



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN PARA UN
CENTRO DE SERVICIOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA EN
LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO,
CONSIDERANDO SU POSICIÓN ESTRATÉGICA EN LA
LOGÍSTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE BIENES INDUSTRIALES**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: ING. DE SISTEMAS

CAMPO DISCIPLINARIO: TRANSPORTE

P R E S E N T A:

LUIS EMMANUEL ROMERO GODOY

TUTOR:

DRA. ANGÉLICA LOZANO CUEVAS



AÑO 2006

JURADO ASIGNADO:

Presidente:	Dr. Ricardo Aceves García
Secretario:	Dra. Idalia Flores de la Mota
Vocal:	Dra. Angélica Lozano Cuevas
1 ^{er} . Suplente:	M.I. Francisco Granados Villafuerte
2 ^{do} . Suplente:	M.I. Rodolfo Hernández Casanova

Lugar donde se realizó la tesis:

México, D.F., Ciudad Universitaria, Laboratorio de Transportes y Sistemas Territoriales del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

TUTOR DE TESIS:

Dra. Angélica Lozano Cuevas

FIRMA

Agradecimientos	V
Introducción	1
1. El Transporte de Carga en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)	5
1.1 Estructura Física, Crecimiento y Desarrollo de la ZMVM	7
1.2 Aspectos Económicos Relevantes de la ZMVM	10
1.3 Aspectos Relevantes e Infraestructura Existente del Transporte de Carga en la ZMVM	17
1.3.1 Registros Vehiculares del Transporte de Carga en la ZMVM	18
1.3.2 El Transporte Ferroviario de Carga dentro de la ZMVM	20
1.3.3 El Transporte Terrestre de Carga por Carretera dentro de la ZMVM	23
1.3.4 El Transporte de Carga Aéreo dentro de la ZMVM	29
1.4 Instalaciones Industriales dentro de la ZMVM	30
2. La Logística en la Distribución de Bienes Industriales y el Desarrollo Competitivo de las Industrias	37
2.1 Modelos para Distribución Física Urbana de Mercancías	39
2.1.1 Modelo de Distribución por Cabotaje (No centralizado)	39
2.1.2 Modelo de Distribución Centralizada	40
2.2 Los Agentes de Carga y los Operadores Logísticos	41
2.2.1 El Agente de Carga	41
2.2.2 El Operador Logístico	42
2.3 Ordenamiento Territorial Logístico	42
2.3.1 Los SLP como Instrumento para el Ordenamiento Territorial logístico	44
2.4 Canales de Distribución de los Productos Industriales	45
2.5 Acciones que Permiten Mejorar La Competitividad de las Empresas	47
2.5.1 El caso específico de la Tercerización (Outsourcing)	50
2.5.2 El Desarrollo de un Plan Logístico	52
2.6 Programas y Apoyos Gubernamentales que Fomentan el Desarrollo y la Competitividad Industrial	56
2.6.1 Aportaciones Específicas de la Secretaría de Economía (SE)	58
3. La Función del Centro de Servicios de Transporte y Logística en la Distribución de Bienes Industriales	63
3.1 Tipología de Soportes Logísticos de Plataforma	65
3.1.1 Zona de Actividades Logísticas (ZAL)	66
3.1.2 Centro Integrado de Mercancías (CIM)	66
3.1.3 Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL)	66
3.1.4 Plataforma Logística de Interfase de Transporte foráneo/local modal y/o intermodal (PLT)	67
3.1.5 Soporte Logístico Corporativo de Plataforma (SLCP)	67
3.1.6 Micro Plataforma Logística Urbana (mPLU)	67
3.2 Comparativa de los Soportes Logísticos de Plataforma	68
3.3 Principales Ventajas Competitivas de los CSTyL	73
3.3.1 El Papel del CSTyL dentro de la Cadena de Suministro	74
3.3.2 La Importancia de la Logística en la Distribución de Mercancías y el Impacto de sus Costos	75

3.3.3	El Beneficio de Implementar Soportes Logísticos de Plataforma en la Distribución de Mercancías	77
3.4	Elementos para la Evaluación Financiera del Proyecto del CSTyL	83
3.5	Elementos Estratégicos para el Éxito del CSTyL	85
4.	<i>Teoría de la Localización de Instalaciones</i>	89
4.1	Reseña Histórica sobre la Teoría de Localización	91
4.2	Clasificación de los Problemas de Localización de Instalaciones	92
4.2.1	Nuevas Instalaciones	93
4.2.2	Instalaciones Existentes	93
4.2.3	Interacción de Instalaciones Nuevas y Existentes	94
4.2.4	Espacio de Solución	95
4.2.5	Medición de la Distancia	96
4.2.6	Función Objetivo	96
4.2.7	Los Clientes	97
4.2.8	Otras Modalidades de Clasificación de Problemas de Localización	98
4.3	Modelos de Localización	99
4.3.1	Modelo de Costos Fijos	99
4.3.2	Minisum	99
4.3.3	Minisum con Distancias Rectilíneas	100
4.3.4	Líneas de Contorno	101
4.3.5	Minisum con Distancias Euclidianas	102
4.3.6	Centroide	103
4.3.7	Minimax	103
4.3.8	Modelo para la Ubicación Continua de una Instalación	104
4.3.9	Modelo de Gravedad	105
4.3.10	El Sistema de Calificación de Factores	106
4.3.11	Despliegue de la Función de Calidad	107
4.3.12	Método de Decisiones Multicriterio ELECTRE IV	109
4.3.13	Uso de los Sistemas de Información Geográfica	112
4.4	Consideraciones y Suposiciones de los Modelos de Localización en el Plano	113
4.5	Factores Competitivos que Influyen en la Localización de una Instalación	116
4.5.1	Factores de Localización de Mayor Importancia dentro de un Contexto Metropolitano	122
4.6	Estudios de Macrolocalización y de Microlocalización	124
4.6.1	Estudio de Macrolocalización	125
4.6.2	Estudio de Microlocalización	126
5.	<i>Estudio de Macrolocalización del CSTyL</i>	127
5.1	Delimitación de la Zona Geográfica donde se Propondrá la Ubicación del CSTyL	129
5.1.1	Los Accesos Carreteros de la Zona Norte de la ZMVM: Su Importancia Respecto a los Flujos de Entrada y Salida de Mercancía de la ZMVM	129
5.1.2	Delegaciones y Municipios de la ZMVM con el Mayor Número de Unidades Económicas (UE) y Personal Ocupado (PO)	130
5.1.3	Información Relevante sobre las Áreas de la ZMVM donde se Presenta un Uso Intensivo de Transporte de Carga	132
5.1.4	Área Geográfica que Comprende la Macrolocalización	143
5.2	Información Relevante de la Zona Geográfica Macroscópica para la Realización de la Localización Microscópica del CSTyL	148
5.2.1	El Municipio de Tepetztlán	148
5.2.1.1	Riesgos	148

5.2.1.2	Aspectos Económicos Relevantes	149
5.2.1.3	Desarrollo Urbano	149
5.2.1.4	Uso Actual del Suelo	149
5.2.1.5	Infraestructura Carretera	150
5.2.1.6	Desarrollo Industrial	150
5.2.1.7	Normas de Uso de Suelo	151
5.2.2	El Municipio de Cuautitlán	152
5.2.2.1	Riesgos	152
5.2.2.2	Aspectos Económicos Relevantes.	152
5.2.2.3	Desarrollo Urbano	152
5.2.2.4	Uso Actual del Suelo	153
5.2.2.5	Infraestructura Carretera y Ferroviaria	153
5.2.2.6	Desarrollo Industrial	154
5.2.2.7	Zonificación de Usos y Destinos en Zonas Urbanas y Urbanizables	155
5.2.2.8	Normas de Uso Suelo	156
5.2.3	El Municipio de Cuautitlán Izcalli	156
5.2.3.1	Riesgos	156
5.2.3.2	Aspectos Económicos Relevantes	157
5.2.3.3	Desarrollo Urbano	157
5.2.3.4	Uso Actual del Suelo	157
5.2.3.5	Infraestructura Carretera y Ferroviaria	158
5.2.3.6	Desarrollo Industrial	159
5.2.3.7	Zonificación de Usos y Destinos en Zonas Urbanas y Urbanizables	161
5.2.3.8	Normas de Uso de Suelo	161
5.3 Información Geográfica Recabada y Digitalizada en Relación a la Zona Macroscópica		161
6. Estudio de Microlocalización del CSTyL		173
6.1 Bases para Realizar el Estudio de Microlocalización		175
6.2 Preselección de los Sitios Candidatos para la Implementación del CSTyL		176
6.2.1	Información Recabada por Medio de los Planes de Desarrollo Urbano, de Visitas de Campo a los Predios Disponibles, del Sitio Oficial en Internet del Gobierno del Estado de México y de otras Fuentes	176
6.3 Selección de los Sitios Candidatos para la Implementación del CSTyL		182
6.4 Selección de Criterios a Evaluar		187
6.4.1	Accesibilidad	187
6.4.2	Uso de suelo actual y estratégico del sitio y usos de suelos cercanos	189
6.4.3	Restricciones	202
6.4.4	Reglamentación medioambiental	205
6.4.5	Mano de Obra	205
6.4.6	Pendiente	207
6.4.7	Ubicación Respecto a la Autopista México-Querétaro	207
6.4.8	Ubicación Relativa a Economías Externas de Aglomeración	208
6.5 El Método ELECTRE IV como Herramienta para Resolver el Problema de Microlocalización del CSTyL		210
6.6 Aplicación del Método ELECTRE IV para seleccionar el mejor sitio para la propuesta de implementación del CSTyL		212
6.6.1	Codificación de las Alternativas de Sitios y de los Criterios	212
6.6.2	Métrica para la Evaluación de los Criterios	213
6.6.3	Matriz de Impacto	214
6.6.4	Matriz de Comparación	215
6.6.5	Sobreclasificación de las Alternativas de Sitios	217

6.6.6	Ordenamiento Descendente	217
6.6.7	Ordenamiento Ascendente	225
6.6.8	Resultados	234
Conclusiones		237
Aportaciones		242
Limitaciones		243
Recomendaciones		244
Referencias		247
Anexo A		253

Agradecimientos

A Dios:

Gracias por todo lo que haz dispuesto en mi camino.

A mis Padres Rubí y Luis:

Por apoyarme y alentarme en todo momento, tanto en mis estudios como en mi vida. Todos mis logros los comparto con ustedes, pues han contribuido bastante para que los pueda conseguir. Los quiero mucho.

A Yamel:

La persona con quien deseo compartir todo el tiempo que me reste en esta vida, gracias por tu amor y cariño sincero a lo largo de estos cuatro años que hemos compartido juntos. Te amo preciosa.

A la Familia Andrade Romero:

Gracias a mi hermana Nahieli, a Braulio y a mis sobrinos que quiero mucho Denisse y Jair, por todos los gratos momentos que hemos compartido juntos.

A mis Familiares y Amigos:

Gracias a los miembros de las familias Romero y Godoy y a toda mi familia política por su cariño y apoyo. Gracias a todos mis amigos (de la infancia, de la escuela, del trabajo y los que he conocido por otras circunstancias) con quienes he podido compartir momentos inolvidables.

A mi Directora de Tesis, la Dra. Angélica Lozano:

De quien he prendido bastante, gracias por permitirme colaborar en el Laboratorio de Transporte y Sistemas Territoriales, lugar donde pude complementar y aplicar lo aprendido en la maestría. Gracias por su ardua labor desempeñada en la dirección de la presente tesis y por su interés mostrado para que este trabajo fuera hecho con la mayor calidad posible. Investigadores como usted son los que hacen a la UNAM una de las mejores instituciones educativas a nivel mundial.

Al Dr. Juan Pablo Antún:

Por fundar el Laboratorio de Transporte y Sistemas Territoriales del Instituto de Ingeniería, lugar merecedor indiscutible de grandes premios, distinciones y reconocimientos, y por impulsar la colaboración y participación de estudiantes jóvenes en proyectos de gran importancia para el desarrollo del país. Es un placer para mí el escuchar cada plática o comentario que expresa y el haber colaborado con usted en el Laboratorio.

Al Dr. Ricardo Acéves, a la Dra. Idalia Flores, al M.I. Francisco Granados y al M.I. Rodolfo Hernández:

De quienes he aprendido bastante al compartir conmigo sus conocimientos, y por que gran parte de sus enseñanzas las pude reflejar en la presente tesis, razones por lo que decidí hacerlos partícipes en este proceso tan importante para mí.

A mi Alma Mater, la UNAM:

Mi segunda casa durante los últimos 13 años de mi vida, ha sido el lugar donde aprendí a valorar más el tiempo y a lo que lo destino, a valorar las amistades, y por supuesto también al dinero: la relación beneficios/costos de lo que se obtiene y recibe de ella es invaluable, pues tiende al infinito... “Por mi raza hablará el espíritu”.

A mis Profesores:

Impartir cátedra es una de las profesiones que merece mis mayores respetos, gracias por compartir con nosotros, sus alumnos, sus conocimientos y su sabiduría con altos niveles de excelencia educativa y de calidad humana.

Al Instituto de Ingeniería:

Por la beca y las facilidades otorgadas para la realización de la presente tesis y por fomentar la participación de estudiantes en los proyectos destinados a su cargo, mientras nos seguimos preparando académicamente.

A mis compañeros del Laboratorio de Transporte y Sistemas Territoriales:

Gracias a todos los compañeros que forman parte del Laboratorio y a quienes formaron parte alguna vez de él, con quienes además de colaborar y aprender de ellos, he tenido una buena amistad a lo largo de 4 años.

Introducción

El tema de la distribución física de mercancías en zonas urbanas ha tomado gran relevancia a partir del crecimiento y complejidad de las trazas urbanas y del incremento del tráfico. Resulta interesante conocer los porcentajes respecto al total del Producto Interno Bruto (PIB) de los países que se destinan para realizar el proceso de distribución de mercancías, representando en algunos casos hasta una cuarta parte del PIB. Las cifras del costo logístico en México en el año 2003 fueron de 82,400 millones de dólares, de los cuales el 64% se destinó a costos de transportación (52,700 millones de dólares), el 32% se destinó a costos de manejo (26,200 millones de dólares), y el 4% restante se destinó a costos de administración y logística (3,500 millones de dólares)¹. Por otro lado, según datos de la *American Chamber* de México (cuyos datos fueron publicados en el año 2005), en el caso de México el porcentaje de los costos logísticos está representado por el 15.3% del PIB

Una población no puede subsistir si no se le suministran los insumos necesarios para ello, de ahí la importancia de establecer mecanismos cada vez más eficientes que permitan realizar la distribución física de mercancías y garantizar el abasto correcto de productos en el tiempo, lugar y cantidad correcta, al menor costo posible. En algunos casos, específicamente en los sectores más competitivos y cuyos márgenes de utilidades son menores que en otros, la búsqueda de dichos mecanismos por parte de las empresas es necesaria para permanecer en el mercado o para ser mejorada su competitividad respecto a sus competidores.

Observando las cifras de la Zona Metropolitana del Valle de México, compuesta por las delegaciones del DF y los municipios metropolitanos del Estado de México; por su población de 17 millones de habitantes y sus 4,902 km² de extensión territorial (ambas cifras para el año 1995)²; donde se movilizan de 380,000,000 de toneladas de carga anuales (estimadas para el año 1995)³, resaltan la necesidad de implementar centros especializados para el transporte de carga que faciliten la distribución de mercancías en la misma. A partir de la experiencia internacional en el diseño, operación y características de centros de este tipo, se observan grandes ventajas por parte de los Soportes Logísticos de Plataforma (SLP), por lo que resulta conveniente el recomendar el empleo dichas instalaciones dentro de la ZMVM.

Por otro lado, los productos que no son naturales (es decir que requieren de un proceso de transformación para su consumo) que se consumen en la ZMVM provienen necesariamente de zonas industriales localizadas tanto en la misma como en otras partes del país y del mundo, y requieren del diseño de los canales más adecuados que faciliten su distribución para su provisión oportuna en la cantidad, en el tiempo y en los lugares correctos que

¹ Fuente: Ornelas, S. Mexico's Third Party Logistics (3PL) Industry. Revista México Now. Año 3, Núm. 13, Noviembre-Diciembre 2004.

² Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 1999. INEGI.

³ Fuente: Estudio Integral de Transporte y Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México. Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad-Comisión Ambiental Metropolitana. 1999.

demandan los habitantes de la ZMVM. La necesidad de proveer estos productos industriales a la ZMVM resulta ser sumamente importante, sólo basta ver los objetos que nos rodean y los que consumimos diariamente para identificar la magnitud del impacto de la distribución de bienes industriales y como esta juega un papel importante en la vida cotidiana de los que habitamos la zona.

A partir de lo anterior surge el objetivo de la presente tesis, que es establecer el mejor sitio para el establecimiento de un Centro de Servicios de Transporte y Logística (que es un SLP avocado principalmente al servicio de empresas que transportan mercancías del tipo industrial), para beneficiar la distribución de bienes industriales en la ZMVM.

De esta forma, la presente tesis se compone de los siguientes capítulos:

En el capítulo 1: *“El Transporte de Carga en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)”*, se presenta información sobre los aspectos más importantes que presenta la ZMVM, relativos al transporte de carga que se desarrolla en ella y a la infraestructura existente para él. En la sección 1.1 se mencionan las características relativas a la estructura física, el crecimiento y el desarrollo de la ZMVM. En la sección 1.2 se presentan aspectos económicos relativos al número de unidades económicas y personal ocupado por los sectores manufactura, comercio y servicios para las delegaciones y municipios pertenecientes a la ZMVM, así como la contribución al Producto Interno Bruto por entidad. En la sección 1.3 se muestra información sobre los registros vehiculares del transporte de carga de la ZMVM, sobre la infraestructura y estadísticas del transporte de carga por ferrocarril, del transporte terrestre de carga por carretera y del transporte de carga aéreo. Por último, en la sección 1.4 se presenta información relativa a las instalaciones industriales localizadas en la ZMVM.

En el capítulo 2: *“La Logística en la Distribución de Bienes Industriales y el Desarrollo Competitivo de las Industrias”*, se muestra información relativa a la distribución de mercancías, a los prestadores de servicios para el transporte de carga, y a las acciones que podrían beneficiar el desarrollo competitivo de las empresas. En la sección 2.1 se presentan los diferentes modelos de distribución de mercancías que existen. En la sección 2.2 se muestra el papel de los agentes de carga y de los operadores logísticos. En la sección 2.3 se presenta el concepto de ordenamiento territorial logístico y la función de los Soportes Logísticos de Plataforma (SLP) dentro de él. En la sección 2.4 se muestran los diferentes canales de distribución que pueden emplearse para la distribución de bienes industriales. En la sección 2.5 se presentan las acciones que permiten mejorar la competitividad de las empresas. Por último, en la sección 2.6 se mencionan los programas y apoyos gubernamentales que fomentan el desarrollo competitivo de las industrias.

En el capítulo 3: *“La Función del Centro de Servicios de Transporte y Logística en la Distribución de Bienes Industriales”*, se mencionan las características principales de los Soportes Logísticos de Plataforma (SLP), haciendo énfasis en el papel que desempeña el Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL) en la distribución de bienes industriales. En la sección 3.1 se mencionan los objetivos principales a los cuales se avocan

cada uno de los SLP. En la sección 3.2 se presenta información sobre las características observadas en los SLP más representativos a nivel mundial. En la sección 3.3 se mencionan las principales ventajas que se pueden obtener al emplear al CSTyL para la distribución de bienes industriales. En la sección 3.4 se presentan los elementos que deben considerarse para realizar la evaluación financiera del proyecto del CSTyL. Por último, en la sección 3.5 se mencionan los elementos estratégicos que deben considerarse por ser determinantes para el éxito del CSTyL.

En el capítulo 4: “*Teoría de Localización de Instalaciones*”, se trata el tema del problema de localización de instalaciones, haciendo énfasis en el problema de una sola instalación en el plano. En la sección 4.1 se presenta una reseña histórica de la teoría de localización, mencionando en ella a los investigadores que desarrollaron las primeras teorías para resolver el problema de localización. En la sección 4.2 se presenta una clasificación de los problemas de localización de instalaciones que en la práctica se presentan con mayor frecuencia. En la sección 4.3 se mencionan los principales modelos de localización que se emplean para resolver el problema de localización. En la sección 4.4 se presentan las consideraciones y suposiciones de los modelos de localización en el plano. En la sección 4.5 se mencionan los principales factores competitivos que influyen en la localización de una instalación. Por último, en la sección 4.6 se presenta un resumen de las principales características de los estudios de macrolocalización y de microlocalización.

En el capítulo 5: “*Estudio de Macrolocalización del CSTyL*”, se muestra el desarrollo del estudio de macrolocalización del Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL). En la sección 5.1 se presenta la información empleada para realizar el estudio de macrolocalización y su resultado, el cual es el área geográfica donde se establecerá el CSTyL. En la sección 5.2 se muestra información relevante de los planos de desarrollo de los municipios comprendidos por el área geográfica macroscópica. Por último, en la sección 5.3 se menciona la información recabada y digitalizada en relación al área geográfica macroscópica.

En el capítulo 6: “*Estudio de Microlocalización del CSTyL*”, se presenta el estudio de microlocalización del Centro de Servicios de Transporte y logística (CSTyL). En la sección 6.1 se presentan las bases para realizar el estudio de microlocalización. En la sección 6.2 se muestra la preselección de los sitios candidatos para la propuesta del establecimiento del CSTyL. En la sección 6.3 se presenta la selección final de los sitios candidatos para la implementación del CSTyL. En la sección 6.4 se muestran los criterios seleccionados para realizar la evaluación de los sitios candidatos, así mismo, en esta misma sección, se muestra el análisis de los criterios y la justificación en la elección, a partir de dicho análisis, del modelo ELECTRE IV como herramienta para resolver el problema de localización del CSTyL. En la sección 6.5 se presenta la metodología del método ELECTRE IV. Por último, en la sección 6.6 se presentan la aplicación del método ELECTRE IV para resolver el problema de localización del CSTyL y sus resultados.

Capítulo 1

1. El Transporte de Carga en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

Introducción

En este capítulo se presenta información sobre los aspectos más importantes que presenta la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), relativos al transporte de carga que se desarrolla en ella y a la infraestructura existente para él. En la sección 1.1 se mencionan las características relativas a la estructura física, el crecimiento y el desarrollo de la ZMVM. En la sección 1.2 se presentan aspectos económicos relativos al número de unidades económicas y personal ocupado por los sectores manufactura, comercio y servicios para las delegaciones y municipios pertenecientes a la ZMVM, así como la contribución al Producto Interno Bruto por entidad. En la sección 1.3 se muestra información sobre los registros vehiculares del transporte de carga de la ZMVM, sobre la infraestructura y estadísticas del transporte de carga por ferrocarril, del transporte terrestre de carga por carretera y del transporte de carga aéreo. Por último, en la sección 1.4 se presenta información relativa a las instalaciones industriales localizadas en la ZMVM.

1.1 Estructura Física, Crecimiento y Desarrollo de la ZMVM

Debido al acelerado proceso de urbanización de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), los organismos a los que les compete no han podido realizar un consenso para contar con una delimitación precisa de la misma. Durante las diferentes etapas de crecimiento de la mancha urbana de la ZMVM, se han ido anexando a ella varios grupos de municipios metropolitanos, lo que ha contribuido a la imprecisión de su delimitación. Mientras que en todos los documentos revisados, la delimitación presentada comprende en su totalidad a las 16 delegaciones del Distrito Federal, en varios de ellos el número de municipios metropolitanos incluidos no coincide, hecho que depende en muchos de los casos, de la fecha de sus fuentes de información.

Sin embargo, para el objeto de la presente tesis, la ZMVM comprende el territorio de las 16 delegaciones del DF y de 28 municipios del Estado de México. Su delimitación se definió seleccionando aquellos municipios que coincidían en la mayoría de los documentos con fuente reciente. La delimitación de la ZMVM empleada en el presente trabajo, se muestra en la Figura 1.1, donde también se presenta la clave geoestadística asignada por el INEGI para cada delegación/municipio; la relación con los nombres de las delegaciones y municipios se presenta en la Tabla 1.1.



Figura 1.1 Delimitación de la ZMVM4

⁴ Fuente: Elaboración Propia

Clave	Nombre Delegación	Clave	Nombre Municipio	Clave	Nombre Municipio
09-002	Azcapotzalco	15-002	Acolman	15-060	Nicolás Romero
09-003	Coyoacán	15-011	Atenco	15-070	La Paz
09-004	Cuajimalpa	15-013	Atizapán	15-081	Tecámac
09-005	Gustavo A. Madero	15-020	Coacalco	15-091	Teoloyucan
09-006	Iztacalco	15-024	Cuautitlán	15-095	Tepotztlán
09-007	Iztapalapa	15-025	Chalco	15-099	Texcoco
09-008	Magdalena Contreras	15-029	Chicoloapan	15-104	Tlalnepantla
09-009	Milpa Alta	15-031	Chimalhuacán	15-108	Tultepec
09-010	Álvaro Obregón	15-033	Ecatepec	15-109	Tultitlán
09-011	Tláhuac	15-037	Huixquilucan	15-120	Zumpango
09-012	Tlalpan	15-039	Ixtapaluca	15-121	Cuautitlán Izcalli
09-013	Xochimilco	15-044	Jaltenco	15-122	Valle de Chalco
09-014	Benito Juárez	15-053	Melchor Ocampo		
09-015	Cuauhtémoc	15-057	Naucalpan		
09-016	Miguel Hidalgo	15-058	Nezahualcóyotl		
09-017	Venustiano Carranza	15-059	Nextlalpan		

Tabla 1.1 Delegaciones y Municipios pertenecientes a la ZMVM5

Existen diversas delimitaciones de la ZMVM para diferentes organismos, por ejemplo, con base al enfoque de delimitación funcional, que mediante criterios geoestadísticos reconoce relaciones de interdependencia y funcionalidad entre el área central de la ciudad y las áreas adyacentes y periféricas a ésta, según el Marco Geoestadístico del INEGI, la ZMCM (Zona Metropolitana de la Ciudad de México) está comprendida por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 34 municipios metropolitanos del Estado de México. Por otro lado, la Comisión Ambiental Metropolitana (órgano de gestión integrado por los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, organismos descentralizados y la mayoría de las secretarías del Gobierno Federal) menciona que la zona metropolitana está integrada por las áreas urbanas (16 delegaciones) del Distrito Federal y las áreas contiguas a éste (28 municipios) del Estado de México.⁶

Asumiendo la delimitación desde un punto de vista ecológico-regional, se considera también al Valle de México que abarca un área no del todo definida y que involucra al Distrito Federal y parte de los estados de México, Tlaxcala, Hidalgo y Puebla. Por último, hay quienes desde una perspectiva mega-regional, definen una ZMVM que incluye al Distrito Federal y a 53 municipios del estado de México, incluida la capital Toluca y su zona metropolitana, y un municipio del Estado de Hidalgo, aunque esta delimitación es de las menos utilizadas.⁷

En la Figura 1.2 se muestran las etapas de crecimiento de la mancha urbana de la ZMVM, en ella es posible observar el crecimiento acelerado que se presentó en tan sólo 80 años, entre el año 1910 y el año 1990.

⁵ Fuente: Elaboración Propia

⁶ Fuente: Bases Conceptuales y de Diagnóstico del Programa para la Prevención y Manejo Integral de Residuos Peligrosos. 2002. Comisión Ambiental Metropolitana.

⁷ Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana. 1999. INEGI

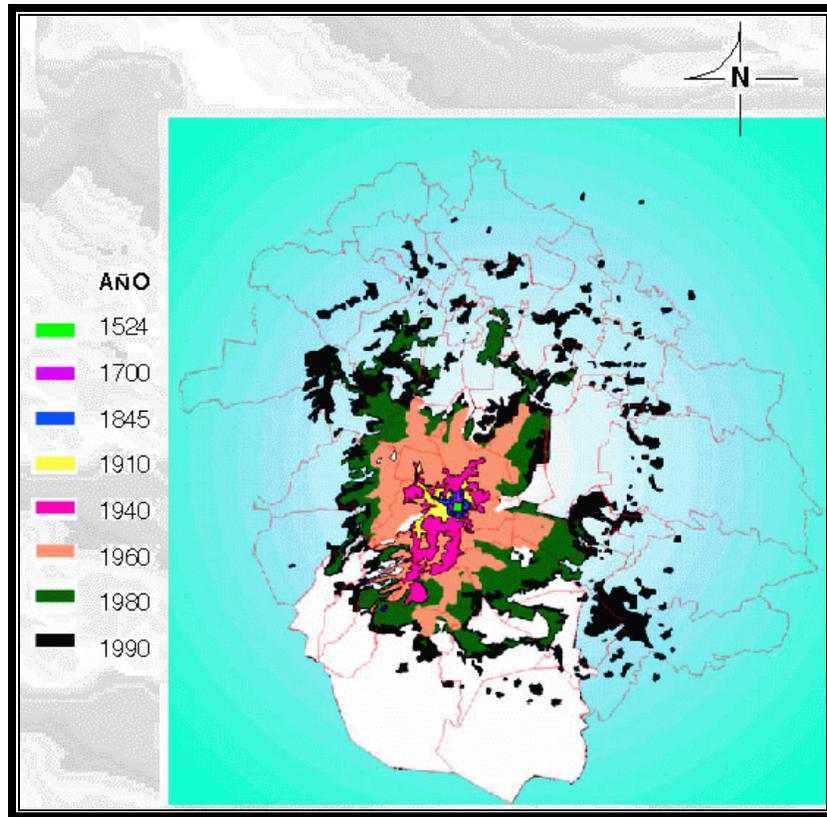


Figura 1.2 Etapas de crecimiento de la ZMVM entre el año 1524 y el año 1990⁸

Se considera que el área urbanizada pasó de 700 km² en el año de 1950, a 1,000 km² en 1970⁹, llegando a tener en 1995 un total de 4,925 km² dentro de los cuales 1,484 km² pertenecen al Distrito Federal (el 30% del área total) y 3,441 km² a los 34 Municipios Metropolitanos que comprende el Marco Geoestadístico 1995 del INEGI (el 70% del área total).¹⁰

En 1990 la población rebasaba los 15 millones de habitantes y su superficie alcanzaba 4,666 km²; durante los siguientes 5 años se incorpora territorio del oriente en lo restante del lago de Texcoco y se acelera el proceso de urbanización, alcanzando los 17 millones en 1995 y los 4,902 km².¹¹

La ciudad ha sufrido en los últimos 30 años un decremento poblacional en su zona central, la cual comprende las delegaciones Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza, y un aumento demográfico en las delegaciones de suelo de conservación. La población se está yendo de la parte central del Distrito Federal, y el Estado de México está recibiendo población, debido principalmente al precio y

⁸ Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 1999. INEGI

⁹ Fuente: Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. 1996

¹⁰ Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana. 2000. INEGI

¹¹ Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 1999. INEGI

disponibilidad de la tierra, lo cual facilita la reubicación de la población en el Estado de México.¹²

1.2 Aspectos Económicos Relevantes de la ZMVM

La ZMVM contribuye en gran medida a las unidades económicas y personal ocupado del país. Tan solo en el Distrito Federal se concentra el 47% de las unidades económicas y el 49% del personal ocupado del país.¹³

De los resultados de los censos económicos de 1999 del INEGI, utilizando la información de los 28 municipios metropolitanos que delimitan la ZMVM (considerados en la presente tesis), se obtuvo la siguiente información para el año de 1998:¹⁴

- En el sector manufacturero operan 55,580 unidades económicas en la ZMVM, mismas que dieron ocupación a 871,403 personas. El Distrito Federal concentraba 55.9 % de los establecimientos y 57.4 % del personal ocupado, en tanto que los municipios metropolitanos tenían el 44.1 % y el 42.6 %, respectivamente.
- En el rubro de comercio existen 312,675 unidades económicas en toda la ZMVM, de las cuales el 57.6% se encuentra en el Distrito Federal y el resto, 42.4% en los municipios metropolitanos. Del dato que hace referencia al DF cabe mencionar que el 90.4% corresponde a comercio de productos al menudeo y el 9.6% a comercio de productos al por mayor, mientras que para los municipios metropolitanos estas cifras cambian al 94.1% y 5.9% respectivamente. En lo que respecta al personal ocupado, 897,879 personas trabajan en el sector comercio en la ZMVM, de ellas, el 65.7 % lo hace en el Distrito Federal y el restante 34.3 % en los municipios metropolitanos.
- En el sector servicios existen 205,032 unidades económicas en la ZMVM, de las cuales 62.4% se encuentran en el Distrito Federal y el 37.6% restante en los municipios metropolitanos. El personal ocupado para este sector se compone de 1'129,676 empleados en toda la ZMVM, de los cuales el 78.7% se ubica en el DF y el 21.3% en los municipios metropolitanos.

