma urbana para las UTP “Centro” y “5 y 10” confirman el patrón segregado de usos de suelo que caracteriza a la ciudad de Tijuana; ambas unidades presentan una correlación positiva significativa entre la densidad de empleo y los usos no habitacionales, al mismo tiempo la UTP “Centro” muestra correlaciones negativas entre la densidad de población y densidad de empleos, densidad de población y usos no habitacionales, al tiempo en que presenta una correlación positiva significativa entre densidad de rutas y usos no habitacionales (Ver cuadro 5.6). Lo anterior indica que a mayor concentración de empleos, y usos no habitacionales se incrementa la densidad de rutas de transporte y disminuyen las densidades poblacionales, con lo cual se muestra un comportamiento de usos del suelo en donde los usos comerciales y de servicios localizados en este espacio desplazan a la ocupación habitacional; hay una disfunción entre las actividades de residencia y de servicios, condición no propicia en la búsqueda de la mezcla eficiente de usos de suelo para la disminución de viajes en vehículo particular, esto puede explicar el porqué no hay una correlación significativa entre la densidad poblacional y los viajes en auto.

Sin embargo, considerando otros modos de movilidad, surgen resultados que confirman en cierto sentido algunos de los supuestos de trabajo planteados (Ver cuadro 5.7). En la unidad “5 y 10” los usos no habitacionales y la densidad de rutas se correlacionan significativamente con los viajes en transporte público; por su parte, en la unidad “Centro” la densidad de población muestra una significancia al nivel 0.05 con los viajes a pie, en tanto los usos no habitacionales y la densidad de rutas muestran también correlaciones positivas significativas con los viajes en transporte público.

Las conclusiones que se pueden desprender del análisis a nivel de UTP son las siguientes:

- No hay significancia importante en las correlaciones entre los factores de la forma urbana y viajes en auto. Sin embargo, a diferencia de los resultados a nivel ciudad, predominan las correlaciones negativas en la gran mayoría de las UTP y entre todos los factores de la forma urbana.
- Las correlaciones negativas se pueden destacar en las UTP del espacio central de la ciudad.
- La confrontación de los factores de la forma urbana en las UTP “Centro” y “5 y 10” corroboran el patrón segregado de usos de suelo a nivel ciudad. Sin embargo, la concentración de usos no habitacionales y rutas de transporte parece estar favoreciendo el uso del transporte público, y en particular, en la UTP “Centro”, la concentración de población puede estar fomentando los desplazamientos a pie.

## 5.2.2 Análisis a escala metropolitana

### 5.2.2.1 Identificación de centros de actividad

Con base en la información por AGEB relativa a la densidad de empleos y proporción de usos de suelo diferente al habitacional, se identifican de manera gráfica los centros de actividad (subcentros) en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Dado el tamaño de la ciudad de Tijuana en comparación de las otras dos ciudades, fue posible identificar seis concentraciones de servicios y empleos distribuidos en la mancha urbana; en tanto, Rosarito y Tecate solo incorporan a la estructura metropolitana sus centros de ciudad como nodos de actividad de alcance metropolitano.

De acuerdo a Newman y Kenworthy (2006), la estructuración metropolitana debe estar sustentada en la organización de centros de actividad a distintas escalas: regional, urbana y local, considerando que cada núcleo deberá estar ligado al sistema de movilidad alternativo al vehículo particular, desde transporte masivo (tren ligero, BRT) hasta ciclovías y desplazamientos peatonales. Para el caso del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate, se determina evaluar los centros de actividad identificados como centros a escala de ciudad ("town center", o subcentro) por lo que se aplica un radio de influencia de 3 kilómetros como la distancia máxima de recorrido peatonal en un lapso de 30 minutos (Newman y Kenworthy, 2006).

Las figuras 5.14 a 5.17 muestran la localización de los 8 centros de actividad identificados de acuerdo a la concentración de cada una de las variables consideradas.

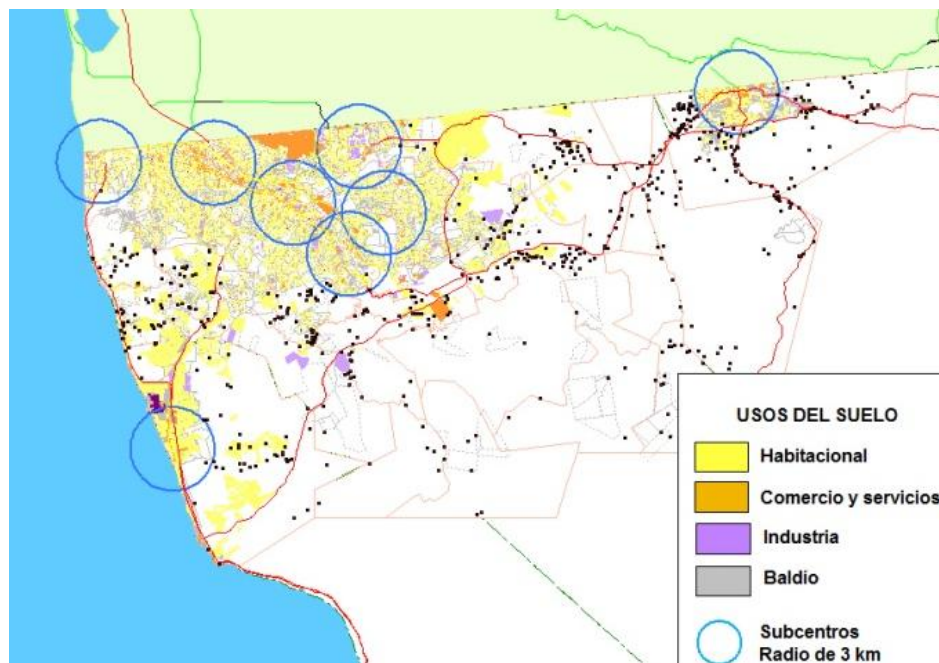


Fig. 5.14.- Distribución de usos del suelo y centros de actividad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Elaboración propia con base en Implan, 2009

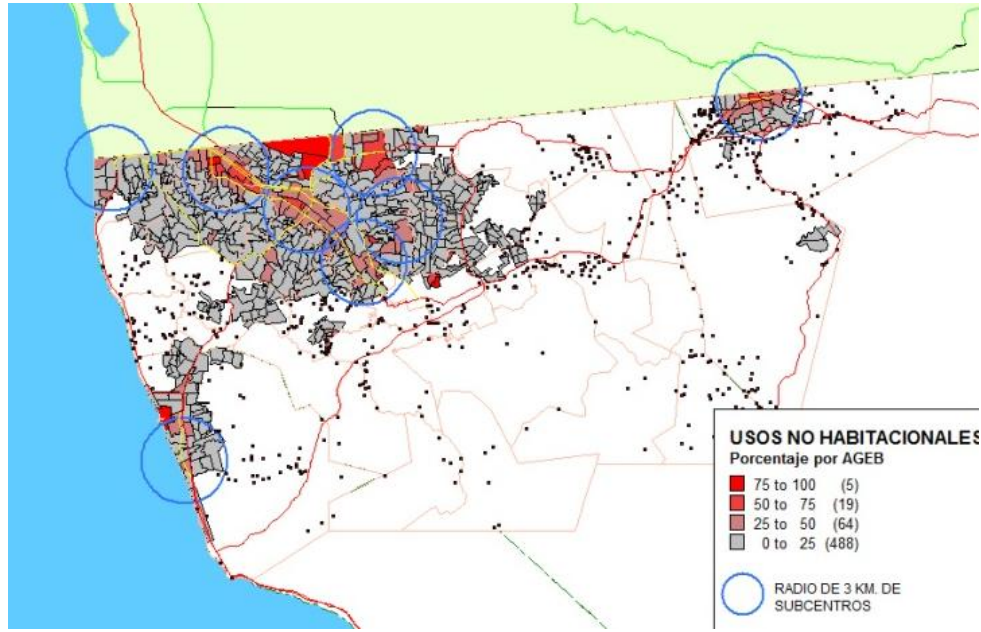


Fig. 5.15.- Proporción de usos distintos al habitacional y centros de actividad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: *Elaboración propia con base en INEGI, 2005*

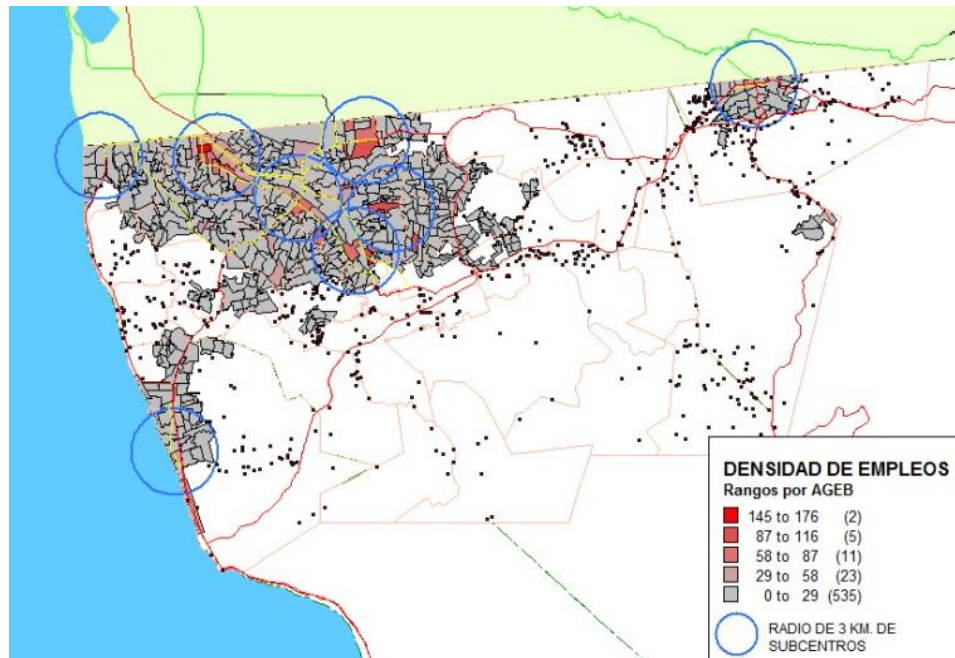


Fig. 5.16.- Densidad de empleos y centros de actividad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: *Elaboración propia con base en INEGI, 2005*

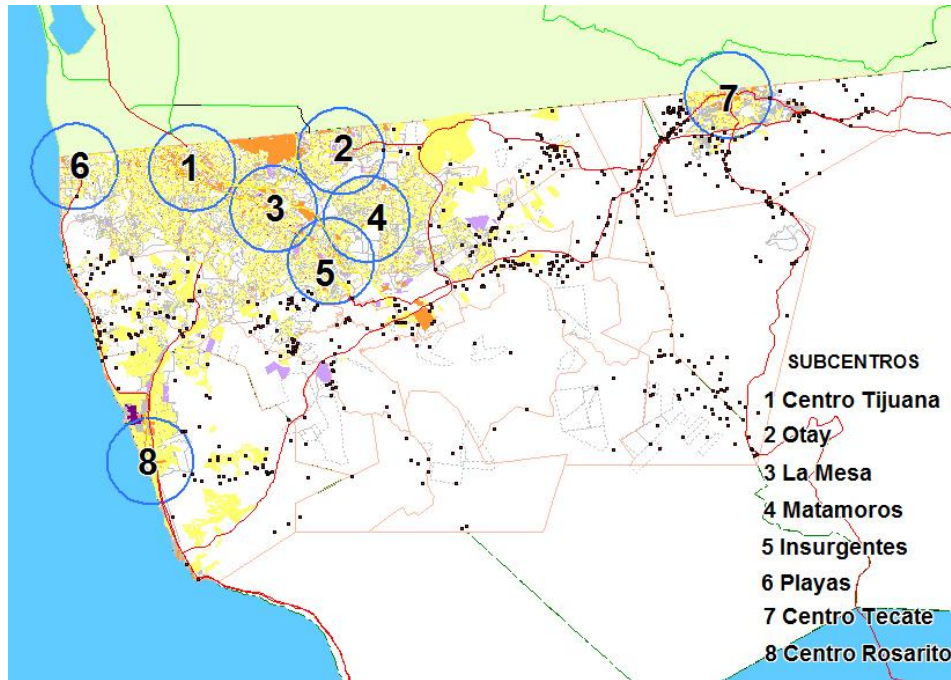


Fig. 5.17.-Subcentros en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: *Elaboración propia con base en Implan, 2009*

### 5.2.2.2 Análisis estadísticos y mapeo de coeficientes por área de influencia de centros de actividad

El análisis a escala metropolitana considera como variables de la forma urbana la densidad poblacional, densidad de empleos y proporción de usos del suelo distintos al habitacional; por otro lado, como variable de movilidad se utiliza la proporción de viajes en automóvil.

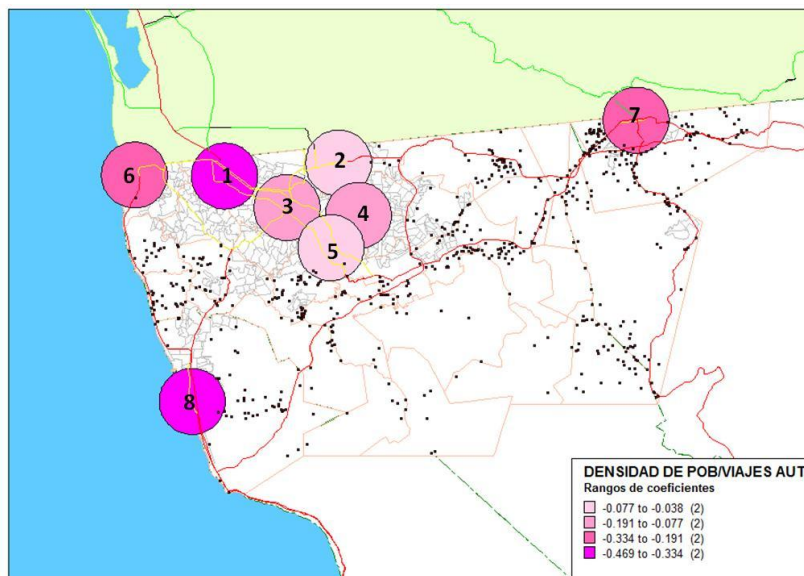
La hipótesis considerada a esta escala de análisis establece que dentro del radio de 3 kilómetros de cada centro de actividad a mayor densidad poblacional, de empleos y mayor proporción de usos distintos al habitacional habrá una menor proporción de viajes en automóvil. Este supuesto considera el principio de la accesibilidad peatonal a los servicios y empleos que brinda cada centro de actividad dada la existencia de población residente dentro del radio de 3 kilómetros.

Para identificar el grado de relación entre las variables de la forma urbana y la movilidad, se realizó el análisis estadístico de correlación lineal de Pearson para cada grupo de datos dentro del radio de 3 kilómetros de cada subcentro, de tal forma que se identificaran los coeficientes de correlación de aquellos centros de actividad que denotaran mayores relaciones inversas entre las variables de la forma urbana y la proporción de viajes en auto. El cuadro 5.8 muestra el resumen del procedimiento estadístico realizado.

**Cuadro 5.8.- Resultados del análisis de correlación de Pearson por subcentro**

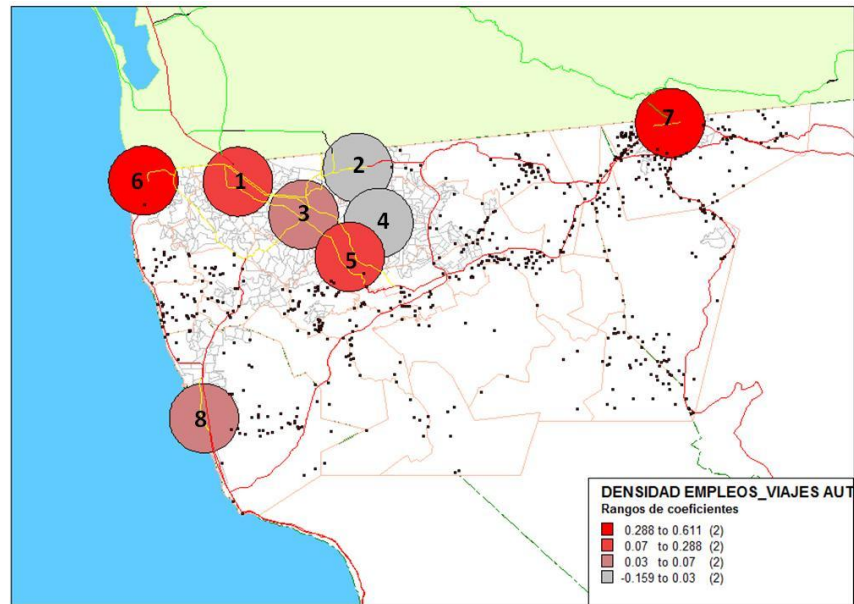
SUBCENTRO	N	CORRELACIONES		
		DEN_POB/VIAJES_ AUT	DEN_EMP/VIAJES_ AUTO	USO_NO_HAB/VI AJES_AUT
CIUDAD TIJUANA	396	-0.024	0.072	** 0.131
1	41	** -0.465	0.07	-0.148
2	28	-0.038	0.023	-0.061
3	47	-0.191	0.03	0.054
4	55	-0.114	-0.159	-0.039
5	51	-0.077	0.198	0.113
6	15	-0.334	* 0.611	** 0.688
7	24	-0.212	0.288	* 0.483
8	18	* -0.469	0.048	0.18
	**	Correlación muy significativa		
	*	Correlación significativa		

Comparando los resultados por subcentro con los de la ciudad de Tijuana se puede observar la congruencia que la relación densidad de población y viajes en auto guarda en ambas escalas; las correlaciones son todas negativas lo que confirma a la variable densidad poblacional como la de mayor incidencia sobre la reducción de viajes en auto. Habrá que notar que los más altos coeficientes corresponden a los centros de las ciudades de Tijuana (subcentro 1) y Playas de Rosarito (subcentro 8) con correlaciones significativas; sin embargo, esta condición de centro urbano no se cumple en el centro de Tecate (subcentro 7) aunque se destaca como la cuarta correlación negativa más alta, solo por debajo del subcentro 6 que se localiza en Playas de Tijuana (Ver fig. 5.18).