Las cifras desglosadas del número de unidades económicas y de personal ocupado en la ZMVM para los sectores manufactura, comercio y servicio, por delegación y municipio metropolitano, se presentan en la Tabla 1.2. De la misma tabla se tiene lo siguiente:

- De las delegaciones del DF, Cuauhtémoc es la que presenta un mayor número de unidades económicas (UE) y de personal ocupado (PO), con 60,159 UE (el 18% del

¹² Fuente: Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal 1996

¹³ Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2000. INEGI

¹⁴ Fuente: Elaboración Propia con Información de Censos Económicos 1999. DF INEGI

total del DF) y 373,711 PO (el 19% del total del DF). Respecto a las UE, Iztapalapa le sigue en importancia, con 55,489 UE (el 16% del total del DF). Respecto al PO, la delegación que le sigue en orden de importancia es Miguel Hidalgo, con 279,534 PO (el 14% del total del DF).

- Entre los municipios metropolitanos, Ecatepec cuenta con el mayor número de unidades económicas, presentando 45,151 UE (el 19% del total de los municipios metropolitanos), siguiéndole Nezahualcóyotl con 41,266 (el 18% del total de los municipios metropolitanos). Respecto al personal ocupado Naucalpan presenta el mayor número, contando con 168,624 PO (el 18% del total de los municipios metropolitanos), siguiéndole en importancia Tlalnepantla con 154,973 PO (el 17% del total de los municipios metropolitanos) y Ecatepec con 145,289 (el 16% del total de los municipios metropolitanos).

Delegación	Manufactura		Comercio		Servicios		Total UE	Total PO
	Unidades Económicas	Personal Ocupado	Unidades Económicas	Personal Ocupado	Unidades Económicas	Personal Ocupado		
Azcapotzalco	1,908	74,588	8,193	32,887	5,767	31,609	15,868	139,084
Coyoacán	1,345	27,287	8,111	30,352	7,822	48,718	17,278	106,357
Cuajimalpa	327	3,020	2,127	9,552	1,374	9,412	3,828	21,984
Gustavo A. Madero	3,862	43,718	21,101	50,903	15,109	56,722	40,072	151,343
Iztacalco	1,994	46,970	7,478	20,443	5,333	22,830	14,805	90,243
Iztapalapa	5,846	79,502	32,938	85,798	16,705	60,168	55,489	225,468
Magdalena Contreras	356	1,575	2,405	4,681	1,563	6,295	4,324	12,551
Milpa Alta	244	669	1,811	2,870	755	1,591	2,810	5,130
Álvaro Obregón	1,525	17,617	7,963	30,988	6,434	68,135	15,922	116,740
Tláhuac	1,034	7,759	4,799	9,175	2,758	6,163	8,591	23,097
Tlalpan	1,215	14,688	7,810	23,923	5,209	37,466	14,234	76,077
Xochimilco	904	11,718	6,793	14,540	3,172	10,815	10,869	37,073
Benito Juárez	1,959	31,122	9,011	57,480	12,946	130,494	23,916	219,096
Cuauhtémoc	4,882	62,710	31,025	125,263	24,252	185,738	60,159	373,711
Miguel Hidalgo	1,677	58,143	9,403	52,696	10,362	168,695	21,442	279,534
Venustiano Carranza	1,990	18,969	19,031	38,322	8,405	44,651	29,426	101,942
Total	31,068	500,055	179,999	589,873	127,966	889,502	339,033	1,979,430
Municipio	Manufactura		Comercio		Servicios		Total UE	Total PO
	Unidades Económicas	Personal Ocupado	Unidades Económicas	Personal Ocupado	Unidades Económicas	Personal Ocupado		
Acolman	338	2,568	905	1,447	390	1,029	1,633	5,044
Atenco	146	1,047	389	589	182	336	717	1,972
Atizapán	979	13,008	4,742	11,562	2,632	11,420	8,353	35,990
Coacalco	355	2,303	2,553	5,390	1,895	5,794	4,803	13,487
Cuautitlán	268	7,874	1,386	3,767	967	2,624	2,621	14,265
Cuautitlán Izcalli	910	40,474	5,042	15,092	3,403	18,771	9,355	74,337
Chalco	753	4,835	3,824	7,008	1,812	4,581	6,389	16,424
Chicoloapan	335	1,594	1,355	2,219	699	1,287	2,389	5,100
Chimalhuacán	1,114	2,987	8,180	11,524	3,074	5,037	12,368	19,548
Ecatepec	4,698	59,732	25,668	52,804	14,785	32,753	45,151	145,289
Huixquilucan	222	1,042	1,721	4,865	960	4,778	2,903	10,685
Ixtapaluca	776	7,797	3,598	6,887	1,664	3,610	6,038	18,294
Jaltenco	*	466	330	469	177	329	507	1,264
Melchor Ocampo	110	679	576	877	283	547	969	2,103
Naucalpan	2,126	78,697	11,358	45,673	7,856	44,254	21,340	168,624
Nezahualcóyotl	4,231	16,892	22,410	38,950	14,625	30,839	41,266	86,681
Nextlalpan	*	217	182	225	79	126	261	568
Nicolás Romero	569	3,078	3,380	5,679	1,614	3,476	5,563	12,233
La Paz	703	10,309	3,539	8,121	2,017	4,618	6,259	23,048
Tecámac	502	3,991	2,802	5,259	1,353	2,781	4,657	12,031
Teoloyucan	156	846	924	1,644	433	833	1,513	3,323
Tepotztlán	162	6,117	780	3,369	406	2,404	1,348	11,890
Texcoco	581	5,607	3,190	7,503	2,136	6,248	5,907	19,358
Tlalnepantla	2,183	73,606	10,465	42,793	7,495	38,574	20,143	154,973
Tultepec	270	4,528	1,055	1,728	547	1,135	1,872	7,391
Tultitlán	832	16,755	4,769	10,286	2,514	6,523	8,115	33,564
Valle de Chalco	887	3,028	5,980	9,185	2,374	4,000	9,241	16,213
Zumpango	306	1,271	1,573	3,091	694	1,467	2,573	5,829
Total	24,512	371,348	132,676	308,006	77,066	240,174	234,254	919,528
* Omisión por confidencialidad								
Total ZMVM	55,580	871,403	312,675	897,879	205,032	1,129,676	573,287	2,898,958

Tabla 1.2 Unidades económicas y personal ocupado en la ZMVM para los sectores manufactura, comercio y servicios¹⁵

¹⁵ Fuente: Elaboración Propia con Información de Censos Económicos 1999. DF INEGI

En la Figura 1.3, Figura 1.4, Figura 1.5, Figura 1.6, Figura 1.7 y Figura 1.8 se presentan las distribuciones espaciales por rangos de valores de las unidades económicas y del personal ocupado, para los sectores manufactura, comercio y servicios, en las delegaciones y municipios metropolitanos de la ZMVM.

En la Figura 1.3 se observa que en la parte cercana al Oriente de la zona central de la ZMVM, se tienen los mayores registros de unidades económicas para el sector manufactura.

Por otro lado, en la Figura 1.4 se observa que el personal ocupado en el sector manufactura se encuentra en la mayor parte de la zona central de la ZMVM, estando inclinada la balanza hacia la parte Poniente de dicha zona central.

En la Figura 1.5 se observa que en la parte Oriente de la zona central de la ZMVM, es donde se tienen los registros más altos en el número de unidades económicas del sector comercio.

En la Figura 1.6 se observa que las delegaciones Cuauhtémoc e Iztapalapa son las que presentan los registros más altos en el personal ocupado para el sector comercio.

En la Figura 1.7 se observa que las unidades económicas para el sector servicio tienen más registros en la zona central de la ZMVM, teniendo una inclinación mayor en la parte Oriente de dicha zona central.

Por último, en la Figura 1.8 se observa que las delegaciones Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Benito Juárez son las que tienen los registros más altos en el personal ocupado para el sector servicios.

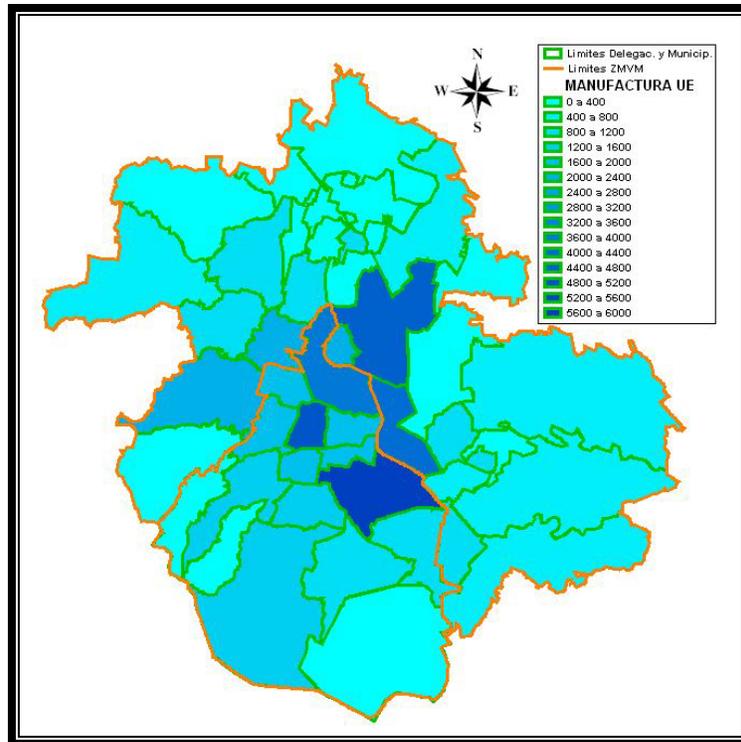


Figura 1.3 Distribución de las unidades económicas del sector manufactura en la ZMVM¹⁶

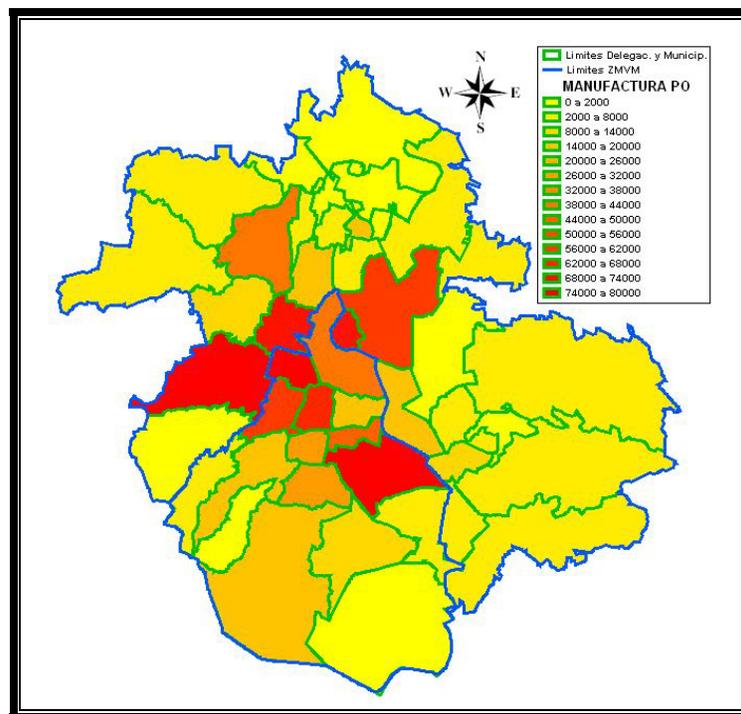


Figura 1.4 Distribución del personal ocupado en el sector manufactura en la ZMVM¹⁷

¹⁶ Fuente: Elaboración Propia con información de Censos Económicos 1999. INEGI

¹⁷ Fuente: Ídem

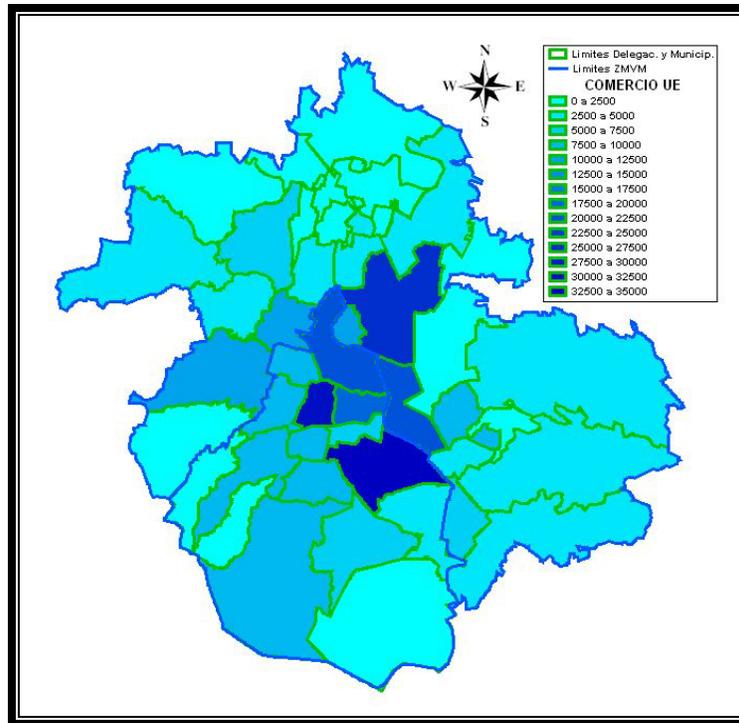


Figura 1.5 Distribución de las unidades económicas del sector comercio en la ZMVM¹⁸

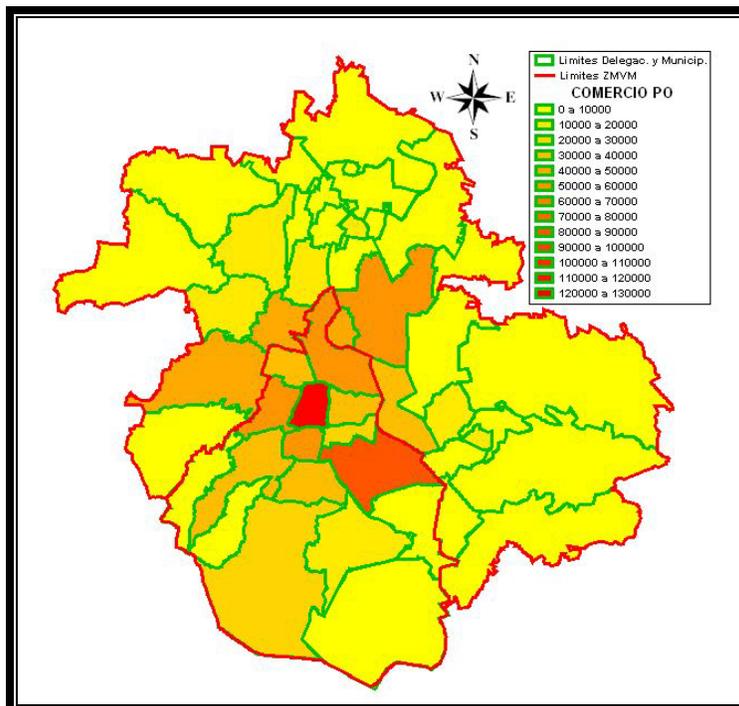


Figura 1.6 Distribución del personal ocupado en el sector comercio en la ZMVM¹⁹

¹⁸ Fuente: Elaboración Propia con información de Censos Económicos 1999. INEGI

¹⁹ Fuente: Ídem

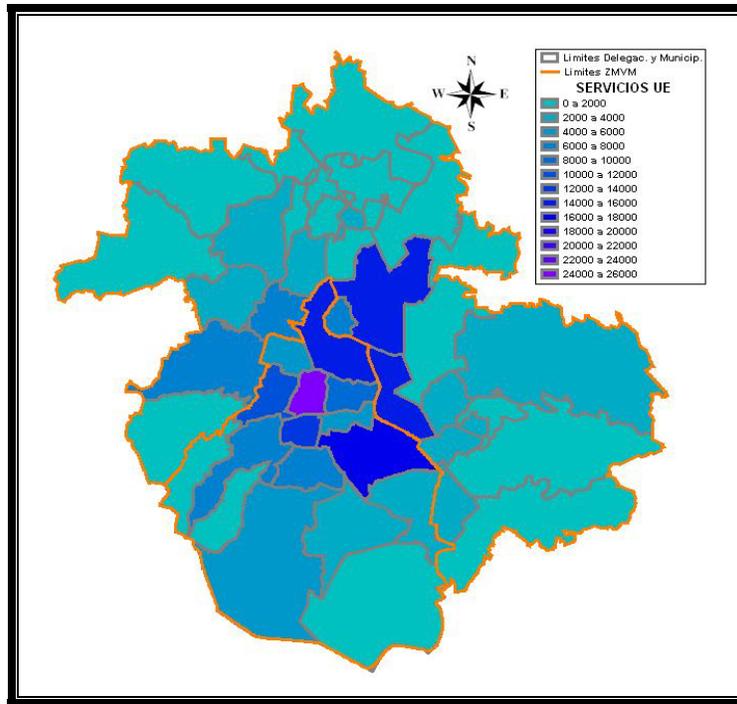


Figura 1.7 Distribución de las unidades económicas del sector servicios en la ZMVM²⁰

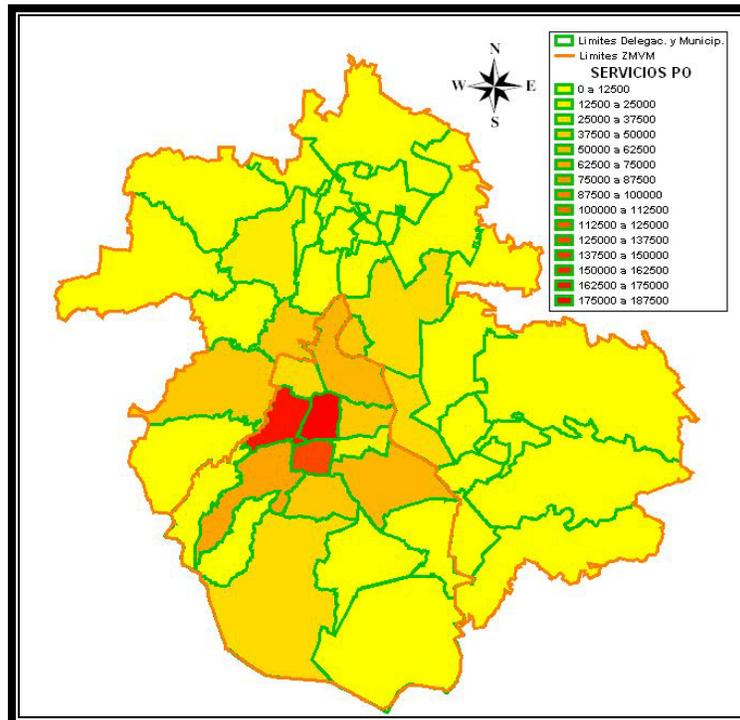


Figura 1.8 Distribución del personal ocupado en el sector servicios en la ZMVM²¹

²⁰ Fuente: Elaboración Propia con Información de Censos Económicos 1999. INEGI

²¹ Fuente: Ídem

Respecto al Producto Interno Bruto, se tiene que en 1998 la aportación del PIB en el Distrito Federal provino de la gran división 9 (servicios comunales, sociales y personales) con un 30.8%; la gran división 6 (comercio, restaurantes y hoteles) con 21.7%; la gran división 3 (industria manufacturera) con 19.4%, y la gran división 8 (servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler) con 18.8%.²²

En lo que respecta al PIB del Estado de México, la participación principal se origina en la industria manufacturera, que representa el 33.6% de la entidad, seguida del comercio, restaurantes y hoteles con 20% y por último, servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler con 14.4 %.²³

Respecto a la aportación específica al PIB por delegación y municipio metropolitano, cabe mencionar que no se encontró en documento alguno, información sobre esas cifras.

1.3 Aspectos Relevantes e Infraestructura Existente del Transporte de Carga en la ZMVM

En la Figura 1.9 se muestra la infraestructura para el transporte dentro de la ZMVM, donde cabe mencionar que el servicio de la línea de ferrocarril a Cuernavaca ya no se encuentra disponible.

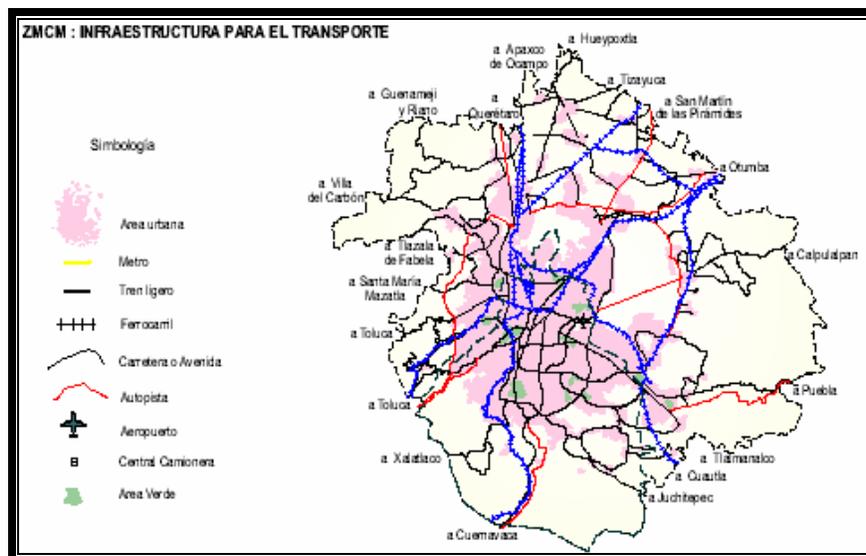


Figura 1.9 Infraestructura para el Transporte en la ZMVM²⁴

²² Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2000. INEGI

²³ Fuente: Ídem

²⁴ Fuente: Ídem

1.3.1 Registros Vehiculares del Transporte de Carga en la ZMVM

En el año de 1997 se encontraban registrados más de tres millones de vehículos en la ZMVM, participando el DF con el 87.5% de esos vehículos. Entre 1997 y 1999 se incrementó en un 25 % el número de vehículos registrados en la zona, el aumento fue mayor en los municipios metropolitanos, representando 39% entre los dos años mencionados. Los camiones de carga son los que tuvieron el mayor aumento, ya que en 1999 se registraron 11.6 % más que en 1998.²⁵

En la Tabla 1.3 se presenta la flota vehicular registrada en la ZMVM, donde se observa lo siguiente:

- De los 3'335,263 vehículos que se encuentran registrados, 357,837 son utilizados para el transporte de carga, lo que representa el 10.7% del total.
- De los vehículos de carga, el 94.2% es de uso particular y el 5.8% es de uso público, lo que manifiesta la falta de oferta de transporte público para las empresas, las cuales han tenido que invertir en vehículos propios para distribuir su mercancía.
- El número de vehículos registrados es muy similar en el DF (177,597) y en los municipios metropolitanos (180,240), representando el 49.6% y el 50.4% del total de la ZMVM, respectivamente.
- La oferta de transporte público de carga en los municipios metropolitanos es casi tres veces mayor que la del DF. Mientras que en el DF existen 5,371 vehículos para uso público, en los municipios metropolitanos existen 15,562 vehículos de este tipo.
- Las entidades que cuentan con más de 10,000 vehículos registrados son: Ecatepec, con 39,963 (el 11.2% del total de la ZMVM); Cuauhtémoc, con 31,482 (el 8.8% del total); Miguel Hidalgo, con 24,756; Naucalpan de Juárez, con 22,259; Tlalnepantla de Baz, con 21,849; Iztapalapa, con 20,405; Nezahualcóyotl, con 17,632; Azcapotzalco, con 17,511; Gustavo A. Madero, con 14,712; Benito Juárez, con 14,223; Coacalco, con 13,760; e Iztacalco con 10,935. En conjunto estas 12 entidades representan el 69.7% del total de la flota de carga de la ZMVM.
- Tan solo Ecatepec y Cuauhtémoc tienen registrados en conjunto el 20% del total de los vehículos de carga de la ZMVM, contando con el 11.2% y el 8.8% del total de registros de la ZMVM, respectivamente.
- Sumando el número de vehículos registrados en las siguientes 7 entidades: Ecatepec, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Naucalpan, Tlalnepantla de Baz,

²⁵ Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2000. INEGI

Iztapalapa y Nezahualcóyotl, se obtiene casi el 50% de toda la flota de carga de la ZMVM.

En la Figura 1.10 se muestra la distribución espacial de los vehículos por delegaciones y municipios de la ZMVM; se observa que en el centro de la zona se concentra la mayoría de los registros vehiculares.

	Automóviles			Camiones de Pasajeros			Camiones de Carga			Motocicletas	Total
	Público	Particular	Total	Público	Particular	Total	Público	Particular	Total	Total	
Delegaciones											
Alvaro Obregón	6,392	181,428	187,820	9	301	310	439	9,544	9,983	3,096	201,209
Azcapotzalco	5,265	127,565	132,830	4	112	116	252	17,259	17,511	2,241	152,698
Benito Juárez	3,984	237,045	241,029	6,768	695	7,463	251	13,972	14,223	888	263,603
Coyoacán	7,658	231,556	239,214	6	297	303	349	7,981	8,330	3,832	251,679
Cuajimalpa	935	28,873	29,808	1	23	24	67	1,231	1,298	629	31,759
Cuauhtémoc	5,635	238,250	243,885	1,062	892	1,954	335	31,147	31,482	11,225	288,546
Gustavo A. Madero	14,883	274,796	289,679	11	587	598	999	13,713	14,712	4,177	309,166
Iztacalco	5,585	111,063	116,648	2	113	115	405	9,990	10,395	3,662	130,820
Iztapalapa	13,757	247,971	261,728	12	239	251	1,119	19,286	20,405	5,535	287,919
Magdalena Contreras	1,395	46,398	47,793	2	2	4	72	1,670	1,742	724	50,263
Miguel Hidalgo	3,467	213,506	216,973	10	496	506	245	24,511	24,756	5,602	247,837
Milpa Alta	451	8,339	8,790	1	8	9	15	1,251	1,266	68	10,133
Tláhuac	1,465	27,526	28,991	1	48	49	80	2,202	2,282	452	31,774
Tlalpan	4,779	147,890	152,669	5	271	276	228	6,677	6,905	2,245	162,095
Venustiano Carranza	7,420	123,326	130,746	3	108	111	348	8,695	9,043	3,235	143,135
Xochimilco	3,002	54,434	57,436	0	52	52	167	3,097	3,264	7,781	68,533
Total Delegaciones	86,073	2,299,966	2,386,039	7,897	4,244	12,141	5,371	172,226	177,597	55,392	2,631,169
Municipios Metropolitanos											
Acolman	118	3,574	3,692	0	5	5	100	1,026	1,126	17	4,840
Atenco	23	1,064	1,087	0	0	0	1	251	252	2	1,341
Atizapán	868	41,701	42,569	151	56	207	413	6,940	7,353	336	50,465
Coacalco	598	16,523	17,121	3	53	56	820	12,940	13,760	125	31,062
Cuautitlán	120	7,612	7,732	181	9	190	56	1,325	1,381	34	9,337
Cuautitlán Izcalli	1,129	34,369	35,498	756	97	853	496	5,837	6,333	199	42,883
Chalco	711	8,466	9,177	81	9	90	323	7,279	7,602	57	16,926
Chicoloapan	47	2,352	2,399	1	1	2	22	903	925	22	3,348
Chimalhuacán	352	5,076	5,428	14	5	19	205	2,217	2,422	4,964	12,833
Ecatepec	2,542	78,100	80,642	608	107	715	5,655	34,308	39,963	1,006	122,326
Huixquilucan	266	12,038	12,304	2	11	13	257	2,593	2,850	62	15,229
Ixtapaluca	513	7,117	7,630	8	5	13	361	3,772	4,133	2,717	14,493
Jaltenco	12	602	614	0	0	0	16	154	170	3	787
Melchor Ocampo	65	1,633	1,698	165	0	165	13	2,059	2,072	7	3,942
Naucalpan	2,409	83,794	86,203	281	195	476	2,368	19,891	22,259	2,806	111,744
Nextlalpan	4	527	531	0	0	0	3	342	345	6	882
Nezahualcóyotl	3,457	37,317	40,774	287	64	351	1,604	16,028	17,632	0	58,757
Nicolás Romero	498	13,617	14,115	426	14	440	506	3,619	4,125	121	18,801
La Paz	240	3,763	4,003	10	4	14	97	2,238	2,335	37	6,389
Tecámac	405	8,349	8,754	261	3	264	202	2,479	2,681	58	11,757
Teoloyucan	36	2,184	2,220	34	3	37	36	1,506	1,542	9	3,808
Tepotztlán	20	3,760	3,780	8	4	12	41	1,067	1,108	19	4,919
Texcoco	895	19,322	20,217	130	124	254	106	7,153	7,259	62	27,792
Tlalnepantla	1,265	66,678	67,943	240	124	364	1,164	20,685	21,849	592	90,748
Tultepec	90	3,415	3,505	219	4	223	62	1,141	1,203	22	4,953
Tultitlán	607	18,858	19,465	116	44	160	614	4,702	5,316	1,289	26,230
Valle de Chalco Solidaridad	23	298	321	0	1	1	3	551	554	0	876
Zumpango	128	4,432	4,560	109	3	112	18	1,672	1,690	264	6,626
Total Municipios	17,441	486,541	503,982	4,091	945	5,036	15,562	164,678	180,240	14,836	704,094
Total ZMVM	103,514	2,786,507	2,890,021	5,676,528	8,566,549	14,243,077	22,809,626	37,052,703	59,862,329	96,915,032	3,335,263

Tabla 1.3 Vehículos de motor registrados por tipo de servicio en la ZMVM en 1999²⁶

²⁶ Fuente: Elaboración Propia con Información de Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2000. INEGI

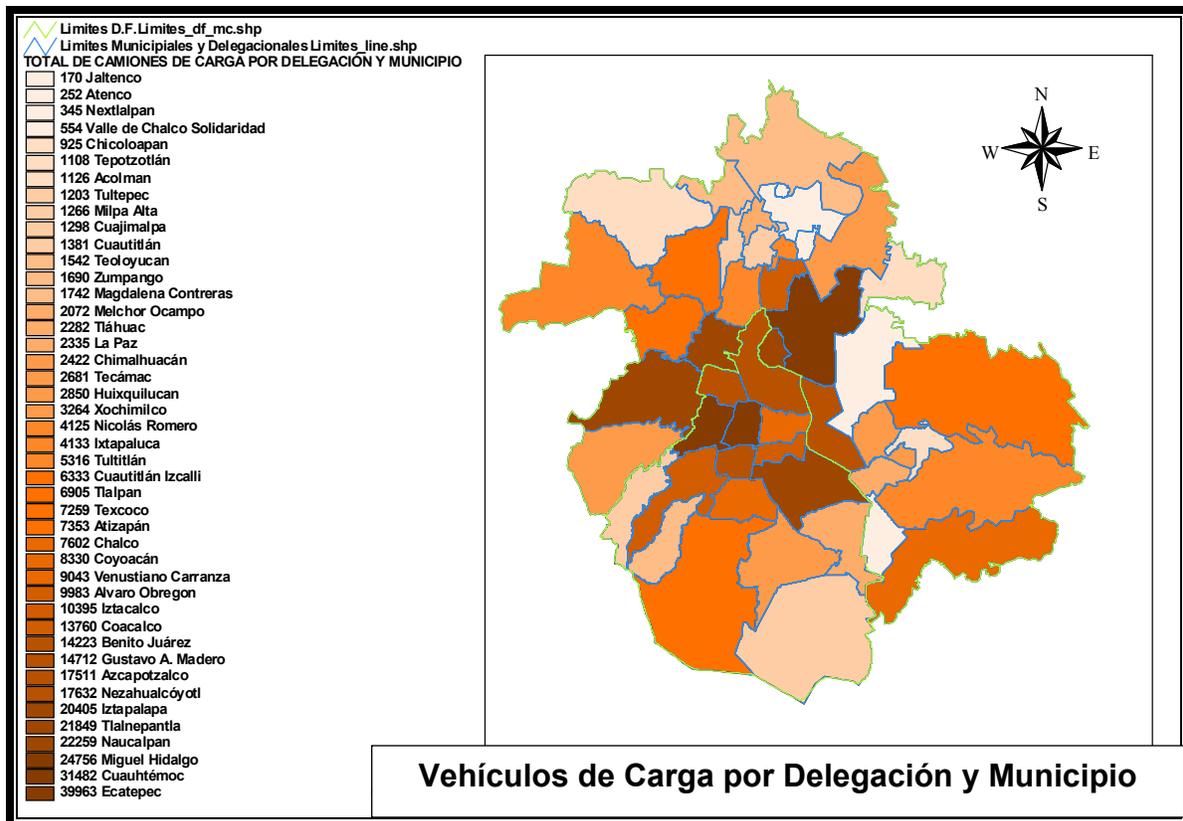


Figura 1.10 Distribución de los Vehículos de Carga en la ZMVM²⁷

1.3.2 El Transporte Ferroviario de Carga dentro de la ZMVM

Respecto al transporte ferroviario, dentro de la ZMVM se cuenta con siete terminales de carga, cuatro de ellas localizadas en el Estado de México y tres en el DF. La Tabla 1.4 muestra el movimiento de carga en ferrocarril por terminales y origen, para el año de 1993, en miles de toneladas. Cabe mencionar que no se pudo localizar alguna fuente de información más reciente que presentara esta información con este mismo nivel de detalle. En dicha tabla se observa que las estaciones de Tlalneantla y Pantaco son las que más carga reciben y que la proporción de carga recibida-carga remitida en la ZMVM es de 9 a 1.