**Fig. 5.18.- Coeficientes de correlación entre la Densidad poblacional y la Proporción de viajes en auto por subcentro en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Elaboración propia**

Por otra parte, la correlación densidad de empleo y proporción de viajes en auto resultó también congruente con el indicador para la ciudad de Tijuana (salvo en el subcentro 4, Matamoros) con coeficientes positivos, lo que no explica la hipótesis de reducción de viajes en concentraciones de empleo; destaca la correlación significativa en el subcentro 6 Playas de Tijuana, que presenta una actividad preponderantemente comercial y de servicios, donde de acuerdo a este coeficiente hay una relación directa entre el número de empleos y la proporción de viajes en auto, condición opuesta a la hipótesis planteada (Ver fig. 5.19).



**Fig. 5.19.- Coeficientes de correlación entre la Densidad de empleos y la Proporción de viajes en auto por subcentro en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Elaboración propia**

Finalmente, de los coeficientes resultantes de la correlación entre la proporción de usos de suelo no habitacionales y la proporción de viajes en auto destaca el indicador del subcentro 1 (Centro Tijuana) que se puede considerar como el que mayormente responde al supuesto inicial de reducción de viajes en auto dada la concentración de usos distintos al habitacional (Ver fig. 5.20).

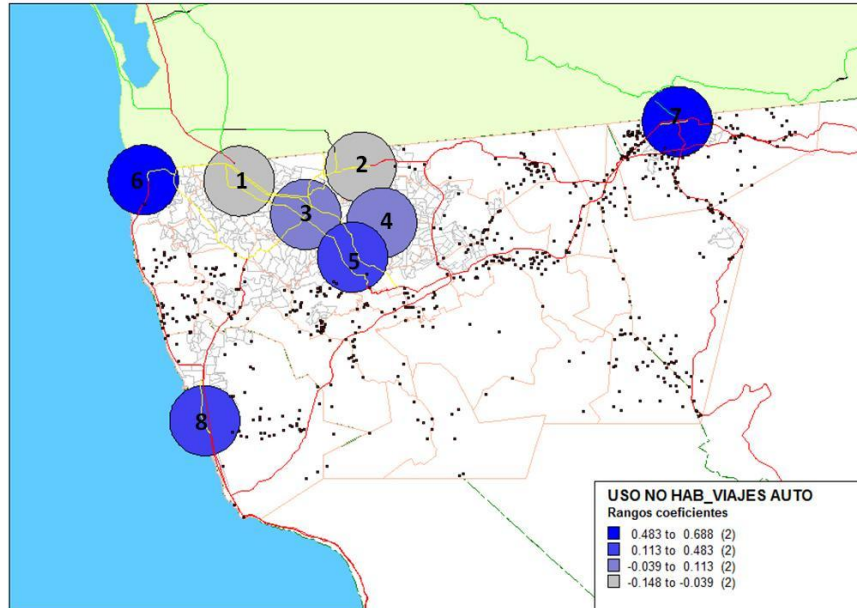


Fig. 5.20.- Coeficientes de correlación entre la Proporción de usos no habitacionales y la Proporción de viajes en auto por subcentro en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosario-Tecate. Fuente: *Elaboración propia*

### 5.2.3 Análisis a escala transfronteriza

La **integración territorial** constituye uno de los objetivos primarios de los sistemas de transporte. ya que aporta elementos fundamentales para la comprensión de la dinámica espacial a través de los flujos de transporte (Rodrigue, 2009). Para Rodrigue los flujos se desempeñan de acuerdo a las condiciones de la red, y dentro de estas condiciones están las barreras fronteras (Ver fig. 5.21).

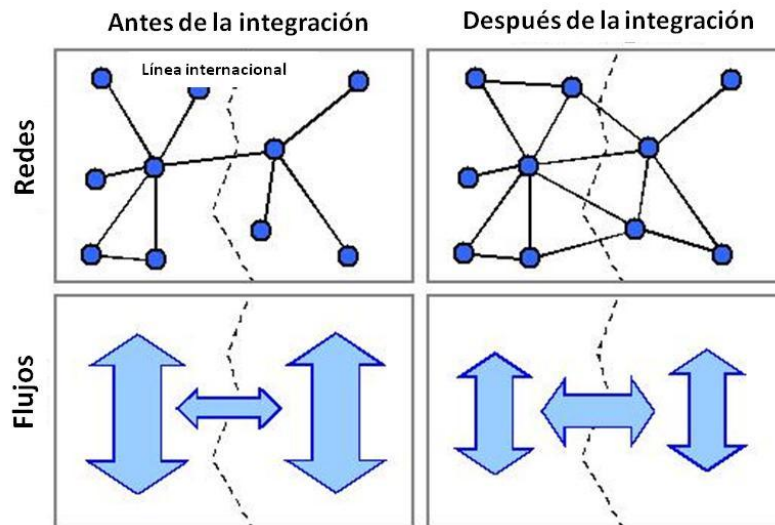


Fig. 5.21.- Impactos de los procesos de integración en redes y flujos. Fuente: *Rodrigue, 2009*

De acuerdo a los esquemas de la figura anterior, se observa que a mayor interrelaciones (nodos) en la red transfronteriza mayor grado de integración. Esta conceptualización de las relaciones transfronterizas a través del transporte se relacionan con el **concepto de redes urbanas y policentricidad**. Los cruces fronterizos, como una modalidad de acceso terrestre, se convierten en nodos de interacción internacional que permiten la integración transfronteriza. Según Rodrigue (2009), desde el punto de vista del transporte, los nodos fronterizos servirán para aglutinar las funciones productivas y logísticas de la región (Ver fig. 5.22).

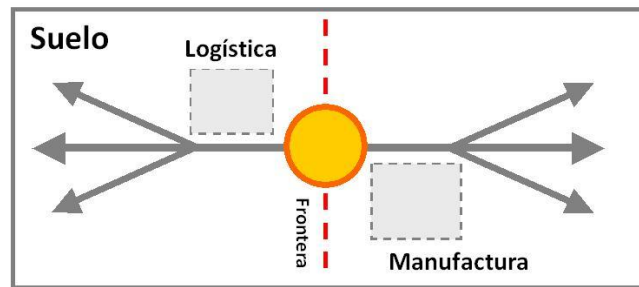


Fig. 5.22.- Función de los cruces fronterizos en la red nodal. Fuente: Rodrigue, 2009

Considerando los conceptos de movilidad transfronteriza, en el caso del espacio transfronterizo conformado por las áreas metropolitanas de Tijuana-Rosarito-Tecate y San Diego, se construye un esquema de movilidad básico como punto de partida para el diseño del modelo dinámico de cruces fronterizos (Ver fig. 5.23).

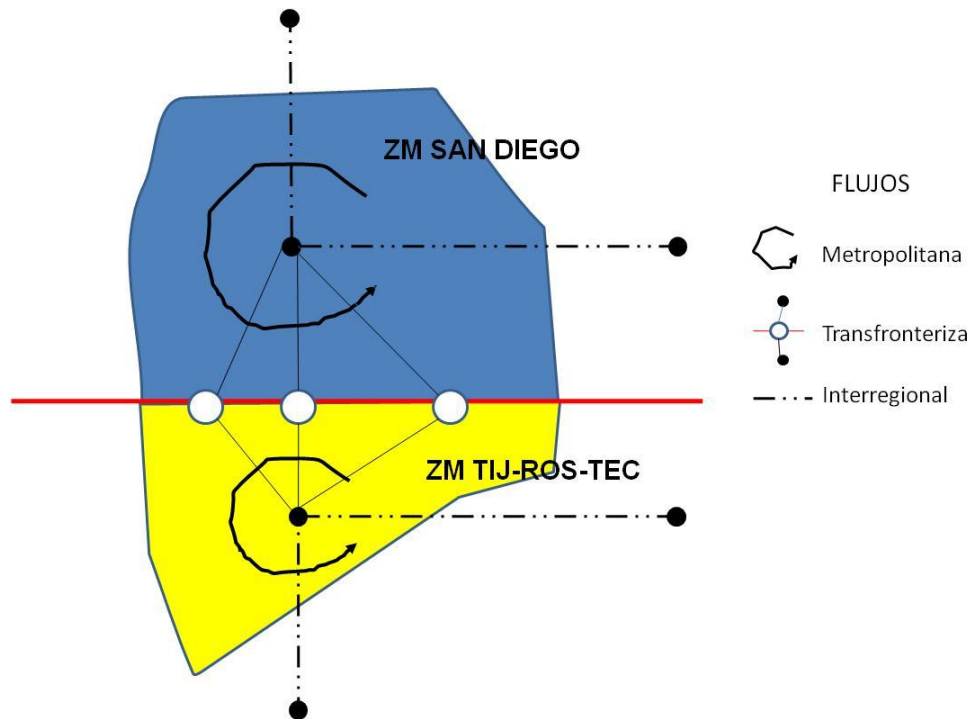


Fig. 5.23.- Esquema de movilidad en el espacio transfronterizo de Tijuana-Tecate-Rosarito-San Diego. Fuente: Elaboración propia

Los elementos que constituyen este esquema de movilidad transfronteriza entre Tijuana-San Diego son los siguientes:

- a) Dos zonas metropolitanas con una dinámica interna de movilidad.
- b) Cada zona metropolitana es alimentada por flujos regionales.
- c) La relación de movilidad entre ambas zonas metropolitanas está regulada por la dinámica de flujos transfronterizos a través de tres garitas: San Ysidro, Otay y Tecate.

La hipótesis funcional bajo la que se deberá construir el modelo dinámico considera que existe una relación directa entre los tiempos de espera, el consumo de combustible y la generación de CO<sup>2</sup>, por lo que ampliar la capacidad de las garitas (número de líneas de inspección) favorecerá la accesibilidad transfronteriza.

En este caso se consideran como variables independientes el tiempo de revisión en garitas (que conduce a los tiempos de espera en línea) y el número de líneas de revisión. Las variables dependientes serán consideradas como los impactos por los tiempos de espera: pérdidas económicas, consumo de combustible y emisiones de CO<sup>2</sup>.

Para el caso que compete a este trabajo, se plantea un modelo básico para el análisis de la movilidad en los cruces fronterizos bajo las siguientes consideraciones:

- 1.- Se toman en cuenta solo los flujos de vehículos particulares hacia el norte, considerando la incorporación de viajes desde el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate y aquellos que provienen de fuera (regionales).
- 2.- El proceso en cruces fronterizos está regulado por los tiempos de espera en garitas y el número de líneas de inspección existentes. Las diferencias en los tiempos de revisión en líneas Senti y líneas tradicionales condicionan a que el modelo incorpore los dos procesos.
- 3.- El modelo se deberá construir de acuerdo a la infraestructura existente en los puertos fronterizos de San Ysidro, Otay y Tecate.
- 4.- El modelo busca generar escenarios para evaluar el funcionamiento actual y futuro de los puertos fronterizos comparando condiciones de abatimiento de retardos mediante la inclusión de nuevas líneas de inspección (tradicionales o Senti) instaladas en puertos fronterizos existentes o nuevos.
- 5.- Los impactos generados están directamente ligados a los tiempos de espera previos al cruce.

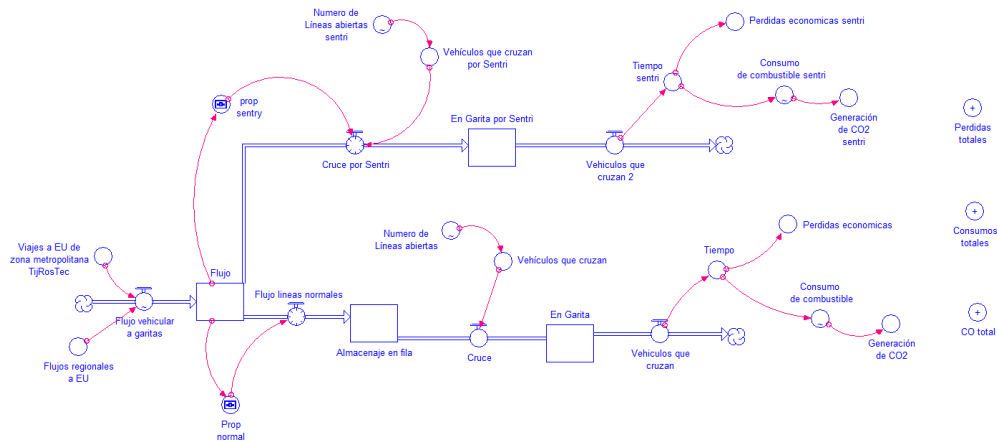
La información requerida para la construcción del modelo será la siguiente (los datos existentes corresponden principalmente al año 2005):

- Total de cruces vehiculares al año: 35 millones (Sandag, 2006)
- Proporción de cruces vehiculares que proceden de Tijuana-Rosarito-Tecate: 97% (Sandag, 2006)

- Proporción de cruces vehiculares que proceden de otras partes de la región: 3% (Sandag, 2006).
- Número de líneas de inspección según tipo: 36 tradicionales, 5 Senti (Sandag, 2006).
- Tiempo estimado de revisión por tipo de línea (supuesto ideal): 3 minutos en línea tradicional, 1 minutos en línea Senti.
- Proporción de pérdidas económicas por tiempo de espera: 6,000 millones de dólares en pérdidas en el 2005 (Sandag, 2006)
- Consumo de combustible de vehículos: 1,111 litro por año en la ciudad a una velocidad máxima de 9 km/hora  
([http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/calculadora\\_consumo\\_y\\_CO2](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/calculadora_consumo_y_CO2))
- Generación de CO<sup>2</sup> por vehículos: 2.32 kg/litro de gasolina consumido (Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos (EPA), 2005)

El modelo propuesto representa el flujo vehicular hacia las garitas, alimentado por los autos procedentes del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate y de otras partes de la región (ver fig. 5.24). Estos volúmenes se agrupan en un “stock” que deriva los vehículos hacia las líneas tradicionales y las Senti de acuerdo a una proporción actual o deseada. El comportamiento del modelo difiere según el tipo de línea; los carriles Senti no presentan acumulación por revisión, en tanto que las líneas tradicionales si, de ahí que se establezca de manera aleatoria una condición de mayor o menor volumen de vehículos revisados por línea, lo que genera un “Stock” de almacenamiento en fila y otro de revisión en garita.

EL modelo parte del supuesto de un tiempo de revisión “óptima” de 3 minutos por vehículo, lo cual establece una capacidad de revisión por línea de 20 vehículos por hora, en tanto que en línea Senti la revisión de 1 minuto arroja una capacidad de revisión de 60 vehículos por hora. Con estas condiciones el modelo determinaría las tardanzas calculando los tiempos adicionales que se invierten al sobrepasar la capacidad óptima de revisión de las líneas operando. Con estos tiempos de retardos se podrán calcular los impactos económicos, en consumo adicional de gasolina y emisiones de CO<sup>2</sup> (Ver fig. 5.24).



**Fig. 5.24.- Modelo de flujos vehiculares en puertos fronterizos entre Tijuana, Tecate y San Diego. Fuente: Elaboración propia**

El modelo permitirá construir cuatro escenarios para evaluar la funcionalidad de la infraestructura de cruces fronterizos:

- a) Escenario actual (2005). Utiliza la infraestructura existente y los flujos vehiculares actuales.
- b) Escenario futuro (2015). Utiliza la infraestructura existente y los flujos vehiculares proyectados.
- c) Escenario futuro alternativo 1. Ampliación o construcción de nuevas garitas para incrementar el número de líneas tradicionales.
- d) Escenario futuro alternativo 2. Transformación de líneas tradicionales a líneas Sentry considerando la infraestructura actual.

### 5.3 Conclusiones. Forma urbana y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate

El espacio intermunicipal de Tijuana, Rosarito y Tecate es un espacio metropolitano en construcción. La dinámica de crecimiento de las tres ciudades en los ámbitos urbano, metropolitano y transfronterizo está generando retos importantes en materia de planeación de los usos del suelo y la movilidad.

El reconocimiento de la importancia de la interacción entre los sistemas de usos del suelo y la movilidad permite una mejor comprensión de los procesos de conformación y funcionamiento de la forma urbana y por consiguiente, conduce al desarrollo de mejores estrategias de planeación y gestión.

En el caso del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate, las observaciones realizadas parten del reconocimiento de la interacción de los usos del suelo y la movilidad a

distintas escalas y en consecuencia la implementación de distintos criterios metodológicos de acuerdo al ámbito de que se trate.

Los resultados obtenidos, arrojan las siguientes conclusiones:

### A) Ambito urbano

La ciudad de Tijuana presenta una distribución de usos de suelo relativamente sectorizada, esto es, concentra usos comerciales y de servicios en la zona central y a lo largo de los corredores paralelos al río Tijuana, y usos industriales concentrados en la zona de Otay al noreste y el Florido al sureste, lo cual determina la concentración de empleos. El uso de suelo predominante es el habitacional, el cual muestra una distribución de densidades aparentemente aleatoria. En el caso de la distribución de viajes, es posible advertir que los espacios que mayormente generan desplazamientos en vehículos particulares están concentrados en la parte media de la ciudad y hacia el norte (colindando con la línea internacional). Estas características de la forma urbana no permitieron identificar una correlación clara en cuanto a los supuestos de concentración de densidades y proporción de viajes en auto; en este sentido, solo la variable de densidad poblacional mostro un comportamiento inverso a la proporción de viajes en auto, sugiriendo que en aquellos AGEB donde se concentraba mayormente la población, los viajes en auto disminuían; sin embargo esto debía haberse corroborado con la variable de densidad de rutas de transporte público, lo cual no sucedió.