²⁷ Fuente: Elaboración Propia con Información de Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2000. INEGI

Terminales de Carga	Carga Recibida (miles de toneladas)	Carga Remitida (miles de toneladas)
Pantaco	3,884	486
Tlalnepantla	3,979	141
Tacuba	113	27
Santa Julia	321	240
Lechería	767	155
Xalostoc	881	51
Ecatepec	199	23
Total	10,128	1,123

Tabla 1.4 Movimiento de Carga en Ferrocarril por Terminales y Origen en el año 1993²⁸

En la Figura 1.11 se muestra información un poco más reciente sobre el transporte por ferrocarril, pero no incluye el flujo para cada una de las estaciones, sino sólo la concentrada en la estación de carga Pantaco, en toneladas promedio por día por punto cardinal. En dicha figura se observa que el mayor flujo de mercancías por ferrocarril proviene en primer lugar del Norte y en segundo lugar del Este; por otro lado, se envían más mercancías por el Norte, seguido por el Este. También se distingue que en el Oeste y el Sur, el flujo de mercancías por ferrocarril es menor que en el Norte y el Este.

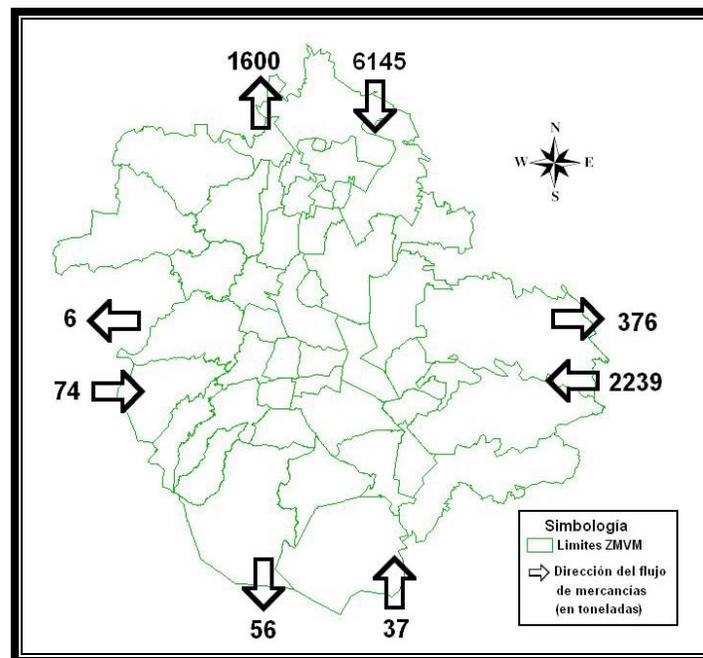


Figura 1.11 Flujo promedio de mercancías transportadas por vías férreas en toneladas/día²⁹

²⁸ Fuente: Elaboración Propia con Información de El Transporte Carga en la Ciudad de México 1994. SETRAVI

²⁹ Fuente: Elaboración Propia con Información de Rico, A. et al. Elementos para la Planeación del Acopio y Distribución de Mercancías en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1999.

Respecto a la infraestructura perteneciente al Ferrocarril y Terminal Valle de México (también conocido como Ferrovalle), compañía que tiene los derechos para operar en la ZMVM, se encontró que cuenta con lo siguiente:³⁰

- Vías Principales: 270 Km
- Vías Secundarias: 307 Km
- Patio de Clasificación (48 Vías)
- Patio de Recibo (19 Vías)
- Dos Patios de Despacho (Oriente y Poniente, 35 Y 31 Vías)
- Patio Intermodal Pantaco (32 Vías)
- 16 Patios Auxiliares

Ferrovalle puede clasificar por gravedad 2,400 unidades al día, y en sus patios auxiliares hasta 1,300 unidades por día.

Sus patios auxiliares principales son: Patio de Clasificación, Lechería, Pantaco Intermodal, Xalostoc, San Pablo, Los Reyes, Tlalnepantla (terminal de trasvase), Tlatilco y Ceylan (vías de público).

En la Figura 1.12 se muestran las vías y patios localizados en la ZMVM, cuya concesión pertenece a Ferrovalle.

³⁰ Fuente: Apuntes de la Asignatura Infraestructura y Operación Ferroviaria. UNAM, DEPMI 2004

Por otro lado, respecto al transporte carretero se obtuvo información sobre la carga que ingresa y sale de la ZMVM, por punto cardinal, lo cual se muestra en la Figura 1.13. Las carreteras que contemplaron en el “Estudio Estadístico de Campo del Autotransporte Nacional”³³, fuente de esta información, fueron las siguientes:

Al Norte de la ZMVM:

- Autopista México-Querétaro
- Autopista México-Pachuca
- Carretera México-Pachuca
- Carretera México-Tulancingo (cuota y libre)

Al Este de la ZMVM:

- Autopista México-Puebla
- Carretera México-Calpulalpan

Al Oeste de la ZMVM:

- Autopista México-Toluca
- Carretera México-Toluca

En el “Estudio Estadístico de Campo del Autotransporte Nacional”³⁴, se menciona que el conjunto de carreteras citadas no corresponde al total de los accesos existentes, pero que han sido analizadas suficientemente como para tener un cierto grado de confianza estadística.

³³ Fuente: Citado en Rico, A. et al. Elementos para la Planeación del Acopio y Distribución de Mercancías en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1999.

³⁴ Fuente: Citado en Rico, A. et al. Elementos para la Planeación del Acopio y Distribución de Mercancías en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1999.

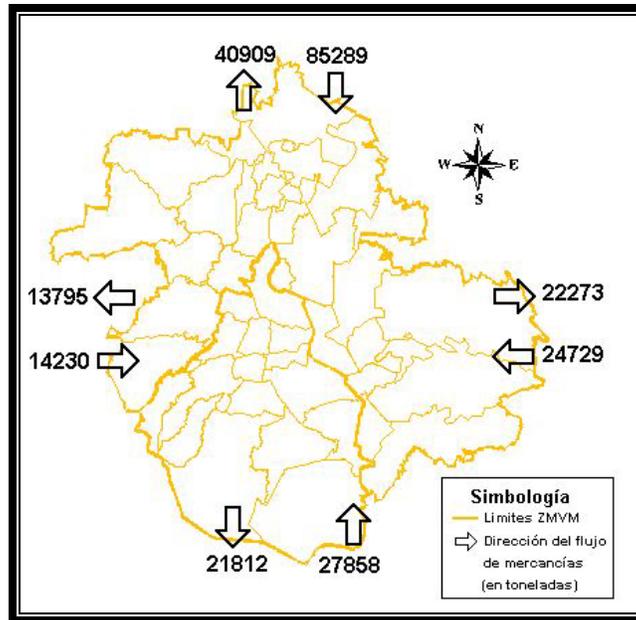


Figura 1.13 Flujo promedio de mercancías transportadas por carreteras en ton/día³⁵

De la Figura 1.13 se observa que el flujo de mercancías que entra a la ZMVM es mayor en el Norte de la misma, seguido por el del Sur, luego en tercer lugar se tiene el Este y en último el Oeste. En cuanto a la salida de mercancías de la ZMVM, se tiene en primer lugar al Norte, en segundo lugar el Este, en tercer al Sur y en último lugar al Oeste. Con esto puede concluirse que la zona Norte es la más importante para la distribución de mercancías, quedando empatadas después las zonas Este y Sur, y en último lugar el Oeste.

En el documento “El transporte de Carga en la Ciudad de México”³⁶, se mencionan los accesos carreteros más usados por donde circulan los vehículos con recorridos foráneos, los cuales coinciden con la selección de autopistas y carreteras hecha en el Estudio Estadístico de Campo de Autotransporte Nacional. Dichas autopistas, carreteras y vialidades son:

- México-Puebla y Texcoco, por el Eje 8 Sur y Calzada I. Zaragoza.
- México-Querétaro, por el Eje 1 Poniente, Circuito Interior, Av. Mario Colín-Av. Tlalnepantla-Tenayuca y Eje Central.
- México-Toluca por Constituyentes, Periférico, Circuito Interior y Revolución.
- México-Pachuca por Morelos, Eje 3 Oriente y Circuito Interior.

Cabe señalar que algunas de estas vialidades son usadas de manera permanente por vehículos de carga y han llegado a constituirse en corredores importantes de transporte de

³⁵ Fuente: Elaboración Propia con Información de Rico, A. et al. Elementos para la Planeación del Acopio y Distribución de Mercancías en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1999

³⁶ Fuente: El Transporte Carga en la Ciudad de México 1994. SETRAVI

carga en la ciudad; destacan el Eje 5 Sur, el Eje 1 y 3 Oriente, la Calzada Ermita Iztapalapa, Insurgentes Norte, Vallejo, Eje Central (al norte), Ejes 4 y 5 Norte.³⁷

Las vialidades que generalmente utiliza el transporte de carga son las siguientes.³⁸

Para los viajes internos de las zonas situadas al norte del DF (Vallejo, Pantaco, Ferrería y Barrientos), se utilizan el Eje 1 Poniente, el Circuito Interior, el Eje Central y el Eje 3 Norte, y en menor grado el Eje Central y Periférico.

Para la Región Oriente constituida por las zonas de La Merced, La Viga y La Central de Abasto, las vías más transitadas son Eje 5 Oriente, Río Churubusco, Circuito Interior y Calzada I. Zaragoza.

Respecto a la estación de carga Pantaco se tiene lo siguiente³⁹:

- Pantaco es un área totalmente cercada con accesos bien definidos para el ingreso o salida de los distintos tipos de vehículos, los cuales hacen uso de las instalaciones de manera general. La mayoría de los vehículos del transporte de carga que ingresan a dicha área tienen por lo general un solo propósito por viaje: entregar mercancía o recoger mercancía, siendo mínimo el porcentaje de vehículos que en un mismo viaje llegan a entregar y a recoger mercancía.
- En el año de 1994 en la estación de Pantaco los movimientos semanales fueron bastante uniformes, disminuyendo relativamente poco el día lunes. Los horarios de mayor movimiento son de las 7:00 a las 9:00 horas y de la 15:00 a las 17:00 horas, provocando problemas de estacionamiento, ya que la vialidad que rodea la terminal no tiene las especificaciones requeridas para albergar a vehículos pesados.

A continuación se presentan las cifras del número de unidades de transporte de carga que transitan en la ZMVM, y las principales vialidades y corredores que utilizan esas unidades para llegar a sus destinos. Esta información fue obtenida del “Programa de atención al transporte de carga en general y de materiales y residuos peligrosos”, que es más reciente que la publicación anteriormente mencionada.

El tránsito generado a partir de los vehículos de carga es de un total de 435,000 vehículos, que de acuerdo al tipo de uso y de placa se distribuyen como se muestra en la Tabla 1.5.

³⁷ Fuente: El Transporte Carga en la Ciudad de México 1994. SETRAVI

³⁸ Fuente: Ídem

³⁹ Fuente: Ídem

Clasificación	Cantidad	Porcentaje
Transporte Urbano de Carga de Mercancías en General	348,000	80
Transporte de Servicio Federal de Carga	65,250	15
Transporte Público Urbano de Carga en General	21,750	5
Total	435,000	100

Tabla 1.5 Número de vehículos de transporte de carga de acuerdo a su uso y tipo⁴⁰

Para el transporte de materiales y residuos peligrosos, se tiene que la mayor parte se refiere al servicio público federal, en consecuencia, dentro del DF no es posible tener un adecuado control de estas unidades que brindan ese servicio. En la Tabla 1.6 se muestran los vehículos de autotransporte de materiales y productos peligrosos del servicio público federal, de acuerdo con su aplicación.

Uso	Cantidad	Porcentaje
Carga en General	50,530	83
Petróleo y derivados	8,215	13.5
Fondos y valores	708	1.2
Autos	442	0.7
Materiales peligrosos	189	0.3
Grúas	734	1.3
Total	60,818	100

Tabla 1.6 Usos de los Vehículos de autotransporte de materiales y productos peligrosos⁴¹

A continuación se presentan algunos problemas en cuanto a los vehículos de carga, identificados en el Programa de Atención al Transporte de Carga:

- Excepto grandes empresas que cuentan con flota vehicular propia para la distribución de sus productos, el resto corresponde al esquema hombre-camión, lo que en una buena proporción condiciona su lenta evolución y el control que sobre los mismos se puede ejercer.
- La congestión de las vialidades de acceso y salida de la ciudad, se deben en buena parte a la falta de infraestructura para la consolidación y desconsolidación en zonas periféricas (centrales de carga y operadores logísticos).

⁴⁰ Fuente: Programa de Atención al Transporte de Carga en General y de Materiales y Residuos Peligrosos. SETRAVI. Dir. Gral. de Planeación y Proyectos. Dir. de Estudios Prospectivos Febrero de 1999.

⁴¹ Fuente: Idem.

- Actualmente las vialidades de acceso a la ciudad carecen del equipamiento de apoyo a los transportistas de carga tales como: señalamiento, medidas de prioridad para el tránsito y seguridad, lo que genera una carga adicional a la vía durante todo el día.
- Una gran proporción de las mercancías que ingresan al DF son distribuidas en horarios diurnos, así como los productos de las grandes empresas, generando maniobras de carga y descarga en vía pública en horas de alta concentración de vehículos, reduciendo así la capacidad vial.
- El tránsito de unidades que manejan materiales y residuos peligrosos se realiza sin ninguna restricción, bajo el pretexto de que algunos de ellos por mantenerse estacionados gran tiempo pueden generar reacciones peligrosas.
- Las empresas encargadas de la distribución de materiales peligrosos, como gases o sustancias altamente reactivas, generalmente utilizan equipo especializado, rentado o propio, no obstante la industria genera desechos altamente tóxicos que son manejados con poca precaución o con embalaje no adecuado y trasladado a través de unidades de carga general, que aumentan el riesgo de un siniestro.
- Se ha detectado también un rezago tecnológico en los embalajes y equipos de transporte para el manejo de materiales y residuos peligrosos de entre 10 y 20 años, derivado en buena parte por la falta de financiamiento para la sustitución del parque vehicular.
- Se considera necesaria la realización de un estudio conjunto con las agrupaciones de transportistas acerca de la localización de centrales de carga y el análisis financiero que esto representa.

En lo que se refiere a las acciones de carácter operativo y de aplicación inmediata, para el manejo de materiales y residuos peligrosos, el Programa de atención al transporte de carga presenta las siguientes:

- La definición de rutas de tránsito del servicio, en el que se incluyen medidas de prioridad, señalamiento y una mayor incidencia de los cuerpos de seguridad preventiva y de rescate.
- El establecimiento de horarios de circulación y de maniobras de carga y descarga de acuerdo con los tipos de carga, vehículos y zonas.
- Respecto a las rutas para el transporte de carga y de materiales y residuos peligrosos el mismo documento menciona lo siguiente:
- En la Ciudad de México y en particular en sus principales vialidades, la hora de mayor volumen vehicular se ha concentrado en ciertos períodos, y en casos

extremos, éstos son muy prolongados, como es el anillo Periférico, que en promedio registra un volumen de 4500 vehículos por hora en el horario de 7:00 a 21:00 horas.

- En estas condiciones, para establecer medidas de prioridad resulta difícil favorecer algún modo de transporte, no obstante, la carga requiere de un tratamiento especial, considerando su función, tipo de mercancías y el tipo de vehículos en los que se realiza.
- Se han considerado 19 vialidades primarias para dar prioridad al tránsito de los transportes de carga. Este conjunto de vialidades suma una longitud aproximada de 208.7 kilómetros. En estas vialidades se reconocen altos volúmenes de tránsito, así como una carencia total de señalamiento adecuado a las necesidades de restricciones, servicios y destinos del transporte de carga.

El conjunto de vialidades consideradas para la definición de las rutas de carga, es la siguiente: Eje 3 Nte., Eje 4 Nte., Eje 5 Nte., Calz. Vallejo, Av. Ceylán, Av. Insurgentes Nte., Eje Central Lázaro Cárdenas, Av. Constituyentes, Eje 5 Sur, Eje 6 Sur, Calz. Ignacio Zaragoza, Calz. Ermita Iztapalapa, Eje 3 Ote., Anillo Periférico, Circuito Interior, Av. Adolfo López Mateos, Av. Vicente Villada, Vía Tapo, y Av. Carmelo Pérez.⁴²

Por último, cabe señalar que en cuanto al transporte terrestre, en las últimas décadas se le ha dado una mayor prioridad al transporte por carretera, pues las inversiones en infraestructura para dicho modo han sido mayores que para el transporte ferroviario. De esta forma, al rezagarse el sistema ferroviario por la baja inversión en la construcción de nuevas vías, en la ampliación de las existentes y en el aumento de la capacidad de las mismas en los tramos de mayor demanda, se presenta una gran desventaja en la infraestructura que permite mejorar el servicio que proporcionan las empresas ferroviarias, siendo esto motivo para que los clientes perciban a este sistema con desconfianza y opten por el transporte carretero, a pesar de que resulta más económico el ferrocarril en grades distancias.

1.3.4 El Transporte de Carga Aéreo dentro de la ZMVM

Del documento “El Transporte de Carga en la Ciudad de México” se obtuvo la Tabla 1.7, donde se muestra el movimiento de carga en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) entre los años 1988 y 1992; las cifras más altas para esos años, corresponden a la recepción de carga internacional y al envío de carga nacional.

⁴² Fuente: Programa de Atención al Transporte de Carga en General y de Materiales y Residuos Peligrosos. SETRAVI. Dir. Gral. de Planeación y Proyectos. Dir. de Estudios Prospectivos Febrero de 1999.

	1988	1989	1990	1991	1992
Carga Recibida (ton)					
Nacional	20,846	18,618	15,891	19,626	20,173
Internacional	35,047	45,539	41,054	39,962	46,629
Total	55,893	64,157	56,945	59,588	66,802
Carga Remitida (ton)					
Nacional	35,907	39,076	45,744	48,710	43,147
Internacional	26,610	29,486	29,334	27,945	25,101
Total	62,517	68,562	75,078	76,655	68,248

Tabla 1.7 Movimiento de Carga Aérea y Origen Realizado en el AICM entre 1988 y 1992⁴³

La única cifra reciente encontrada sobre el transporte de carga en el AICM es de 371,875 toneladas movidas en el año 2004, que corresponde a la suma de los movimientos hechos por los servicios nacionales e internacionales, lo cual promedia 1019 ton al día. Al comparar esta cifra con el movimiento por carretera y por ferrocarril, se observa la gran diferencia entre la cantidad de mercancía movida entre dichos modos de transporte.

No existe la competencia entre la carga aérea y los otros dos modos de transporte (carretera y ferrocarril), puesto que responde a las necesidades de un mercado diferente; la carga que se maneja vía aérea tiene diferente densidad económica respecto a los otros dos modos de transporte; la mercancía transportada por este medio tiene capacidad de pagar esa modalidad debido a su bajo peso, a su valor alto y a su necesidad de rapidez en el envío.

1.4 Instalaciones Industriales dentro de la ZMVM

Desde 1998, el auge de la industria maquiladora de exportación, ha hecho que se cuente en 1999 en el DF con 29 Parques, Ciudades y Corredores Industriales (PCCI).⁴⁴ Es importante señalar que no hay documento alguno que mencione la ubicación de los PCCI localizados dentro del Distrito Federal; en el sitio en internet del Sistema Empresarial Mexicano (SIEM) sólo se llega a mencionar al Parque de Servicios Tecnológicos Cd. de México y a la Zona Industrial Vallejo⁴⁵, y en el sitio en internet de la Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del DF se hace mención del Tecnoparque “Azcapotzalco”, el Proyecto Parque Industrial de Alta Tecnología “Cabeza de Juárez”, el Parque Industrial “Zapotitlán Atlixco”, el Parque Industrial Tecnológico Educativo Milenio “Ferrería”, y el UNITEC Coyoacán, los cuales se encuentran comprendidos en una categoría denominada de alta tecnología, contando los dos últimos con un campus universitario en sus instalaciones.⁴⁶

⁴³ Fuente: El Transporte Carga en la Ciudad de México 1994. SETRAVI.

⁴⁴ Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2000. INEGI.

⁴⁵ Fuente: Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales (SIMPPI), SIEM, Internet: <http://www.siem.gob.mx/siem2000/spyme/parques/PARGEO1.ASP?ESTADO=9>, página consultada el 17 de junio del 2004.

⁴⁶ Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico del GDF, Parques Industriales, Internet: <http://www.sedeco.df.gob.mx/programas/prioritarios/parques/>, página consultada el 9 de Mayo del 2005

En la información consultada sobre instalaciones industriales, se observó que se está haciendo énfasis en promover la creación de parques industriales de alta tecnología, los cuales consisten en albergar empresas no contaminantes cuyas actividades se basen en la aplicación de tecnología de punta y en procesos de innovación con aplicación productiva, y en vincular a la investigación y la educación con empresas de alta tecnología al localizar un campus universitario dentro de las mismas instalaciones del parque.

Respecto a los municipios metropolitanos, se observó la presencia de 40 parques industriales en 12 de ellos, siendo el municipio de Tlalnepantla el que cuenta con más instalaciones de este tipo (10 parques industriales), seguido de Cuautitlán Izcalli (7 parques industriales) y de Naucalpan (6 parques industriales).

En la Figura 1.14 se muestra la distribución de 44 Parques Industriales en la ZMVM (en la ZMVM existen 47 parques industriales, pero 3 de ellos no fueron localizados debido a la escasez de información para ello), y en la Tabla 1.8 se muestran sus nombres y municipio o delegación en el que se encuentran, donde se observa que el mayor número se concentra en los municipios del Noroeste, siendo éstos Tlalnepantla, Cuautitlán Izcalli, y Naucalpan; estos 3 municipios tienen 23 parques industriales en conjunto, lo que equivale a casi el 50% de todos los parques existentes en la ZMVM.

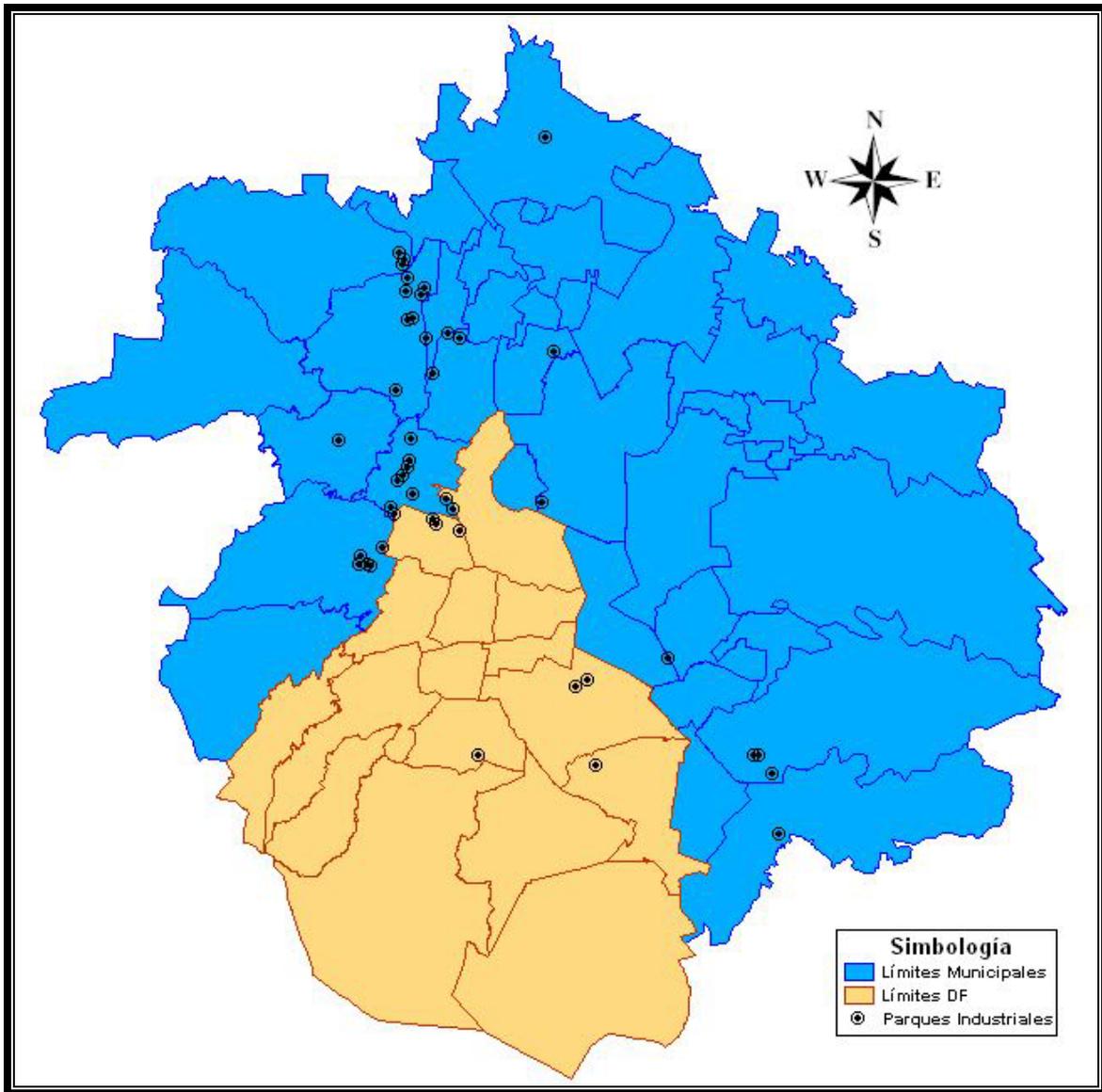


Figura 1.14 Ubicación de Parques Industriales dentro de la ZMVM⁴⁷

Almacenes Nacionales de Depósito plantea un proyecto para modernizar su instalación y operación, desarrollando un puerto interno dentro de sus instalaciones. Dicho puerto está concebido como una unidad integral de servicios de logística, transporte y almacenamiento, con servicios adicionales, financieros, de aduana franca, telecomunicaciones, hoteles, restaurantes y servicios complementarios.⁴⁸

⁴⁷ Fuente: Elaboración Propia con Información del Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México (FIDEPAR), Internet: <http://fidepar.edomexico.gob.mx/mapas.asp>, página consultada el 15 de junio del 2004.

⁴⁸ Fuente: El Transporte Carga en la Ciudad de México 1994. SETRAVI

CLAVE	NOMBRE	MUNICIPIO	# PARQUES / MUNICIPIO
PI-01	Parque Industrial Chalco	CHALCO	1
PI-02	Parque Industrial Coacalco	COACALCO	1
PI-03	Parque Industrial Cuautitlán	CUAUTITLAN	1
PI-04	Parque Industrial Cuamatla	CUAUTITLAN IZCALLI	
PI-05	Fraccionamiento Industrial Sección Cuamatla	CUAUTITLAN IZCALLI	
PI-06	Fraccionamiento Industrial Sección Xhala	CUAUTITLAN IZCALLI	
PI-07	Fraccionamiento Industrial Sección San Sebastian Xhala	CUAUTITLAN IZCALLI	7
PI-08	Parque Industrial La Luz	CUAUTITLAN IZCALLI	
PI-09	Parque Micro Industrial Cuautitlán Izcalli	CUAUTITLAN IZCALLI	
PI-39	Parque Industrial San Martín Obispo	CUAUTITLAN IZCALLI	
PI-10*	Parque Micro Industrial Ecatepec	ECATEPEC	2
PI-11	Fraccionamiento Industrial Xalostoc	ECATEPEC	
PI-12	Parque Industrial Ixtapaluca	IXTAPALUCA	
PI-13	Fraccionamiento Industrial La Espinita	IXTAPALUCA	3
PI-14	Parque Industrial Cedros	IXTAPALUCA	
PI-15	Fraccionamiento Industrial Naucalpan	NAUCALPAN	
PI-16	Fraccionamiento Industrial Naucalpan 2da Sección	NAUCALPAN	
PI-17*	Fraccionamiento Industrial Naucalpan 3ra Sección	NAUCALPAN	6
PI-18	Fraccionamiento Industrial La Perla	NAUCALPAN	
PI-19	Fraccionamiento Industrial San Miguel Atoto	NAUCALPAN	
PI-20	Fraccionamiento Industrial Tlatilco	NAUCALPAN	
PI-21	Parque Industrial Nezahualcóyotl	NEZAHUALCOYOTL	1
PI-22	Parque Industrial Trébol Tepotzotlán	TEPOTZOTLAN	
PI-23	Parque Industrial Cedros Business Park	TEPOTZOTLAN	3
PI-24	Parque Industrial El Convento	TEPOTZOTLAN	
PI-25	Fraccionamiento Industrial Vallejo	TLALNEPANTLA	
PI-26	Fraccionamiento Industrial Tlalnepantla	TLALNEPANTLA	
PI-27	Fraccionamiento Industrial Barrientos	TLALNEPANTLA	
PI-28	Fraccionamiento Industrial La Loma	TLALNEPANTLA	
PI-29	Fraccionamiento Industrial San Nicolás Tlaxcolpan	TLALNEPANTLA	10
PI-30	Fraccionamiento Industrial Puente de Vigas	TLALNEPANTLA	
PI-31	Fraccionamiento Industrial Las Armas	TLALNEPANTLA	
PI-32	Fraccionamiento Industrial Los Reyes	TLALNEPANTLA	
PI-33	Fraccionamiento Industrial San Lorenzo	TLALNEPANTLA	
PI-34	Parque Industrial San Pablo Xalpa	TLALNEPANTLA	
PI-35	Parque Industrial Cartagena	TULTITLAN	
PI-36	Parque Industrial Tultitlán	TULTITLAN	4
PI-37	Nor-T Parque	TULTITLAN	
PI-38*	Reserva Territorial Tultitlán	TULTITLAN	
PI-40	México Nuevo	ATIZAPAN DE ZARAGOZA	1
PI-41	Parque de Servicios Tecnológicos Cd. de México	IZTAPALAPA	2
PI-42	Proyecto Parque Industrial de Alta Tecnología "Cabeza de Juárez"	IZTAPALAPA	
PI-43	Zona Industrial Vallejo	AZCAPOTZALCO	
PI-44	Tecnoparque Azcapotzalco	AZCAPOTZALCO	3
PI-45	Parque Industrial de Alta Tecnología "Ferrería"	AZCAPOTZALCO	
PI-46	UNITEC Coyoacán	COYOACAN	1
PI-47	Parque Industrial "Zapotitlán Atlixco"	TLAHUAC	1
*	No fue posible localizarlo debido a insuficiencia de información necesaria para ello		

Tabla 1.8 Parques Industriales en la ZMVM⁴⁹

⁴⁹ Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 1.9 se muestran los nombres de las empresas transnacionales y nacionales que en el Estado de México y en el Distrito Federal han establecido instalaciones industriales. Cabe señalar que para el Estado de México, se tienen comprendidas a todas las instalaciones ubicadas en todos sus municipios y no sólo a los pertenecientes a la ZMVM, debido a que no se obtuvo la información para diferenciar y separar las instalaciones industriales del Estado de México ubicadas sólo en dicha zona.

DISTRITO FEDERAL	ESTADO DE MÉXICO	
Abbott Laboratories (EU)	Aisin (JP)	Lear (EU)
Allergan (EU)	Alstom (FR)	Legrand (FR)
Alstom (FR)	AstraZeneca (SZ/EU)	Liverpool (MX)
Aventis (FR)	Aventis (FR)	Mabe (MX)
Avon Cosmetics (EU)	Banner (EU)	Maersk Logistics (DI)
Banner Pharmacaps (Gelcaps) (EU)	Bardahl (EU)	Mattel (EU)
Bayer (AL)	Basf (AL)	Mercedes-Benz (AL)
Bimbo (MX)	Bayer (AL)	Merck (EU)
Boehring Ingelheim Promeco (AL)	Bd (EU)	Navistar (EU)
Bosch (AL)	Bimbo (MX)	Nestle (SZ)
Bristol-Myers Squibb (EU)	Bmw (AL)	Nissan (JP)
Calsonic (JP)	Bonafont (FR)	Office Depot (EU)
Celanese (AL)	Bosch (AL)	Panasonic (JP)
Cemex (MX)	Canon (JP)	Parker (EU)
Coca-Cola (EU)	Cannon Mills (MX)	Pfizer (EU)
Colgate Palmolive (EU)	Carplastic (EU)	Pondisa (MX)
Conduumex (MX)	Caterpillar (EU)	Rayovac (EU)
Daewoo (CR)	Celanese (AL)	Renault (FR)
Eaton (EU)	Cementos Apasco (SZ)	Resistol (MX)
Eli Lilly (EU)	Cemex (MX)	Roche Syntex (SZ)
Firestone (EU)	Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma (MX)	Ryder (EU)
Ford Motor (EU)	Clarion (JP)	Saint Gobain (FR)
Frito Lay (Sabritas) (EU)	Coca-Cola (EU)	Samsung (CR)
Gillete (EU)	Conservas La Costeña (MX)	Sigma Alimentos (MX)
Glaxo Smith Kline (IN)	Crisa (MX)	Sonoco (EU)
Goodyear-Oxo (EU)	Chep (EU)	Topp México (MX)
Grüntenthal (AL)	Daewoo (CR)	Unilever (HL/IN)
Grupo Carso (MX)	Daimler Chrysler (AL)	Valeo Sylvania (FR)
Grupo Desc (MX)	Dana (EU)	Vanity Fair (EU)
Grupo Maseca (MX)	Danone (FR)	Vitro (MX)
Grupo Modelo (MX)	Deportes Marti (MX)	Volvo (SC)
Hoechst Marion Roussel (AL)	Dupont (EU)	Whirlpool (EU)
Ivax (EU)	Eaton (EU)	Wilson (FI)
Janssen-Cilag (EU)	Edsha Roof Systems (AL)	Wyeth (EU)
Kendall (EU)	Ericsson (SC)	Yakult (JP)
Lala (MX)	Evenflo (EU)	Zeller Plastic (AL)
Lucent Technologies (EU)	Federal Mogul (EU)	Zeta Espacial (ES)
Mallinckrodt (EU)	Ford Motor Company (EU)	
Merck (EU)	Gec Alstom (FR)	PAÍS (CLAVE)
Merz Pharma (AL)	General Electric (EU)	
Procter & Gamble (EU)	General Motors (EU)	Alemania (AL)
Resistol (MX)	Georgia Pacific (EU)	Corea (CR)
Roche (SC)	Grupo Maseca (MX)	Dinamarca (DI)
Samsung (JP)	Hasbro (EU)	España (ES)
Schering-Plough (EU)	Herdez (MX)	Estados Unidos de América (EU)
Sonoco (EU)	Home Depot (EU)	Finlandia (FI)
Tecnofarma (MX)	Johnson Controls (EU)	Francia (FR)
Tetra Pack (SZ)	Jsp International (JP)	Holanda (HL)
Wyeth (MX)	Kellogg's (EU)	Inglaterra (IN)
Yamaha (JP)	Kimberly-Clark (EU)	Japón (JP)
	Koblenz (AL)	México (MX)
	Kraft Foods (IN)	Suecia (SC)
	Krone Communications (AL)	Suiza (SZ)

Tabla 1.9 Instalaciones Industriales localizadas en el DF y en el Estado de México⁵⁰

⁵⁰ Fuente: Elaboración Propia con Información del Mapa de Localización Industrial 2005. AMPIP

Los sectores industriales cuya presencia tiene mayor realce en las empresas mostradas en la Tabla 1.9 son los siguientes⁵¹:

- Comida y productos similares
- Equipo médico
- Metal forjado y herramientas
- Petroquímicos y plásticos
- Textiles y vestidos
- Farmacéutico
- Automotriz y equipo de transporte
- Diseño y centros de ingeniería
- Eléctricos y electrónicos

⁵¹ Fuente: Highlighted Industrial Sectors in Mexico. AMPIP. 2004.

Capítulo 2

2. La Logística en la Distribución de Bienes Industriales y el Desarrollo Competitivo de las Industrias

Introducción

En el presente capítulo se muestra información relativa a la distribución de mercancías, a los prestadores de servicios para el transporte de carga, y a las acciones que podrían beneficiar el desarrollo competitivo de las empresas. En la sección 2.1 se presentan los diferentes modelos de distribución de mercancías que existen. En la sección 2.2 se muestra el papel de los agentes de carga y de los operadores logísticos. En la sección 2.3 se presenta el concepto de ordenamiento territorial logístico y la función de los Soportes Logísticos de Plataforma (SLP) dentro de él. En la sección 2.4 se muestran los diferentes canales de distribución que pueden emplearse para la distribución de bienes industriales. En la sección 2.5 se presentan las acciones que permiten mejorar la competitividad de las empresas. Por último, en la sección 2.6 se mencionan los programas y apoyos gubernamentales que fomentan el desarrollo competitivo de las industrias.

2.1 Modelos para Distribución Física Urbana de Mercancías

Para que la mercancía llegue al destinatario final es necesario implementar un proceso de distribución; la organización eficiente de este proceso tiene como consecuencia la reducción de costos de distribución y por consiguiente la obtención de mejores rendimientos. A continuación se explicaran los modelos de distribución de mercancías.

2.1.1 Modelo de Distribución por Cabotaje (No centralizado)

Este modelo se basa en llevar los productos hasta los puntos de consumo, pasando por cada uno de ellos sin importar la zona donde se produjeron. Su uso resulta complicado en zonas metropolitanas debido a la complejidad de su traza y a los conflictos viales que pueden presentarse en ellas. La representación gráfica de este modelo puede observarse en la Figura 2.1.

Entre las complicaciones que se presentan en su uso se encuentra la utilización de más vehículos, lo que resulta en un mayor consumo de energía; en una mayor generación de emisiones contaminantes; en la congestión de la vialidad urbana en la zona de entrega; y en el incremento en el tiempo de espera en las filas de recepción de mercancía debido a la insuficiencia de andenes de carga y de personal de apoyo para la descarga.

Una circunstancia que se presenta al emplear este modelo y que se refleja en un incremento en el costo de distribución es el recorrido de grandes distancias en vacío, es decir, dado que un vehículo debe visitar una alta cantidad de puntos de entrega, requiere de una capacidad y cantidad de combustible mayores, y si al entregar toda la mercancía en el último punto no recibe mercancía para su regreso, se presenta la situación de desperdicio de su capacidad y de combustible al regresar al punto de inicio sin carga alguna.

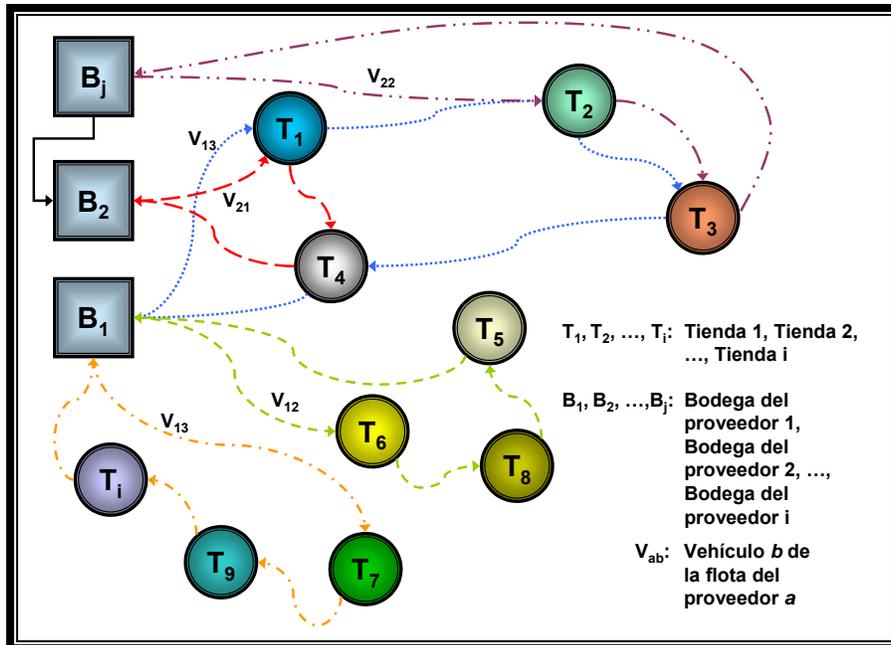


Figura 2.1 Modelo de distribución física por cabotaje o no centralizada⁵²

2.1.2 Modelo de Distribución Centralizada

Este modelo se basa en la realización de una consolidación de la carga tomando en cuenta el destinatario final. La forma como opera este modelo se muestra en la Figura 2.2, donde se muestra que los vehículos llegan desde las bodegas de los proveedores a la instalación donde se desconsolida su carga; es realizado un cruce de andén o también llamado “cross-docking” en inglés, para luego repartir la carga a diferentes vehículos con zonas de entrega que dependen del destino de su carga.

El proceso de cruce de andén se presenta esquemáticamente en la parte derecha de la misma Figura 2.2, en ella se representa cómo llegan los vehículos de los proveedores, para posteriormente realizar la descarga de la mercancía en una plataforma de distribución, sobre la cual se clasifican los productos por destino, y se reparten y consolidan para cada vehículo de entrega, cuyas rutas dependen de los destinos de su mercancía (ya sea una tienda específica o una zona en común).

⁵² Fuente: Antún, J. P., 1997

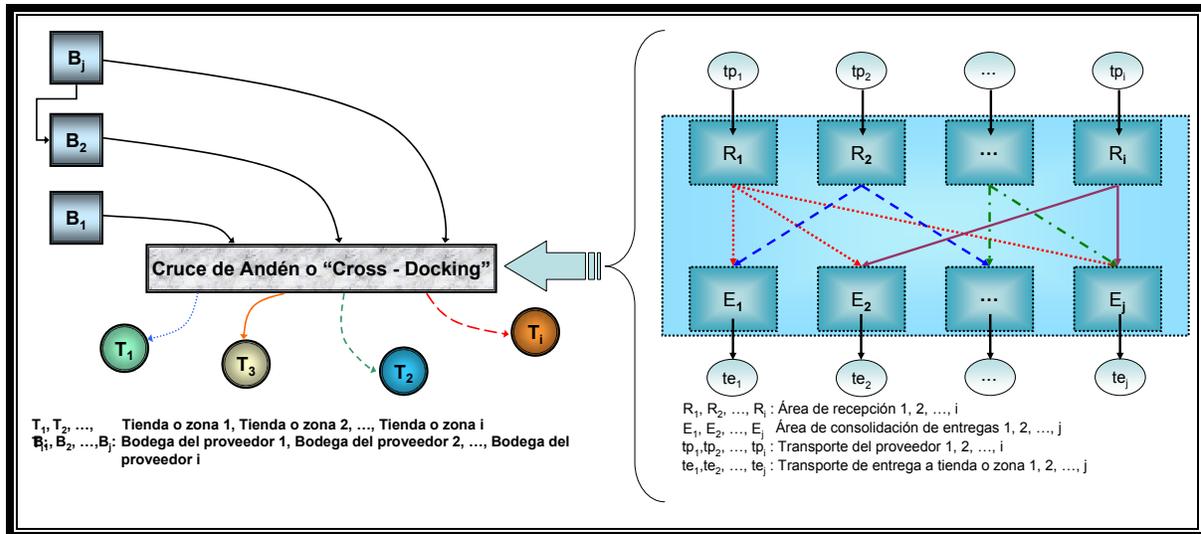


Figura 2.2 Modelo de distribución física centralizada basada en el cruce de andén⁵³

Las ventajas de este modelo respecto al de cabotaje radican en que el número de vehículos que se utilizan para realizar la distribución física es menor, con lo que son reducidos los impactos adversos que se tienen en el modelo no centralizado (que utiliza un mayor número de vehículos) y las distancias recorridas en vacío. Por otro lado, se obtienen beneficios al reducir el tiempo del ciclo de reposición de productos en las tiendas, al poder emplear intercambios electrónicos de datos en la distribución comercial, y al posibilitar la participación de pequeñas y medianas empresas como proveedores de distribuidores comerciales con productos innovadores y diferenciados.

2.2 Los Agentes de Carga y los Operadores Logísticos

Los agentes de carga y los operadores logísticos son dos elementos importantes en el proceso de distribución de mercancías, pues en la mayoría de los casos (dependiendo de las especificaciones de sus contratos) se comprometen y aceptan la responsabilidad de que llegue una mercancía en el tiempo especificado, en el lugar correcto y en la cantidad correcta. Aunque sus funciones son muy similares, existen diferencias entre ambos, lo cual es mencionado a continuación.

2.2.1 El Agente de Carga

Un personaje importante dentro del ámbito de distribución de mercancías es el agente de carga, el cual presta un servicio especializado actuando como tercero entre el usuario y el transportista, desarrollando actividades para solucionar por cuenta de su cliente todos los problemas implícitos en el flujo físico de las mercancías. Consigue carga a los transportistas y resuelve al cargador cualquier problema vinculado con el transporte, consolidación, almacenaje, manejo, embalaje o distribución de los productos, así como los

⁵³ Fuente: Ídem.

servicios auxiliares y de asesoría involucrados, incluyendo, pero no limitando, a los relacionados con materia fiscal y aduanal, declaraciones de bienes para propósitos oficiales, aseguramiento de los productos y recolección o procuración de pagos o documentos relacionados con las mercancías.⁵⁴

El agente de carga tradicional manifiesta una clara tendencia hacia su transformación en un operador logístico, buscando una mayor integración a la cadena de suministro de sus clientes, brindando una mayor opción de servicios de valor agregado y adaptándose más a los requerimientos específicos de sus clientes.

2.2.2 El Operador Logístico

Los Operadores Logísticos son empresas que prestan sus servicios al público y que se adaptan a las necesidades específicas de cada cliente. Con estos operadores se logra enfocar el capital hacia aspectos centrales del negocio, sin distraerlo, y se reduce el riesgo en las inversiones en infraestructura logística dentro del proceso de expansión del mercado atendido. En su forma simple pueden brindar servicios adicionales como tener a su cargo las operaciones del transporte de las mercancías y realizar las operaciones relacionadas, como el tráfico de recepción y/o expedición; manejar los inventarios con posibilidad de almacenaje; integrar con documentos técnicos el producto; etiquetar; verificar las partes con que cuenta el producto; facturar y cobrar; atender reclamaciones y la gestión de flujos de retorno, término conocido como “logística de reversa” (productos rechazados por estar vencidos o devueltos por mala calidad y retorno de envases). Por otra parte, en su forma desarrollada, los Operadores Logísticos pueden hacer estudios periódicos a fondo o “background” (en inglés), para mercadotecnia de los clientes.⁵⁵

2.3 Ordenamiento Territorial Logístico

El territorio ordenado, desde el punto de vista logístico, resuelve el problema de los procesos productivos deslocalizados de las empresas de distribución comercial; con este ordenamiento se tienen costos logísticos menores, modificándose así las condiciones del espacio en que se desarrolla.

El reconocer en el territorio Unidades Espaciales Diferenciadas (UED) por actividades socioeconómicas que soportan, permite que la gestión de flujos de transporte sea una variable competitiva locacional, siendo una oportunidad de generar valor agregado en el proceso logístico.

⁵⁴ Fuente: Izquierdo, R. y de Buen, O. “Mercados de Transporte de Carga del Cartel a la Competencia. Documento Técnico 12. Instituto Mexicano del Transporte. 1995.

⁵⁵ Fuente: Antún, J. P., 1997.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra esquemáticamente que el territorio se divide en unidades espaciales diferenciadas, existe el flujo de transporte local en las unidades, y fluye el transporte entre unidades.

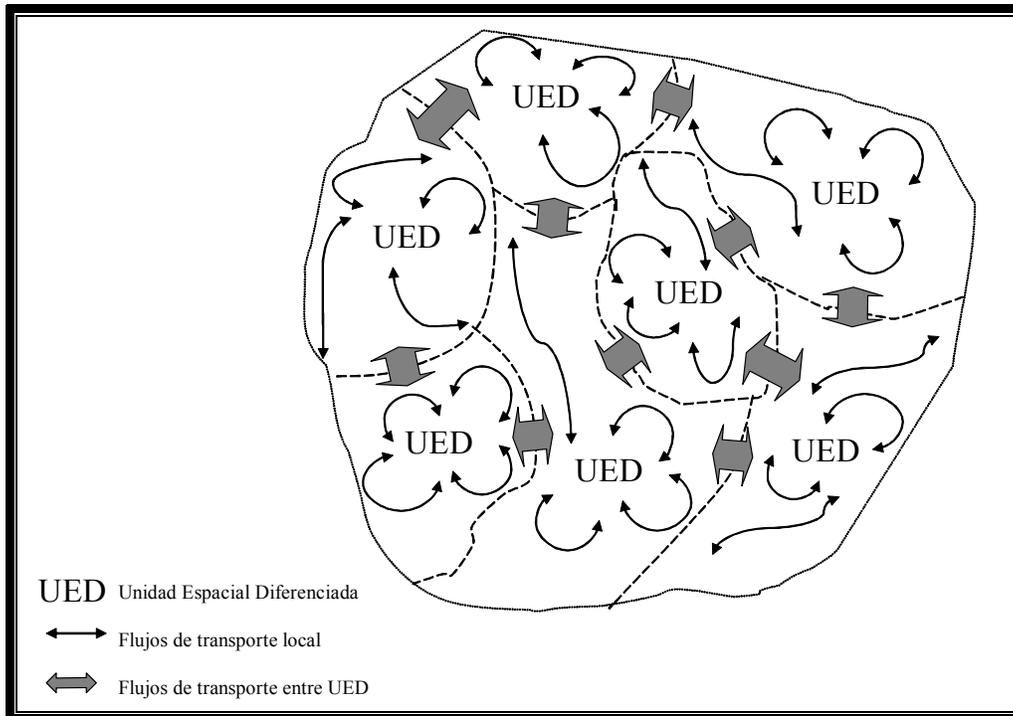


Figura 2.3 Ordenamiento territorial logístico⁵⁶

Las estrategias y perspectivas para el desarrollo de un ordenamiento territorial logístico son las siguientes⁵⁷:

1. Fortalecer la producción de servicios de transporte y logística, basándose en la demanda que hacen de ellos las actividades socioeconómicas metropolitanas.
2. Maximizar la utilización de la capacidad instalada en infraestructura de transporte modal, para así lograr su transformación a eslabones de la cadena de sistemas integrados intermodales.
3. Construir escenarios de uso de suelo para la producción de servicios de transporte y logística, para así identificar las reservas necesarias para realizar las declaratorias legales correspondientes. Integrar estos escenarios de programas de mediano y largo plazo a la construcción de nueva infraestructura de transporte, como serían nuevas terminales, autopistas de altas especificaciones e interurbanas de penetración en la metrópoli.

⁵⁶ Fuente: Hernández, J. C. Diseño de Soportes Logísticos de Plataforma para el Ordenamiento Territorial Logístico de la Zona Metropolitana del Valle de México. Tesis de Maestría. DEPMI, UNAM. 1997.

⁵⁷ Fuente: Antún, J. P. 1997.

4. Reducir los costos en cuanto a la logística de distribución metropolitana de mercancías.
5. Establecer mecanismos de concertación entre las autoridades locales y empresas de servicios de transporte y logística, para así implementar procesos de nueva localización y relocalización de actividades.
6. Establecer diferentes fondos de fomento, como fuentes de capital para proyectos de desarrollo inmobiliario con un fin de ordenamiento territorial logístico, como los Soportes Logísticos de Plataforma.

2.3.1 Los SLP como Instrumento para el Ordenamiento Territorial logístico

Los Soportes Logísticos de Plataforma (SLP) son áreas destinadas para la realización de actividades logísticas, en ellos se encuentran interrelaciones con actividades industriales, de transporte, de distribución comercial y de desarrollos inmobiliarios.

El concentrar las actividades logísticas requiere de equipamiento básico como bodegas, andenes, patios, estacionamientos, etc., para así tener regulado el flujo de la carga. Con los SLP se pueden tener estas áreas concentradoras, regulando así los flujos que provienen de distintos lugares geográficos. Con estos soportes se puede realizar una mejoría en cuanto a la productividad de las operaciones de transporte, captando importantes volúmenes de carga entre ellos, organizando los embarques, combinando las cargas de clientes distintos y estableciendo puntos de encuentro para los diferentes modos de transporte.

Pueden diferenciarse dos tipos de impactos generados por los soportes logísticos de plataforma, los directos, referidos localmente a la zona en que se encuentra el soporte, y los indirectos, en los cuales se afectan diferentes zonas.

Entre los impactos directos pueden considerarse los siguientes: la ocupación del suelo, por ubicarse cerca de zonas aglomeradas; la posibilidad de un efecto barrera en el futuro si no se localiza correctamente; al medioambiente, porque opera las 24 horas del día, generando contaminación por iluminación nocturna, ruido y emisiones contaminantes de los motores; y la afectación de los usos de suelo en las zonas cercanas a su perímetro.

Los impactos indirectos pueden ser: i) en los usos de suelo en la zona donde se distribuyen las mercancías, ya que antes se desarrollaba en una zona y con la implementación de SLP ésta cambia de lugar, liberándose estos terrenos con alto valor; ii) uso de suelo industrial puede ser generado en las zonas contiguas al soporte; iii) al disminuir el tránsito de vehículos pesados en las zonas urbanas, se disminuye el efecto de contaminación y de tráfico que estos producen; iv) concentración de puestos de trabajos que antes se encontraban dispersos, convirtiéndose en centros de trabajo que pueden alcanzar gran

importancia; y v) producción de economías de aglomeración, ubicándose en su proximidad actividades industriales y de almacenaje, entre otras.⁵⁸

2.4 Canales de Distribución de los Productos Industriales

Un fabricante tiene poder en el mercado cuando los clientes demandan su producto. Cuando los consumidores demandan una marca de un fabricante, los minoristas y los mayoristas se muestran ansiosos por llevar al mercado los productos existentes y nuevos debido a que generan altas ganancias. Sin embargo, un fabricante pequeño de una marca poco conocida puede encontrar dificultades para atraer miembros a su canal para sus productos existentes o nuevos. Así, un fabricante puede sufrir la falta de poder en el mercado cuando establece negociaciones para entrar a un canal. Los recursos financieros determinan la habilidad del fabricante para desarrollar funciones de mercadotecnia internamente. Los pequeños fabricantes regularmente no pueden costear el distribuir directamente a los minoristas y deben de depender de los mayoristas. En algunos casos no hay intermediarios aceptables en cada línea de intercambio.⁵⁹

En los mercados industriales, cuando se debe decidir entre un canal de distribución directo o indirecto, el fabricante debe considerar al cliente y a sus necesidades, la línea del producto, el tamaño de el área geográfica a cubrir, el número de clientes, la naturaleza del trabajo de ventas, y la ganancia proyectada para cada opción. Para pequeños fabricantes con clientes dispersos geográficamente, el costo de un canal directo puede quedar fuera de sus capacidades monetarias. Sin embargo, un fabricante de una línea completa de productos que tiene concentrados geográficamente a sus clientes puede encontrar menos redituables a los canales directos que a los indirectos para algunos de sus productos y clientes. Por ejemplo, una gran cantidad de compañías farmacéuticas han incrementado el uso de mayoristas, aún en áreas de mercado concentradas, debido al alto nivel requerido de servicio a clientes.⁶⁰

A pesar de que se han identificado diferentes canales de distribución para los bienes industriales, no existe una estructura de canal “mejor” para todas las firmas que producen bienes similares. La administración de la empresa deberá determinar la estructura del canal dentro del entorno definido por la misma y por los objetivos de mercadotecnia, su filosofía operativa, sus fortalezas y debilidades, y su infraestructura en instalaciones de manufactura y de almacenes.⁶¹ En la Figura 2.4 se muestran los canales de distribución de bienes industriales, donde pueden observarse los diferentes intermediarios que existen desde que el producto terminado sale de las instalaciones del fabricante hasta la entrega al cliente o consumidor final; y en la Figura 2.5 se muestra el flujo de productos y de información que se presenta dentro del canal de distribución de bienes industriales.

⁵⁸ Fuente: Colomer, J. 1997.

⁵⁹ Fuente: Lambert, D y Stock, J. Strategic Logistics Management. IRWIN. 1993.

⁶⁰ Fuente: Ídem.

⁶¹ Fuente: Ídem.

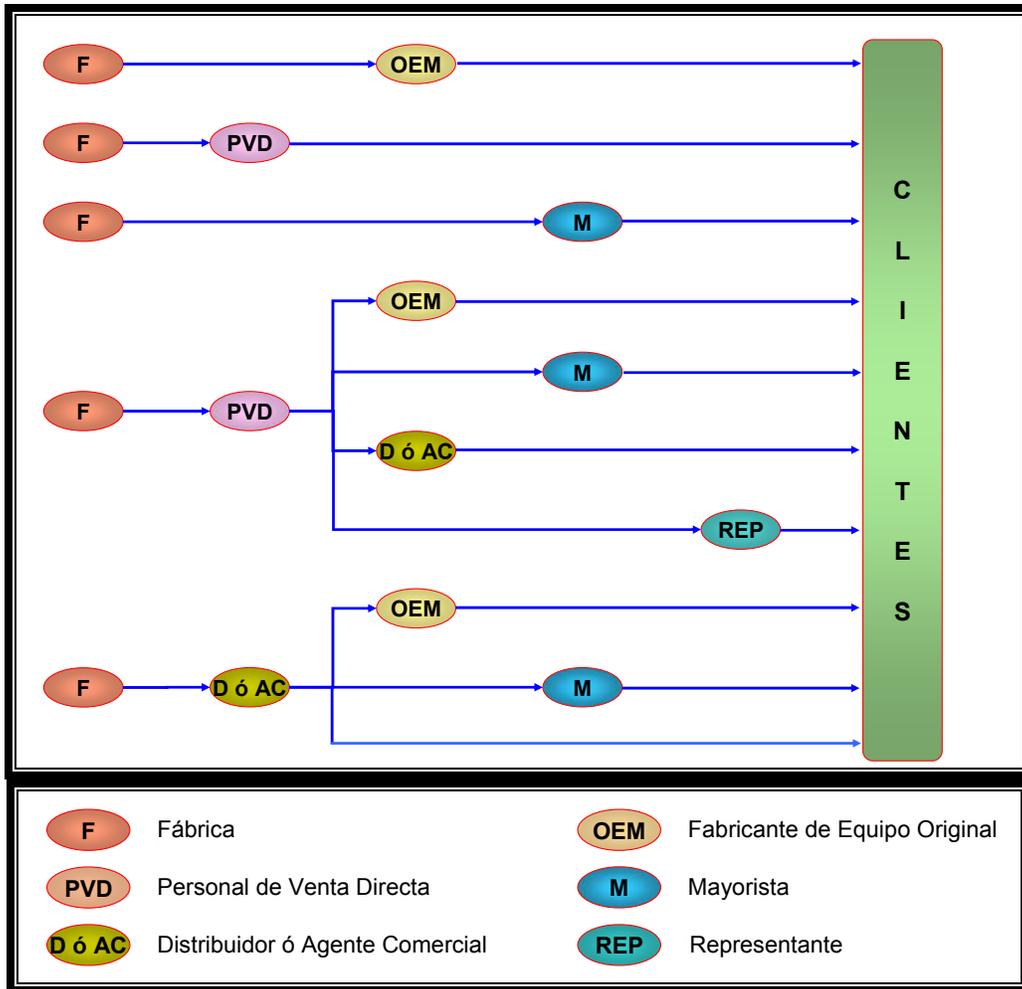


Figura 2.4 Canales de distribución de bienes industriales⁶²

⁶² Fuente: Myer, V. Managing and Motivation your Agents and Distributors. Financial Times. 1992.

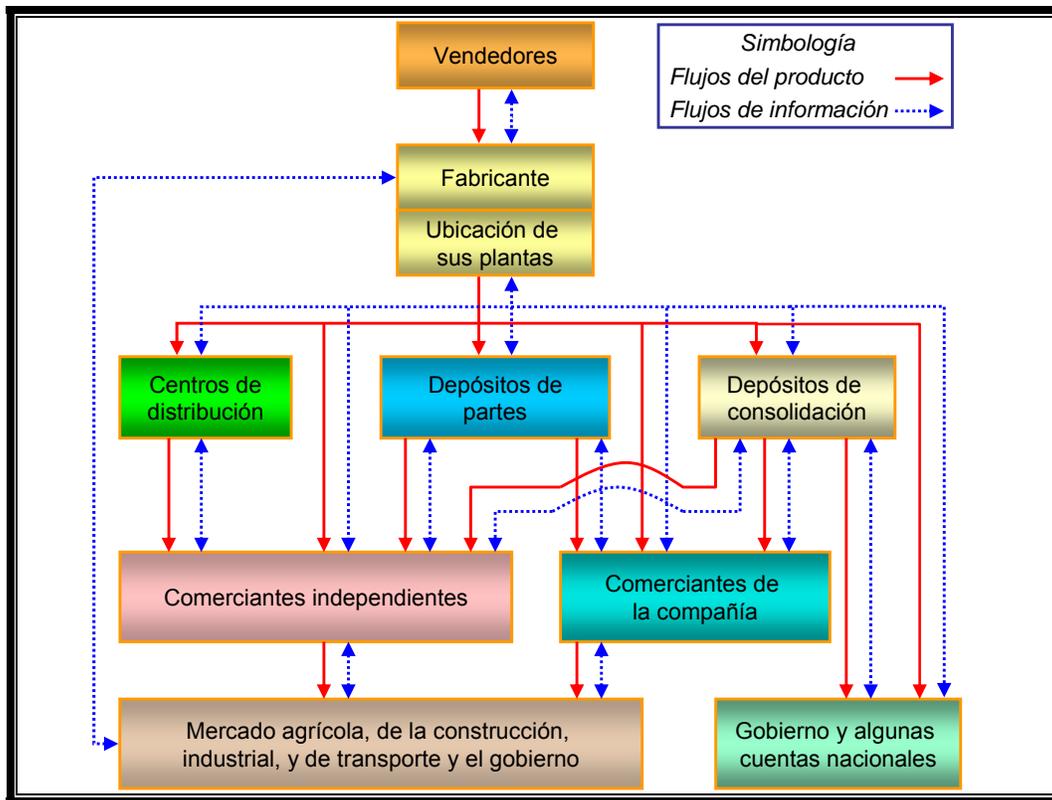


Figura 2.5 Flujo de productos e información en el canal de distribución de bienes industriales⁶³

2.5 Acciones que Permiten Mejorar La Competitividad de las Empresas

Aún cuando las empresas compiten en función de los productos o servicios que elaboran y el éxito depende de la eficiencia de sus procesos productivos, la calidad de sus productos y el precio de los mismos, hay una infinidad de factores externos que determinan su capacidad de competir. Una empresa puede ser la más productiva y tecnológicamente exitosa en lo interno, pero si las condiciones externas le imponen diversos costos, su competitividad acaba siendo limitada.⁶⁴

Es necesario entender que la competitividad no depende exclusivamente de lo que sucede dentro de una empresa; debe ser el resultado de un conjunto de aspectos que conforman el “entorno de la firma”: la infraestructura física, el sistema científico tecnológico, la red de proveedores y subcontratistas, los sistemas de distribución y comercialización, y hasta los valores culturales, las instituciones y el marco jurídico en el que opera la empresa.⁶⁵

⁶³ Fuente: Lambert, D y Stock, J. Strategic Logistics Management. IRWIN. 1993.