Sin embargo, el análisis a nivel distrito (UTP) arrojó conclusiones más congruentes con los supuestos iniciales. A esta escala se refuerza la relación inversa que guardan las variables de densidad poblacional y proporción de viajes en auto, observada a nivel ciudad, 10 de los 17 distritos respondieron a este supuesto. Además, aparecieron también coeficientes negativos en las otras variables de la forma urbana (densidad de empleos, mezcla de usos y densidad de rutas de transporte público) y los viajes en auto. Esto permitió identificar algunos distritos cuyas condiciones urbanas sugieren una predisposición a generar menos viajes en auto. Los distritos que destacaron fueron: "Centro" y "5 y 10", localizados en la parte central de la mancha urbana (Ver fig. 5.25).

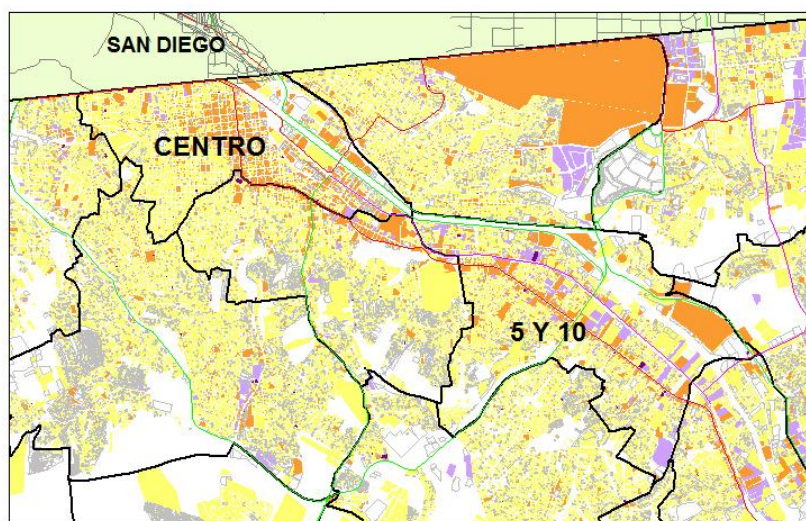


Fig. 5.25.- Localización de distritos destacados en la interrelación forma urbana y movilidad. Fuente: *Elaboración propia con base a Implan, 2009*

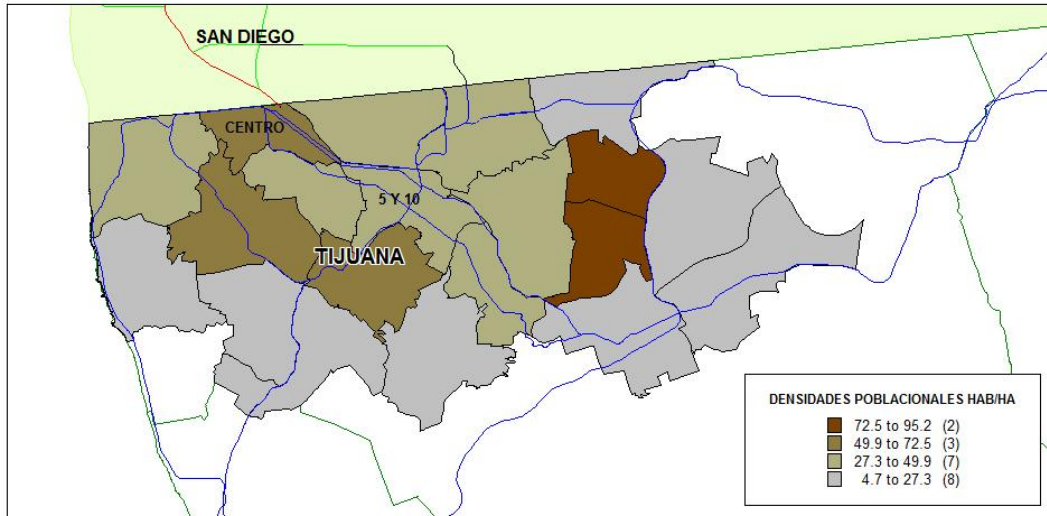
Revisando la proporción de usos de suelo de los distritos de Tijuana y comparándolos con la proporción a nivel ciudad, es posible destacar las proporciones que muestran los distritos “Centro” y “5 y 10” (Ver cuadro 5.9). Estos distritos, a diferencia del resto (y de la ciudad), presentan una distribución de usos equilibrada: 50% habitacional y 50% industriales y comerciales. Este es un hecho importante a destacar ya que son proporciones de usos del suelo atípicas.

**Cuadro 5.9.- Distribución de usos del suelo por distrito de la ciudad de Tijuana y su comparativo a nivel ciudad. Fuente: Propia con base a Ayuntamiento de Tijuana, 2009**

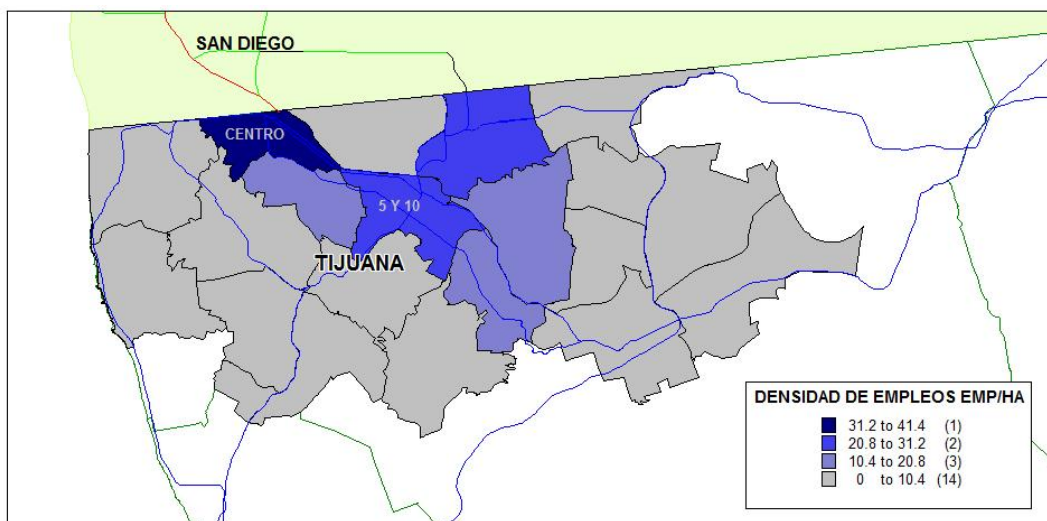
ESCALA		PROPORCION DE USOS DE SUELO 1/			
		Habitacional	Industria	Servicios	Total
<b>TIJUANA</b>		<b>66</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>100</b>
<b>DISTRITO (UTP)</b>	Playas de Tijuana	79	4	17	100
	El Monumento	69	2	28	100
	<b>Centro</b>	<b>48</b>	<b>4</b>	<b>48</b>	<b>100</b>
	Chapultepec	68	2	30	100
	San Antonio de los Buenos	76	8	16	100
	Santa Fe	76	9	16	100
	La Gloria	77	16	7	100
	<b>5 y 10</b>	<b>50</b>	<b>14</b>	<b>36</b>	<b>100</b>
	Los Pinos	54	27	19	100
	Camino Verde	75	18	7	100
	San Luís	90	7	3	100
	Mesa de Otay	42	12	47	100
	Ciudad Industrial	34	46	21	100
	Nido de las Aguilas	71	25	4	100
	Cerro Colorado	66	19	14	100
	Villafontana	85	5	10	100
	Matamoros	84	6	11	100
	Parque Industrial Florido	41	50	9	100
	Terrazas del Valle	79	18	3	100
Ojo de Agua	67	27	6	100	

1/ Porcentaje del área ocupada sin considerar la superficie de vialidad.

Por otro lado, en materia de densidades, estos distritos también destacan por presentar los más altos rangos de densidad poblacional y de empleos en la ciudad. Su condición como distritos centrales les asigna un papel funcional importante en el abasto de servicios y comercio, y aun mantienen una importante concentración de población residente (Ver figs. 5.26 y 5.27).



**Fig. 5.26.- Densidades de población por distrito urbano de Tijuana. Fuente: Elaboración propia**



**Fig. 5.27.- Densidades de empleo por distrito urbano de Tijuana. Fuente: Elaboración propia**

Otros aspectos no considerados en el análisis tienen que ver con el diseño urbano de estos distritos que también difiere completamente de las características del resto de la ciudad. Como puede verse en la figura 5.28, existen algunas condiciones sugeridas por diversos autores (Cervero y Kockeman, 1997; Newman y Kenworthy, 1999; Litman, 2008) con relación al diseño del vecindario que favorecen la movilidad a través de modos distintos al automóvil: traza reticular, ancho de banquetas, amenidades en los recorridos, vegetación, etc.



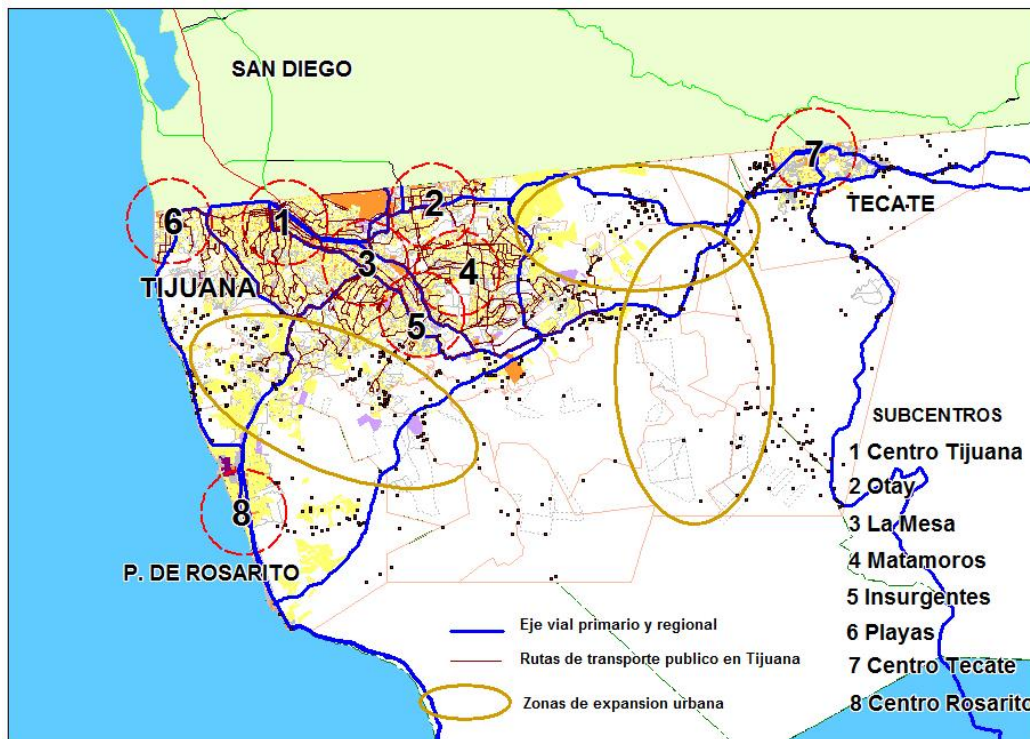
**Fig. 5.28.- Aspectos de diseño urbano en los distritos centrales de la ciudad de Tijuana. Fuente: Google Earth, 2010**

Tomando como referencia a estos distritos, es pertinente profundizar el análisis como estudio de caso para identificar a mayor detalle los aspectos urbanos que estarían incidiendo de manera favorable a la reducción de viajes en auto. A sabiendas de que la explicación de la interrelación entre forma urbana y movilidad está lejos de simplificarse, las motivaciones para avanzar en estudios más profundos a nivel de distrito urbano podrán dar la pauta para precisar los procesos de planeación y reglamentación urbanas a esta escala.

## **B) Ambito metropolitano.**

Una condición para el funcionamiento eficiente (y sustentable) de la estructura metropolitana es la organización de centros y subcentros (nodos) vinculados a ejes de movilidad (modos distintos al vehículo particular); **la estructura fundamental y básica de la planeación de la red urbana**. El análisis realizado para el caso del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate identifica ocho núcleos concentradores de actividad de alcance urbano (subcentro), de acuerdo a la proporción de usos distintos al habitacional y a la concentración de empleos. Estos subcentros guardan una relación directa con los ejes primarios de la estructura vial metropolitana y se conectan con la red de transporte público de cada una de las ciudades (Ver fig. 5.29). Uno de los problemas principales de la estructura de movilidad metropolitana es que no existe transporte masivo que vincule los nodos de Playas de Rosarito y de Tecate con los subcentros de la ciudad de Tijuana, por lo que su funcionamiento es independiente y la dinámica metropolitana solo se da a través de los desplazamientos vehiculares y algunas rutas de taxis entre Tijuana y Playas de Rosarito. Se suma a este problema las zonas de expansión que están desligadas de los centros de

servicios y la necesidad de vincularlas con medios de transporte público para contrarrestar el incremento en viajes en vehículo particular a nivel metropolitano.



**Fig. 5.29.- Estructura policéntrica y ejes de movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Fuente: Elaboración propia**

Por otro lado, considerando el funcionamiento interno de cada subcentro, el análisis realizado de las variables dentro del radio de influencia de 3 kilómetros demostró una incidencia mayor de la densidad poblacional en la reducción de viajes (coeficientes de Pearson negativos en todos los casos), destacando por su correlación significativa el subcentro 1 “Centro”, lo cual es congruente si se compara con los resultados a nivel distrito urbano. Este subcentro se destacó por las condiciones de densidad y de mezcla de usos de suelo que presentan una relación inversa con la proporción de viajes en automóvil. Esta característica puede favorecer el desplazamiento por otros modos de transporte incluido el peatonal, considerando el umbral de los 3 kilómetros de radio.

Casos a resaltar son el subcentro 4 “Matamoras” que presenta todas sus correlaciones negativas, y el subcentro 6 “Playas de Tijuana” con dos correlaciones positivas significativas. La localización de estos subcentros con relación a la mancha urbana de la ciudad pueden explicar sus diferencias con el resto de los distritos: “Matamoras” en la parte central del sector más denso de la ciudad, mas conectado con la red de transporte público; por su parte, “Playas de Tijuana” separado de la mancha urbana, es más dependiente de los desplazamientos en auto por la distancia a los centros de trabajo y de servicios especializados.

Reconocer las condiciones urbanas de las áreas de influencia de los subcentros mencionados permitirá definir estrategias de consolidación y mejoramiento de cada núcleo, para favorecer la accesibilidad peatonal dentro del radio de 3 kilómetros y así reducir los desplazamientos internos. Por otro lado, la interrelación entre subcentros solo podrá ser eficiente si hay un reforzamiento de la red troncal de transporte público vinculada a otros modos no motorizados, previendo su ampliación hacia nuevos subcentros dentro de las nuevas zonas de crecimiento. El tejido de la red urbana a través de los distintos modos de movilidad y la consolidación de los nodos de actividad mediante una mezcla eficiente de usos de suelo y densidades, redundará en una mayor eficiencia de la estructura espacial de la aglomeración metropolitana.

### **C) Ambito transfronterizo**

Los puertos fronterizos se comportan como nodos en la red de interacción transfronteriza. En este ámbito, la relación usos del suelo-movilidad se da de manera distinta al resto de las escalas; el uso de suelo está representado por las instalaciones de las garitas y la movilidad está dada por los flujos a través de la frontera.

La dinámica de cruces fronterizos es parte fundamental de la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate, y el funcionamiento eficiente de las garitas es condición indispensable para la comunicación a ambos lados de la frontera. En este sentido, la comunicación transfronteriza dependerá de la reducción de los tiempos de espera, con lo cual disminuyen los impactos económicos y ambientales por tardanzas y largas filas de autos.

El modelo de cruces fronterizos planteado para el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate permitirá analizar escenarios alternativos para la evaluación de las acciones de reestructuración, ampliación y construcción de nuevas garitas.

Es evidente que con la ampliación de la capacidad de los puertos fronterizos el cruce de vehículos hacia Estados Unidos sería más fluido. Sin embargo, un instrumento como el propuesto aquí permitiría contrastar estrategias y programar acciones, y a final de cuentas, hacer más efectiva la inversión en la infraestructura fronteriza.

En un alcance mayor, habrá que considerar que la inversión en garitas no debe sujetarse a una demanda creciente de flujos transfronterizos, esto sería caer en el ejercicio tradicional de la ingeniería de tránsito (más autos = más calles; más flujos transfronterizos = más garitas). Por el contrario, la perspectiva de fronteras, como se mencionó en la reunión Binacional de Alcaldes de 2010, es hacer una frontera de confianza, ir y regresar rápido con seguridad. Esta condición demanda una mejor coordinación de acciones, más y mejor información y desarrollar estrategias innovadoras para cruces que ofrezcan alternativas a los desplazamientos vehiculares y aproveche otros modos de desplazamiento a ambos lados de la línea internacional.

Finalmente, independientemente de los resultados de los análisis realizados y la pertinencia de las observaciones, la implementación es la clave de toda estrategia de planeación. Los esquemas desarrollados de análisis deben ligarse a los procesos de gestión de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. El siguiente apartado hace un recuento de los resultados del análisis y los retos identificados para la gestión a las distintas escalas.



## **6.- Recomendaciones. Hacia una planeación integral de los usos del suelo y la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana, Rosarito y Tecate**

La complejidad del concepto de desarrollo sustentable hace difícil el traslado de la teoría a la práctica en los procesos de planeación y gestión urbana. Sustituir el modelo tradicional de planeación comprensiva con el enfoque de la sustentabilidad genera dificultades en el desarrollo de instrumentos para el diseño de ciudades más responsables en lo ambiental, lo social y lo económico. En este sentido, el reconocimiento de la dinámica urbana como resultado de procesos metabólicos y la perspectiva de organización urbana en red permite desarrollar mejores aproximaciones a la solución integral de los problemas de las ciudades y las regiones. En la búsqueda de soluciones integrales, y en el caso de la movilidad sustentable, la aplicación de conceptos flexibles como el de la accesibilidad, permitirá vincular los procesos de planeación de los usos del suelo y la movilidad para desarrollar modelos de actuación urbana más integrales.