⁶⁴ Fuente: Los Retos de la Competitividad en México. Una Agenda de Reformas Inmediatas. IMCO – CIDAC. 2005

⁶⁵ Fuente: Jiménez, J. y Hernández, S. Marco Conceptual de la Cadena de Suministro: Un Nuevo Enfoque Logístico. Publicación Técnica No. 215. IMT. 2002.

Después de realizar una revisión bibliográfica sobre el tema de competitividad, se encontraron acciones y recomendaciones que, al ser ejecutadas por las empresas industriales (pudiendo también aplicarse en general a cualquier empresa), les permitirá tener una mejor integración y por lo tanto mejorar su competitividad en cuanto a servicios al cliente, costos totales, tiempo de respuesta, etc.

Cabe hacer mención que según la capacidad financiera de las empresas que forman parte de la cadena de suministro, será la cantidad y tipo de acciones que se implementarán, así como los alcances de cada una de ellas; es por ello que deberán hacerse estrategias de acuerdo al nivel de integración que se requiera y en función de las capacidades financieras de los integrantes.

Respecto al punto anterior, es importante señalar que no todos los integrantes tienen el mismo interés en el éxito de su operación, ya que su interés depende de los riesgos de su participación, es decir, si no está en juego una cantidad importante de dinero es muy probable que no les interese mejorar su desempeño, sin haber siquiera evaluado las ventajas que obtendrían si ejecutaran ciertos mecanismos de mejora; es por ello que deberán promoverse objetivos comunes que les brinden relaciones “ganar-ganar”, para que así todos los eslabones obtengan beneficios al implementar las acciones correspondientes.

Algunas de las acciones y estrategias encontradas que permiten mejorar la competitividad son:

- Implementar encadenamientos industriales, los cuales consisten en unir esfuerzos, crear interconexiones, alianzas y acuerdos entre las empresas de una región, gremio, sector, cadena de producto, etc., mediante el uso de servicios comunes logísticos para racionalizar las operaciones y obtener ventajas en términos de eficiencia y productividad, creando un mercado entre ellas que ofrezca beneficios económicos, tecnológicos, logísticos, de infraestructura, etc., a las involucradas.
- Al implementar la producción en cadena se busca obtener el abasto de los mejores componentes de un producto, entregarlos para su ensamble a un armador y enviarlos para su distribución por medio de especialistas a los mercados de consumo.
- Deben hacerse más inversiones en infraestructura y adoptar nuevas tecnologías. Las inversiones pueden hacerse tanto por parte de empresas privadas como por el Estado.
- Reorganizar operaciones. Realizar una localización óptima de instalaciones, ya sean éstas nuevas o rentadas. Calcular el tamaño óptimo de la flota de vehículos de carga e implementar nuevas estrategias de distribución que se adapten a su sistema.
- Realizar estudios de *Benchmarking*, para conocer el nivel de desarrollo en que se encuentra la compañía respecto a la competencia e identificar las áreas en que deben realizarse mejoras para elevar su competitividad.

- Realizar análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, para conocer los puntos en los que se pueden tener ventajas y desventajas respecto a los competidores.
- Realizar juntas periódicas donde se analicen los comportamientos de sus indicadores y métricas de desempeño estratégicos de acuerdo a sus metas establecidas.
- Verificar que la misión, visión y metas de la empresa sean desplegadas correctamente mediante estrategias, tácticas y prácticas alineadas a ellas en todas sus divisiones y áreas.
- Esforzarse por alcanzar altos niveles de calidad fundamentados en actitudes generalizadas en la empresa u organización.
- Consolidar la carga en los elementos pertenecientes a la cadena de suministro en que sea posible hacerlo (generando economías de escala).
- Reducir los regresos en vacío, ya sea transportando productos propios que por alguna causa deben regresarse o prestando servicios a terceros, de tal forma que se disminuyan sus costos.
- En el caso de contar con vehículos cuya antigüedad sea mayor a 10 años, se recomienda renovar su flota vehicular, de esta forma se podrá brindar un servicio más eficiente y de mejor calidad, y se tendrán beneficios en la reducción de costos de operación (principalmente de combustibles y de mantenimiento).
- El retrasar actividades y operaciones (*Postponement*) en las actividades y procesos donde sea posible hacerlo, es visto como un elemento vital en cualquier estrategia ágil y como una estrategia poderosa para reducir y controlar la variabilidad en la demanda. Permite que las compañías tengan la habilidad de competir en tiempo mientras mantienen su competitividad en los costos e incrementa la flexibilidad de responder a cambios en la mezcla de demandas provenientes de diferentes segmentos de mercado.
- Aunado a la implementación de Tecnologías de Información (TI) se reconoce la necesidad de emplear disciplinas, metodologías, técnicas, prácticas, sistemas y programas de cómputo que permitan administrar, planear y ejecutar de manera más eficiente todos los procesos que toman parte dentro de la cadena de suministro, como son:
 1. La Planeación y Programación Avanzada (*Advanced Planning and Scheduling-APS*).
 2. El Cuadro de Mando Balanceado (*Balanced Scorecard-BSC*).
 3. La Planeación, Pronóstico y Reabasto en Colaboración (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment-CPFR*).
 4. El Proceso Continuo de Mejora (*Continuous Process Improvement-CPI*).
 5. La Planeación de Reabasto Continuo (*Continuous Replenishment Planning-CRP*).
 6. La Administración de la Relación con Clientes (*Customer Relationship Management-CRM*).

7. La Respuesta Eficiente al Consumidor (*Efficient Consumer Response-ECR*).
8. El Intercambio Electrónico de Datos (*Electronic Data Interchange-EDI*).
9. La Planeación de Recursos Empresariales (*Enterprise Resource Planning-ERP*).
10. La Administración del Inventario (*Inventory Management*).
11. La Administración de Órdenes (*Order Management*).
12. El Despliegue de la Función de Calidad (*Quality Function Deployment-QFD*).
13. La Respuesta Rápida (*Quick Response-QR*).
14. La Administración de la Cadena de Suministro (*Supply Chain Management-SCM*).
15. El Modelo de Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro (*Supply Chain Operations Reference Model-SCOR*).
16. El Inventario Administrado por el Proveedor (*Vendor Managed Inventory-VMI*).
17. El Sistema de Administración de Almacenes (*Warehouse Management System-WMS*).

Debido a lo complejo y extenso que resulta la explicación de cada uno de los elementos mostrados anteriormente se omite dicha explicación, sin embargo, para mayor información es recomendable remitirse a literatura específica que trate dichos temas, como son algunos de los libros y revistas empleados como fuente a lo largo de la presente tesis, cuyas fichas pueden consultarse en las referencias.

2.5.1 El caso específico de la Tercerización (*Outsourcing*)

El tercerizar actividades (*“outsourcing”*) consiste en que las empresas deleguen a un tercero aquellas actividades que realizan de manera efectiva otros proveedores de servicios logísticos (*“3PL’s: third party logistics”*), permitiendo enfocarse en sus actividades principales del negocio (*“core business”*). Cuando se contrata a operadores logísticos (los cuales son *3PL’s*) se tiene la ventaja de reducir costos de operación puesto que ellos tienen una mejor capacidad para flexibilizar tanto el uso de su infraestructura como los gastos.

En la Tabla 2.1 se muestra el porcentaje de empresas (de una muestra a nivel mundial de 600 empresas usuarias de *3PL*), que tercerizan o delegan sus actividades logísticas por región mundial. Dichas cifras fueron obtenidas en conjunto por el Instituto de Tecnología de Georgia y las empresas Capgemini y FedEx al realizar su noveno estudio anual de *3PL* en el año 2004.

Actividad Logística	Porcentaje de Empresas que Tercerizan sus Actividades Logísticas*			
	América del Norte	Europa del Oeste	Asia - Pacífico	América Latina
Almacenamiento	72	70	88	51
Transportación Externa	66	89	100	89
Intermediar con Clientes	60	34	88	57
Transferencias con Clientes	57	48	68	68
Cruces de Andén / Consolidación de Carga	55	49	40	22
Transportación Interna	54	82	84	68
Cobro / Auditoría de Cuentas	53	19	8	11
Recepción y Envío de Carga	47	40	84	35
Requerimientos de Orden y Distribución	35	22	52	14
Logística de Retorno / Reversa	27	32	32	24
Marcado / Etiquetado / Empacado de Productos	25	29	20	11
Retorno y Reparación de Productos	22	30	36	11
Servicios de Consultoría	21	12	28	22
Tecnología de Información	19	24	16	27
Ensamble / Instalación / Manufactura de Productos	16	16	12	5
Logística de Procuración	16	33	24	35
Administración de Inventarios	16	27	40	22
Negociación de Tasas	14	12	0	16
Selección del Transportista	13	25	8	19
Servicios 4PL	10	19	24	16
Administración de Flotas	9	18	40	16
Recepción de Orden / Procesado / Servicios al Cliente	8	7	16	14
Posesión del Inventario	6	9	4	8
Facturación (Intercambio Financiero)	2	7	0	8

* De una muestra de 600 empresas a nivel mundial

Tabla 2.1 Porcentaje de empresas que tercerizan sus servicios logísticos por región ⁶⁶

De la Tabla 2.1 cabe resaltar el hecho que existe un alto porcentaje de empresas que emprenden la tercerización hacia actividades que tienen una estrecha relación con la distribución física de las mercancías y con el trato a clientes, como son el almacenamiento, la transportación externa (denominada en inglés como la transportación “*outbound*” y que se realiza desde la línea de producción o del almacén hacia el cliente final), el cruce de andén, la consolidación de carga, la transportación interna (denominada en inglés como transportación “*inbound*” y que se refiere al transporte de productos desde la ubicación de los proveedores hacia la línea de producción o almacenes), la recepción y envío de carga, los requerimientos de orden y de distribución, y el intermediar y realizar transferencias con clientes.

Los operadores logísticos (proveedores de servicios de “*outsourcing*”) con mayor presencia en estados de la República Mexicana son: Ups, Fedex, Accel, G. Acción, Exel y Panalpina. Sin embargo es importante señalar que las empresas extranjeras se ven imposibilitadas a aumentar sus inversiones al 100% para realizar el traslado de mercancías al interior del país debido a la Ley de Inversión Extranjera, la cual limita a mexicanos con cláusula de exclusión a extranjeros las actividades de transporte terrestre internacional de carga, razón por la cual muchos de los 3PL no realizan u ofrecen entregas centralizadas a destinos finales, contratando el servicio de empresas mexicanas para el transporte de carga, lo cual

⁶⁶ Fuente: Ornelas, S. Mexico’s Third Party Logistics (3PL) Industry. Revista México Now. Año 3, Núm. 13, Noviembre-Diciembre 2004.

ha sido objeto de competencias desleales, demandas y de serios debates entre la Cámara Nacional de Autotransporte de Carga (Canacar) y varias empresas extranjeras.⁶⁷

Respecto a la contratación de servicios de operadores logísticos en México, sólo el 32% de las industrias tiene contrato con alguno, lo que provoca que menos del 90% de las entregas de material o producto terminado en México se realicen a tiempo, mientras que en otros países ese porcentaje supera los 95 puntos.⁶⁸

Por otro lado, muchos sectores industriales, especialmente aquellos que son atendidos mayoritariamente por empresas mexicanas, siguen siendo algo reacios a implementar sistemas logísticos, perdiendo así ventajas frente algunas corporaciones transnacionales.⁶⁹ Respecto a este hecho es importante mencionar las razones principales por las cuales algunas empresas se niegan a tercerizar algunas de sus actividades, dentro de dichas razones se encuentran las siguientes: i) piensan que sus costos no se reducirán; ii) ven a la logística como un elemento clave de competencia y muy importante como para tercerizarla; iii) perciben que su control se verá disminuido; y iv) estiman que sus niveles de servicio no se cumplirán.

Por otro lado, una de las razones por las cuales muchas empresas distribuyen sus mercancías con vehículos propios es porque no existe la suficiente oferta de terceros que brinden el servicio público de distribución y transportación.

En el caso de las PYMES resultaría conveniente el contratar operadores logísticos para la distribución de sus productos, ya que la cantidad de mercancía que producen no siempre llena un camión, hecho que encarece la distribución de sus productos si quisieran contratar el servicio de flete (por el camión completo). De esta forma, al tercerizar la distribución, sólo pagarían la porción de su carga que viaja en el flete (junto con mercancía de otras empresas), ya sea por el número de tarimas o de cajas distribuidas, compartiendo así con otras empresas el costo en transportación en proporción a su volumen y a la distancia de sus destinos.

2.5.2 El Desarrollo de un Plan Logístico

De la mano con el empleo de las recomendaciones expuestas previamente para elevar la competitividad, se encuentra el hecho de decidir cuáles de ellas se deben adoptar, es decir, conocer hasta dónde se puede y se quiere llegar; para ello resulta conveniente elaborar un plan que ayude a tomar la decisión sobre cuáles recomendaciones permiten alcanzar y lograr los objetivos que se hayan planteado en la empresa (desde el nivel con mayor jerarquía hasta el nivel operativo, y que son desplegados a partir de su misión, visión,

⁶⁷ Fuente: Castillo, M. 3PL's con la Ley a Cuestas. Revista Transporte Siglo XXI. Año 6 Vol. 70 Junio 2005.

⁶⁸ Fuente: Carrera, S., citado en Castillo, M. 3PL's con la Ley a Cuestas. Revista Transporte Siglo XXI. Año 6 Vol. 70 Junio 2005.

⁶⁹ Fuente: Allan, J., citado en Revista Transporte Siglo XXI. Año 6 Vol. 70 Junio 2005.

objetivos, metas, etc.), de acuerdo a la disponibilidad de sus recursos y a los beneficios obtenidos por su adopción.

Las decisiones logísticas son tomadas por lo general de forma jerárquica, pero de una manera iterativa desde la estratégica hasta la operacional (ver Figura 2.6). El desarrollo de una estrategia logística involucra la integración de 10 áreas clave, mostradas en la Figura 2.7.

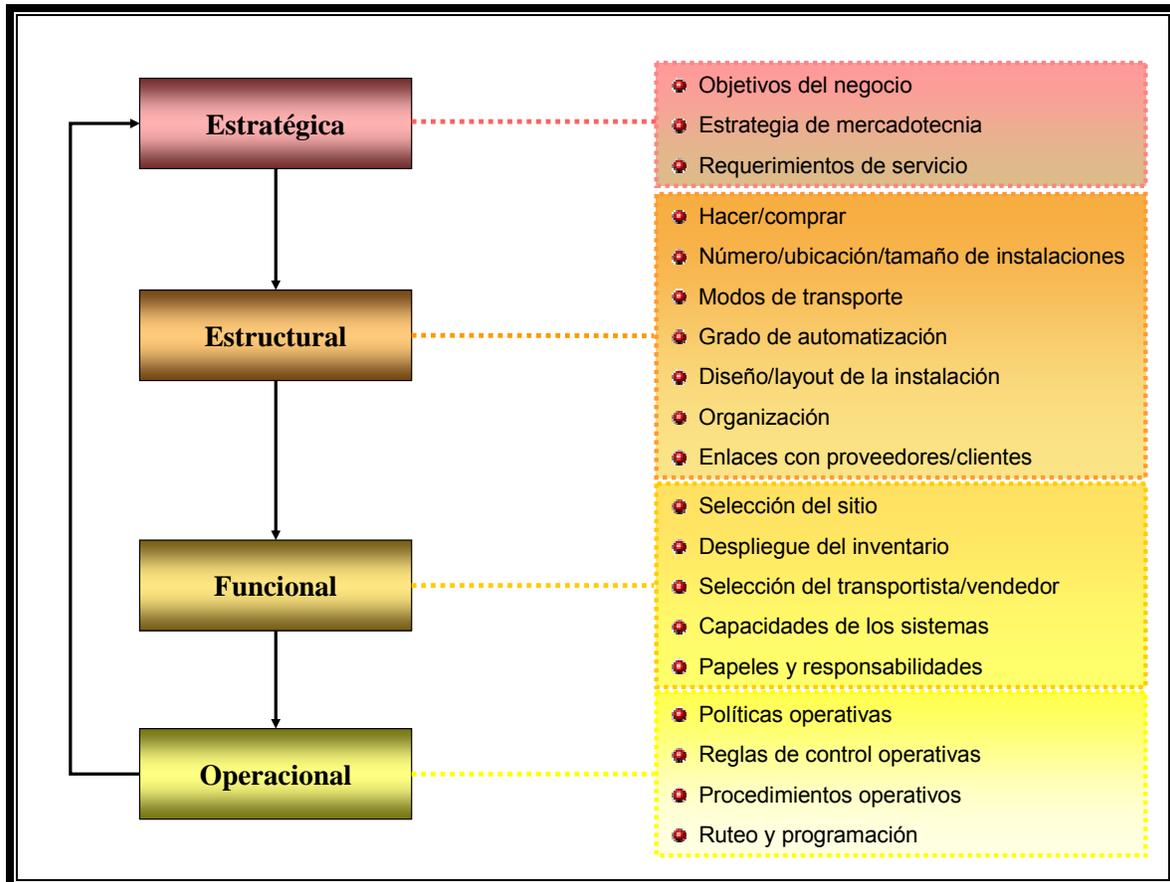


Figura 2.6 Decisiones logísticas⁷⁰

⁷⁰ Fuente: Lambert, D y Stock, J. Strategic Logistics Management. IRWIN. 1993.



Figura 2.7 Integración de las 10 áreas clave en la estrategia logística⁷¹

Las preguntas que corresponden y representan a cada una de las 10 áreas clave y que proveen las bases para elaborar el plan logístico incluyen lo siguiente⁷²:

1. ¿Cuáles son los requerimientos de servicio para cada segmento de clientes?
2. ¿Cómo puede lograrse la integración operativa por medio de los diferentes miembros del canal?
3. ¿Cuál es el sistema de distribución que minimiza los costos y que provee niveles de servicio competitivos?
4. ¿Qué tecnologías de manejo/almacenamiento de materiales facilitan el alcanzar los objetivos de servicio con niveles óptimos de inversión en instalaciones y equipamiento?
5. ¿Existen oportunidades que permitan reducir el costo de transporte a corto y largo plazo?
6. ¿Pueden los procedimientos actuales de la administración del inventario soportar demandas de servicio más rigurosas?
7. ¿Qué sistemas de información se requieren para obtener la máxima eficiencia en las operaciones logísticas?

⁷¹ Fuente: Ídem.

⁷² Fuente: Ídem.

8. ¿Qué cambios en los métodos operativos se necesitan para alcanzar un desempeño mejor?
9. ¿Cómo deben introducirse los cambios dentro de la propia red y de las instalaciones?
10. ¿Cómo deben organizarse los recursos para alcanzar de mejor forma los objetivos de servicio y operación?

Por otro lado, la planeación logística aborda cuatro áreas principales de problemas: i) niveles de servicio al cliente; ii) ubicación de instalaciones; iii) decisiones de inventario y iv) decisiones de transportación, los cuales se muestran en la Figura 2.8. Exceptuando el establecimiento de un nivel de servicio al cliente (el servicio al cliente es resultado de las estrategias formuladas en las otras tres áreas), la planeación logística puede denominarse como un triángulo de toma de decisiones de logística. Estas áreas de problemas se interrelacionan y deberán ser planeadas como una unidad, aunque es común planearlas en forma independiente. Cada una de ellas ejerce un impacto importante sobre el diseño del sistema.⁷³

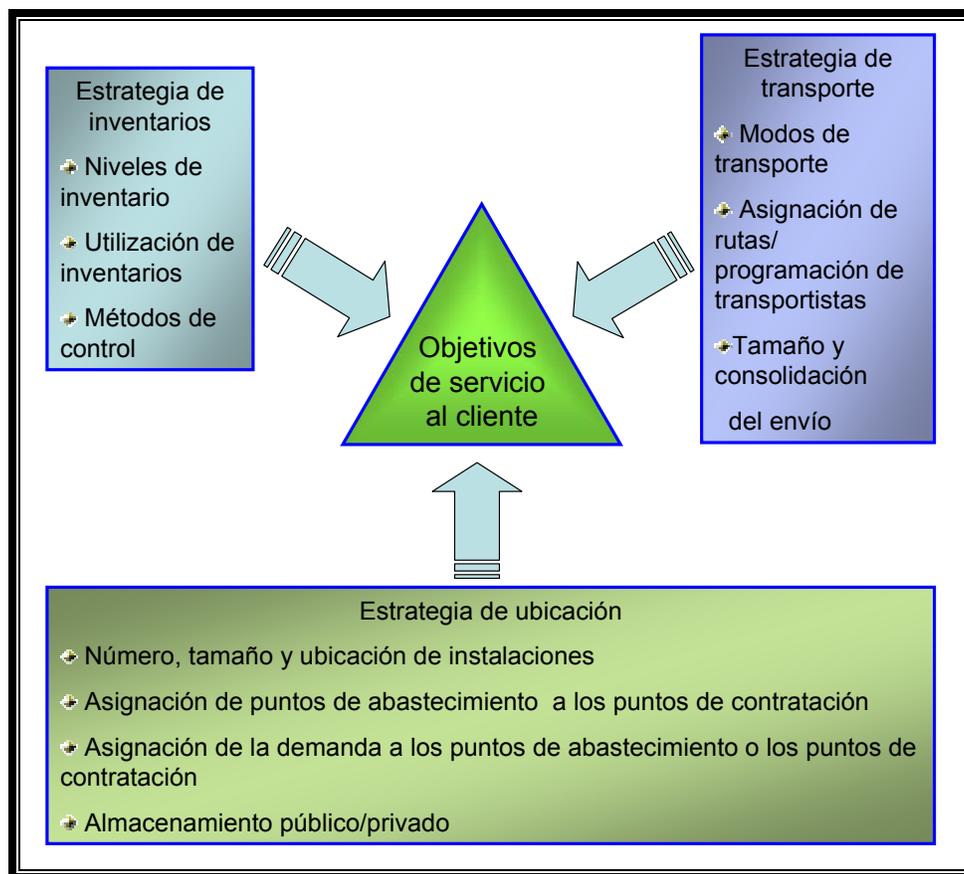


Figura 2.8 Triángulo de la toma de decisiones logísticas⁷⁴

⁷³ Fuente: Ballou, R. Logística. Administración de la Cadena de Suministro. Pearson. 2004.

⁷⁴ Fuente: Ídem.

Al desarrollar un plan logístico debe también tomarse en cuenta el diseño de una estrategia competitiva, la cual consiste en crear una fórmula general de cómo una empresa va a competir, cuáles serán sus metas y que políticas se requerirán para alcanzarlas. En la Figura 2.9 se muestra la “rueda de la estrategia competitiva”, donde se aprecia que la estrategia competitiva es una combinación de fines (metas) que busca la compañía y de medios (políticas) con que se trata de alcanzarlos. Las compañías aplican distintas designaciones a algunos de los conceptos anteriores. Por ejemplo, algunas empresas emplean términos como “misión” u “objetivo” en vez de “metas”; otras emplean tácticas, en lugar de “políticas”. La “rueda de la estrategia competitiva”, es un instrumento para integrar lo aspectos esenciales de la estrategia competitiva en una sola página. En el centro se hallan las metas y los rayos son las políticas operativas (o también llamadas políticas funcionales) básicas por medio de las cuales trata de cumplir las metas.⁷⁵

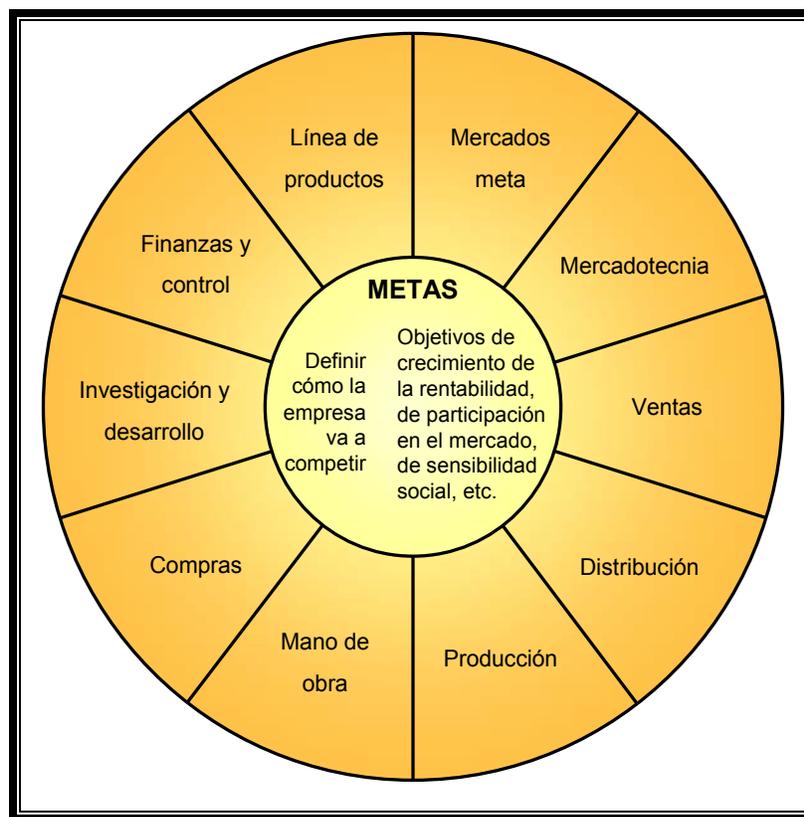


Figura 2.9 La rueda de la estrategia competitiva⁷⁶

2.6 Programas y Apoyos Gubernamentales que Fomentan el Desarrollo y la Competitividad Industrial

El objetivo de presentar la información sobre los programas, apoyos y acciones gubernamentales que fomentan el desarrollo competitivo de las industrias es definir la

⁷⁵ Fuente: Porter, M. Estrategia Competitiva. Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia. CECSA. 2005.

⁷⁶ Fuente: Ídem.

posición del gobierno (manifestada por medio de sus políticas), respecto a su intervención en beneficio del desarrollo competitivo del sector industrial en el país.

Mediante regulaciones, subsidios y otros medios, el gobierno puede influir en la posición de una industria frente a sustitutos, también puede incidir en la rivalidad entre competidores al intervenir en el crecimiento de la industria y la estructura de costos estableciendo normas y tomando otras medidas. Un análisis estructural estará incompleto si no diagnostica cómo la política actual y futura del gobierno afectará a las condiciones estructurales en todos los niveles.

Dentro de la temática del apoyo para la creación e incremento de la competitividad de las empresas, existen varios programas gubernamentales que benefician en dicho tema a las MIPYMES (Micro, Pequeñas y Medianas Empresas). El apoyo se centra a dichas empresas puesto que las Grandes Empresas tienen mayores capacidades financieras para emprender por sí mismas acciones que les permitan mejorar su competitividad, sin embargo también son susceptibles de recibir los estímulos y apoyos que otorgan los gobiernos.

Los apoyos otorgados consisten en créditos financieros, estímulos fiscales, asesorías técnicas, etc., y sus objetivos son el fomentar un entorno competitivo, el acceder a financiamiento, la formación empresarial para la competitividad, el desarrollo e innovación tecnológica, la articulación e integración regional y sectorial, el fortalecimiento de mercados, etc. El catálogo de dichos apoyos se puede obtener del sitio en internet de la Comisión Intersecretarial de Política Industrial (CIPI): www.cipi.gob.mx.

La forma de abordar la política sectorial en aras de fortalecer la competitividad ha sido un asunto complejo y polémico, ya que si ésta implica la intervención deliberada del Estado en ciertos sectores prioritarios se corre el riesgo de que el Estado altere, en mayor o menor grado, las fuerzas del mercado, inhibiendo con ello la movilidad de recursos hacia los sectores con mayores ventajas comparativas y competitivas y, al mismo tiempo, propiciando pagos a los factores de la producción distintos a los obtenidos por el propio mercado. Si bien el Estado debe evitar una intervención deliberada en los sectores productivos, es necesario también que esté atento a eliminar los factores que entorpecen o inhiben la competitividad, generar un ambiente propicio de negocios, y favorecer las condiciones que demandan los sectores prioritarios, elaborando un diagnóstico preciso y una política para fortalecer la competitividad y generar crecimiento económico.⁷⁷

Por otro lado, la política rectora del Estado de México (entidad de suma importancia puesto que algunos de sus municipios pertenecen a la ZMVM) es el Plan de Desarrollo Económico 1999-2005, de la cual se tiene la vertiente del Programa para la Modernización Industrial y cuyo objetivo es fomentar la cultura empresarial que asegure dicha modernización. La finalidad de dicho programa es: i) atraer inversión productiva nacional y extranjera; ii) fortalecer el impulso a las exportaciones; iii) concretar por medio de las cadenas productivas, el fortalecimiento de las micro y pequeñas empresas con absoluto respeto al

⁷⁷ Fuente: Acciones Concretas para Incrementar la Competitividad. Secretaría de Economía. Subsecretaría de Industria y Comercio. Octubre 2004.

medio ambiente; iv) consolidar la infraestructura existente en el estado, principalmente la relacionada con el sector industrial; v) orientar la instalación de corredores industriales en las distintas regiones de la entidad, y procurar el desarrollo de la mediana, pequeña y micro empresas; y vi) afinar la cultura ecológica en los procesos de desarrollo industriales.

2.6.1 Aportaciones Específicas de la Secretaría de Economía (SE)

La mayor parte de la información presentada en esta subsección fue obtenida del artículo “Fomentar cadenas de valor sincronizadas”, realizado por Sergio Carrera Riva Palacio, Director General de Comercio Interior y Economía Digital de la Subsecretaría de Industria y Comercio de la Secretaría de Economía⁷⁸ y del Primer Seminario de Perspectiva Nacional de Articulación Productiva, Secretaría de Economía, llevado a cabo en Diciembre del 2003. Esta información resulta ser de gran importancia, pues resume algunas de las líneas de acción implementadas por la SE respecto al tema en cuestión.

La Secretaría de Economía (SE) presenta las siguientes estrategias para un crecimiento con calidad⁷⁹:

- Elevar y extender la competitividad sistémica del país
- Asegurar el desarrollo incluyente
- Crear condiciones para el desarrollo regional sustentable.

La experiencia de otros países señala que, sin alterar las fuerzas de mercado, el Gobierno puede mejorar su desempeño e impactar en el crecimiento económico, a través de una mayor coordinación con el sector privado. Como parte de esa estrategia, a mediados de 2002 la SE anunció la creación de doce programas de competitividad para el mismo número de sectores que por su participación en la producción, empleo, valor agregado y exportaciones fueron considerados estratégicos: automotriz, electrónica, software, aeronáutica, textil y confección, agricultura, turismo, comercio, construcción, maquiladora de exportación, química, cuero y calzado.⁸⁰

La SE encargó el diseño y operación de talleres de logística orientados a ayudar a las empresas a identificar, mejorar e innovar sus procesos logísticos, al Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica (COMPITE), organismo que apoya en aspectos técnicos a las empresas. A fin de promover la competitividad mexicana, se estableció en la Agenda de Competitividad 2004-2006 de la Administración Federal que ésta concentrará sus esfuerzos en cinco estrategias fundamentales. En la Figura 2.10 se muestran dichas estrategias.⁸¹

⁷⁸ Publicada en la Revista Énfasis Logística. Año VI, No. 61, Julio 2005.

⁷⁹ Manifestadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.

⁸⁰ Fuente: Ídem.

⁸¹ Fuente: Ídem.

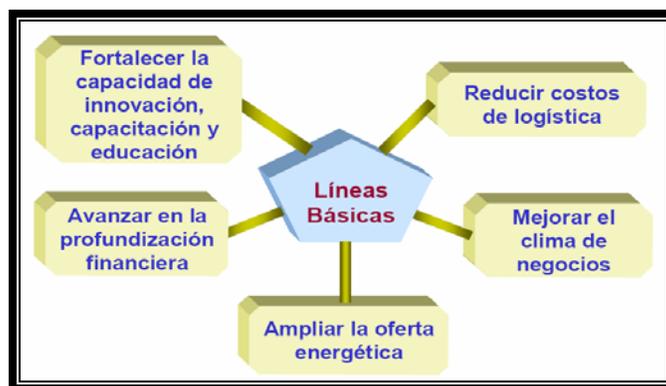


Figura 2.10 Estrategias de la vertiente estructural de la agenda de competitividad 2004-2006 de la administración federal⁸²

Toda aquella propuesta que facilite la movilidad de insumos, la disminución de tiempos y costo de almacenaje y transporte, así como la entrega de productos y/o servicios en el lugar, tiempo, cantidad y precio adecuados, debe ser fomentada en aras de mantener y acrecentar la competitividad.