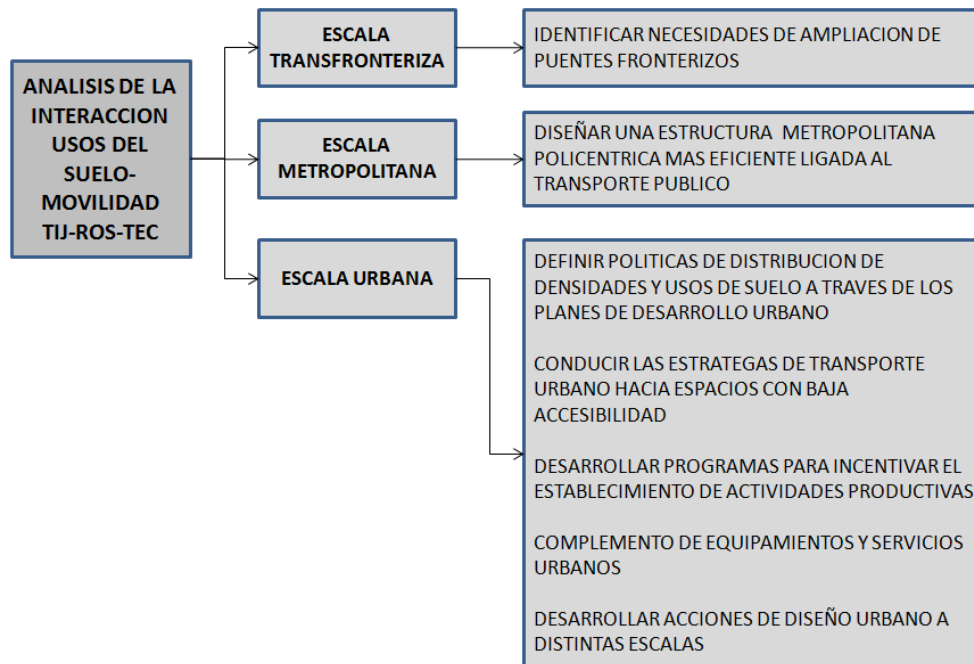
### **6.1.- Recomendaciones para el proceso de planeación**

La aplicación del modelo de evaluación de la accesibilidad a distintas escalas en la zona metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate permitirá identificar aspectos relevantes de la estructura urbana que determinan en mayor o menor medida el comportamiento de los flujos vehiculares.

Desde el punto de vista de la planeación urbana, la conceptualización teórica debe conducir al reconocimiento de los procesos de interacción de los usos del suelo y la movilidad e identificar los impactos que esta interacción genera. La comprensión de estos impactos (y sus posibles causas), permitirá desarrollar escenarios de actuación que se incorporen a las políticas de usos de suelo y de movilidad de manera simultánea a las diversas escalas. Los temas fundamentales a trabajar para el mejoramiento de los sistemas de usos de suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate se agrupan en acciones estratégicas y de proceso.

#### **6.1.1.- Consideraciones estratégicas**

Se refieren a aquellos enfoques y criterios de planeación que deben considerarse para mejorar la interacción entre los usos del suelo y la movilidad a nivel urbano, metropolitano y transfronterizo (Ver fig. 6.1).



**Fig. 6.1.- Alcances estratégicos del enfoque de planeación integral de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosario-Tecate. Fuente: Elaboración propia**

A **escala urbana**, las estrategias deberán dirigirse hacia una mejor distribución de los usos del suelo y a la mejora de las condiciones para la movilidad a través de medios distintos al automóvil. Es necesario profundizar en el estudio de las condiciones urbanas de los distritos con condiciones favorables (“Centro” y “5 y 10”) como referencia para la “reconstrucción” de las condiciones del resto de la ciudad. Por otro lado, es también importante considerar la inclusión de los criterios de mezcla de usos de suelo y manejo de densidades en las acciones de regeneración y saturación urbana. La relación encontrada entre la proporción de usos de suelo habitacional y no habitacional (50-50), habrá de monitorearse a través de zonas piloto para evaluar la movilidad generada. La transformación de la estructura de usos de suelo a nivel ciudad requerirá de cambios a la normatividad de usos de suelo y del desarrollo de una estrategia de redistribución de servicios y empleos locales. Fundamental será el trabajo a nivel de diseño urbano en aquellos distritos que, aun con una mezcla importante de usos del suelo, generen elevados volúmenes de viajes. El concepto de “comunidad habitable” (livable community) establece como condición fundamental la “humanización” del espacio público y el rescate de las calles para los desplazamientos de la población a través de modos distintos al automóvil. Diversas estrategias están convergiendo actualmente en el sentido de reducir el uso del automóvil y hacer comunidades más sustentables. El Crecimiento Inteligente, el Desarrollo Compacto y el Nuevo Urbanismo o Urbanismo Tradicional está ganando terreno en los Estados Unidos ante los fuertes impactos generados por el patrón de crecimiento disperso de sus ciudades. La implementación de estrategias de este tipo dentro de las ciudades de Tijuana, Rosarito y Tecate, dependerá de un intenso trabajo de planeación hacia adentro (el problema de dispersión deberá manejarse en la escala metropolitana); de vital relevancia serán las acciones complementarias a la urbanización de las áreas habitacionales periféricas, la descentralización de los servicios, el rescate de espacio públicos y la reestructuración de las rutas de transporte público.

En resumen, la accesibilidad a nivel urbano podrá mejorarse a través de las siguientes estrategias:

- 1) Aproximación de servicios y equipamientos de carácter local a las áreas de vivienda.
- 2) Fomento a las actividades productivas compatibles con los usos habitacionales en zonas residenciales.
- 3) Complemento a la urbanización, apertura de calles y rutas peatonales y ciclistas.
- 4) Inducción al establecimiento de centros de servicios vecinales y de barrio, adecuadamente comunicados por las rutas peatonales, ciclistas y de transporte público.
- 5) Mejora de las condiciones urbanas de recorridos. Apertura de calles y rutas para enlazar fraccionamientos. Iluminación, vigilancia y mobiliario, nivelación y ampliación de banquetas, rampas, eliminación de obstáculos, etc.

El tema del incremento de la densidad urbana y de compactar la ciudad debe tratarse con especial cuidado en las localidades de Tijuana, Rosarito y Tecate. Actualmente los nuevos desarrollos habitacionales contemplan densidades de hasta 120 viviendas por hectárea. Si bien esta densidad tiende a ser congruente con las estrategias de densificación urbana que la movilidad sustentable plantea, el solo hecho de elevar la densidad no resuelve el problema de la movilidad en estas ciudades, por el contrario, lo agrava, ya que estos fraccionamientos conforman distritos densos deficientemente comunicados y con una baja dotación de servicios. La estrategia de densificación deberá ir de la mano de acciones de reestructuración y redistribución de usos a nivel urbano, así como de un sistema de transporte público más eficiente. El incremento de las densidades dependerá entonces de que las ciudades tengan una distribución de usos del suelo, servicios y empleo más equilibrados y un sistema de movilidad eficiente que fomente y permita el uso de otros modos de transporte.

A **nivel metropolitano**, la estrategia debe buscar la estructuración metropolitana a través de centros y subcentros ligados a los ejes de transporte troncales: planificar el sistema de transporte a partir de la estructura policéntrica y consolidar la estructura espacial y funcional a través del diseño de la red de ejes (movilidad) y nodos (usos del suelo). Es una estrategia paralela de consolidación de la estructura de centros de servicios y su relación con las áreas circundantes mediante el transporte público.

En lo que se refiere a la estrategia de consolidación de centros y subcentros, habrá que analizar en particular las condiciones de densidad de población de los centros urbanos de Tijuana y Playas de Rosarito, de densidad de empleo del subcentro Otay en Tijuana y la mezcla de usos del centro de Tijuana y Otay; de acuerdo al análisis realizado las condiciones mencionadas de estos subcentros guardan una relación negativa con el número de viajes, lo cual establece una guía para la reestructuración de las condiciones urbanas del resto de los subcentros. Por otro lado, la identificación de espacios no atendidos por los radios de aproximación peatonal de los subcentros existentes, determina la necesidad de establecer una estrategia de creación de nuevos centros, específicamente en aquellas áreas en proceso de desarrollo. Considerando la tendencia actual de desarrollo de macroproyectos urbanos en la periferia de Tijuana, es posible incorporar estas nuevas concentraciones de servicios y gestionar la ocupación paralela de la vivienda y los otros

usos, para conformar distritos más autosuficientes, con servicios comerciales, equipamientos y empleos, bajo condiciones favorables para la movilidad peatonal y ciclista desde las áreas habitacionales circundantes, y vinculados con los ejes de transporte público troncal de tal forma que permita el intercambio modal. El desplazamiento de las actividades productivas hacia esos nuevos subcentros permitirá contrarrestar la polarización del empleo en las ciudades y reducir la necesidad de desplazamientos hacia esas zonas.

Por otro lado, la estrategia de reestructuración del sistema de transporte público deberá ir de la mano de la estructura de centros y subcentros. El diseño de rutas troncales deberá ligar a los centros de mayor jerarquía: centro de Tijuana, centros de Playas de Rosarito y Tecate y núcleos industriales. La red de transporte público deberá obedecer a una estructura jerárquica que vincule de manera secuenciada a los centros distritales y subcentros urbanos. La estrategia de reestructuración de los usos del suelo de los subcentros girará en torno a estaciones de transporte público por lo que el diseño de cada subcentro deberá facilitar la llegada a pie o en bicicleta a cada estación de transporte. Para asegurar la rentabilidad y operatividad de las estaciones, se deberá promover la densificación de sus áreas de influencia (3 kilómetros), con la consecuente incorporación de usos mixtos (servicios, equipamientos y actividades de negocio) para vincular la movilidad en transporte público hacia estas concentraciones de servicios. En un nivel jerárquico inferior, se debe buscar la conformación de centros de barrio con un área de influencia de 1 km., con servicios y equipamientos básicos, ligados a las rutas alimentadoras de transporte público; de esta forma se cubrirán los accesos al transporte y servicios para las áreas habitacionales periféricas.

En el **contexto transfronterizo**, deberán considerarse los cruces fronterizos como nodos dentro de la estructura espacial transfronteriza. De acuerdo a Rodrigue (2009) la integración transfronteriza se hace eficiente al tiempo en que se incrementan los enlaces a través de la frontera, ampliar la red transfronteriza favorecerá la movilidad hacia ambos lados de la frontera. La eficiencia de los cruces fronterizos depende de la reducción de los tiempos de espera que a su vez están supeditados a mejoras y ampliación de las instalaciones de los mismos. Sin embargo, adicionalmente a estas acciones, los cruces fronterizos deberán funcionar como puntos de intercambio modal dentro del sistema de transporte metropolitano/transfronterizo. El ejemplo del tren ligero en la frontera de Tijuana y San Ysidro (San Diego, Estados Unidos) debe vincularse de manera clara al sistema de transporte troncal en Tijuana, de tal forma que exista comunicación a partir de ese punto a toda el área metropolitana. Misma estrategia deberá de seguirse en los cruces fronterizos de Otay y Tecate, y en aquellos que en un futuro se instalen. Adicionalmente, habrá de aplicarse el mismo criterio de favorecer la movilidad peatonal y ciclista para facilitar los desplazamientos de los residentes próximos (3 kilómetros). En materia de usos de suelo, deberá facilitarse la instalación de servicios de carácter regional, en especial transfronterizos, aprovechando las necesidades de servicios que la población de ambos lados de la frontera busca al cruzar, esto con la finalidad de incrementar la movilidad peatonal a través de los puertos fronterizos y disminuir la necesidad de cruces vehiculares.

### **6.1.2.- Consideraciones de proceso**

Estas recomendaciones se refieren a acciones de mejora de los procesos de planeación de usos de suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Todas conducen hacia la vinculación de ambos procesos de planeación a través de sus distintas fases de trabajo: Interacción, Impactos, Estrategias, Escenarios y Evaluación (Ver fig. 6.2).

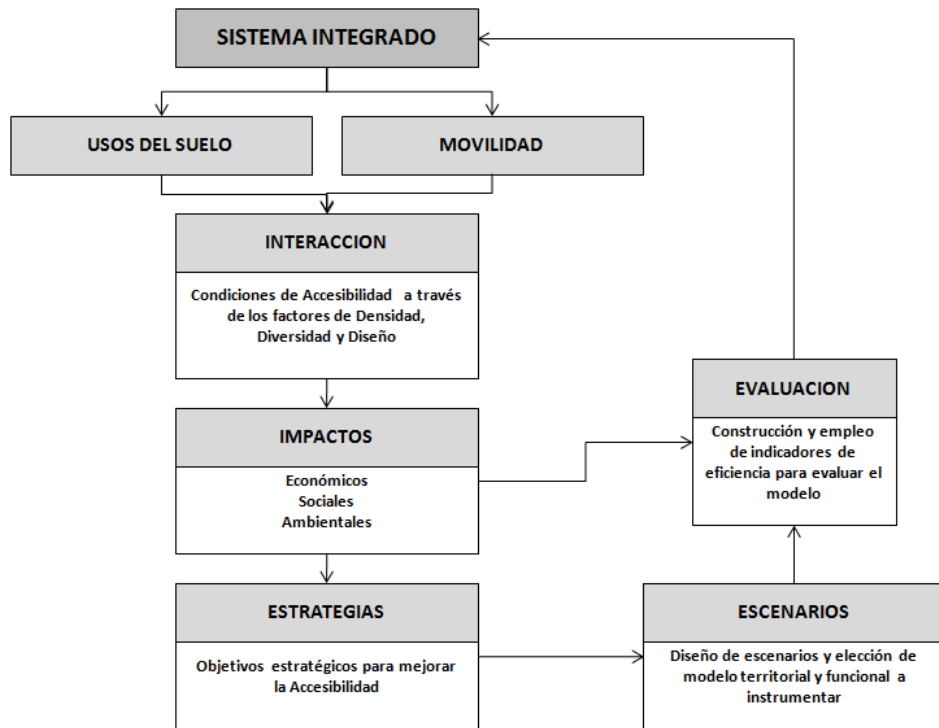


Fig. 6.2.- Proceso de planeación integral de Usos del suelo y Movilidad. Fuente: Elaboración propia

**Interacción.** Vinculación de los flujos identificados a través de la matriz de origen y destino con las variables de la forma urbana (densidad, diversidad y diseño). El trabajo realizado en esta investigación relacionó el patrón de usos del suelo con los viajes en automóvil generados a partir del origen; el análisis debe ampliarse a la evaluación de la movilidad y las condiciones urbanas de los espacios de destino para contraponerlo con el análisis realizado como zonas de origen. El análisis en ambos sentidos (como origen y como destino) permitirá identificar las necesidades de cada espacio en materia de usos de suelo y movilidad, y de esa forma asignar distintos tipos de políticas de acuerdo a la función de cada distrito urbano o subcentro; ejemplo, en los espacios generadores de viajes mejorar la movilidad interior y el acceso a servicios y empleo; en los espacios receptores, mejorar su accesibilidad a través del transporte público.

**Impactos.** Identificar y medir los efectos económicos, sociales y ambientales que genera la interacción de ambos sistemas de tal forma que se traduzcan en indicadores para diseñar, evaluar y monitorear estrategias y políticas integrales de usos del suelo y movilidad. Los temas a incluir para la construcción de indicadores pueden ser, de acuerdo a Litman (2008b), los siguientes:

Económico:

- Calidad de la accesibilidad
- Congestión de tránsito
- Costos por infraestructura vial
- Costos a usuarios
- Barreras a la movilidad
- Daños por accidentes de tránsito

- Deterioro de recursos no renovables

Social:

- Equidad en el acceso a servicios y transporte
- Impactos en la movilidad de personas con capacidades diferentes
- Accesibilidad en costo de la transportación
- Impactos a la salud humana
- Cohesión comunitaria
- Habitabilidad comunitaria
- Estética

Ambiental:

- Contaminación del aire
- Cambio climático
- Contaminación por ruido
- Contaminación del agua
- Impactos hidrológicos
- Degradación del hábitat
- Deterioro de recursos no renovables

**Estrategias.** La definición de estrategias y/o políticas de usos de suelo y movilidad deben partir de una visión que integre ambos sistemas. Ralph Gakenhaimer (2006) hace énfasis en la reestructuración de los sistemas a través del transporte, tomando como principio una política nacional. Entre otros objetivos de planeación, se proponen los siguientes:

- 1) Incrementar la productividad urbana enfatizando que la generación de viajes es un tema crítico para la economía.
- 2) Maximizar las oportunidades de viajes por diversos modos de acuerdo a su nivel de eficiencia.
- 3) Ampliar las instalaciones de transporte de manera oportuna sin impactar áreas de preservación ambiental.
- 4) Reducir las consecuencias ambientales de los efluentes del transporte.
- 5) Mejorar los impactos del transporte mediante la localización estratégica de nueva infraestructura.
- 6) Facilitar la construcción de vivienda económica incrementando la superficie servida por el transporte y que se localice próxima a fuentes de empleo.
- 7) Asegurar que todo nuevo desarrollo sea accesible al transporte de manera efectiva.
- 8) Establecer el requerimiento de micro planeación de usos del suelo mixtos que induzcan la reducción del número y distancia de viajes urbanos.
- 9) Privatizar en lo posible las instalaciones del transporte y los servicios.
- 10) Comercializar las instalaciones de transporte y disponer de servicios cercanos para absorber costos.
- 11) Reestructurar el papel de los distintos modos de transporte: auto, camiones, motocicletas, bicicleta, autobús, para maximizar la eficiencia en conjunto y su potencial.
- 12) Controlar la congestión de calles de acuerdo a controles vehiculares, manejo de tráfico o ampliación de instalaciones.

Por otra parte, Litman (2008a) plantea algunas estrategias dirigidas al manejo del uso del suelo que pueden aplicarse a distintas escalas (Ver cuadro no. 6.1).

**Cuadro 6.1 Estrategias de manejo de uso de suelo. Fuente: Litman, 2008a**

ESTRATEGIA	ESCALA	DESCRIPCION
Crecimiento inteligente	Regional y local	Desarrollos más compactos, mezcla de usos y multimodales
Nuevo urbanismo	Local, calle y sitio	Desarrollos más compactos, mezcla de usos, multimodales y caminables
Desarrollos orientados al transporte	Local, vecinal y sitio	Desarrollos más compactos, mezcla de usos, desarrollo diseñado alrededor de servicios de transporte de calidad (transit villages)
Desarrollo eficientemente localizado	Local y sitio	Desarrollo residencial y comercial localizado y diseñado para reducir la posesión y uso de automóviles
Administración de la accesibilidad	Local, calle y sitio	Coordinación entre el diseño de calles y el uso de suelo para mejorar el transporte
Diseño de paisaje de calles	Calle y sitio	Creación de calles más atractivas, caminables y orientadas al transporte
Reducción del tráfico	Calle	Rediseño de calles para reducir los volúmenes de tráfico y velocidades
Administración de estacionamiento	Local y sitio	Varias estrategias para fomentar un uso más eficiente del estacionamiento así como reducir las necesidades de estacionamiento

**Escenarios.** La sistematización de los procesos de análisis debe conducir hacia la construcción de escenarios y a la evaluación de los impactos generados por los mismos, de tal forma que se puedan establecer alternativas para el manejo integral de los usos del suelo y la movilidad. La transformación de los procesos de recopilación y manejo de información deberán basarse en una nueva estructura sistematizada de manipulación de datos. El ejercicio de modelación dinámica propuesto en este trabajo para el análisis de cruces fronterizos es un punto de partida para extender esta herramienta hacia el procesamiento de información en la escala urbana y metropolitana. Ejemplos de modelos desarrollados en ciudades europeas demuestran que los subsistemas de usos de suelo y movilidad deben verse como un todo; PROPOLIS, por ejemplo, es un programa de investigación desarrollado para probar políticas integrales de usos de suelo y movilidad, técnicas y aproximaciones metodológicas, con el fin de encontrar estrategias de sustentabilidad urbana de largo plazo (Lautso y otros, 2004). Este modelo desarrolló una serie de indicadores para medir los impactos sociales, ambientales y económicos de la sustentabilidad urbana, utilizando modelos avanzados de usos de suelo y transporte en una plataforma modular ligada a un sistema de información geográfica. El desarrollo de una herramienta de soporte de decisiones permite evaluar los valores del grupo de indicadores para obtener escenarios alternativos de política integral. La capacidad del sistema para pronosticar los valores de los indicadores permite evaluar escenarios alternativos futuros y decidir en consecuencia las políticas más convenientes.

**Evaluación y monitoreo.** La sistematización, visualización y manejo de la información se convierte en un insumo fundamental para la identificación de impactos, así como la evaluación y vigilancia de las políticas designadas. La retroalimentación a través de la evaluación permitirá la consolidación de los sistemas integrados de usos de suelo y transporte.

## **6.2.- Recomendaciones para la gestión**

### **6.2.1.- La necesidad de una política nacional**

Para Gakenhaimer (2006), las acciones de mejora en los sistemas de movilidad en las ciudades de los países latinoamericanos deben iniciar con una política nacional para la planeación de la movilidad metropolitana, que dirija y respalde los esfuerzos a nivel local, proporcionando financiamientos y recursos, entrenamiento profesional, estándares técnicos y organizar el transporte público.

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 de la administración federal (Gobierno de México, 2007), en el eje de Economía competitiva y generadora de empleos se definen estrategias para el tema de transporte, como un elemento de la infraestructura de comunicaciones necesario para elevar el desarrollo económico y la competitividad; las acciones se refieren a inversiones en el mejoramiento y ampliación de las redes y los servicios. Por otra parte, en el eje de Energía: electricidad e hidrocarburos, el tema de Energías Renovables y Eficiencia Energética menciona la necesidad de promover el uso eficiente de la energía, aprovechar fuentes alternas e intensificar los programas de ahorro energético. Finalmente, en el eje de Sustentabilidad ambiental, se plantea como objetivo la Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo, entre otras cosas, el uso eficiente de energía en el sector transporte, la adopción de estándares internacionales de emisiones vehiculares y la generación de incentivos en el uso de vehículos más eficientes.

Como se puede ver, en materia de política nacional, el tema del transporte sigue manteniendo una estrategia sectorial, ligada a la vertiente tecnológica. Sin embargo, el punto de partida de una visión integral de usos de suelo y movilidad debe ser el reconocimiento de la relación que guardan ambos sistemas. Una visión que reconozca la influencia que la estructura espacial de las ciudades ejerce sobre los patrones de movilidad, y en consecuencia, sobre la importancia de la interrelación de ambos sistemas para el logro de la sustentabilidad urbana. Gakenhaimer (2006), menciona como ejemplo a la India, cuyo Ministerio de Desarrollo Urbano definió como política nacional de transporte urbano “Impulsar la planeación integral de usos de suelo y transporte en todas las ciudades de tal forma que las distancias se minimicen y se mejore la accesibilidad a los vecindarios, servicios de educación, y otras necesidades sociales, especialmente a los segmentos marginados de la población urbana” (Gobierno de la India, 2006, en Gakenhaimer, 2006), para lo cual dispuso un 50% de los costos para la elaboración de los planes correspondientes de usos de suelo y movilidad en las ciudades que así los solicitaran.

Finalmente, ante la falta de una política nacional integral de usos de suelo y movilidad se hace necesario, de acuerdo con Gakenhaimer (2006), que los gobiernos metropolitanos y locales presionen al gobierno federal para que desarrolle instrumentos de política nacional e instituciones para respaldar la planeación y operación simultánea de ambos sistemas a nivel local. La condición de Tijuana, Rosarito y Tecate como una zona metropolitana que tiene acceso al Fondo Metropolitano federal, la ubica en una posición importante para acceder a los foros legislativos y ejecutivos centrales para exponer esta necesidad de respaldo de una política nacional que vincule los procesos de planeación y gestión de los sistemas de usos de suelo y movilidad metropolitanos. De hecho, los principios de la planeación integral pueden incluirse en la gestión anual de fondos metropolitanos a que tiene acceso el Consejo Metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. La visión integral puede entonces iniciar en este caso desde lo local, buscando respaldo técnico y político de

la federación para que esta zona actúe como un programa piloto para la institucionalización de una política nacional de usos de suelo y movilidad en áreas metropolitanas.

### 6.2.2.- Consideraciones para la gestión por escala de actuación

La gestión integral de usos de suelo y movilidad demandan acciones a distintos niveles: estratégico, táctico y operativo (Macario y Veras, 2006). De acuerdo a esta estructura jerárquica de actuación, las recomendaciones para la gestión en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate se desprenden de los retos identificados en cada escala espacial (Ver cuadro 6.2).

**Cuadro 6.2 Retos para la gestión en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate**

NIVEL DE GESTION	ESCALA		
	Urbana	Metropolitana	Transfronteriza
ESTRATEGICO	Permear la visión integral de los sistemas de usos de suelo y movilidad como parte de la imagen deseada para la ciudad, ligada a los alcances del desarrollo urbano sustentable	Consensar una visión compartida en materia de movilidad sustentable en el seno del Consejo Metropolitano y desarrollar una estrategia espacial de largo plazo	Homologar criterios de interpretación de la movilidad sustentable. Trasladar estos criterios al tema de cruces fronterizos y desarrollar alcances técnicos y operativos para la gestión coordinada
TACTICO	Vincular los procesos programáticos y de seguimiento de los planes de gobierno, urbanos y de transporte	Consensar prioridades para acciones integrales de usos de suelo y movilidad ligadas al Fondo Metropolitano	Seguimiento coordinado de los objetivos del Plan Maestro Fronterizo
OPERATIVO	Adecuar el marco operativo y normativo de la administración municipal para la ejecución de acciones integrales de usos de suelo y movilidad	Establecer las bases de coordinación y aportación de fondos para las acciones integradas de usos del suelo y movilidad a través del Consejo Metropolitano	Generar acuerdos entre los niveles de gobierno central y local para la programación e implementación de acciones en materia de cruces fronterizos

En el **nivel estratégico** la condición principal será reconocer la importancia de la interrelación de los sistemas de usos de suelo y movilidad. En principio, a escala transfronteriza es necesario homologar la visión del tema, ya que hay diferencias sustanciales a ambos lados de la frontera.

En la planeación del transporte en la región de San Diego se considera de vital importancia la vinculación de los usos del suelo con la movilidad, especialmente relacionando estos sistemas con los objetivos de reducción de gases de invernadero que promueve la Ley SB 375 del Estado de California<sup>1</sup>. La Asociación de Gobiernos de San Diego (Sandag) está desarrollando un proceso de

<sup>1</sup> En el 2006, el Estado de California instituyó la *California Assembly Bill 32* (Ley de Soluciones al Calentamiento Global, AB 32) con el objetivo de cumplir con los objetivos de reducción de gases de invernadero en California para el año 2020. Derivada de esta ley, en enero de 2009 se instaura la Ley SB 375 (Steinberg), que aterriza los objetivos de reducción de gases invernadero planteados por la Ley AB 32, a través de la implementación de una planeación integral del transporte, los usos del suelo y la vivienda. Busca desarrollar comunidades más eficientes, que permitan que sus residentes tengan alternativas de movilidad distintas al vehículo particular. Los

actualización de su plan de transporte con un horizonte al 2050 en el cual busca implementar las disposiciones de la Ley SB 375.

Tomando como punto de partida la reducción de gases invernadero es posible hacer coincidir una visión integral de usos de suelo y movilidad en el espacio transfronterizo. Actualmente (2010) la Semarnat está actualizando el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Tijuana-Rosarito que puede ser un elemento de referencia para consolidar la visión para la planeación integral de los usos del suelo y la movilidad a nivel transfronterizo. Es posible aprovechar la intensa relación interinstitucional y académica que se desarrolla entre San Diego y Tijuana para construir una meta común de reducción de impactos ambientales por la deficiente planeación del transporte. Aunque no hay instrumentos legales de respaldo para instituir a nivel transfronterizo, se puede generar un acuerdo en las mesas de coordinación legislativa transfronterizas y desprender una política aplicable a cada marco institucional. La propuesta se enlaza a los planteamientos federales para abatir el calentamiento global, que específicamente en México busca abatir la emisión de gases invernadero (<http://www.presidencia.gob.mx/?DNA=85&Contenido=34714>). A nivel estatal, esta estrategia puede estar respaldada por el Plan de Acción Climática del gobierno del estado de Baja California que también enfoca sus estrategias en la reducción de los gases de efecto invernadero ([http://www.bajacalifornia.gob.mx/spa/cambio\\_climatico.html](http://www.bajacalifornia.gob.mx/spa/cambio_climatico.html)). Adicionalmente, será necesario vincular esta temática al proceso de seguimiento y/o actualización del Plan Maestro Fronterizo (Caltrans-Sandag-SIDUE, 2008) para relacionar acciones de mejora en instalaciones de cruces fronterizos a la reducción de emisiones; aprovechar las mesas de trabajo sobre cruces fronterizos a nivel local e internacional para relacionar el tema de infraestructura fronteriza, la cuestión ambiental y la planeación integral de usos del suelo y movilidad.

Para trasladar una política de reducción de gases de invernadero (a través de la planeación integral de los usos del suelo y la movilidad) de la escala transfronteriza a la escala metropolitana se debe aprovechar el proceso actual de planeación y gestión metropolitana, de tal forma que el tema forme parte de los proyectos a costear por el Fondo Metropolitano en los próximos años. Siguiendo el ejemplo de la Estrategia de Comunidades Sustentables requerida por la Ley SB 375 del estado de California, el proceso de planeación metropolitana y local deberá visualizar medidas para la reducción de impactos ambientales en el mediano y largo plazos generados por las ineficiencias del sistema de movilidad metropolitano y urbano. Sin embargo, la visualización de las metas a largo plazo deberá considerar, además de la mejora ambiental, otros objetivos de carácter social y económico ligados a las necesidades de accesibilidad, proximidad y equidad en la movilidad de la población y facilidad de acceso a los servicios y actividades productivas. El tema de competitividad deberá vincularse a la integración eficiente de los usos del suelo y la movilidad a nivel metropolitano y urbano. Este punto de acuerdo deberá discutirse en el seno del Consejo de Zona Metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate, y trasladarse a las áreas de planeación de cada administración municipal.

A **nivel táctico** los mayores retos para la gestión recaen en las capacidades de coordinación y seguimiento que tengan las agencias que administran los sistemas de usos de suelo y movilidad en las distintas escalas. En la escena transfronteriza, los ejercicios de planeación deberán ir más allá del mero ejercicio de comunicación y coordinación. El ejemplo del Plan

---

lineamientos de la ley conducen a la generación de “Estrategias para Comunidades Sustentables” las cuales deben combinar los elementos del transporte y usos de suelo para alcanzar las metas de reducción de emisiones por vehículos. El soporte financiero para el desarrollo de estas estrategias considera incentivos para aquellas regiones que conduzcan su desarrollo hacia un modelo más compacto y con alternativas para la movilidad ([http://www.scag.ca.gov/factsheets/pdf/2009/SCAG\\_SB375\\_Factsheet.pdf](http://www.scag.ca.gov/factsheets/pdf/2009/SCAG_SB375_Factsheet.pdf)).

Maestro Fronterizo evidenció las dificultades para la coordinación técnica a ambos lados de la frontera, dada la falta de continuidad y formalidad de algunas agencias participantes. La coordinación constante entre agencias como Sandag (San Diego) e Implan (Tijuana) en temas de planeación sirve de base para la conformación de un proceso más formal de trabajo que necesariamente deberá estar ligado a decisiones legislativas de ambos lados de la frontera. La existencia de distintas mesas de trabajo “binacional” con distintos enfoques (planeación regional, transporte, cruces fronterizos, gestión ambiental, seguridad, relaciones exteriores, etc.) deberán alinearse en trabajos interrelacionados con una perspectiva técnica y política. El grupo político inicia su participación generando los acuerdos generales y las metas para la planeación conjunta; el grupo técnico desarrolla la metodología de trabajo y genera la información pertinente para el diseño de escenarios a distintos plazos; el grupo político toma decisiones con base en la información que el grupo técnico genera y formaliza el proceso de seguimiento para que los equipos técnicos de ambos lados de la frontera apliquen las estrategias de acuerdo a su propio marco normativo. El modelo de trabajo seguido para la realización del Plan Maestro Fronterizo es un buen principio de cómo debiera ser la coordinación técnica y política en los temas sobre cruces fronterizos, usos del suelo, movilidad y medio ambiente en el espacio transfronterizo.

En el ámbito metropolitano, la coordinación cuenta con una base técnica-política respaldada legalmente (Consejo Metropolitano), una estructura administrativa (Fideicomiso Fondo Metropolitano Tijuana) y una fuente base de recursos (Fondo Metropolitano federal). Aunque se han definido una serie de proyectos de importancia metropolitana para acceder al fondo metropolitano, lo cierto es que se hace necesario establecer un proceso de coordinación que atienda a estrategias comunes de alcance metropolitano; la pronta publicación del Programa de Zona Metropolitana desarrollado por Un-hábitat en 2009 determina la posibilidad de establecer este proceso. La posibilidad de que este plan pueda determinar acciones integrales de usos de suelo y movilidad facilitará los procesos de coordinación entre dependencias del orden federal, estatal y municipal.

Uno de los mayores retos para la gestión táctica de usos de suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate se observa en la escala urbana ya que tradicionalmente el seguimiento de acciones e inversión municipal obedece a un proceso programático y sectorial de asignación de recursos que no está del todo ligado a la planeación territorial. Será necesario hacer cambios en la estructura del órgano de consulta municipal (COPLADEM) permitiendo la incorporación de los programas de desarrollo urbano y específicamente del programa integral de usos de suelo y movilidad a nivel municipal de tal forma que se le de seguimiento puntual a las estrategias y acciones a través de los programas operativos de cada dependencia. Serán necesarias reformas normativas y administrativas para que estos procesos sean ajustados, al tiempo que se reestructuran los indicadores para evaluar la pertinencia de las inversiones asignadas a cada acción; la rendición de cuentas deberá estar ligada a las metas establecidas en la planeación, y en el caso de las estrategias integrales de usos de suelo y movilidad el manejo de escenarios alternativos permitirá una mejor toma de decisiones en la asignación de recursos. Las metas programáticas para atender este tema ya no deberán sectorizarse sino que deberán establecerse metas compartidas, de tal forma que la efectividad de los trabajos de una dependencia dependerá de la buena coordinación que sostenga con otra u otras agencias.

A **nivel operativo** existe una coincidencia favorable de las dependencias que tienen responsabilidad en la administración de los sistemas de usos de suelo y movilidad a las diferentes escalas en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate. Por otro lado, el marco legal para la operación de las dependencias en tareas de planeación y gestión urbana contempla la

conurrencia como facultad para la acción coordinada. Sin embargo, la acción sectorizada de las agencias de gobierno es resultado del marco programático (táctico) al cual se sujetan. El punto de partida para la acción coordinada (se comentó en la descripción de los niveles anteriores) es el reconocimiento de la importancia de vincular los sistemas de usos de suelo y movilidad con base en las implicaciones ambientales, primero, y posteriormente de los beneficios sociales y económicos que redundaría en una planeación integral. Para que la operación funcione en ese sentido, esta visión deberá estar respaldada por la inclusión de los conceptos de accesibilidad, proximidad y sustentabilidad urbana en la legislación estatal, incluyendo las condiciones de coordinación para la gestión integral de usos de suelo y movilidad. La concepción integral, en consecuencia, deberá bajar a los principios de planeación urbana y de programación, para que las tareas operativas en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate puedan conducirse hacia objetivos comunes.