Los gobiernos también son eslabones en las cadenas de valor, pueden ser capaces de añadirles o restarles valor. Otros eslabones importantes en la cadena de valor los constituyen la red de comunicaciones y transportes y los operadores logísticos que ofrecen servicios especializados, agregando valor y eficiencia a todo el proceso. La competencia por ganar cuotas de mercado, sean estas internacionales o domésticas tienen lugar entre cadenas de valor y no entre empresas aisladas.

Las implicaciones que un enfoque basado en cadenas de valor tiene para el diseño de políticas públicas orientadas a promover la competitividad son muchas ya que permite abordar, entre otras, las siguientes cuestiones:

- La naturaleza y determinantes de la competitividad, ampliando el enfoque de la empresa individual a todos los eslabones de la cadena
- La importancia de todos los eslabones de la cadena y de todas las actividades de cada eslabón, ayudando a identificar aquellas actividades que agregan valor y aquellas que no lo hacen.

Respecto a este tema, la Secretaría de Economía (SE) desarrolla un programa de facilitación comercial orientado a fortalecer los eslabones públicos de las cadenas de valor, cuyas acciones principales son:

⁸² Fuente: Ídem.

- Reducción de restricciones al comercio exterior, con particular énfasis en la disminución de tiempos para el despacho aduanero.
- Política arancelaria orientada a eliminar las incongruencias arancelarias, a disminuir la carga impositiva y la dispersión arancelaria.
- Escalamiento de la producción a segmentos con mayor valor agregado e intensidad tecnológica.
- Procuración de un ambiente de negocios basado en reglas e incentivos claros para la competencia.
- Fomento a mejores prácticas de logística entre las empresas.

Con objeto de difundir la oferta de servicios de operadores logísticos regionales, la SE generó un Directorio de Servicios Logísticos, disponible en Internet, que presenta información de 319 empresas de logística distribuidas en 25 estados de la República. Los giros presentes en el directorio son: transporte, almacenamiento, consultorías y desarrolladoras de sistemas de información aplicados a la logística.

Otro elemento formulado por la SE es el Programa de Desarrollo Empresarial (PDE), dentro de sus retos se tienen los siguientes: generar un entorno económico adecuado, incrementar la competitividad de las empresas, y fortalecer las regiones y sectores productivos del país. Sus estrategias son las siguientes: fomento de un entorno competitivo para el desarrollo de las empresas; acceso al financiamiento; formación empresarial para la competitividad; vinculación al desarrollo y la innovación tecnológica; articulación e integración económica regional y sectorial; y el fortalecimiento de mercados.⁸³

Dentro del PDE, en la línea de acción del fomento a la integración de cadenas productivas se tiene por objetivo el promover la integración de las MIPYMES a las cadenas productivas a través de apoyo financiero a programas y proyectos que contribuyan a la mejor articulación productiva micro regional (redes municipales, áreas metropolitanas y municipios metropolitanos) y meso regional (varios estados). Uno de los apoyos es el fondo PYME. Las líneas estratégicas de apoyo del fondo PYME son⁸⁴:

- Proyectos productivos generadores de empleos de esfuerzos asociativos en redes horizontales y cadenas de valor basados en esfuerzos de cooperación local que demuestren la integración sectorial y regional.
- Programas de competitividad sectorial y regional que impulsen la formulación de programas de competitividad sectoriales y regionales que tienden a favorecer proyectos de “eficiencia colectiva” entre empresas, cadenas de valor y autoridades locales en el contexto de agrupamientos empresariales.

⁸³ Fuente: Adaptado del Primer Seminario de Perspectiva Nacional de Articulación Productiva. Secretaría de Economía. Diciembre del 2003.

⁸⁴ Fuente: Ídem.

- Programas y proyectos de integración horizontal de empresas orientados a promover, desarrollar y detonar empresas integradoras, redes de empresas y sistemas de cooperación, por medio de la capacitación y consultoría especializadas.
- Programas y proyectos de desarrollo de proveedores que estimulen, promuevan y desarrollen encadenamientos verticales por medio de integración de cadenas de valor, con base en el desarrollo, capacitación y certificación de consultores, la intervención de cadenas productivas a partir de empresas tractoras del desarrollo local y su red de proveedores que conduzcan acciones de mejora, adopción de buenas prácticas de compra y la detonación de inversiones con el fin de mejorar la articulación productiva, promover la asociación estratégica entre los agentes, mejorar la competitividad de la red empresarial, su intercambio de conocimientos y la transferencia de tecnología.
- Centros de Articulación Productiva (CAP) que permitan concentrar capacidades para brindar beneficios tecnológicos de alto valor agregado a redes empresariales, bolsas de subcontratación, sistemas de desarrollo de proveedores, centros de servicios tecnológicos, empresas integradoras, cadenas de valor y agrupamientos empresariales, mediante la prestación de servicios de información, capacitación, asesoría, consultoría y oportunidades de negocios con base en la difusión y asimilación efectiva de las tecnologías de información y comunicación, entre otros. De esta forma se podrá crear una red nacional de articulación productiva.
- Fortalecimiento institucional de organismos multiplicadores como promotores, gestores y administradores de proyectos que logren multiplicar recursos federales, estatales, municipales, universitarios y empresariales en programas y proyectos productivos. Mediante este tipo de apoyo se desarrollarán capacidades locales para la detonación de proyectos que impulsen la competitividad de MIPYMES, redes empresariales, cadenas de valor y agrupamientos empresariales.
- Infraestructura productiva que demuestre su pertinencia para la articulación productiva, la generación de empleo, así como el fortalecimiento de agrupamientos empresariales para lograr el desarrollo sustentable a nivel micro y meso regional. Los recursos se canalizaran a proyectos como el desarrollo de parques y conjuntos industriales para MIPYMES con base en alianzas estratégicas entre las autoridades locales y microempresarios. Así mismo, se podrá apoyar proyectos comerciales y servicios entre los que se encuentran los centros de distribución, la asimilación de tecnologías de información, la logística, y otros servicios.
- Encuentro de negocios cuyo fin sea la integración productiva, con la finalidad de lograr la interacción y permanencia en los mercados a las MIPYMES.

Por otro lado, los paradigmas del desarrollo regional presentan las siguientes líneas⁸⁵:

- Integración productiva basada en mayor cooperación entre los actores económicos, políticos y sociales para la integración de cadenas productivas y reducir costos de transición locales:

⁸⁵ Fuente: Ídem.

- Desarrollo de clusters y micro clusters para generar economías de aglomeración y de integración funcional
- Desarrollo de proveedores locales con base en el arrastre de empresas tractoras de clase mundial
- Formación de redes empresariales de cooperación horizontal para generar beneficios competitivos comunes: empresas integradoras, consorcios tecnológicos y de investigación; centros de diseño; servicios de gestión y comercialización común, uniones de crédito y de compras, etc.
- o Enfoque de infraestructura integral que se basa en proyectos regionales de gran visión con fuerte apoyo federal, concertación de beneficios meso regionales y carteras de proyectos especializados de alto impacto.

Algunos de los programas públicos de la SE son: i) el Centro de Asesoría Empresarial Primer Contacto; ii) la Red Nacional de Centros Regionales para la Competitividad Empresarial (CENTRO-CRECE); iii) el Fondo de Apoyo para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (FAM PYME); iv) el Fondo de Fomento a la Integración de Cadenas Productivas (FIDECAP); v) el Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica (COMPITE); vi) el Programa para Establecer Sistemas de Aseguramiento de Calidad en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, ISO-9000; vii) el Programa de Capacitación y Modernización del Comercio Detallista (PROMODE); y viii) el Programa de Atención Sectorial (PROSEC).⁸⁶

Por otro lado, el Programa PYME presenta apoyos para el establecimiento de empresas en parques industriales. Los objetivos del programa son: crear y promover parques industriales como un mecanismo para impulsar la consolidación de cadenas productivas y como elemento detonador del desarrollo económico regional; promover el establecimiento de las MIPYMES en los parques industriales; promover a nivel internacional la oferta de infraestructura existente en los parques industriales a través del Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales (SIMPPI), para atraer inversión extranjera; elevar la calidad de los parques industriales; fomentar la integración de cadenas productivas a través de los parques industriales; y promover la capacitación de recursos humanos.⁸⁷

Una vez expuesta en este capítulo, la logística de la distribución de los bienes industriales y los elementos de soporte y apoyo que impactan positivamente a la distribución de mercancías de las empresas industriales, el paso siguiente es presentar la tipología de SLP existentes, para elegir aquel que brinde mayores facilidades para el transporte de mercancías industriales dentro de la ZMVM, lo cual se presentará en el siguiente capítulo.

⁸⁶ Fuente: Observatorio de la PyME en México. Resultados por Sector de Actividad Manufacturas. SE. 2004.

⁸⁷ Fuente: Página en internet del Contacto PYME, www.pyme.gob.mx/parques/index.html. Consultada el 9 de Septiembre del 2005.

Capítulo 3

3. La Función del Centro de Servicios de Transporte y Logística en la Distribución de Bienes Industriales

Introducción

En el presente capítulo se mencionan las características principales de los Soportes Logísticos de Plataforma (SLP), haciendo énfasis en el papel que desempeña el Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL) en la distribución de bienes industriales. En la sección 3.1 se mencionan los objetivos principales a los cuales se avocan cada uno de los SLP. En la sección 3.2 se presenta información sobre las características observadas en los SLP más representativos a nivel mundial. En la sección 3.3 se mencionan las principales ventajas que se pueden obtener al emplear al CSTyL para la distribución de bienes industriales. En la sección 3.4 se presentan los elementos que deben considerarse para realizar la evaluación financiera del proyecto del CSTyL. Por último, en la sección 3.5 se mencionan los elementos estratégicos que deben considerarse por ser determinantes para el éxito del CSTyL.

3.1 Tipología de Soportes Logísticos de Plataforma

Dentro de la tipología de Soportes Logísticos de Plataforma, se presentan a continuación los más representativos a nivel mundial:

- Zona de Actividades Logísticas (ZAL)
- Centro Integrado de Mercancías (CIM)
- Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL)
- Plataforma Logística de Interfase de Transporte foráneo/local modal y/o intermodal (PLT)
- Soporte Logístico Corporativo de Plataforma (SLCP)
- Micro Plataforma Logística Urbana (mPLU)

Las características que presentan los SLP y lo que se refiere en cada una de ellas son⁸⁸:

- Tipo de servicio de transporte. Qué tipo de servicio de transporte se desarrolla dentro del soporte, ya sea público y/o particular
- Servicios/Operaciones de transporte y logística. Qué tipos de servicios y operaciones de transporte y logística brindan, como almacenaje, cross-docking, trasbordo de mercancías, etc.
- Servicios Complementarios. Qué servicios adicionales prestan, como centro de negocios, restaurantes, bancos, etc.
- Servicios de Información. Con qué tipo de servicios de información cuenta, como páginas de internet con enlaces, centros de telecomunicaciones, correos electrónicos, etc.
- Modos de transporte. Qué tipo de modos de transporte actúan en el soporte: autotransporte, ferrocarril, aéreo y/o marítimo.
- Tipos de tráfico. Si las mercancías son manejadas nacional o internacionalmente y el grado de participación de éstas.
- Inversión. Qué modalidad de inversión se tiene, ya sea pública y/o privada.
- Agentes del proyecto. Cuáles agentes se encuentran involucrados en el proyecto, como gobiernos, inmobiliarias, operadores logísticos, etc.
- Usuarios/Clientes. Qué tipo de clientes operan en el soporte, como operadores logísticos, empresas de distribución comercial, unidades de negocio de distribución de productos terminados o semiterminados de un fabricante, etc.

⁸⁸ Fuente: Hernández, J. C. Diseño de Soportes Logísticos de Plataforma para el Ordenamiento Territorial Logístico de la Zona Metropolitana del Valle de México. Tesis de Maestría. DEPFI, UNAM. 1997.

- Características del terreno. Cuál es el tipo de propiedad, la condición de enajenación, las regulaciones para el uso de suelo, etc.
- Localización. En qué zona se ubica, si está cerca de otra instalación, cuáles son sus accesos viales, etc.
- SLP posibles de comprender. Qué tipos de SLP pueden comprenderse dentro de ese mismo soporte.
- Posibilidad de potenciarse a SLP. Si tiene posibilidad para potenciarse a otro tipo de SLP.
- Infraestructura/Instalaciones. Cuáles son las características principales de sus naves y muelles, si cuenta con terminales modales de transporte, con terminales de transferencia intermodal de transporte, almacenes en operación “inbound” (dentro de la instalación, por su significado en español), etc.
- Diseño Urbano. Se describen en forma general las dimensiones de las vialidades, el diseño de las supermanzanas, los accesos, etc.

La aplicación de cada una de las características anteriores para cada tipo de SLP se presenta en la Tabla 3.1.

3.1.1 Zona de Actividades Logísticas (ZAL)

Una ZAL es un soporte localizado en un nodo de transporte con infraestructura intermodal relevante, el cual debe tener características de “*gateway*” (portal, por su significado en español) y “*hub*” (eje, por su significado en español), como podría ser un aeropuerto, un puerto o una terminal de ferrocarriles de carga. Para que funcione exitosamente debe tener el apoyo de las autoridades centrales, federales, estatales y municipales; debe impulsarse por parte de Operadores Logísticos líderes para funcionar como un ancla para atraer empresas, y deben participar desarrolladores inmobiliarios.⁸⁹

3.1.2 Centro Integrado de Mercancías (CIM)

Un CIM es un soporte cuya función está enfocada principalmente a optimizar la operación del autotransporte, trasladando las terminales del autotransporte de la urbe hacia la periferia donde se tenga acceso a carreteras. Para su éxito debe localizarse estratégicamente en sitios cercanos a entronques carreteros; la autoridad que regula el autotransporte debe participar en el proyecto e impulsarlo; debe participar la comunidad local, empresas de autotransporte líderes y operadores logísticos en paquetería industrial.⁹⁰

3.1.3 Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL)

⁸⁹ Fuente: Ídem.

⁹⁰ Fuente: Ídem.

Este soporte ayuda a mejorar la competitividad del sector industrial en cuanto a logística, dando facilidades para desarrollar Operadores Logísticos especializados. Para que tenga éxito debe localizarse estratégicamente respecto a las cadenas de suministro y de distribución de un sector industrial específico relevante en la zona; debe participar un Operador Logístico cuyos clientes sean las empresas del sector industrial en cuestión; debe participar la comunidad local y una cámara y/o una asociación de industriales del sector industrial específico.⁹¹

3.1.4 Plataforma Logística de Interfase de Transporte foráneo/local modal y/o intermodal (PLT)

El empleo de este soporte permite el desconsolidar unidades de carga del transporte foráneo en unidades de carga para transporte local-urbano metropolitano y viceversa, alimentar los enlaces troncales a partir de la recolección de carga en el medio urbano metropolitano. También se pueden realizar interfases modales con carga “unitizada” y realizar la articulación entre los niveles de redes troncales y alimentadoras. Un ejemplo de soportes que empezaron siendo PLT son GARONOR y SOGARIS, ambas ubicadas en Paris, Francia; GARONOR se potenció en una ZAL y SOGARIS en un CIM. Para su éxito debe localizarse estratégicamente en las interfases entre enlaces interurbanos y vialidades de acceso de penetración a la urbe; la autoridad regulatoria en cuanto a transporte debe participar e impulsarla, y la autoridad municipal y las empresas líderes en autotransporte deben participar en el proyecto.⁹²

3.1.5 Soporte Logístico Corporativo de Plataforma (SLCP)

Este tipo de soporte tiene instalaciones para servicios logísticos de distribución física, por lo general son establecidos por grandes empresas industriales o de distribución comercial. El territorio en el que se encuentra debe ser tal que permita el desarrollo de instalaciones acordes con el uso que se le dé. Para su éxito debe localizarse estratégicamente en relación con las áreas del mercado donde se realiza su distribución de productos, al igual que con la accesibilidad de los centros de producción que alimentan al soporte; y debe participar un desarrollador inmobiliario privado.⁹³

3.1.6 Micro Plataforma Logística Urbana (mPLU)

Este soporte facilita la distribución de productos terminados en una zona urbana con vialidad de acceso restringido (p.e. restricción en horarios o tamaño de los vehículos). Con este SLP se busca un nivel óptimo en cuanto al flujo de distribución de productos y tipo de carga. Permite establecer ciclos de operación en jornadas para un adecuado suministro a los puntos de distribución (cantidad necesaria de productos para cada día). Para su éxito debe situarse estratégicamente en su conectividad primaria dentro de la zona restringida, así

⁹¹ Fuente: Ídem.

⁹² Fuente: Ídem.

⁹³ Fuente: Ídem.

como con la accesibilidad exterior a la zona; la autoridad local debe fomentarlo; y debe participar un Operador Logístico especializado en distribución urbana y/o una empresa productora de bienes de consumo masivo (como por ejemplo refrescos y golosinas).

Existe otro funcionamiento y localización que se le da a este tipo de soporte, el cual se basa en ubicarlo en uno o más niveles inferiores de un centro comercial, donde sólo tienen acceso los vehículos relacionados al soporte, teniendo incluso accesos independientes a los estacionamientos del centro comercial. Con esto, además de tener al centro comercial como punto de distribución, se tiene un nodo de redistribución.⁹⁴

3.2 Comparativa de los Soportes Logísticos de Plataforma

En la Tabla 3.1 se observa una comparación entre las características y servicios que presenta cada soporte; por un lado se tiene la característica o descriptor a comparar, y por el otro, de acuerdo al tipo de soporte, se señala con una “X” cuando el soporte presenta esa característica. En caso de que se presente un número, se debe ir a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** (de simbología) donde se explica el significado del número.

⁹⁴ Fuente: Ídem.

DESCRIPTOR	TIPO DE SOPORTE					
	ZAL	CIM	CSTyL	PLT	SLCP	mPLU
TIPO DE SERVICIO DE TRANSPORTE						
PUBLICO	X	X	X	X	1	X
PARTICULAR	X	X	X	X	1	X
SERVICIOS Y OPERACIONES DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA						
ALMACENAJE	X	X	X	X	X	X
CROSS-DOCKING	X	X	X	X	X	X
TRANSBORDO DE MERCANCÍA	X	X	X	X	X	X
CONSOLIDACIÓN Y FRACCIONAMIENTO DE CARGA	X	X	X	X	X	X
INTERCAMBIO MODAL				X		
CONTRATACIÓN DE CARGA		X		X		
GESTIÓN DE INVENTARIOS	X	X	X	X	X	X
ALMACENES DE DEPOSITO BAJO ADUANA/ZONA FRANCA	X	X	X	X	X	
PREPARACIÓN DE PEDIDOS Y SERVICIOS DE VALOR AGREGADO	X	X	X	X	X	X
GESTIÓN DE TRAFICO DE DISTRIBUCIÓN CAPILAR EN A. M.		X	X	X	X	X
SERVICIOS PARA TRANSPORTE INTERNACIONAL	X	X		X		
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS						
CENTRO DE NEGOCIOS	X				X	2
RESTAURANTES	X	X	X	X	X	2
BANCOS	X	X	X	X		2
CENTRO DE ACOGIDA Y SERVICIOS PARA TRIPULACIONES Y PERSONAL		X		X		2
ASISTENCIA A VEHÍCULOS DE CARGA		X	X	X		2
ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS DE CARGA		X	X	X	X	2
SERVICIOS DE INFORMACIÓN						
PAGINAS DE INTERNET	X	X	3	X	X	2
CENTRO DE TELECOMUNICACIONES	X	X	3	3	X	2
CORREO	X	X	3	3	X	2
CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	X		3	3		2
MENSAJERÍA	X	X	3	3	X	2
MODOS DE TRANSPORTE						
AUTOTRANSPORTE	4	5	5	6	5	X
FERROCARRIL	4	5	5	6	5	
MARÍTIMO	4	5	5	6	5	
AÉREO	4	5	5	6	5	
TIPOS DE TRAFICO						
NACIONAL	7	8	9	10	8	11
INTERNACIONAL	7	8	9	10	8	
INVERSIÓN						
PRIVADA	12	13	14	15		17
PUBLICA	12	13	14	15	16	17
AGENTES DEL PROYECTO						
GOBIERNO FEDERAL O CENTRAL	X	X	X	X		
GOBIERNO PROVINCIAL O ESTATAL	X	X	X	X	X	X
GOBIERNO MUNICIPAL O AYUNTAMIENTO	X	X	X	X	X	X
DESARROLLADORES INMOBILIARIOS	X	X	X	X	X	X
AUTORIDADES PORTUARIAS, AEROPORTUARIAS Y FERROVIARIAS	X			X		
OPERADORES LOGÍSTICOS	X	X	X	X	X	X
EMPRESAS DE TRANSPORTE MODAL	X	X	X	X		
ASOCIACIONES DE TRANSPORTISTAS	X	X	X	X		
CÁMARAS DE COMERCIO		X	X	X		X
ASOCIACIONES DE INDUSTRIALES DE SECTORES ESPECÍFICOS			X			X
GRANDES DISTRIBUIDORES COMERCIALES			X		X	X
GRANDES PRODUCTORES			X		X	X
AGENTES FINANCIEROS	X	X	X	X	X	X

Tabla 3.1 Tabla comparativa de los Soportes Logísticos de Plataforma⁹⁵

⁹⁵ Fuente: Elaboración Propia con Información de Hernández, J. C. Diseño de Soportes Logísticos de Plataforma para el Ordenamiento Territorial Logístico de la Zona Metropolitana del Valle de México. Tesis de Maestría. DEPMI, UNAM. 1997.

DESCRIPTOR	TIPO DE SOPORTE					
	ZAL	CIM	CSTyL	PLT	SLCP	mPLU
USUARIOS Y CLIENTES						
OPERADORES LOGÍSTICOS	X	X	X	X	X	X
EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL	X		X		X	X
UNIDADES DE NEGOCIO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS SEMITERMINADOS O TERMINADOS DE UN FABRICANTE	X		X		X	X
EMPRESAS TRANSPORTISTAS		X	X	X	X	X
AGENTES AUXILIARES DE TRANSPORTE	X	X	X	X	X	
AGENTES DE ADUANA	X	X	X	X	X	
EMPRESAS DE OPERACIÓN DE TALLER			X	X		
OTROS USUARIOS DEL CENTRO DE NEGOCIOS (P. EJ. ASEGURADORAS)	X				X	
EMPRESAS HOTELERAS		X		X		
CADENAS DE RESTAURANTES	X	X	X	X	X	
EMPRESAS DE TRANSPORTE INTERNO DE PERSONAL	X	X	X			
CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO						
TIPO DE PROPIEDAD	18	18	19	19	20	21
CONDICIÓN DE ENAJENACIÓN	22	22	23	23	24	25
REGULACIONES PARA EL USO DE SUELO	26	27	27	28	29	30
IMPACTO EN EL DISEÑO FINANCIERO DEL PROYECTO	31	31	31	31	32	31
DIMENSIÓN DEL TERRENO	33	34	35	36	37	38
LOCALIZACIÓN	39	40	41	42	43	44
SLP POSIBLES DE COMPRENDER						
ZAL						
CIM	X					
CSTyL						
PLT	X	X				
SLCP	X					
mPLU						
POSIBILIDAD DE POTENCIARSE A SLP						
ZAL	45	46		X	47	45
CIM	45		X	X	47	45
CSTyL	45				47	45
PLT	45				47	45
SLCP	45					45
mPLU	45					45
INFRAESTRUCTURA/ INSTALACIONES						
NAVES	48	49	50	51	52	53
MUELLES	54	54	54	55	54	56
TERMINALES MODALES DE TRANSPORTE (TMT)		X		X		
TERMINALES DE TRANSFERENCIA INTERMODAL DE TRANSPORTE (TIT)				X		
ALMACENES CON OPERACIÓN "INBOND"	X	X	X	X	X	
AGENCIAS PUBLICAS (ADUANAS, CONTROL SANITARIO)	X	X		X	X	
CENTRO DE NEGOCIOS	X				X	
RESTAURANTES	X	X	X	X	X	
BANCOS	X	X	X	X		
CENTRO DE ACOGIDA Y SERVICIOS PARA TRIPULACIONES Y PERSONAL		X		X		
TALLERES		X	X	X		
DISEÑO URBANO						
DIMENSIONES DE LAS VIALIDADES	57	58	59	60	58	61
DISEÑO DE LAS SUPERMANZANAS	62	63	64	65	63	45
ACCESOS CONTROLADOS	66	66	67	66	68	69
ESTACIONAMIENTOS	70	71	72	73	74	75
ÁREAS VERDES	76	76	75	75	3	75
EJEMPLOS INTERNACIONALES	77	78	79	80	81	82
EJEMPLOS NACIONALES	75	83	75	84	85	86

Tabla 3.1 (Continuación)

SIMBOLOGÍA
1 Servicio particular y en ocasiones tiene la posibilidad de prestar servicio público local.
2 No tienen.
3 No existen generalmente.
4 El autotransporte con uno o mas de los otros medios de transporte.
5 Se desarrolla principalmente el Autotransporte, pero podría existir una interacción con otro modo de transporte.
6 Se presentan por lo menos dos modos de transporte (Autotransporte, Ferrocarril, Marítimo y Aéreo).
7 Nacional e internacional, siendo de mayor participación el internacional al localizarse cerca de un puerto marítimo o aéreo.
8 Nacional e internacional, siendo de mayor participación el internacional al localizarse cerca de un puerto marítimo, aéreo o una frontera.
9 Nacional e Internacional. Generalmente, se tiene una mayor participación del nacional.
10 Nacional e internacional, siendo de mayor participación el internacional debido a que normalmente se localiza cerca o dentro de un puerto marítimo, aéreo o una frontera.
11 Nacional. Las mercancías con origen inicial internacional que se manejan, se internaron al país en algún otro SLP, por lo que se considera tráfico nacional.
12 Pública y Privada. Capital y propiedad privado, solo capital semilla del municipio local, del estado o del gobierno federal/ central en la etapa del proyecto de inversión, así como incentivos de la autoridad nacional/ estatal de transportes y obras publicas. Este SLP es el que tiene una mayor participación del Gobierno Federal o Central.
13 Pública y Privada. Capital y propiedad privado, solo capital semilla del municipio local, del estado o del gobierno federal/ central en la etapa del proyecto de inversión, así como incentivos de la autoridad nacional/ estatal de transportes y obras publicas. Este SLP es el que tiene una mayor participación del Gobierno municipal o estatal, así como de la comunidad local.
14 Pública y Privada. Capital y propiedad privado, solo capital semilla del municipio local, del estado o del gobierno federal/ central en la etapa del proyecto de inversión, así como incentivos de la autoridad nacional/ estatal de transportes y obras publicas. Este SLP es el que tiene una mayor participación del sector industrial (cámaras o asociaciones), así como de la comunidad local.
15 Privada y Pública. Capital y propiedad privado, solo capital semilla del municipio local, del estado o del gobierno federal/ central en la etapa del proyecto de inversión, así como incentivos de la autoridad nacional/ estatal de transportes y obras públicas. Este SLP es el que tiene una mayor participación de la autoridad nacional de transportes y obras públicas.
16 Privada. Capital y propiedad privado, solo con ciertos incentivos de la autoridad nacional/ estatal de transportes y obras publicas. Este SLP es el que tiene una estructura de inversión principalmente privada.
17 Privada y Pública. Capital y propiedad privado, solo capital semilla del municipio local/ estado en la etapa del proyecto de inversión, así como incentivos de la autoridad estatal de transportes y obras públicas. Este SLP es el que tiene una mayor participación del Gobierno municipal o estatal, así como de la comunidad local.
18 El terreno casi siempre es propiedad local y forma parte del capital semilla.
19 Se tiene de distintos tipos como propiedad municipal, expropiación, etc.
20 Generalmente en manos de un desarrollador inmobiliario.
21 Generalmente particular o en manos de un desarrollador inmobiliario.
22 No es enajenable.
23 Existen de diferentes esquemas como enajenable, no enajenable y mixto.
24 Normalmente es enajenable.
25 Enajenable.
26 Se basa en una declaratoria de reserva de suelo para uso de SLP en servicio público y particular.
27 Se basa en una declaratoria de reserva de suelo para uso de logístico.
28 Se basa en una declaratoria de reserva de suelo para uso de transporte y logística, donde predomina un modo de transporte de alta capacidad.
29 En caso de estar involucrada la comunidad local, existe una declaratoria de reserva de suelo. Se tiene una regulación de usos dentro del SLCP.
30 No habría una regulación específica.
31 Es prácticamente nulo y depende del esquema de incorporación dentro del proyecto financiero.
32 Es generalmente fuerte, aunque depende del esquema de incorporación dentro del proyecto financiero.
33 Entre 70 y 100 ha en promedio.
34 Entre 25 y 75 ha en promedio.
35 Entre 3 y 10 ha en promedio.
36 De 200 ha o más.
37 Entre 40 y 80 ha en promedio.
38 Es muy variado y depende de las circunstancias específicas de cada caso, pero normalmente su dimensión es reducida debido a que es de 1/4 de manzana urbana como máximo (2,500 m2) para el caso de instalaciones superficiales; sin embargo para las mPLU ubicadas en el subsuelo podría contarse con mayor área.
39 Su ubicación se encuentra vinculada a un modo de transporte no terrestre, como el aéreo y marítimo, por lo que debe estar cerca de un sitio estratégico de interface entre modos de transporte. Tiene una localización estratégica en relación a mercados diferenciados y grandes corredores de transporte; así como, de forma general se encuentra en un Gateway de importancia nacional.
40 En las zonas periféricas de un área metropolitana de gran extensión o de un territorio con condiciones topográficas complejas. Además, cuenta con accesos a la red de autopistas de altas especificaciones.
41 Su localización es estratégica con relación a los centros de distribución o los centros de producción.

Tabla 3.2 Simbología de la tabla comparativa de SLP⁹⁶

⁹⁶ Fuente: Elaboración Propia con Información de Hernández, J. C. Diseño de Soportes Logísticos de Plataforma para el Ordenamiento Territorial Logístico de la Zona Metropolitana del Valle de México. Tesis de Maestría. DEPI, UNAM. 1997.