El nivel operativo a escala transfronteriza y metropolitana deberá asegurarse a través de convenios de coordinación vinculados a la administración de recursos del Fondo Metropolitano para asegurar la confluencia de competencias y responsabilidades ante objetivos compartidos. La evaluación de avances en los temas transfronterizos y metropolitanos se darán en el seno del Consejo Metropolitano, el cual deberá expandir su conformación para incorporar otras dependencias del sector municipal encargadas de la administración de los usos del suelo y la movilidad.

A nivel urbano (ciudad de Tijuana) será necesario vincular los procesos de operación del sistema de transporte público a la Secretaría de Desarrollo Urbano, donde se administran los sistemas de usos de suelo y vialidad. Sin embargo, al interior de la misma Secretaría habrán de adecuarse los reglamentos operativos para enfatizar el objetivo de la acción coordinada de esos sistemas. Para eso, se requiere aumentar la capacidad de vigilancia del Instituto Municipal de Planeación (Implan) en el traslado de las estrategias generadas por la planeación a la operación; el liderazgo del Implan en la planeación programática del sector será fundamental para asegurar el cumplimiento de los objetivos de planeación de usos de suelo y movilidad.

Finalmente con relación al tema de **financiamiento**, ya se mencionó que el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate cuenta con el respaldo financiero del Fondo Metropolitano federal que actúa con la aportación de los tres municipios involucrados. El Fondo podrá financiar, adicionalmente a las obras de interés local, los estudios necesarios para poder acceder a otros tipos de financiamientos.

La planeación y operación integral de los sistemas de usos de suelo y movilidad en las ciudades y los beneficios que genera en materia ambiental, es la justificación más importante para el acceso a otras fuentes de financiamiento nacionales, internacionales o recursos fiscales locales.

#### **A. Fondos federales.**

Ya se mencionó la posibilidad de acceder a fondos federales a través del Fondo Metropolitano. Sin embargo, actualmente existen programas federales de apoyo al transporte masivo como estrategia nacional para el desarrollo de una Movilidad Urbana Sustentable, para generar un desarrollo urbano bajo en carbono, en las principales ciudades del país (mayores a 500,000 habitantes). Con la creación del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) y el Marco de Salvaguarda Ambiental y Social para el Transporte Urbano (MASTU) se diseñaron dos programas

de apoyo a la movilidad sustentable: el Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM) y el Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU).

El PROTRAM se sustenta en recursos de BANOBRAS y el FONADIN (Fondo Nacional de Infraestructura creado en el año 2008 derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012) y otorga apoyos financieros a proyectos de transporte urbano masivo con alta rentabilidad social, a complementarse con recursos locales y propiciar la participación de la iniciativa privada; permite integrar los proyectos a los planes de movilidad urbana sustentable; y aporta recursos para el fortalecimiento institucional de las autoridades locales en materia de transporte urbano. Aporta recursos no recuperables para estudios e inversión en proyectos por hasta el 50% del costo, y apoyos recuperables para inversión.

Por su parte, el PTTU se respalda en recursos de BANOBRAS y el Banco Mundial (Clean Technology Fund) y aporta créditos a proyectos de transporte urbano: para estudios, obras y vehículos, en los que se incluyen proyectos de Autobuses Rápidos Troncales (BRT), trenes ligeros, trenes suburbanos y tranvías y obras de integración multimodal.

([http://www.banobras.gob.mx/productosyservicios/productos/Documents/MASTU\\_26nov2010.pdf](http://www.banobras.gob.mx/productosyservicios/productos/Documents/MASTU_26nov2010.pdf))

La asignación y operación de estos fondos sigue 5 fases: Planeación e integración, Preparación, Evaluación y autorización, Licitación y Operación. Actualmente el Centro de Transporte Sustentable (CTS) funciona como agencia asesora del gobierno federal para la revisión y evaluación de los proyectos de transporte a financiar con estos fondos.

(<http://www.embarq.org/en/project/protram-transit-funding>)

## **B. Fondos internacionales.**

**COCEF/BDAN.** La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) fueron creados en 1993 derivados del Tratado de Libre Comercio de América del Norte para mejorar las condiciones ambientales de la región fronteriza entre México y Estados Unidos. Su cometido es aplicar políticas y programas bilaterales que promueven el desarrollo sustentable a través de la infraestructura ambiental de la región fronteriza. La COCEF atiende los aspectos técnicos, ambientales y sociales de los proyectos, mientras que el BDAN respalda el financiamiento y la supervisión de la implementación de los proyectos. La cobertura de este financiamiento cubre 100 kilómetros al norte de la línea divisoria y 300 kilómetros al sur de la misma. Los sectores ambientales que atienden estas instituciones son: agua potable, tratamiento de aguas residuales, conservación del agua, administración de residuos sólidos municipales, mejoramiento de la calidad del aire, energía limpia y renovable, eficiencia energética, residuos industriales y peligrosos, y transporte público (<http://www.cocef.org/espanol/index.html>). Los temas de mejoramiento de la calidad del aire, eficiencia energética y transporte público, se relacionan con la planeación integral de los usos del suelo y la movilidad.

**Banco Interamericano de Desarrollo (BID).** EL Banco Interamericano de Desarrollo (BID) fue fundado en 1959 y tiene como objetivo lograr el desarrollo de manera sostenible y respetuosa con el clima. Ofrece préstamos, asistencia técnica, ofrece donaciones y realiza investigaciones. EL BID ofrece créditos a gobiernos nacionales, estatales y municipales. Los temas que financia son: agricultura, medio ambiente, educación y reducción de la pobreza (<http://www.iadb.org/aboutus/index.cfm?lang=es>). En el tema ambiental, el BID maneja el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FNAM), establecido en 1991 para traducir costos a beneficios ambientales mundiales. Las áreas de trabajo vinculadas a este programa son: biodiversidad,

cambio climático, aguas internacionales, degradación de tierras, manejo sostenible de bosques, capa de ozono y contaminantes orgánicos persistentes. Específicamente en el tema de transporte urbano la asistencia del banco se enmarca a la política de desarrollo urbano, preferentemente a proyectos integrados al urbanismo. Algunos proyectos del FMAM se relacionan con el transporte sustentable, fomento al transporte no motorizado y proyectos de tecnologías alternas; se considera que el FMAM es más útil para proyectos de transporte urbano de largo plazo como cambios de actitud y planificación urbana o fomento a la bicicleta. De acuerdo a Grutter (2006) hay tres tipos de proyectos que pueden reducir los Gases de Efecto Invernadero en el transporte: Reducir emisiones por kilómetro, reducir emisiones por unidad transportada y reducir distancias o viajes. En este último tema los proyectos pueden estar relacionados con el cambio de actitud, cambios en el manejo del tráfico y planificación urbana; ejemplos de proyectos en marcha o en planeación son: BRT Transmilenio en Bogotá, Colombia; BRT en Bucaramanga, Colombia; BRT en Cali, Colombia; BRT en México, D.F. ([http://paot.org.mx/paot\\_docs/pdf/lineas\\_base.pdf](http://paot.org.mx/paot_docs/pdf/lineas_base.pdf))

**Bonos de Carbono.** Conjunto de instrumentos ligados a la reducción de emisiones. Existen varios tipos de acuerdo a la forma en que se generan estos bonos:

- Certificados de reducción de emisiones (CERs). Mecanismo de Desarrollo Limpio, se obtienen certificados por un monto equivalente a la cantidad de bióxido de carbono que se dejó de emitir a la atmósfera.
- Montos Asignados Anualmente (AAUs). Monto total de emisiones de gases de efecto invernadero que a un país se le permite emitir a la atmósfera durante un primer período de compromiso del Protocolo de Kioto (2008-2012).
- Unidades de Reducción de Emisiones (ERUs). Monto de gases de efecto invernadero que se dejaron de emitir por la ejecución de un proyecto.
- Unidades de Remoción de Emisiones (RMUs). Créditos obtenidos durante proyectos de captura de carbono.

Existen diversos esquemas para el comercio de los bonos de carbono y diferentes lugares en el mundo en donde se pueden comprar o vender, ejemplos: Chicago Climate Exchange, European Climate Exchange Carbon. ([http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/sectprivcc/mercadobonoscarbono.html](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/sectprivcc/mercadobonoscarbono.html)).

Para que un proyecto pueda generar bonos de carbono debe demostrar que con su instrumentación se reducirán las emisiones de gases invernadero. Algunos de los tipos de proyectos para reducir los gases de invernadero ligados al transporte son los siguientes:

- Cambio o mejora de la eficiencia del combustible, biocombustibles.
- Cambio modal del transporte a transporte masivo o a transporte “limpio”.
- Reducción de la actividad de transporte.
- Introducción de gas natural.
- Biocombustibles. (<http://a2gperu.blogspot.com/2008/06/proyectos-de-bonos-de-carbono.html>)

**Acción Nacional de Mitigación y Apropriación (Nama's).** Las Nama's son acciones que un país o ciudad hace de manera voluntaria, con sus recursos propios, para la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera o acciones de apropiación y que son sujetas a “pagarse” por países industrializados, como un acuerdo derivado de la reunión de Copenhague para el Cambio Climático del 2009 (<http://stoft.com/p/137.html>). Aporta fondos posteriores a las acciones emprendidas, toda vez que se demuestre la reducción de las emisiones. Los fondos establecidos

alcanzan 30,000 millones de dólares anuales, sin embargo no ha habido acuerdos significativos en el proceso de asignación de los mismos (Breithaupt, 2010).

### **C. Recursos Fiscales locales y cuotas: “Pricing”, “Road Pricing” y “Congestion Pricing”.**

Una forma “equitativa” de obtener recursos para proyectos de movilidad sustentable es a través de recursos fiscales asociados al uso del automóvil; estrategias denominadas “Pay-As-You-Drive” (PAYD) o “Pricing” (Litman, 2009). Estas estrategias tienen un doble cometido: reducir la motivación por utilizar el automóvil y obtener recursos fiscales por el uso del vehículo para utilizarlos en proyectos de transporte sustentable: impuestos a las gasolinas, incremento de costos a las licencias para circular de autos viejos, incremento al costo por estacionamiento, etc. Normalmente, estas acciones están supeditadas a las capacidades legislativas locales. En México, impuestos a la gasolina para proyectos de transporte aún no han podido aplicarse dada la competencia federal de dicho recurso. Sin embargo, habrá que explorar esta posibilidad a través de convenios municipio-estado-federación para poder aplicarlos.

Otras estrategias se refieren a crear mecanismos de cuotas por el uso de vías especiales dentro de zonas metropolitanas (“Road pricing”) o incluso definir zonas urbanas de exclusión que solo tuvieran acceso mediante el cobro de una cuota (“Congestion pricing”). Acciones como el pagar al manejar (Pay-as-you-drive) requieren una instrumentación más compleja de monitoreo de odómetros; esta misma información sería necesaria para establecer primas de seguro automotriz a usuarios que tengan un mayor número de kilómetros recorridos en auto al año.

El impuesto por tenencia vehicular (aplicado en Baja California y que está en proceso de abolirse) sería una fuente de ingresos que podría instrumentarse hacia proyectos de movilidad sustentables: mientras más autos se poseen más se paga; sin embargo, esta medida se contradice al exentar del cobro a los autos más viejos y más contaminantes.

### **Conclusión.**

Es imperativo considerar que todas estas estrategias, si bien importantes en sí mismas, no pueden aplicarse de manera aislada. Regresando al punto de partida, la visión integral de los sistemas de usos de suelo y movilidad debe marcar la pauta para el desarrollo de las medidas tácticas y operativas ligadas de manera clara a las facultades de cada dependencia en las distintas escalas de actuación. En el espacio metropolitano de Tijuana-Rosario-Tecate ya están puestas las bases para la coordinación transfronteriza e inter municipal. Existen cuerpos técnicos trabajando los sistemas de usos de suelo y movilidad a través de planes y programas con fuerza legal. Hay mesas de trabajo intergubernamentales y de carácter transfronterizo que buscan como fin común mejorar las condiciones de sustentabilidad en esta región. Solo falta vincular los procesos y desarrollar esquemas de trabajo coordinado y con responsabilidad compartida en la rendición de cuentas.

El eje de la movilidad sustentable en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosario-Tecate podrá respaldarse a través del reto ambiental (cambio climático y reducción de gases de efecto invernadero), sin embargo, la base de esta estrategia deberá sustentarse en metas de largo alcance que busquen reducir la necesidad de viajes, que aproximen los destinos y que faciliten el desplazamiento de toda la población en distintos modos; metas todas, que se logran a través de la planeación integral de los usos del suelo y la movilidad.



## 7.- Conclusiones

La realización de este trabajo de investigación buscó profundizar en los conceptos de desarrollo sustentable ligados a los procesos de planeación urbana, tratando de transferir los aspectos teóricos a la práctica. Buscó también respuesta a la pregunta de si es posible establecer procesos de reestructuración urbana que tiendan hacia mejores condiciones de sustentabilidad. A través de los conceptos de metabolismo urbano y escalas perfiló una dirección de análisis para abordar el tema de la eficiencia de la estructura espacial metropolitana ligada a la interacción de los sistemas de usos de suelo y la movilidad urbana.

Es imperativo incorporar criterios de desarrollo sustentable a los procesos de planeación y gestión en las ciudades y áreas metropolitanas. La tendencia de urbanización es cada vez más intensa en todo el mundo y las crecientes necesidades para sostener el funcionamiento de los espacios urbanos ponen en riesgo la estabilidad de los sistemas medio ambientales, sociales y económicos de las regiones.

Ante el crecimiento sostenido de las ciudades y la disfuncionalidad de sus estructuras espaciales, es necesario desarrollar estrategias para la reestructuración del patrón de usos de suelo y la movilidad, bajo un principio de eficiencia operativa integral que busque la reducción de viajes en vehículo particular y eleve la capacidad de la gente y las empresas de acceder a los servicios, en distancias y tiempos más cortos. Se hace pertinente un cambio de enfoque que transite de la idea de la movilidad como objetivo de eficiencia espacial hacia uno que busque la accesibilidad como eje de una nueva estrategia de movilidad sustentable en las ciudades y los espacios metropolitanos. La idea básica de proximidad y movilidad debe conducir los nuevos procesos de planeación integral de usos de suelo y movilidad urbana.

En el caso del espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate, la visión de una estructura espacial más eficiente y sustentable puede conducirse mediante la incorporación del concepto de accesibilidad a través de la planeación integral de los sistemas de usos de suelo y movilidad. Las condiciones espaciales características de esta aglomeración metropolitana inducen a procesos de planeación y gestión a distintas escalas geográficas, de tal forma que se establezca un mecanismo jerárquico de actuaciones bajo el principio de accesibilidad y eficiencia de la estructura espacial. Toda acción es acumulativa, de ahí la importancia de trabajar desde lo particular (calle, barrio, distrito) hasta escalas de agregación mayor (ciudad, metrópoli, espacio transfronterizo). La preocupación compartida por las agencias de distintos niveles de actuación en la región, permite avizorar la oportunidad de establecer un acuerdo de acción coordinada con metas compartidas de mejora ambiental a través de un mejor manejo de los sistemas de usos de suelo y movilidad en las distintas esferas de competencia.

Este trabajo de investigación avanzó en la interpretación y desarrollo de un proceso de análisis de los sistemas de usos de suelo y movilidad, vinculando los conceptos de accesibilidad y escalas en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate, con resultados que demuestran algunos de los corolarios empíricos de la movilidad sustentable a través del manejo de los elementos de la forma urbana (densidad, mezcla de usos, diseño urbano, etc.) para incidir en el patrón de viajes en vehículo particular. El manejo de escalas permitió identificar el peso diferenciado de algunos factores sobre otros y la importancia de profundizar en la explicación de las causas a través del estudio de las condiciones de diseño urbano de aquellos distritos y subcentros que generaban menor proporción de viajes en auto, tales como los distritos centrales y centros de ciudad.

A nivel ciudad, sin embargo, los resultados no alcanzan significancia que permitan comprobar las hipótesis planteadas inicialmente. Bajo uno de los procesos estadísticos a esta escala, la densidad apareció como el único factor que al incrementarse se reducía la proporción de viajes en auto, en tanto que otros factores como la densidad de empleo y usos no habitacionales demostraron que en Tijuana la concentración de actividades está generando mayor número de viajes en auto, condición contraria a los criterios de desarrollo compacto y mezcla de usos de la movilidad sustentable. Diferencias importantes surgieron en el análisis por distrito urbano; aquí, la densidad mantiene su relación inversa con la proporción de viajes en auto en la mayoría de los distritos, que sin embargo aún la significancia no alcanzaba a explicar las relaciones a esta escala de análisis. El ámbito metropolitano reforzó algunos de los resultados a nivel distrito, al identificar a los núcleos centrales de Tijuana como aquellos cuyas condiciones de densidad y mezcla de usos se incrementaban al tiempo de que disminuía la proporción de viajes en auto. El diseño urbano de estos espacios y la proporción de usos (50 a 50) permitieron identificar condiciones favorables para la movilidad sustentable que podrían dar la pauta para implementarse en otros distritos y subcentros metropolitanos.

Otras conclusiones permiten afirmar que la estructura metropolitana de centros y subcentros no responde a los patrones de expansión urbana periférica ante el crecimiento de amplias zonas habitacionales que están sirviendo como dormitorio. De la misma forma, la red de enlaces para vincular los núcleos de actividad limita los desplazamientos en modos distintos al vehículo particular, debido a la falta de rutas troncales de transporte público y condiciones favorables para la movilidad peatonal y en bicicleta.

Desde la perspectiva de redes, los puertos fronterizos actúan como nodos de interacción transfronteriza, de su eficiencia depende la integración funcional de las ciudades a ambos lados de la frontera. En el caso del espacio transfronterizo de Tijuana-Tecate-San Diego, las tardanzas en cruces fronterizos limitan este proceso de integración funcional, con consecuencias ambientales y pérdidas económicas.

Los resultados obtenidos permiten reconocer que la ciudad de Tijuana tiene un comportamiento distinto a aquellas urbes de países en desarrollo; algunos espacios concentradores de actividad y empleo generan más viajes en auto, por lo cual se deduce que la estructura espacial de la ciudad de Tijuana mantiene un patrón de usos del suelo segregado. Finalmente, la dispersión en esta ciudad no abona al incremento de viajes en auto, como es el caso de las ciudades de países desarrollados, sino que por el contrario, a mayor distancia del centro menor proporción de viajes en auto. Esto presupone una relación directa (que habrá de comprobarse) entre las condiciones socioeconómicas de la población periférica y sus posibilidades de movilidad, dadas las características de irregularidad y bajos niveles de urbanización de los asentamientos más alejados del centro de la ciudad.

El trabajo de investigación avanza en la interpretación y manejo de la movilidad sustentable a través de las siguientes aportaciones:

- a) Aterrizó conceptos teóricos del desarrollo urbano y la movilidad sustentable a un caso de estudio local.
- b) Avanzó en la evaluación de la estructura espacial metropolitana a través de los principios de la movilidad sustentable.
- c) Desarrolló un esquema metodológico a través del manejo del concepto de accesibilidad a distintas escalas en un espacio metropolitano transfronterizo.

- d) Integró bases de datos de usos de suelo y movilidad en un sistema de información geográfica que se desprende de los planes de movilidad y de usos de suelo vigentes.
- e) Vinculó el análisis empírico a los procesos de gestión para generar recomendaciones.
- f) Se aproximó a la atención del fenómeno bajo criterios de planeación de la movilidad sustentable que pueden aplicarse a ambos lados de la frontera.

Algunas limitantes experimentadas en este proceso de investigación, dan pie a tareas subsecuentes, tales como:

- a) Los resultados obtenidos ofrecen poca certeza en su causalidad; los procesos estadísticos fueron lineales y bivariados. Necesidad de corroborarlos a través de análisis de casos, integrando otros procesos estadísticos que ponderen la incidencia de las variables en los resultados (análisis multivariados).
- b) No se incluyó el análisis de las variables socioeconómicas debido a la complejidad de su manejo y a la inexistencia de información sobre las motivaciones y patrones de viajes en la ciudad. De acuerdo a esto, existe la necesidad de realizar estudios más detallados sobre las capacidades de movilidad y actitudes frente al uso del vehículo particular de la población, ligándolo al análisis de las condiciones urbanas y socioeconómicas de las distintas zonas y localidades de la aglomeración metropolitana, en la búsqueda de causales referidas a procesos de equidad.
- c) El ejercicio solo ofrece resultados en un punto del tiempo, solo se trabajó con bases de datos existentes considerando la coincidencia de años. Es necesario trabajar las variables a través de series de tiempo vinculadas a los procesos de urbanización y diseño urbano para monitorear la efectividad de las políticas en materia de usos de suelo y movilidad.
- d) El análisis a escala metropolitana solo considera la relación entre los usos de suelo de cada núcleo de actividad y los desplazamientos en vehículo particular; Trabajos subsecuentes deberán incorporar la metodología del análisis de redes para identificar la eficiencia de los elementos de la estructura metropolitana y transfronteriza, integrando modelos dinámicos apoyados en sistemas de información geográfica que permitan la generación y evaluación de escenarios de funcionamiento de la estructura espacial.
- e) Los factores de análisis realizado no consideran variables del mercado. Algunos autores como Levinson y Krizek (2008), consideran que la planeación integral de usos de suelo y movilidad debe respaldarse a través de un modelo de capacidades y restricciones a la accesibilidad dadas por los principios de microeconomía urbana.

En general, la investigación debe dirigirse hacia el desarrollo de procesos estadísticos más profundos, que identifiquen la importancia relativa de cada variable en contraposición con el resto (análisis de regresión múltiple), de tal forma que se pueda prever con mayor precisión el efecto que podrá causar la modificación de un factor sobre los otros como resultado de aplicar una determinada estrategia. La vinculación de los procesos estadísticos y espaciales debe conducir a la conformación de un modelo con base en Sistemas de Información Geográfica que permita observar de manera gráfica y estadística el manejo de las variables de usos de suelo y movilidad a las distintas escalas, y el efecto que distintos escenarios generarían sobre los principales indicadores ambientales, sociales y económicos en la aglomeración metropolitana de Tijuana-Rosarito-Tecate. Esta herramienta funcionará como uno de los medios para desarrollar un proceso

de gestión más eficiente en la búsqueda de la movilidad sustentable a nivel local, metropolitano y transfronterizo.

El ejercicio realizado pone en claro la complejidad del fenómeno urbano y sus posibilidades de ser sustentable, sin embargo, en la medida en que las aproximaciones teóricas y empíricas conduzcan a escenarios de eficiencia funcional (metabólica) se estará avanzando hacia más y mejores procesos de planeación y gestión urbana. El reconocimiento compartido de que la eficiencia urbana debe conducir hacia mejores condiciones ambientales, sociales y económicas en las ciudades permitirá conducir la urbanización mundial hacia mejores estadios de sustentabilidad.

## Bibliografía

- Agencia de Protección al Ambiente (EPA) (2005). Emission Facts. Average Carbon Dioxide Emissions Resulting from Gasoline and Diesel Fuel. Extraído de la página web de la EPA: <http://www.epa.gov/otaq/climate/420f05001.htm>
- Aguilera, A. y Mignot, D. (2004). Urban Sprawl, Polycentrism and Commuting. A Comparison of Seven French Urban Areas. *Urban Public Economics Review*, 1, 93-114. Extraído de <http://www.uper.org/UPER-aguilera.pdf>
- Alegría, T. (2000). Juntos pero no revueltos: ciudades en la frontera México-Estados Unidos. *Revista Mexicana de Sociología*, 62 (2), 89-107
- Anderson, J., O`Dowd, L. y Wilson, Thomas M. (2003). *New borders for a changing Europe. Cross-border Cooperation and Governance*. Londres: Frank Cass Publishers.
- Angotti, T. (1993). *Metropolis 2000, planning, poverty and politics*. Nueva York: Routledge
- Antequera, J. (2004). *El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos*
- Arbury, J. (2005). *From Urban Sprawl to Compact City: An Analysis of Urban Growth Management in Auckland*. (Thesis, University of Auckland). Extraído de <http://portal.jarbury.net/thesis.pdf>
- Ayuntamiento de Playas de Rosarito (2007). *Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Playas de Rosarito 2000-2020*. Playas de Rosarito, México: Autor
- Ayuntamiento de Tecate (2003). *Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tecate 2001-2022*. Tecate, México: Autor
- Ayuntamiento de Tijuana (2003). *Plan maestro de vialidad y transporte para la ciudad de Tijuana, B.C. Tijuana, B.C.* Tijuana, México: Autor
- Ayuntamiento de Tijuana (2005). *Reglamento de la Administración Pública del Ayuntamiento de Tijuana, Baja California*. Tijuana, México: Autor
- Ayuntamiento de Tijuana (2008). *Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010*. Tijuana: Autor
- Ayuntamiento de Tijuana (2009). *Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tijuana 2009-2030*. Tijuana, México: Autor
- Ayuntamiento de Tijuana (2009). *Reglamento Interno del Instituto Municipal de Planeación de Tijuana, B.C.* Extraído de la página web del Instituto Municipal de Planeación de Tijuana: [http://www.implantijuana.com/files/REGLAMENTO\\_INTERNO\\_IMPLAN.pdf](http://www.implantijuana.com/files/REGLAMENTO_INTERNO_IMPLAN.pdf)
- Ayuntamientos de Tijuana, Playas de Rosarito, Tecate y Cámara de Diputados (2009, Abril 21). Proyectos propuestos para la zona metropolitana Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito. Ponencia presentada en el taller regional Políticas, Estrategias y Proyectos Estructurantes para la Zona Conurbada Tijuana, Tecate, Rosarito, Tijuana, México

Bertaud, A. (2003). The spatial organization of cities: deliberate outcome or unforeseen consequence? Extraído de [http://alain-bertaud.com/images/AB\\_The\\_spatial\\_organization\\_of\\_cities\\_Version\\_3.pdf](http://alain-bertaud.com/images/AB_The_spatial_organization_of_cities_Version_3.pdf)

Borja, J. y Castells, M. (1997). *Local y Global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. Madrid: Santillana de Ediciones, S.A.

Bourne, S. L. (1982). *Internal Structure of the city. Readings on Urban Form, Growth, and Policy* (2da ed.). Nueva York: Oxford University Press

Breheny, M. y Rockwood, R. (1993). Planning the sustainable city region. En A. Blowers (Ed.) *Planning for sustainable development* (pp. 150-189), Londres: Earthscan

Breithaupt, M. (2010). Ligando el Cambio Climático y el Transporte Sustentable. Ponencia presentada en el VI Congreso de Transporte Sustentable, Ciudad de México, México

Brunet-Jailly, E. (2002, Agosto). Forms and Functions of Cross Border Urban Regions. North American Functional Regions, European Territorial Regions. Artículo presentado en la reunión anual de la American Political Science Association, Boston, Massachusetts. Extraído de [http://www.allacademic.com/meta/p\\_mla\\_apa\\_research\\_citation/0/6/6/0/3/p66032\\_index.html](http://www.allacademic.com/meta/p_mla_apa_research_citation/0/6/6/0/3/p66032_index.html)

Calthorpe, P. (1993). *The next American metropolis. Ecology, community, and the American dream*. Nueva York: Princeton Architectural Press

Caltrans-Sandag-SIDUE (2008). *Plan Maestro Fronterizo California-Baja California*. Extraído de la página web de la Oficina de Transporte de California, Estados Unidos: <http://www.dot.ca.gov/dist11/departments/planning/index.htm>

Caltrans-Sandag-SIDUE (2008). *California-Baja California Border Master Plan*. Extraído de la página web de la Oficina de Transporte de California, Estados Unidos: <http://www.dot.ca.gov/dist11/departments/planning/index.htm>

Carmona, M. (2001). Sustainable urban design a possible agenda. En A. Layard, S. Davoudi y S. Batty (Eds.), *Planning for a sustainable future* (pp. 165-192), Londres: Spoon Press

Cervero, R. y Kockeman, K. (1997) Travel demand and the 3Ds: Density, diversity and design. *Transportation Research Part D: Transport and environment*, 2 (3), 199-219

Cervero, R. (1998). *The Transit Metropolis: A Global Inquiry*. Washington: Island Press

Cervero, R. y Sperling, D. (1998, Abril). Proceedings: Conference on transportation in developing countries. Universidad de California, Berkeley. Extraído de <http://www.uctc.net/papers/387.pdf>

Cervero, R. (2005). Accessible Cities and Regions: A Framework for Sustainable Transport and Urbanism in the 21<sup>st</sup> Century. Extraído de la página web del Denver Regional Council of Governments: <http://www.drcog.org/documents/Accessible%20Cities.pdf>

Cheng, J., Le Clercq, F. y Bertolini, L. (2005, Agosto). Understanding urban networks through accessibility. Artículo presentado en el 45 Congreso de la Asociación Europea de Ciencia Regional, Universidad de Amsterdam, Holanda. Extraído de <http://www.sre.wu-wien.ac.at/ersa/ersaconfs/ersa05/papers/797.pdf>

Colegio de la Frontera Norte y Woodrow Wilson International Center for Scholars (2009, Septiembre). *Plan indicativo para el desarrollo competitivo y sustentable de la región transfronteriza México-Estados Unidos*, Documento presentado en la XXVII Conferencia de Gobernadores Fronterizos, Monterrey, México

Conapo-Sedesol-INEGI (2007). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*. Extraído de la página web del Consejo Nacional de Población: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=133&Itemid=212](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=212)

Consejo de Europa (2000). *Handbook on Transfrontier Co-operation for Local and Regional Authorities in Europe* (3ra ed.). Extraído de la página web del Consejo de Europa: [http://www.coe.int/t/e/legal\\_affairs/local\\_and\\_regional\\_democracy/documentation/library/transfrontier\\_cooperation/tfc\\_handbook.pdf](http://www.coe.int/t/e/legal_affairs/local_and_regional_democracy/documentation/library/transfrontier_cooperation/tfc_handbook.pdf)

Coraggio, J. L. (1994). *Territorios en transición. Crítica a la planificación regional en América Latina* (3ra ed.). Universidad Autónoma del Estado de México. Extraído de [http://www.coraggioeconomia.org/jlc/archivos%20para%20descargar/ECONOMIA%20URBANA%20LIBRO/TerritoriosenTransicin\\_JLC.DOC.pdf](http://www.coraggioeconomia.org/jlc/archivos%20para%20descargar/ECONOMIA%20URBANA%20LIBRO/TerritoriosenTransicin_JLC.DOC.pdf)

Deakin, E. (2001). *Sustainable Development and Sustainable Transportation: Strategies for Economic Prosperity, Environmental Quality, and Equity*. Institute of Urban and Regional Development, UC Berkeley. Extraído de <http://www.uctc.net/papers/519.pdf>

De Sousa, D. (2008). *Sustainable urban form, accessibility and travel: the relationship between polycentric urban development and commuting in Lisbon*. (Tesis doctoral, Universidad de Newcastle). Extraída de <https://theses.ncl.ac.uk/dspace/bitstream/10443/122/1/vale09.pdf>

Douglas, M. (2002). From global intercity competition for livable cities and economic resilience in Pacific Asia. Extraído de <http://eau.sagepub.com/cgi/content/abstract/14/1/53>

Dupuy, G. (2008). *Urban Networks-Network Urbanism*. Amsterdam: Island Press

Faludi, A. (2005). La política de cohesión territorial de la Unión Europea. Boletín de la A.G.E. No. 39. Extraído de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1161228>

Feinberg, R. (2008, Noviembre). *Gobernanza y cooperación transfronteriza*. Dilemas del TLCAN. Conferencia otorgada en el seminario La Gobernanza de la Cooperación Transfronteriza: experiencias y agenda regional para América del Norte, Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México

Field, R. E. (2006). *Thinking outside the triangle: collusion and rivalry between transnational corporations and the state in Batam, Indonesia* (Tesis de Maestría, Universidad de Ohio). Extraída de [http://www.ohiolink.edu/etd/send-pdf.cgi?acc\\_num=ohiou1149640149](http://www.ohiolink.edu/etd/send-pdf.cgi?acc_num=ohiou1149640149)

Friedmann, J. y Wolff, G. (1982). World city formation. *International Journal of Urban and Regional Research*, 6 (3), 309-344

Fuentes, F. C. (2008). La estructura urbana y las diferencias espaciales en el tiempo de traslado del viaje al trabajo en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 23(1), 55-81.  
Extraído de [http://revistas.colmex.mx/revistas/11/art\\_11\\_1184\\_9033.pdf](http://revistas.colmex.mx/revistas/11/art_11_1184_9033.pdf)

Gakenheimer, R. (2006, Noviembre). Transportation and land use in the developing world: planning in a context of controversy. Ponencia presentada en el del Primer Congreso Internacional en Desarrollo Humano, Madrid, España

Ganster, P. (Ed.) (2000). *Border environmental: a road to a sustainable 2020*. San Diego: San Diego State University Press

Geurs, K. T. y Ritsema van Eck J. R. (2001). Accessibility measures: review en applications. Extraído de la página web de Research for Man and Environment:  
<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/408505006.pdf>

Girardet, H. (2004). Sustainable Cities: a contradiction in terms? En D. Satterthwaite (Ed.), *The Earthscan Reader in Sustainable Cities* (pp. 413-425), Londres: Earthscan

Gobierno del Estado de Baja California (2004). Decreto de creación de la Subcomisión Intermunicipal de Conurbación Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito. Baja California, México: Autor

Gobierno del Estado de Baja California (2009). Decreto de creación del Consejo Metropolitano Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito. Baja California, México: Autor

Gobierno del Estado de Baja California (2010). *Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Baja California*. Baja California, México: Autor

Gómez, A. M. R. (2008, Noviembre). Marco de la cooperación transfronteriza México Estados Unidos, mecanismos de enlace. Conferencia ofrecida en el Seminario La gobernanza de la cooperación transfronteriza: experiencias y agenda regional para América del Norte, Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México

González, S. (2007). Desarrollo de un Modelo de Demanda de Viajes para la Actividad de Traslado Transfronterizo para la Región de Ciudad Juárez-El Paso. Conferencia ofrecida en el Segundo Foro de Desarrollo Urbano Mexicali, México

Gordon, M. (2004). Forecasting urban futures: a systems analytical perspective on development of sustainable urban regions. En M. Purvis y A. Grainger (Eds.), *Exploring Sustainable Development Geographical Perspectives* (pp. 99-127). Londres: Earthscan

Grainger, A. (2004). The role of spatial scale and spatial interaction in sustainable development. En M. Purvis y A. Grainger (Eds.), *Exploring Sustainable Development Geographical Perspectives* (pp. 50-84). Londres: Earthscan

Grütter, J. M. (2006). Líneas base en proyectos de transporte urbano. Extraído de la página web del Banco Interamericano de Desarrollo, <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=927720>

Gualini, E. (2003). Cross-border Governance: Inventing Regions in a Trans-national Multi-level Polity. Extraído de la página web del Swiss Federal Institute of Technology Zurich: [www.nsl.ethz.ch/index.php/en/content/download/446/2915/file](http://www.nsl.ethz.ch/index.php/en/content/download/446/2915/file)