SIMBOLOGÍA
42 Su ubicación se encuentra vinculada a un sitio estratégico de interface entre modos de transporte. Además, en las zonas límite de un área metropolitana de gran extensión o de un territorio con condiciones topográficas complejas, así como en una frontera.
43 Las condiciones se encuentran sujetas a un plan de ordenamiento territorial logístico. Además, se encuentra cercano a grandes accesos primarios y a vialidades principales dentro de un área metropolitana. También depende de la ubicación de las instalaciones del corporativo.
44 En áreas donde las condiciones de acceso y la circulación están restringidas, como en zonas de centros históricos. Normalmente localizadas en la periferia de estas zonas.
45 No aplica.
46 ZAL, si la localización es estratégica.
47 Solo si existe una inversión en vialidades y otras infraestructuras, así como se realice un reordenamiento territorial urbano.
48 Las medidas estándares son de 9,000 a 13,000 m ² , con una altura libre de 10.5 m (en las naves logísticas hasta con 20 m). La carga admisible de 5,000 kg/m ² .
49 Las medidas estándares son de 3,000 a 17,000 m ² y en algunos casos podría ser mayor, el ancho es entre 40 y 70 m, con una altura libre de 10 m en promedio, aunque es variable. La carga admisible de 5,000 kg/m ² .
50 Las medidas estándares son de 3,000 a 17,000 m ² , el ancho es entre 40 y 70 m, con una altura libre de 10 m en promedio, aunque es variable. La carga admisible de 5,000 kg/m ² . Generalmente solo existe una gran nave modular.
51 Las medidas estándares son de 3,000 a 17,000 m ² , el ancho es entre 40 y 70 m, con una altura libre de 10 m en promedio, aunque es variable. La carga admisible de 5,000 kg/m ² . Estas dimensiones pueden ser mucho mayores en algunos casos.
52 Las medidas estándares son de 7,500 a 22,000 m ² , el ancho es 70 m, con una altura libre de 10 m en promedio. La carga admisible de 5,000 kg/m ² . Los módulos son de 30x70 m (1,300/2,500 m ²).
53 Son variadas debido a que dependen de las características del terreno o en algunos casos del inmueble re-utilizado.
54 En las naves de tránsito con gran número de puertas y rampas niveladoras en la parte delantera y trasera (adaptadas a las necesidades del cliente).
55 En las naves de tránsito con gran número de puertas y rampas niveladoras en la parte delantera y trasera (adaptadas a las necesidades del cliente y de los modos de transporte).
56 Son pequeños y existe una variedad grande, producto de condiciones de cada caso.
57 El ancho es de 10 y 22 m en promedio.
58 El ancho es de 15 m en promedio.
59 Solo la perimetral con un ancho promedio de 20 m.
60 Mayores a las de una CIM, debido a que se adaptan a las necesidades de operación ferroviaria.
61 No se aplica, ya que se trata de la misma vialidad urbana.
62 Las medidas estándares son de 100x270 m (27,000m ²).
63 Las medidas estándares son de 80x220 m (17,600 m ²).
64 Solo existe una típica de medidas estándares de 80x225 m (18,000 m ²).
65 Con una superficie de 15,000 m ² o mayores, similares a las de una CIM.
66 Contemplan a camiones y autos (trabajadores y visitantes), operando las 24 hrs. y por medio de un control electrónico.
67 Operando las 24 hrs. y en algunos casos existe un acceso para cada usuario.
68 Contemplan a camiones y autos (trabajadores y visitantes), operando las 24 hrs. y en algunos casos con control electrónico. Aunque pueden tener o no accesos.
69 Pueden tener o no accesos. En caso de los ubicados en subsuelos existe acceso controlado.
70 Prácticamente no existen y su uso es público.
71 Tiene para camiones (400 plazas) y autos de trabajadores y visitantes.
72 Tiene para camiones y autos de trabajadores y visitantes, los cuales son mínimos.
73 Tiene gran cantidad de ellos, siendo para camiones y autos de trabajadores y visitantes.
74 Tiene para camiones y autos de trabajadores y visitantes.
75 No existen.
76 Existen pero son reducidas.
77 ZAL de Barcelona, Distriparks de Róterdam (Eemhaven, Botlek y Maasvlakte) y GARONOR-Aulnay Sous Bois en Paris.
78 CTM de Madrid, CIM del Vallés en Barcelona, CTM de Sevilla y Sogaris-Paris-Rungis.
79 CSTyL de Mataró.
80 Interporto de Rivalta-Scrivia, de Bolonia, de Torino y de Rovigo y la Terminal Logística del Boulou.
81 Parc Logistic de la Zona Franca de Barcelona, Mercazaragoza y Espacio logístico del Gran Saint-Charles.
82 Centro comercial L'ile en Barcelona y Centro Urbanos de Distribución en Monte Carlo, Dinamarca y Alemania.
83 Terminal Central de Carga Oriente.
84 Terminal Ferroviaria del Valle de México y la Terminal de Nuevo Laredo.
85 Aglomeración informal en Cuautitlán y Tultepec (SEREDISA, EXEL, WALMART, USCO, etc.).
86 En el Centro Histórico de la Ciudad de México (Bimbo, Sabritas y Pepsi).

Tabla 3.2 (Continuación)

3.3 Principales Ventajas Competitivas de los CSTyL

Una acción para elevar el nivel competitivo del sector industrial en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es mejorar la distribución física de mercancías, es decir, resulta necesario buscar e implementar elementos que hagan más eficiente el envío de productos semiterminados o terminados de una industria hacia otras industrias o empresas, ya que en este concepto es donde se tienen los mayores costos logísticos dentro de la cadena de suministro.

Un Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL) permite mejorar la distribución de mercancías al contar con el establecimiento de empresas que brindan servicios especializados a las industrias y a los demás usuarios de la instalación, y al implementar nuevos modelos de distribución de mercancías, por citar algunos ejemplos que más adelante serán complementados con otros.

El CSTyL en la ZMVM puede funcionar como un centro de consolidación y distribución de mercancía proveniente de otros estados y/o países que tiene por destino algún punto dentro de la ZMVM, y en sentido inverso, de la mercancía recolectada dentro de la ZMVM que debe ser distribuida a otros clientes situados en otros estados o países. La Figura 3.1 ejemplifica esquemáticamente, de manera muy general, lo expuesto anteriormente.

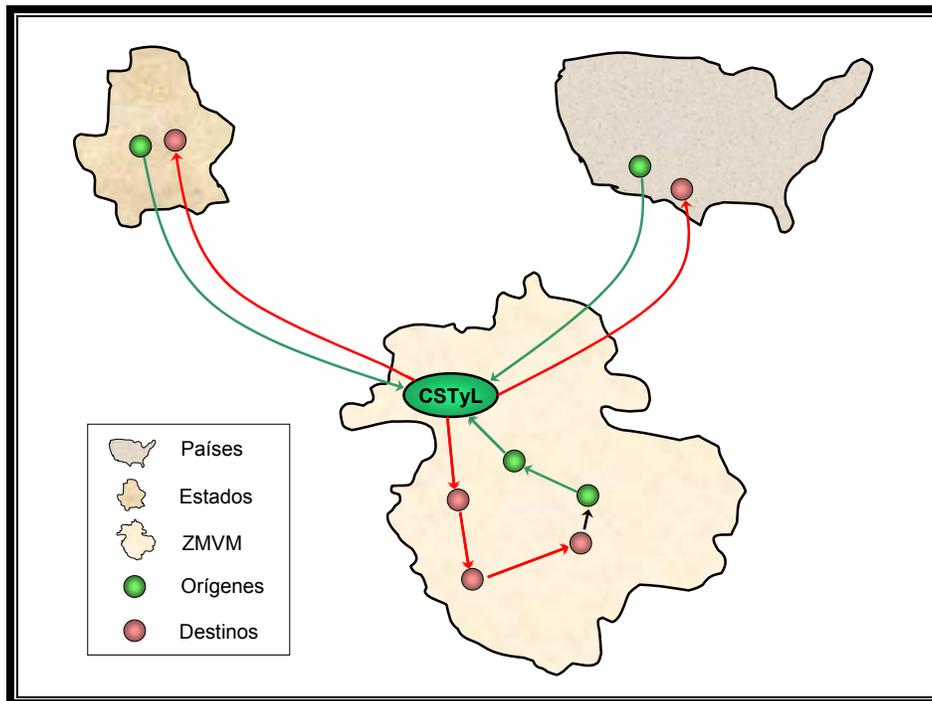


Figura 3.1 El CSTyL como centro de consolidación y distribución de mercancías⁹⁷

⁹⁷ Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1 El Papel del CSTyL dentro de la Cadena de Suministro

En la Figura 3.2 se muestran las partes integrantes de la cadena de suministro, en la cual “La Operación” es la línea de acción donde se sitúa el CSTyL puesto que es el enlace entre la procuración (gestión de compras y suministro) y los clientes (gestión de la distribución física). Por otro lado, en la Figura 3.3 se muestran las actividades llevadas a cabo dentro de la cadena de suministro, donde el suministro, la distribución y la logística de reciclaje son los elementos potenciales de mejoras al implementar un CSTyL.

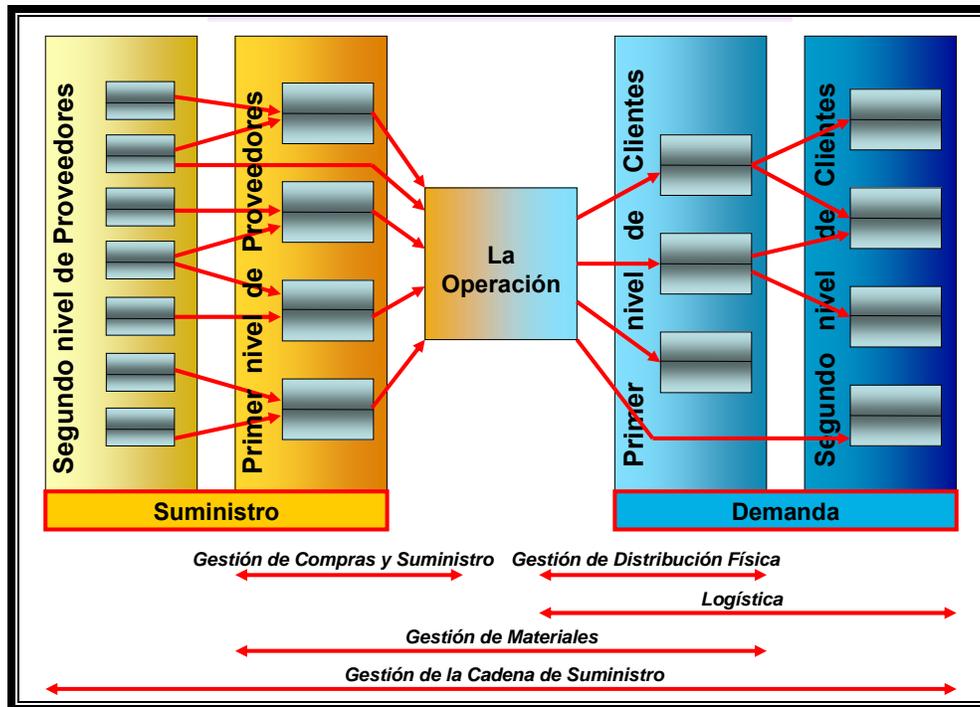


Figura 3.2 Partes integrantes de la cadena de suministro⁹⁸

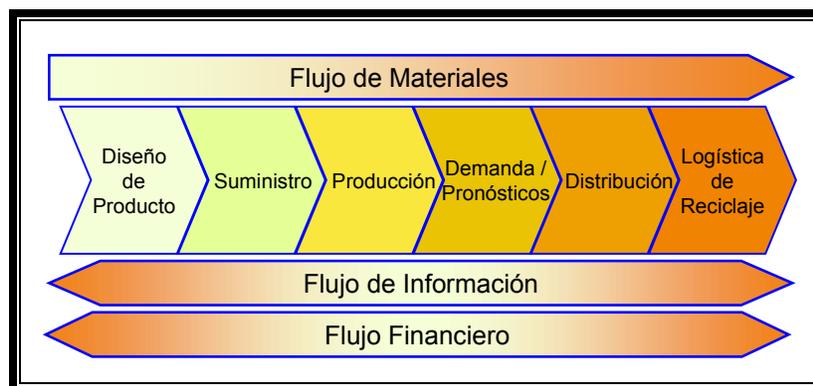


Figura 3.3 Actividades de la cadena de suministro⁹⁹

⁹⁸ Fuente: Apuntes de la Asignatura Cadena de Suministro Global. DEPEFI. UNAM. 2003.

⁹⁹ Fuente: Adaptado de los Apuntes de la Asignatura Cadena de Suministro Global. DEPEFI. UNAM. 2003

3.3.2 La Importancia de la Logística en la Distribución de Mercancías y el Impacto de sus Costos

Para conocer la importancia de la logística dentro de la distribución de mercancías, resulta importante mencionar algunos aspectos relacionados al alto impacto que genera la distribución de mercancías en los costos logísticos y las razones por las cuales se presenta este fenómeno. A continuación se dan a conocer algunas cifras e información relevante sobre este tema.

El significado económico de la distribución física de mercancías ha aumentado a partir de que en los últimos años las empresas se han dado cuenta que los costos de la distribución física pueden representar hasta una cuarta parte del Producto Interno Bruto (PIB). Su importancia en la administración también ha aumentado significativamente debido a que la logística se ha convertido en una importante herramienta competitiva en la lucha por el control de la distribución, siendo considerada además como un factor estratégico importante.¹⁰⁰ La *American Chamber* de México, en su análisis y perspectivas del entorno logístico entre México – Estados Unidos presenta la Figura 3.4, donde se observan los costos logísticos totales como porcentaje del PIB de varios países, que para el caso de México resultan ser del 15.3%.

El porcentaje de costos logísticos respecto al PIB resulta ser mayor en México que en los E.U.A. Esto se debe en gran parte a que los procesos en la cadena de suministro son menos eficientes y a que la mayoría de los precios en México son más altos, como son los de gasolina, almacenes, seguros, impuestos, intereses, etc.¹⁰¹

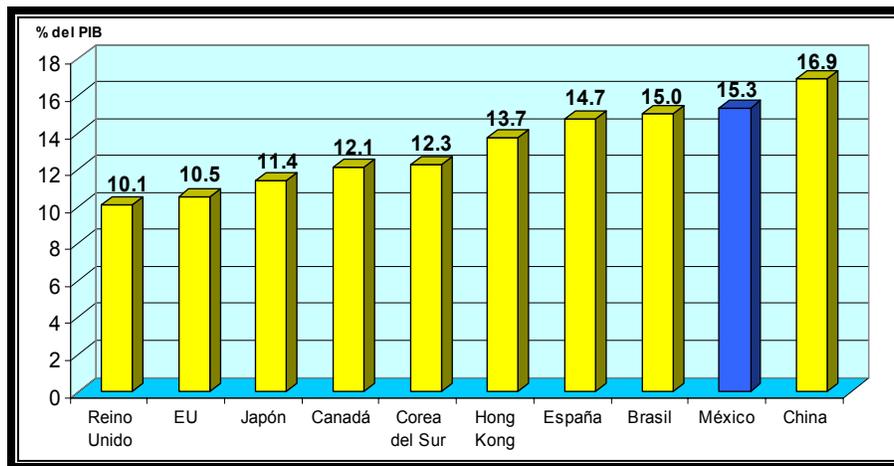


Figura 3.4 Costos totales logísticos como porcentaje del PIB¹⁰²

¹⁰⁰ Fuente: Adaptado de Iyer, V. *Managing and Motivating your Agents and Distributors*. Financial Times. 1992.

¹⁰¹ Fuente: Ornelas, S. *Mexico's Third Party Logistics (3PL) Industry*. Revista México Now. Año 3, Núm. 13, Noviembre-Diciembre 2004.

¹⁰² Fuente: Adaptado de *Análisis y Perspectivas del Entorno Logístico entre México – Estados Unidos*. American Chamber México. 2005.

En México, el costo total logístico en 2003 alcanzó los 82,400 millones de dólares; en la Figura 3.5 se muestra su distribución respecto a los costos de manejo, de transportación y de administración logística.¹⁰³



Figura 3.5 Costos logísticos en México¹⁰⁴

Dentro de los factores que impactan negativamente los costos logísticos en México se tienen la falta de una plataforma o infraestructura logística que maximice las ventajas de los tratados de libre comercio (nueva ventaja competitiva a nivel país) y la falta de operadores logísticos eficientes.¹⁰⁵ También impacta el desequilibrio en la distribución industrial territorial, el cual, desde el punto de vista de la logística y el transporte, produce costos logísticos mayores, altera las condiciones del espacio y reduce la competitividad del territorio.¹⁰⁶

Al exponer en esta sección los costos logísticos del transporte, es claro observar que éstos tienen un peso importante en la estrategia a seguir para alcanzar el nivel de competitividad requerido. El buen desempeño del sistema de suministro y distribución debe ser estratégico, por lo que no deben dejarse a un lado el resto de las actividades que componen y complementan a la actividad del transporte.

A partir de lo anterior es importante señalar que “el desarrollo de relaciones de valor y colaboración que las unidades de negocios logran concretar con las empresas de transporte,

¹⁰³ Fuente: Ornelas, S. Mexico's Third Party Logistics (3PL) Industry. Revista México Now. Año 3, Núm. 13, Noviembre-Diciembre 2004.

¹⁰⁴ Fuente: Ídem.

¹⁰⁵ Fuente: Análisis y Perspectivas del Entorno Logístico entre México – Estados Unidos. American Chamber México. 2005.

¹⁰⁶ Fuente: Jiménez, J. y Hernández, S. Marco Conceptual de la Cadena de Suministro: Un Nuevo Enfoque Logístico. Publicación Técnica No. 215. IMT. 2002.

puede ser considerado como uno de los aspectos más importantes para la creación de ventajas competitivas”.¹⁰⁷

En palabras de Michael Porter, la ventaja competitiva no puede ser entendida observando la compañía como un todo. Esta ventaja proviene de la serie de actividades que la compañía desempeña como son el diseño, producción, mercadotecnia, entrega y soporte de su producto. Cada una de estas actividades contribuye al costo de la firma y crea una base de diferenciación.¹⁰⁸ De esta forma resulta importante el realizar acciones que permitan mejorar la eficiencia de la cadena de suministro, y una forma de hacerlo es implementar elementos que beneficien a la distribución de mercancías.

3.3.3 El Beneficio de Implementar Soportes Logísticos de Plataforma en la Distribución de Mercancías

La implementación de Soportes Logísticos de Plataforma (SLP) resulta ser una herramienta efectiva para mejorar la distribución física de mercancías en zonas metropolitanas (y para reducir los costos logísticos), dado que son instalaciones especiales que auxilian al transporte de carga. Su función dentro del ambiente urbano se resume en recibir la carga que proviene de otras regiones en vehículos que por lo general son de grandes dimensiones, y consolidarla de acuerdo a sus destinos, en otros vehículos que por lo general son de dimensiones menores, brindándole además servicios de valor agregado a los usuarios y a la carga como son el servicio de talleres mecánicos para vehículos, bancos, restaurantes, embalaje de mercancía, etiquetado y mezcla (“*mix*”, por su traducción al inglés) de productos. De igual forma, estas instalaciones permiten recopilar y consolidar carga dentro de zonas urbanas para su posterior distribución a otras zonas geográficas.

Debido a que generalmente la carga consolidada en los SLP se reparte en zonas urbanas empleando vehículos de dimensiones menores, es necesario intensificar la utilización de los vehículos para compensar el costo adicional de la transferencia de mercancía. Con esto último debe entenderse que se debe tratar de optimizar las rutas de distribución y determinar el tamaño óptimo de la flota de vehículos de distribución para que éstos no se subutilicen, tomando siempre en cuenta el nivel de servicio a clientes, observando específicamente el cumplimiento de los tiempos y frecuencias de entregas pactados con los clientes.

Los SLP cuentan con instalaciones, servicios y equipamientos auxiliares, diseñados especialmente para tener un mejor desempeño en la recepción, manejo, almacenaje, envío y distribución de la mercancía, con lo cual se obtiene la reducción de los costos de distribución y se mejora el servicio al cliente (al reducir el tiempo en tránsito y por lo tanto el de espera). Así mismo, son centros donde se puede tener control en el manejo del flujo de información y de dinero, elementos clave para una buena transacción entre los actores

¹⁰⁷ Fuente: Ídem.

¹⁰⁸ Fuente: Porter, M. Ventaja Competitiva. Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior. CECSA. 2005.

implicados en el proceso de entrega de mercancía, permitiendo así el compartir información y monitorear el estado del envío de la mercancía a lo largo de la cadena de suministro.

En la tipología de SLP se mostró que los CSTyL son elementos que ayudan a mejorar la competitividad del sector industrial en cuanto a la logística, para ello deben localizarse estratégicamente respecto a las zonas donde se encuentran los insumos y las zonas de distribución. Los CSTyL son un eslabón de gran importancia dentro de la cadena de suministro, puesto que en ellos se realiza el enlace físico entre el origen y el destino de las mercancías.

Respecto a los aspectos específicos que brindan los CSTyL a sus clientes en su centro de negocios, se encuentran principalmente los servicios auxiliares de alojamiento de compañías de transporte, compañías de inspección, aseguradoras y bancos, además de servicios de avituallamiento. Por otro lado, no es frecuente que en este tipo de centros se presenten servicios de información comunitarios, lo más común es que cada uno de los usuarios realice por sí mismo sus operaciones informativas.

Sin embargo, debido a la necesidad cada vez más imperante de contar con tecnología de información para el buen desempeño de la cadena de suministro, es importante contar con una empresa especializada en este tipo de tecnología que preste sus servicios dentro del CSTyL de forma comunitaria puesto que muchas empresas, especialmente las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES), no pueden absorber el fuerte costo de la inversión en este rubro; si lo brinda una empresa especializada, también algunas de las empresas que sí cuentan con los recursos para implementarla podrían optar por tercerizar esta actividad para obtener mayores beneficios.

Los usuarios de un CSTyL son principalmente operadores logísticos (la mayoría de ellos especializados en el sector al que se avoca el soporte), distribuidores comerciales del sector, unidades de negocio de distribución de productos semiterminados o terminados de un fabricante, empresas transportistas, agentes auxiliares de transporte, agentes aduanales, empresas de operación de taller, restaurantes y bancos. Éstos interactúan en la propiedad del soporte, la cual tiene una superficie aproximada de 3 a 10 hectáreas, pudiendo ser fraccionada, arrendada o enajenada.

Un CSTyL permite mejorar la competitividad de las empresas; una forma de corroborarlo es observar sus efectos en las actividades de la cadena de valor. A partir de lo anterior, es importante explicar qué es y en que consiste la cadena de valor.

La cadena de valor es un medio sistemático que permite examinar todas las actividades que se realizan y su manera de interactuar, para analizar las fuentes de ventaja competitiva y así encontrar medios de crearla y mantenerla; permite también dividir a la compañía en sus actividades estratégicamente relevantes a fin de entender el comportamiento de los costos, así como las fuentes actuales y potenciales de diferenciación.¹⁰⁹

¹⁰⁹ Fuente: Ídem.

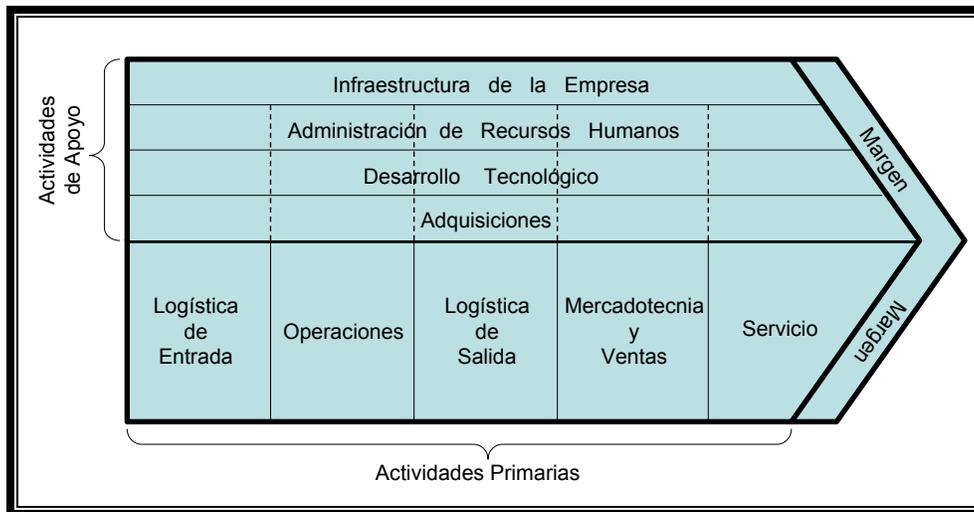


Figura 3.6 La cadena genérica de valor¹¹⁰

Como se aprecia en la Figura 3.6, hay cinco categorías genéricas de las actividades primarias necesarias e indispensables para competir en un sector industrial y lograr la ventaja competitiva en las diversas industrias. Cada una puede dividirse en subactividades bien definidas que dependen de la industria y de la estrategia de la corporación¹¹¹:

- Logística de entrada. Incluye las actividades relacionadas con la recepción, el almacenamiento y la distribución de los insumos del producto: manejo de materiales, almacenaje, control de inventario, programación de vehículos y devoluciones a los proveedores.
- Operaciones. Actividades mediante las cuales se transforman los insumos en el producto final: maquinado, empaquetado, ensamblaje, mantenimiento de equipo, realización de pruebas, impresión y operaciones de la planta.
- Logística de salida. Actividades mediante las cuales se obtiene, almacena y distribuye el producto entre los clientes: almacenamiento de productos terminados, manejo de materiales, operación de vehículos de reparto, procesamiento de pedidos y programación.
- Mercadotecnia y Ventas. Actividades mediante las cuales se crean los medios que permiten al cliente comprar el producto y a la compañía inducirlo a ello: publicidad, promoción, fuerza de ventas, cotizaciones, selección de canales, relaciones entre canales y fijación de precios.
- Servicio. Incluye las actividades por las que se da un servicio que mejora o conserva el valor del producto, instalación, reparación, capacitación, suministro de partes y ajuste del producto.

¹¹⁰ Fuente: Ídem.

¹¹¹ Fuente: Ídem.

Las actividades de apoyo a los valores se dividen en cuatro categorías, que se muestran en la Figura 3.6. Al igual que las actividades primarias, éstas se subdividen en diversas actividades propias de una industria en particular¹¹²:

- Adquisición. Función de comprar los insumos que se emplearán en la cadena de valor. Se sirve de “tecnología” como los procedimientos para tratar con los vendedores, para utilizar las reglas de especificación y sistemas de información.
- Desarrollo tecnológico. Toda actividad relacionada con valores comprende la tecnología, los procedimientos prácticos, los métodos o la tecnología integrada al equipo de procesos. Consta de una serie de actividades agrupables en acciones tendientes a mejorar el producto y el proceso.
- Administración de recursos humanos. Esta función está constituida por las actividades conexas con el reclutamiento, la contratación, la capacitación, el desarrollo y la compensación de todo tipo de personal. Respalda las actividades primarias y de soporte.
- Infraestructura organizacional. Consta de varias actividades, entre ellas administración general, planeación, finanzas, contabilidad, administración de aspectos legales, asuntos del gobierno y administración de la calidad.

Las actividades primarias de la cadena de valor en las que la implementación del CSTyL presenta un alto impacto son: logística de entrada, operaciones, logística de salida y servicio. Por otro lado, el impacto en las actividades de apoyo se observa en la adquisición y el desarrollo tecnológico.

Resulta importante mencionar que la ventaja competitiva se logra cuando la empresa desarrolla e integra las actividades en su cadena de valor de forma menos costosa y mejor diferenciada que sus rivales, reflejándose en los márgenes que ésta aporta.¹¹³ En este aspecto, el CSTyL provee de elementos que impactan positivamente en gran parte a las actividades de la cadena de valor (especialmente a las relacionadas con el suministro, transporte, almacenaje, empaquetado, procesamiento de pedidos y reparto de productos).

Por otro lado, dejando a un lado por el momento la parte teórica de la ventaja competitiva y la cadena de valor, respecto a los nichos de oportunidad que pueden aprovecharse debido a las ventajas que ofrecen este tipo de soportes, el Presidente de la Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados (AMPIP) manifestó que uno de los principales retos que enfrenta el mercado inmobiliario industrial en México es la obsolescencia de los edificios, ya que los estándares y las especificaciones que están requiriendo las empresas, como pisos ultra planos, cruces de andén, patios de maniobras más grandes y mayor altura de techos

¹¹² Fuente: Ídem.

¹¹³ Fuente: Jiménez, J. El Transporte Regional de Productos de Consumo Básico. Publicación Técnica No. 175. IMT. 2001.

especialmente para centros de distribución, significan que se tengan que desarrollar nuevas instalaciones.¹¹⁴

Las empresas con actividad industrial encuentran serias dificultades para satisfacer su demanda de espacios, y la oferta disponible carece de servicios adecuados tal como la disponibilidad de agua y energía eléctrica. En igual forma, se identifica la falta de oferta de espacios en rangos de superficie que van desde los 1,000 a los 3,000 metros cuadrados, que en la proporción debida cuentan con condiciones similares de equipamiento a los grandes centros de distribución, tales como: densidad de andenes, patio de maniobras, espacios de estacionamiento de unidades de carga, energía disponible para equipamiento de refrigeración; así como de espacios de reserva para crecimientos futuros.¹¹⁵

Siguiendo con la temática expuesta en los párrafos anteriores, en un estudio realizado por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) sobre terminales intermodales, se observó que más del 50% de éstas no cuentan con servicios de consolidación y desconsolidación de carga. Para los pequeños y medianos exportadores, la inexistencia de este tipo de servicios implica enormes desventajas competitivas para posicionar sus productos en el mercado internacional, pues parte del éxito de su proceso de comercialización depende de lograr menores costos en la cadena de transporte y distribución física internacional.¹¹⁶

Aunado a la falta de instalaciones que brinden servicios y equipamiento especializados para el transporte de carga en general, se ha relegado también la creación y oferta de este tipo de instalaciones para el segmento de las micro y pequeñas industrias. Esto se sustenta al observar que dentro de los parques industriales identificados dentro de la ZMVM (cuya información se presentó en el capítulo 1 de la presente tesis), sólo dos de los 47 que se identificaron, se destinaron al servicio exclusivo de este tipo de empresas, los cuales fueron identificados por denominarse como microparques industriales.

Gerardo Ramírez, de la Empresa G. Acción (la cual es un Operador Logístico), mencionó que en el DF ya no hay más tierras para desarrollar los nuevos centros de distribución logísticos y que la ciudad está cerrada a las inversiones. Además, sostiene que en el DF se cobra un impuesto predial de 25% sobre la renta, mientras que en el Estado de México se cobra apenas 2%.¹¹⁷ De esta forma se está favoreciendo el desarrollo industrial en el Estado de México, lo que deberá tomarse en cuenta en los siguientes capítulos de la tesis, para elegir el sitio donde podría ser implementado un CSTyL.

Si las empresas establecidas dentro del CSTyL se dedican a la misma rama industrial (o si son de diferentes ramas, pero se complementa la producción de sus mercancías entre sí) y

¹¹⁴ Fuente: Gutiérrez, L, citado en Huchim, S. Construir la Logística Planeada. Revista Énfasis Logística. Año VI No. 61, Julio 2005.

¹¹⁵ Fuente: Apuntes del Diplomado en Localización Industrial y Parques Industriales. Instituto de Ingeniería. UNAM. 2004.

¹¹⁶ Fuente: Martner, C, et. al. Diagnóstico General Sobre la Plataforma Logística de Transporte de Carga en México. Publicación Técnica No. 233, IMT. 2003.

¹¹⁷ Fuente: Revista Transporte Siglo XXI. Año 6, vol. 65. Enero 2005.

además éstas son MIPYMES, se presenta el desarrollo de distritos industriales de Marshall, ahora conocidos como “clusters” o “conglomerados empresariales”, los cuales son grupos de pequeñas y medianas empresas ubicadas en un área geográfica relativamente delimitada, dedicadas a la producción del mismo tipo de productos (o productos complementarios).¹¹⁸

Por medio de la formación de relaciones de competencia y complementariedad entre los distintos grupos de empresas e industrias que colaboran en un mismo espacio geográfico (creando economías de escala), se crean imágenes para la atracción de inversión extranjera y el fomento de exportaciones. Los vínculos entre las empresas dependen de las facilidades que otorguen a la gestión logística en las comunicaciones y el transporte en la entrega de materiales.¹¹⁹

Las agrupaciones de empresas italianas conocidas como distritos industriales constituyen, probablemente, el mejor ejemplo de sistemas productivos locales basados en grupos de pequeñas empresas especializadas flexibles.¹²⁰ En México, un ejemplo claro se presenta en el estado de Aguascalientes, concretamente en el sector lechero, allí se ha generado una gran red de microempresas en torno al sistema agroindustrial localizado, destinada a la fabricación o reparación de equipo lechero, al comercio de productos biológicos, equipo de inseminación y a la importación de vaquillas.¹²¹

Al partir de la idea que los costos logísticos en México (y en el mundo en general) son bastante significativos en comparación con el PIB y que en su mayoría se deben al transporte, resalta la necesidad de mejorar la logística de dicha actividad de tal forma que se obtenga una mayor competitividad y se impacte positivamente la cadena de valor. En el caso de la ZMVM, y en particular para la distribución de mercancías del sector industrial dentro de ella, resulta conveniente implementar CSTyLs, pues de entre la tipología de SLP existentes, este tipo de soporte es concebido y diseñado específicamente para satisfacer las necesidades de sectores industriales, aunado a que por sus características, funciones y operaciones es un elemento estratégico de la cadena de suministros que permite mejorar su competitividad.