Hall, P. (1966). *The World Cities*. Nueva York: McGraw-Hill Book Company

Handy, S. (2002). Accessibility- vs. mobility-Enhancing strategies for addressing automobile dependence in the U.S. Extraído de la página web del Department of Environmental Science and Policy, University of California at Davis: [http://www.des.ucdavis.edu/faculty/handy/ECMT\\_report.pdf](http://www.des.ucdavis.edu/faculty/handy/ECMT_report.pdf)

Herrschel, T. y Newman, P. (2002). *Governance of Europe's City Regions. Planning, policy and politics*. Londres: Routledge

Herzog, L. A. (1997). The Transfrontier Metropolis. Extraído de <http://www.gsd.harvard.edu/research/publications/hdm/back/1herzog.html>

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (2005). II Censo de Población y Vivienda. Extraído de la página web del INEGI: <http://www.inegi.gob.mx/est/default.aspx?c=6848&pred=1>

Instituto Municipal de Planeación de Tijuana (Implan) (2009). Capa de usos del suelo del sistema de información geográfica actualizada al 2008. Tijuana, México: Autor

Instituto Municipal de Planeación de Tijuana (Implan) (2009). Capa de rutas de transporte público del sistema de información geográfica actualizada al 2008. Tijuana, México: Autor

Instituto Municipal de Planeación de Tijuana (Implan) (2006). Encuesta de origen y destino para las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito. Tijuana, México: Autor

International Community Foundation (2004). Blurred Borders. Transboundary issues and solutions in the San Diego/Tijuana Border Region. Extraído de [http://www.calendow.org/uploadedFiles/blurred\\_borders\(1\).pdf](http://www.calendow.org/uploadedFiles/blurred_borders(1).pdf)

Kaji, H. (2003). Compact City as a Sustainable Urban Form. Extraído de [http://www.fasid.or.jp/daigakuin/sfc/fasid/lec\\_note/1201w.pdf](http://www.fasid.or.jp/daigakuin/sfc/fasid/lec_note/1201w.pdf)

Kockelman, K. M. (1996). Travel behavior as a function of accessibility, land use mixing, and land use balance: evidence from the San Francisco bay area (Tesis de Maestría, Universidad de California)

Lara, F. (2008, Noviembre). Redes de cooperación transfronteriza. Conferencia ofrecida en el Seminario La Gobernanza de la Cooperación Transfronteriza: experiencias y agenda regional para América del Norte, Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México

Lara, F. (2008). Cooperación transfronteriza, seguridad nacional y desarrollo sustentable en las Californias. Extraído de <http://www.uabc.mx/iis/memorias/symposium/Panel1/02.pdf>

Lautso, K., Spiekermann, K., Wegener, M., Sheppard, I., Steadman, P., Martino, A., Domingo, R., Gayda, S. (2004). Propolis. Planning and research of policies for land use and transport for increasing urban sustainability. Extraído del sitio web de ETC Proceedings: <http://www.etcproceedings.org/paper/the-propolis-approach-to-urban-sustainability-theory-and-results-from-seven-eu>

Lawrence, D. F. y Pivo, G. (1994). Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three Modes of Travel: Single-Occupant Vehicle, Transit, and Walking. *Transportation research record*, 1466, 44-52. Extraído de <http://www.u.arizona.edu/~gpivo/Frank%20and%20Pivo.pdf>

Levinson, M. D. y Krizek, K. J. (2008). *Planning for place and plexus. Metropolitan land use and transport*. Nueva York: Routledge

Litman, T. (2008a). Land use impacts on transport. How land use factors affect travel behavior. Extraído de la página web del Victoria Transport Policy Institute: <http://www.vtpi.org/landtravel.pdf>

Litman, T. (2008b). Sustainable Transportation Indicators. A Recommended Program To Define A Standard Set of Indicators For Sustainable Transportation Planning. Extraído de la página web del Victoria Transport Policy Institute: [http://www.dot.state.co.us/I70mtncorridor/i70css/PDF/Sustainable\\_Transportation\\_Indicators.pdf](http://www.dot.state.co.us/I70mtncorridor/i70css/PDF/Sustainable_Transportation_Indicators.pdf)

Liu, S. y Zhu, X. (2003). Accessibility Analyst: an integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 105-124. Extraído de <http://www.envplan.com/epb/fulltext/b31/b305.pdf>

Macário, R. y Veras, T (2006). Managing interaction processes between land use and transport. Extraído de la página web de ETC Proceedings: <http://www.etcproceedings.org/paper/managing-interaction-processes-between-land-use-and-transport>

McLaren, D. (1992). Compact or Dispersed? Dilution is no Solution. *Built environment*, 18(4), 268-284

Makrí, B. M. (2001). Accessibility Indices. A Tool for Comprehensive Land-Use Planning. Extraído de <http://www.infra.kth.se/tla/tlenet/meet5/papers/Makri.PDF>

Martino, A. y Fiorello, D. (2006). Strategic modeling of transport and energy scenarios. Extraído de la página web de ETC Proceedings: <http://www.etcproceedings.org/paper/strategic-modelling-of-transport-and-energy-scenarios>

Mauroy, P., Demotte, R. y De Clerck, S. (2006, Mayo). Lille Eurométropole franco-belge de Frans-Belgische Eurometropool Lille a European district to structure the largest cross-border metropolis in Europe. Conferencia ofrecida en el Foro de la Ciudad Global, Lyon, Francia

Milakis, D., Vlastos, T. y Barbopoulos, N. (2007). Relationships between Urban Form and Travel Behaviour in Athens, Greece. A Comparison with Western European and North American Results. *EJTIR*, 8(3), 201-215. Extraído de [http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2008\\_03/pdf/2008\\_03\\_02.pdf](http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2008_03/pdf/2008_03_02.pdf)

Newman, P. y Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and cities. Overcoming automobile dependence*. Washington: Island Press

Newman, P. (2004). Transport: Reducing Automobile Dependence. En D. Satterhwaite (Ed.), *The Earthscan reader in Sustainable Cities*. Londres: Earthscan Publications

Newman, P. y Kenworthy, J. (2006). Urban Design to Reduce Automobile Dependence. *Opolis: An International Journal of Suburban and Metropolitan Studies*, 2 (1), 35-52. Extraído de <http://www.naturaledgeproject.net/Documents/NewmanKenworthyUrbanDesign.pdf>

OECD (2002). OECD Guidelines towards Environmentally Sustainable Transport. Extraído de la página web de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo: [http://www.oecd.org/document/30/0,3343,en\\_2649\\_34363\\_2410014\\_1\\_1\\_1\\_37465,00.html](http://www.oecd.org/document/30/0,3343,en_2649_34363_2410014_1_1_1_37465,00.html)

Páez, E. (2005). Procesos en la estructuración del espacio metropolitano. Hacia la definición de un modelo de planeación y gestión para la zona metropolitana Tijuana-Rosarito-Tecate, B.C. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California), Mexicali, México

Peters, G. (2008, Noviembre). Gobernanza en América del Norte. Conferencia ofrecida en el Seminario La Gobernanza de la Cooperación Transfronteriza: experiencias y agenda regional para América del Norte, Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México

Pinder, J. y Usherwood, S. (2007). *The European Union. A very short introduction*. New York: Oxford University Press

Ramos, G. J. M. (2005). Relaciones México-Estados Unidos: seguridad nacional e impactos en la frontera norte. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México

Ranfla, A. (1984). Frontera política y espacio fronterizo. *Estudios Fronterizos*, 1 (4-5), 47-68, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México

Ravetz, J. (2001). *City Region Integrated Planning for a Sustainable Environment*. Londres: Earthscan

Reckien, D., Ewald, M., Edenhofer, O. y Lüdeke, M. K.B. (2007). What parameters influence the spatial variations in CO2 emissions from road traffic in Berlin? Implications for urban planning to reduce anthropogenic CO2 emissions. *Urban Studies*, 44 (2), 339-355

Rodrigue, J-P, Comtois, C. y Slack, B. (2009). *The Geography of Transport Systems* (2da Ed.). New York: Routledge

Romein, A. (2004, Julio). Spatial planning in competitive polycentric urban regions: some practical lessons from Northwest Europe. Conferencia City Futures, Chicago, IL. Extraído de

[http://www.uic.edu/cuppa/cityfutures/papers/webpapers/cityfuturespapers/session5\\_3/5\\_3spatialplanning.pdf](http://www.uic.edu/cuppa/cityfutures/papers/webpapers/cityfuturespapers/session5_3/5_3spatialplanning.pdf)

Rosenau, J. N. (2003). *Distant proximities. Dynamics beyond globalization*. Nueva Jersey: Princeton University Press

Rosenau, N. J. (2008, Octubre). Conferencia Magistral del Seminario de Cooperación y la Gobernanza: Retos de la Integración Fronteriza México-Estados Unidos, Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México

Robusté, F., Campos, J.M. y Galván, D. (2000, Junio). Nace la logística urbana. Conferencia ofrecida en el IV Congreso de Ingeniería del Transporte, Valencia, España

Salazar, F. P. (2008). Redes y modernización. El acueducto de Bogotá. *Bitácora Urbano Territorial*, 13 (2), 151-158

Sandag (2000). Estudio de Transporte Transfronterizo de la región San Diego-Baja California. Extraído de la página web de la Asociación de Gobiernos de San Diego:  
[http://www.sandag.org/uploads/publicationid/publicationid\\_709\\_940.pdf](http://www.sandag.org/uploads/publicationid/publicationid_709_940.pdf)

Sandag (2006). Economic Impacts of Wait Times at the San Diego–Baja California Border. Extraído de la página web de la Asociación de Gobiernos de San Diego:  
[http://www.sandag.org/uploads/publicationid/publicationid\\_1205\\_5394.pdf](http://www.sandag.org/uploads/publicationid/publicationid_1205_5394.pdf)

Sandag (2007a). Fast Facts. Extraído de la página web de la Asociación de Gobiernos de San Diego:  
[http://www.sandag.org/resources/demographics\\_and\\_other\\_data/demographics/fastfacts/regi.htm](http://www.sandag.org/resources/demographics_and_other_data/demographics/fastfacts/regi.htm)

Sandag (2007b). *San Diego Regional Transportation Plan 2030*. Extraído de la página web de la Asociación de Gobiernos de San Diego:  
[http://www.sandag.org/uploads/publicationid/publicationid\\_1342\\_7635.pdf](http://www.sandag.org/uploads/publicationid/publicationid_1342_7635.pdf)

Sedesol-Inegi-Conapo (2004). *Delimitación de Zonas metropolitanas en México 2000*. Extraído de la página web del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática:  
[http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas\\_met.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf)

Sedesol-Inegi-Conapo (2007). *Delimitación de Zonas metropolitanas en México 2005*. Extraído de la página web del Consejo Nacional de Población:  
[http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=133&Itemid=292](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=292)

Selman, P. (1999). Three decades of environmental planning what have we really learned? En M. Kenny y J. Meadowcroft (Eds.), *Planning Sustainability* (pp. 148-174). Londres: Routledge

Sassen, S. (1996). *Cities in the world economy*. Londres: Oxford University Press

Semarnat-Gobierno del Estado de Baja California (2000). *Programa para mejorar la calidad del aire en Tijuana-Rosarito*. Extraído de la página web del Instituto Nacional de Ecología:  
[http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=328](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=328)

Schweizer, N. y Seidemann, D. (2006, Septiembre). Informal aspects of cross-border metropolitan governance. Documento presentado en el 42 Congreso ISoCaRP, Estambul. Extraído de la página web de ISoCaRP: [www.isocarp.net/data/case-studies/876.pdf](http://www.isocarp.net/data/case-studies/876.pdf)

Scott, A.J. (2001). Globalization and the rise of city-regions. Boletín No. 26 de la GaWC. *European Planning Studies*, 9 (7), 813-826. Extraído de <http://www.lboro.ac.uk/gawc/rb/rb26.html>

Silva, C. y Pinho, P. (2006). A methodology to assess the contribution of the land use and transport systems to sustainable urban mobility. Extraído de la página web de ETC Proceedings: <http://www.etcproceedings.org/paper/a-methodology-to-assess-the-contribution-of-the-land-use-and-transport-systems>

Soltani, A. y Allan, A (s.f.). A computer methodology for evaluating urban areas for walking, cycling and transit suitability: four case studies from suburban Adelaide, Australia. Extraído de <http://www.scribd.com/doc/6647367/A-Computer-Methodology-for-Evaluating-Urban-Areas-for-Walking-Cycling-and-Transit-Suitability-Four-Cas>

Spalding, J. M. (1999). Sustainable development in San Diego Tijuana. Center for U.S.-Mexican Studies, University of California, San Diego

Spiekermann, K. y Wegener, M. (2003). Modelling Urban Sustainability. *International Journal of Urban Sciences*, 7(1), 47-64. Extraído de <http://www.suburbansolutions.ac.uk/DocumentManager/secure0/M%20WEGENER-background%20paper-Modelling%20urban%20sustainability.pdf>

Stead, D. y Marshall, S. (2001). The Relationships between Urban Form and Travel Patterns. An International Review and Evaluation. *EJTIR*, 1 (2), 113 – 141. Extraído de [http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2001\\_02/pdf/2001\\_02\\_01.pdf](http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2001_02/pdf/2001_02_01.pdf)

Thomas, L. y Cousins, W. (1996). The compact city: a successful, desirable and achievable urban form? *The sustainable City* (pp. 53-63), Londres: Routledge

Tjallingii, S. (1995). *Ecopolis, strategies for ecologically sound urban development*. Leiden, NL: Backhuys Publishers

Trejo, E. C. (2006). Alianza para la seguridad y la prosperidad de América del Norte. Extraído de la página web del Congreso de la Unión, México: <http://www.diputados.gob.mx/cedia/sia/spe/SPE-ISS-02-06.pdf>

UABC-SIDUE (2005). *Gestión Territorial de la Zona Metropolitana Tijuana-Tecate-Rosarito*. Mexicali, México: Autor

Un-Habitat (2009, Abril). Taller de Políticas, Estrategias y Proyectos Estructurantes para la Zona Conurbada Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito. Tijuana, México

Van Acker, V. y Witlox, F. (2005, Agosto). Exploring the relationships between land-use system and travel behavior: some first findings. Conferencia ofrecida en el 45 Congreso de la Asociación

Europea de Ciencia Regional, Universidad de Vrije, Amsterdam. Extraído de <http://www-sre.wu-wien.ac.at/ersa/ersaconfs/ersa05/papers/601.pdf>

Wegener, M. y Fürst, F. (1999). Land-use transport interaction: state of the art. Extraído de <http://129.3.20.41/eps/urb/papers/0409/0409005.pdf>

Zegras, P. C. (2004, Enero). The influence of land use on travel behavior: empirical evidence from Santiago de Chile. 83 Reunión Anual del Transportation Research Board, Washington, D.C. Extraído en <http://web.mit.edu/czegras/www/Zegras%20TRB%2004.pdf>

## Contenido

Índice de cuadros y figuras	
Resumen	1
<b>1.- Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2.- Objeto de estudio, hipótesis y objetivos</b>	<b>5</b>
<b>3.- Marco teórico</b>	<b>9</b>
3.1.- Desarrollo urbano sustentable	10
3.1.1.- Sustentabilidad y ciudad	10
3.1.2.- ¿Hasta dónde llega la ciudad?	12
3.1.3.- La ciudad región y su estructura territorial	15
3.1.4.- Planeación urbana y desarrollo sustentable	16
3.2.- Movilidad, estructura espacial y desarrollo urbano sustentable	20
3.2.1.- Movilidad sustentable	20
3.2.2.- Movilidad y organización espacial. Del monocentrismo al concepto de redes	23
3.2.3.- Ciudad compacta y ciudad difusa	26
3.2.4.- La interacción entre la forma urbana y los patrones de viaje	28
3.2.5.- La accesibilidad y las tres “D” para la movilidad sustentable	36
3.3.- Planeación y gestión de la movilidad sustentable	39
3.3.1.- Implicaciones de la política integral de usos del suelo-movilidad para el desarrollo urbano sustentable	39
3.3.2.- Procesos de planeación y gestión de la movilidad sustentable a través de modelos integrados	43
3.3.3.- Estrategias y gestión de la movilidad sustentable	45
3.4.- Conclusiones	52
<b>4.- Procesos de planeación y gestión de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate</b>	<b>57</b>
4.1.- Estructura espacial y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	58
4.2.- La gestión de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	66
4.2.1.- El escenario transfronterizo. Tijuana-San Diego	68
4.2.2.- El escenario metropolitano. Tijuana-Rosarito-Tecate	74
4.2.3.- El escenario local. La ciudad de Tijuana	80
4.3.- Conclusiones. Retos para la gestión integral de usos del suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	89
<b>5.- Evaluación de la estructura territorial del espacio metropolitano Tijuana-Rosarito-Tecate</b>	<b>93</b>
5.1.- Metodología de análisis	93
5.1.1.- Coincidencias metodológicas	93
5.1.2.- Diseño de la metodología	95
5.2.- Accesibilidad y eficiencia. Evaluación de la estructura de usos de suelo y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	101
5.2.1.- Análisis a nivel distrito y ciudad	101
5.2.2.- Análisis a escala metropolitana	112
5.2.3.- Análisis a escala transfronteriza	117
5.3.- Conclusiones. Forma urbana y movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana-Rosarito-Tecate	121
<b>6.- Recomendaciones. Hacia una planeación integral de los usos del suelo y la movilidad en el espacio metropolitano de Tijuana, Rosarito y Tecate</b>	<b>129</b>

6.1.- Recomendaciones para el proceso de planeación	129
6.1.1.- Consideraciones estratégicas	129
6.1.2.- Consideraciones de proceso	132
6.2.- Recomendaciones para la gestión	136
6.2.1.- La necesidad de una política nacional	136
6.2.2.- Consideraciones para la gestión por escala de actuación	137
<b>7.- Conclusiones</b>	<b>145</b>
Bibliografía	