Así, debido a las ventajas que ofrecen los CSTyL para elevar la competitividad del sector industrial en la ZMVM, se propone su implementación dentro de la misma dando preferencia a servir a las MIPYMES, por ser un nicho de oportunidad que ha sido relegado en este tipo de instalaciones, por la importancia de este tipo de empresas en su contribución al desarrollo económico de su región y del país, y por ser considerado últimamente como objeto estratégico dentro de los programas gubernamentales (como se presenta en el capítulo 2 y en el capítulo 5). Queda entonces como tarea restante en los siguientes capítulos, la elección de la mejor ubicación para este soporte dentro de la ZMVM.

¹¹⁸ Fuente: Bianchi y Miller, 1999. Citado en Jiménez, J y Hernández, S, Marco Conceptual de la Cadena de Suministro. Publicación Técnica No. 215, IMT. 2002.

¹¹⁹ Fuente: Jiménez, J y Hernández, S, Marco Conceptual de la Cadena de Suministro. Publicación Técnica No. 215, IMT. 2002.

¹²⁰ Fuente: Ídem.

¹²¹ Fuente: Álvarez y Montaña, 2001. Citado en Jiménez, J y Hernández, S, Marco Conceptual de la Cadena de Suministro. Publicación Técnica No. 215, IMT. 2002.

3.4 Elementos para la Evaluación Financiera del Proyecto del CSTyL

Primero es necesario entender que un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantas, una necesidad humana. Un proyecto es una respuesta a una idea que busca ya sea la solución de un problema o a la forma de aprovechar una oportunidad de negocio, que por lo general corresponde a la solución de un problema de terceros.

La evaluación financiera de los proyectos resulta muy importante puesto que los factores monetarios por lo general son de alta prioridad para las empresas. Por esa razón, antes de realizar los demás estudios y evaluaciones, primero se deberá conocer por medio de la evaluación financiera si el proyecto es rentable; de lo contrario será inútil proseguir con los demás estudios puesto que no habrá inversionistas que deseen “arriesgar” su dinero en la realización del proyecto del CSTyL.

Posteriormente, teniendo la misma o inclusive mayor importancia que la evaluación financiera, se deben analizar los factores socio-políticos como son el uso de suelo donde se ubicará el soporte y el de las zonas contiguas, la generación de empleos, la propiedad del terreno, etc., lo cual se realiza en la evaluación económica. En esta sección de la evaluación del proyecto considera a toda la colectividad, es decir, observa el impacto del proyecto en los habitantes de las comunidades, las uniones y agrupaciones vecinales, las agrupaciones ejidales, ganaderas, piscícolas, etc.

Además, dependiendo del impacto del proyecto, pueden requerirse otros estudios complementarios como la manifestación de impacto ambiental y el de impacto vehicular.

En la Figura 3.7 se observa el proceso de evaluación de un proyecto, mostrándose a continuación una breve descripción de sus componentes.¹²²

- En el estudio de mercado se busca determinar la cantidad de bienes y/o servicios provenientes de una nueva unidad productora que en una cierta área geográfica y bajo determinadas condiciones, la comunidad estaría dispuesta a adquirir para satisfacer sus necesidades. En este punto se determina el mercado potencial y real (con lo cual se puede determinar la demanda), y los competidores (con lo que se puede determinar la oferta).
- El estudio técnico tiene como finalidad conocer cómo producir lo que el mercado demanda, cuál debe ser la combinación de factores productivos, dónde producir, qué materias primas e insumos se requieren, qué equipos e instalaciones físicas se necesitan, cuánto y cuándo producir. De esta forma se demuestra si el proyecto de inversión es o no técnicamente factible. Cabe hacer la aclaración que si se desea

¹²² Fuente: Apuntes de la Asignatura Evaluación de Proyectos. DEPMI, UNAM. 2003.

ubicar a la presente tesis dentro del proceso de evaluación de un proyecto de un CSTyL, ésta se encuentra contenida dentro del estudio técnico.

- En el estudio de la organización se define el tipo de empresa, su organigrama y aspectos legales.
- Al reunir la información generada por cada uno de los tres estudios anteriores, se obtiene el flujo de efectivo, con el cual se realizará el estudio financiero de donde se obtendrá la rentabilidad del proyecto y se realizarán análisis de sensibilidad simulando situaciones pesimistas y optimistas.
- Por último se realizará la evaluación económica donde, como se mencionó previamente, se tomarán en cuenta los beneficios o perjuicios que impactan en la comunidad.

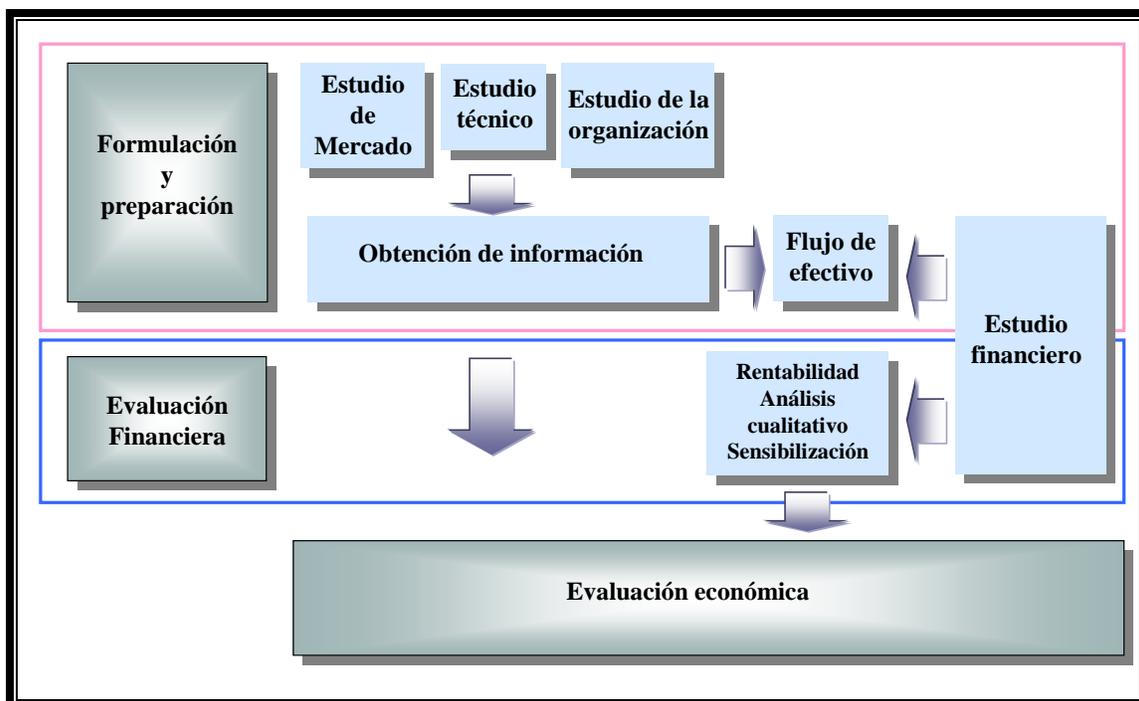


Figura 3.7 El proceso de evaluación de un proyecto¹²³

Para el financiamiento del CSTyL se deben tomar en cuenta los siguientes puntos¹²⁴:

- Es importante tener presente que un CSTyL es un proyecto de larga maduración que demanda fuertes inversiones con una recuperación muy lenta. Se debe planear una mezcla de recursos para que el proyecto quede poco apalancado, siendo lo ideal que los recursos propios compongan el 50% de la inversión y el otro 50% sea obtenido

¹²³ Fuente: Ídem.

¹²⁴ Fuente: Adaptado de los Apuntes del Diplomado en Localización Industrial y Parques Industriales. Instituto de Ingeniería. UNAM. 2004.

por recursos externos; también es aceptable una relación de inversión 40% propia - 60% externa.

- Los plazos que comúnmente se presentan en el financiamiento de este tipo de instalaciones son a 7 años, siendo el financiamiento a 10 años todavía aceptable.
- La inversión que se realiza para su implementación se compone por lo general del sector público y privado. La inversión privada proviene del sector beneficiado por su construcción, siendo común que alguna agrupación o cámara del sector se involucre directamente en el proyecto.
- Se deben conocer las necesidades de inversión para determinar el monto del financiamiento y las posibles fuentes de financiamiento.
- Las fuentes de financiamiento van desde la banca de desarrollo, banca comercial, sociedades de inversión, intermediarios financieros no bancarios, banca extranjera, etc.
- Las instituciones financieras requieren de información técnica documental que sustente la viabilidad del proyecto y su rentabilidad para el retorno de la inversión.
- Requiere de condiciones, plazos y tasas de interés.
- Ninguna institución financiera apoya al 100% con recursos crediticios.
- No existe financiamiento para la adquisición de terrenos.

Las condiciones de elegibilidad que debe cumplir un proyecto de este tipo para recibir apoyos financieros, ya sea de la banca de desarrollo o de otros organismos gubernamentales, son las siguientes¹²⁵:

- Contribuir al desarrollo de la infraestructura industrial
- Incrementar la competitividad y modernización
- Crear fuentes de empleo permanentes
- Controlar la contaminación ambiental
- Eficientar el consumo de agua y de energía
- Fomentar y fortalecer la capacidad de investigación y desarrollo

3.5 Elementos Estratégicos para el Éxito del CSTyL

En la Figura 3.8 se muestran los elementos estratégicos que deben considerarse en la implementación de un soporte logístico de plataforma. El éxito del SLP, siendo en este caso un CSTyL, dependerá en gran parte de las decisiones tomadas en cada uno de los elementos, los cuales son: i) la planeación; ii) el proyecto; iii) la promoción; iv) la

¹²⁵ Fuente: Ídem.

construcción; v) el financiamiento; y vi) la operación. A continuación se mencionan los aspectos más importantes que componen cada elemento.

- La planeación es la etapa donde se organizan las actividades que tienen relación a la implementación del proyecto de acuerdo a los recursos disponibles (de tiempo, monetarios, humanos, materiales, de equipo, etc.) y que se tengan destinados en las diferentes etapas del proyecto. Por lo general se establece un plan maestro donde se comprenden todos los estudios y proyectos necesarios para la materialización del proyecto maestro. Cada uno de los componentes debe planearse para cumplir con los tiempos proyectados.
- El proyecto es la realización de los diferentes estudios que se necesitan para la construcción del CSTyL, donde se incluyen el de mercado, el técnico, el financiero, etc., así como los planos estructurales, arquitectónicos, de instalaciones, etc.
- En la promoción deberá elegirse al promotor del CSTyL, el cual deberá encargarse de realizar la operación de venta/renta/financiamiento de los lotes, naves, bodegas, y espacios en general, que forman parte del CSTyL. Dicho en otra forma, el promotor es el personaje que comercializa al soporte, siendo el intermediario entre los dueños del proyecto (inversionistas) y los clientes (usuarios). Existen elementos que en ocasiones tienen mayor importancia que la promoción, como la oferta y demanda de este tipo de proyectos en la zona en que se localicen. Se puede tener una excelente promoción, pero si la zona en que se ubica el CSTyL no es atractiva para los usuarios y clientes, no se tendrán buenos resultados en la venta/renta de los espacios.
- La construcción es la materialización de la instalación, para ello se requieren los diferentes planos del proyecto con las correspondientes especificaciones de los materiales empleados y con los procedimientos constructivos establecidos en su planeación. En la mayoría de los casos se realizan concursos de obra de los cuales las compañías ganadoras son contratadas para la construcción y equipamiento de la instalación.
- Los inversionistas proveen el dinero necesario para la materialización del proyecto, en algunos casos, dependiendo de sus capacidades monetarias, requieren de financiamientos para realizar la obra. También a los compradores de los espacios se les otorgan financiamientos, siendo ésta la parte importante en el financiamiento, es decir, importa más la condición de la cartera de clientes y no el historial crediticio del CSTyL.¹²⁶
- Por último, en la etapa de operación, que es cuando el soporte se encuentra funcionando, se deberán administrar los recursos para que el CSTyL siga operando, empleándolos en acciones de mejora de vialidades, de señalamientos, de área comunes, en seguridad, en vigilancia del cumplimiento de sus reglamentos, etc., y se deberán supervisar las condiciones de los contratos y pagos de los usuarios, de tal forma que en lo ideal se tengan ocupados (vendidos o rentados) todos los espacios disponibles del CSTyL y el flujo de efectivo sea como se tenía previsto.

¹²⁶ Fuente: Ídem.



Figura 3.8 Elementos estratégicos a considerar en la implementación de un SLP¹²⁷

El éxito de un proyecto de CSTyL radica en “vender la idea” a las autoridades municipales puesto que ellos son los “relajadores” del ambiente.¹²⁸ Es por ello que se debe realizar el proyecto en conjunto y con la supervisión de las autoridades municipales, para que tengan su apoyo en cada una de las fases donde se requiera.

Lo expuesto en el párrafo anterior tiene una relación estrecha con la promoción. Es importante señalar que existen lineamientos y requerimientos oficiales que en general debe cumplir un parque industrial, los cuales se encuentran en la norma oficial mexicana NMX-R-046-SCFI-2002. Con esta norma se busca que los desarrolladores mejoren las instalaciones y servicios de los parques, y que la planeación y construcción se hagan con estándares de calidad. Además al cumplir con ella se permite incluir la información del parque industrial, en este caso del CSTyL visto como un micro parque industrial en el Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales (SIMPPPI) (el cual tiene por objeto promover los parques a nivel internacional vía internet y en foros relacionados con el sector industrial).

Es importante señalar que en dicha norma (la NMX-R-046-SCFI-2002) se establece que para que una instalación se catalogue como parque industrial (viendo al CSTyL como un centro que apoya al sector industrial y que podría catalogarse como un micro parque industrial), su terreno deberá medir como mínimo 10 ha, lo cual se cumple para las dimensiones máximas de un CSTyL, por lo que para que se tenga el apoyo del SIMPPPI en la parte de promoción (un actor importante y deseable para la promoción del CSTyL propuesto en la presente tesis), el CSTyL deberá cumplir con dichas dimensiones y con los

¹²⁷ Fuente: Ídem.

¹²⁸ Fuente: Ídem.

demás lineamientos de la norma. Aunque en un principio es muy poco probable que se desarrollen por completo las 10 ha, la superficie de terreno que quede disponible servirá de reserva para posibles crecimientos del parque y como zonas de amortiguamiento.

También cabe hacer el señalamiento que el objeto de la presente tesis no comprende el realizar el “*layout*” o disposición en planta de los componentes del CSTyL, así como tampoco el diseño urbano de los elementos de este micro parque industrial, por lo que esta actividad podría proponerse como un proyecto posterior, siguiendo el cumplimiento de la norma NMX-R-046-SCFI-2002, tanto para esta actividad como para: la planeación del micro parque; la realización de los diferentes planos del proyecto; la contratación de los servicios de agua potable y de energía eléctrica; el diseño geométrico de las vialidades; y en general, para las actividades y proyectos posteriores que lo requieran y que complementen el diseño maestro del CSTyL.

Capítulo 4

4. Teoría de la Localización de Instalaciones

Introducción

En el presente capítulo se trata el tema del problema de localización de instalaciones, haciendo énfasis en el problema de una sola instalación en el plano. En la sección 4.1 se presenta una reseña histórica de la teoría de localización, mencionando en ella a los investigadores que desarrollaron las primeras teorías para resolver problema de localización. En la sección 4.2 se presenta una clasificación de los problemas de localización de instalaciones que en la práctica se presentan con mayor frecuencia. En la sección 4.3 se mencionan los principales modelos de localización que se emplean para resolver el problema de localización. En la sección 4.4 se presentan las consideraciones y suposiciones de los modelos de localización en el plano. En la sección 4.5 se mencionan los principales factores competitivos que influyen en la localización de una instalación. Por último, en la sección 4.6 se presenta un resumen de las principales características de los estudios de macrolocalización y de microlocalización.

4.1 Reseña Histórica sobre la Teoría de Localización

Durante las últimas décadas se ha desarrollado un importante número de modelos para resolver el problema de localización, debido a este hecho es casi imposible el poder resumirlos a todos brevemente en un número reducido de páginas, de hecho, existen libros completamente dedicados a ese tema. Por lo anterior, en este capítulo sólo se mencionarán aquellos que se encuentran comúnmente y que por lo tanto son utilizados con mayor frecuencia. Cabe señalar que se hará énfasis en aquellos modelos que fueron desarrollados para la localización de una sola instalación en el plano. Sin embargo, en las referencias bibliográficas utilizadas en este capítulo se pueden encontrar otros tipos de modelos que podrían servir para otros problemas relacionados, como son los de localización de múltiples instalaciones, que se utilizan para encontrar la mejor ubicación para dos o más instalaciones; o los de localización global, que tienen que ver con espacios de solución fuera del plano al suponer que la tierra es una esfera.

Muchas de las primeras teorías sobre ubicación fueron postuladas por economistas agrarios y geógrafos regionales, como Johann von Thünen (1875), Alfred Weber (1909), T. Palander (1935), August Lösch (1940), Edgar Hoover (1957), Melvin Grenhut (1956) y Walter Isard (1960). Un tema común a lo largo de todos estos primeros trabajos era la importancia de los costos de transportación para determinar la ubicación. Aunque mucho del trabajo se realizó en una sociedad agraria e industrial temprana, varios conceptos presentados aún son aplicables.¹²⁹

Los modelos de localización han sido estudiados durante un gran periodo de tiempo, sin embargo, la teoría de localización moderna suele decirse que comenzó con Weber, A. (1909) al tratar el tema de la localización de industrias. La resolución de problemas de localización realizada particularmente mediante el método de función general y función objetivo ha dominado una gran cantidad de años dicha literatura. Hakimi, S. (1964) se distinguió al hacer la primera contribución de los objetivos minisum para minimizar costos, esto marcó el primer intento de un investigador de operaciones para resolver modelos de localización. A partir de 1960 y hasta la primera mitad de la década de los años 70, los objetivos minisum se aplicaron al sector privado, mientras que el desarrollo de objetivos minimax se sugirió para aplicaciones en el sector público. Esos dos problemas gobernaron el tema a lo largo de una década sin encontrar algún otro que les hiciera competencia.

Pero esto cambió después de la segunda mitad de la década de los años 70. Todo parece indicar que Goldman, A. (1975), y Church y Garfinkel (1978) fueron los primeros que comenzaron con lo que después se conocería como modelos de localización repulsivos (“*obnoxious location models*”, por su traducción al inglés), en los cuales los clientes no consideran más a la instalación como deseable y tratan de tenerla cerca de su zona, pero a la vez tratan de evitarla y alejarse de ellas, como es el caso de las plantas nucleares, tiraderos de basura, plantas de tratamiento o purificadoras de agua.

¹²⁹ Fuente: Ballou, R. Logística. Administración de la Cadena de Suministro. Pearson Educación-Prentice Hall. 2004.

Otra línea de investigaciones comenzó con McAllister, D. (1976) y continuó con Halpern, J. (1983), las cuales se basaron en el trabajo de otros investigadores como Morril, R. (1977) y Savas, E. (1978), y que tratan con el tema de la justicia o equidad. Su filosofía se basa en hacer que el elemento con una posición menos privilegiada sea en lo posible el más privilegiado para tener una justicia máxima, como es el caso de ubicar instalaciones para la beneficencia social o para comunidades con escasos recursos económicos.. Un gran número de objetivos equitativos han sido desarrollados recientemente, los cuales intentan alcanzar esos y otros cuestionamientos similares, y ofrecer soluciones basadas en el sistema de valores del tomador de decisiones.

4.2 Clasificación de los Problemas de Localización de Instalaciones

La mayor parte de la información presentada en esta sección fue obtenida del libro “*Facility Layout and Location: An Analytical Approach*” de Francis R, McGinnis L y White J. La razón de incluir esta información de dicha fuente radica en que presentan de forma resumida y precisa los tipos de problemas de localización de instalaciones que se presentan con mayor frecuencia.

Los problemas de localización de instalaciones han sido estudiados en una gran variedad de contextos, presentando diferencias significativas en sus características. Debido a la multiplicidad de estos problemas, mismos que han sido ampliamente tratados dentro de la literatura del tema, es necesario mostrar las diferentes categorías en las que se pueden clasificar para así identificar el tipo de problema que se desee resolver y poder emplear el mejor modelo que permita arribar a la mejor solución.

Existen seis elementos predominantes que se consideran en la clasificación de los problemas de localización de instalaciones: las características de las nuevas instalaciones, la localización de instalaciones existentes, las interacciones entre las instalaciones nuevas y las existentes, las características de solución espacial, la medición de la distancia y el objetivo. Las características de estos seis elementos se muestran en las secciones 4.2.1 a la 4.2.6, sin embargo, Drezner, Z. (1995) en su libro “*Facility Location. A Survey of Applications and Methods*”, presenta otro elemento importante a considerar: los clientes (el cual se presenta en la sección 4.2.7). Además, para complementar el tema tratado en esta sección, en la sección 4.2.8 se presentan otras modalidades de clasificación de problemas de localización.

A pesar de que no todos los problemas de localización de instalaciones pueden clasificarse en las categorías mostradas a continuación, este esquema de clasificación (propuesto por los autores de las referencias utilizadas) tiene como ventaja que permite unificar una gran cantidad de problemas, de esta forma se pueden emplear los modelos que se adapten mejor a determinados tipos de problemas y arribar así a una mejor solución.

4.2.1 Nuevas Instalaciones

Los problemas de localización pueden clasificarse de acuerdo al número de las nuevas instalaciones involucradas. Las nuevas instalaciones pueden representarse como un área o como un punto. En algunos problemas de localización de instalaciones la cantidad de nuevas instalaciones es una variable de decisión, mientras que en otros es un número fijo decidido con anterioridad. La localización de una nueva instalación puede ser dependiente o independiente de la ubicación de las otras nuevas instalaciones. Si se va a considerar el área de los terrenos de las instalaciones nuevas y de las existentes, el problema puede considerarse como un problema de “*layout*” (el significado en español de “*layout*” es el arreglo en el plano de los diferentes elementos que componen un sistema, el cual pudiera ser una planta, una oficina, un almacén, etc.), en el cual el tamaño y la configuración del área son frecuentemente variables de decisión. En la Figura 4.1 se muestran las características que componen esta modalidad del problema de localización.

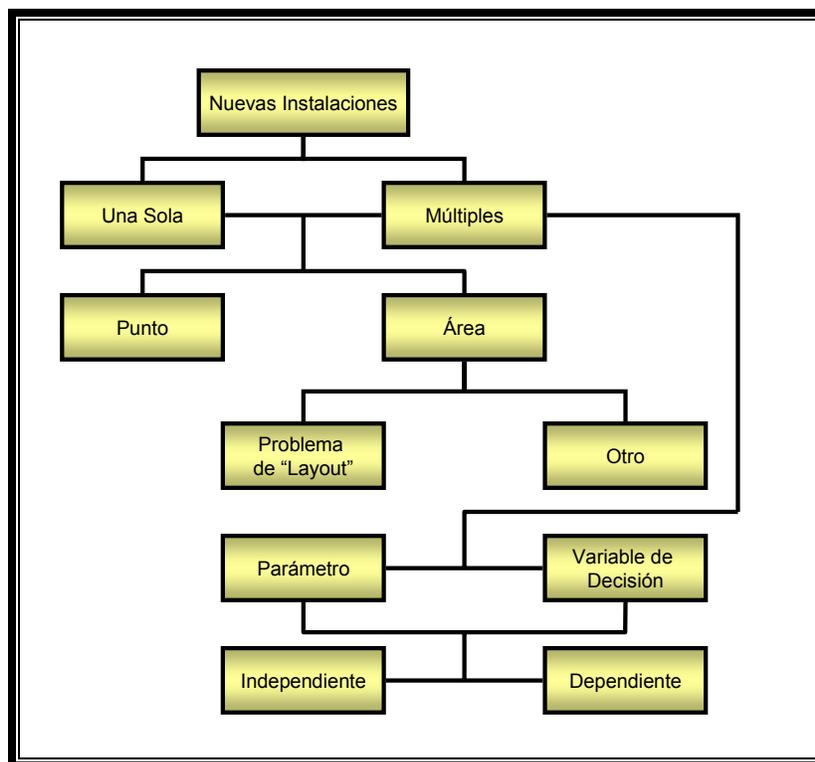


Figura 4.1 Características del problema para nuevas instalaciones¹³⁰

4.2.2 Instalaciones Existentes

La localización de una instalación existente puede ser estática o dinámica, así como determinística o probabilística. Además, dependiendo del tamaño de una instalación existente, puede considerarse ésta como un punto o un área. Como en el caso del problema

¹³⁰ Fuente: Francis, R., et al. Facility Layout and Location: An Analytical Approach. 1992.

para nuevas instalaciones, existe también una clase especial de problemas de localización de instalaciones existentes, el cual involucra el área de la localización y que puede tratarse como un problema de “*layout*”. En la Figura 4.2 se muestran las características que componen esta modalidad de problema de localización.

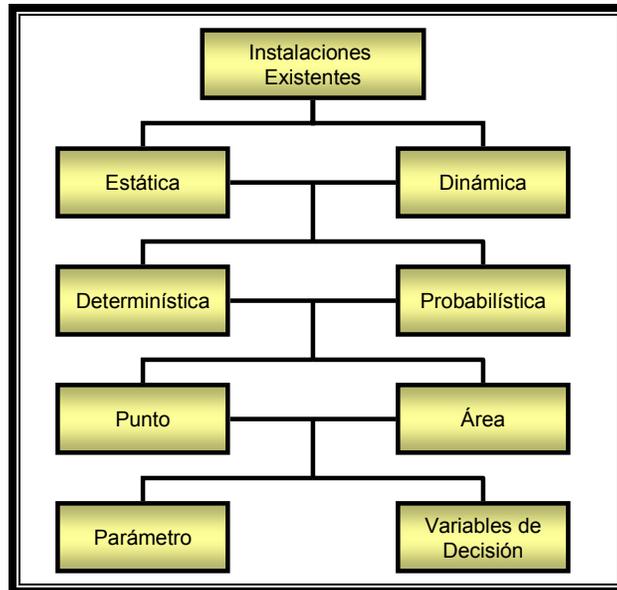


Figura 4.2 Características del problema para instalaciones existentes¹³¹

4.2.3 Interacción de Instalaciones Nuevas y Existentes

Cuando existen relaciones cuantitativas o cualitativas entre las instalaciones, se considera la interacción entre dichas instalaciones. En algunos casos, el grado de interacción es función de la localización de las instalaciones y en otros casos es independiente. La magnitud de la interacción puede ser estática o dinámica; determinística o probabilística; y parámetro o variable de decisión. En la Figura 4.3 se muestran las características que componen esta modalidad de problema de localización.

¹³¹ Fuente: Ídem.

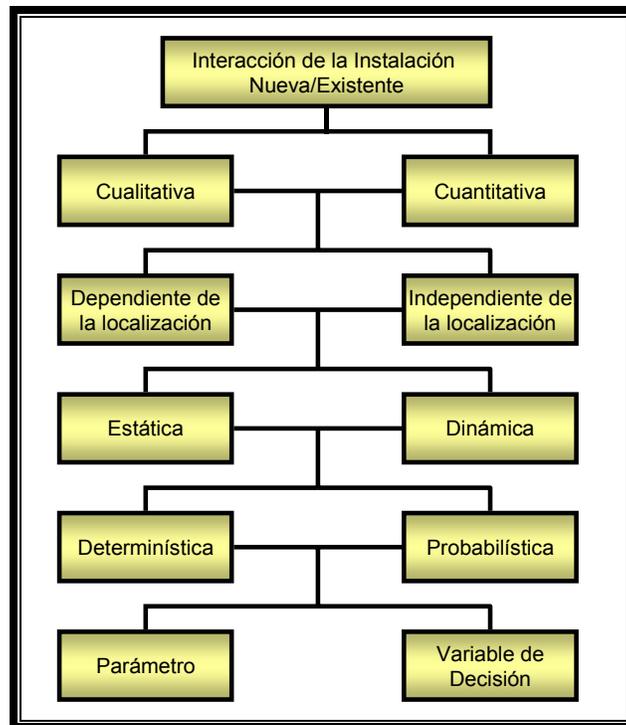


Figura 4.3 Características del problema con interacción de instalaciones nuevas y existentes¹³²

4.2.4 Espacio de Solución

La cuarta categoría considerada se refiere al espacio de solución del problema de localización. En algunos problemas el espacio de solución es unidimensional; sin embargo, es más común que exista un espacio de solución bidimensional o tridimensional. Además, el espacio de solución puede ser discreto o continuo. Típicamente, el espacio de solución discreto consta de un número finito de posibles ubicaciones, y el espacio de solución continuo se compone de un número infinito de éstas. También, el espacio de solución puede ser restringido por una o más restricciones. En la Figura 4.4 se muestran las características que componen esta modalidad de problema de localización.

¹³² Fuente: Ídem.

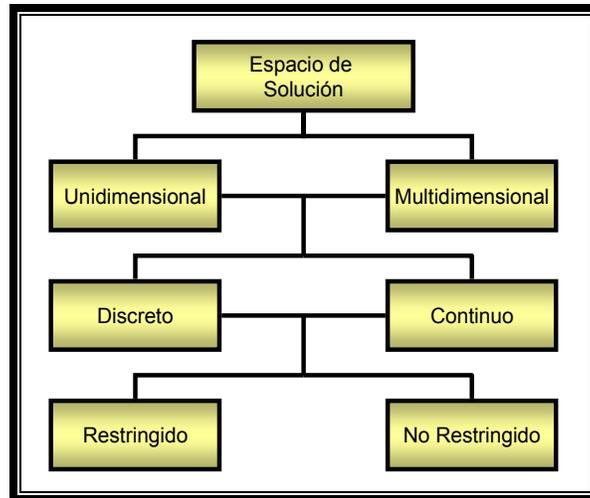


Figura 4.4 Características del problema de acuerdo al tipo de espacio de solución¹³³

4.2.5 Medición de la Distancia

La medición de la distancia involucrada en los problemas de localización de instalaciones provee otra base para clasificar este tipo de problemas. Las distancias rectilíneas y las Euclidianas son las que se emplean comúnmente. Sin embargo, existen problemas en los que las distancias entre instalaciones no pueden ser representadas por distancias rectilíneas o Euclidianas, por ejemplo el caso de un problema de localización en una ciudad donde las calles no forman una traza rectangular. En la Figura 4.5 se muestran las características que componen esta modalidad de problema de localización.

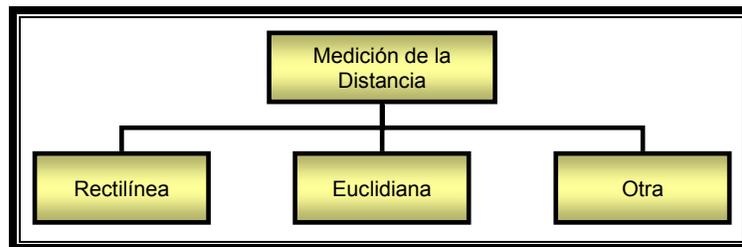


Figura 4.5 Características del problema de acuerdo al tipo de medición de la distancia¹³⁴

4.2.6 Función Objetivo

Esta categoría se refiere a la función objetivo empleada para evaluar las alternativas de solución. En los problemas del “*layout*” para instalaciones se utiliza comúnmente un número de objetivos cualitativos, mientras que los objetivos cuantitativos se utilizan para resolver los problemas de localización de instalaciones. Los objetivos cuantitativos encontrados frecuentemente en los problemas de localización de instalaciones son la

¹³³ Fuente: Ídem.

¹³⁴ Fuente: Ídem.

minimización alguna función de costo total o la minimización del costo máximo entre pares de instalaciones. En la Figura 4.6 se muestran las características que componen esta modalidad de problema de localización.

Cuando se desea que las instalaciones se encuentren cerca de los clientes, se dice que los modelos tienen objetivos “atractivos” (“*pull objectives*”, por su traducción al inglés). Por otro lado, los objetivos “rechazantes” (“*push objectives*”, por su traducción al inglés) se presentan cuando se tienen instalaciones no deseadas por los clientes, esto sucede frecuentemente en instalaciones que presentan riesgos de los cuales intentan situarse lo más lejano posible, como pueden ser incendios, explosiones, envenenamientos, contaminación ambiental, contaminación biológica o contaminación nuclear.

El balanceo de objetivos se presenta cuando se ponderan las distancias entre las instalaciones y los clientes. Su principal meta es alcanzar la equidad. La mayoría de sus aplicaciones se encuentran en instalaciones públicas en las que se desea servir a la población de una forma equitativa, aunque también se suele aplicar a algunas instalaciones privadas.¹³⁵

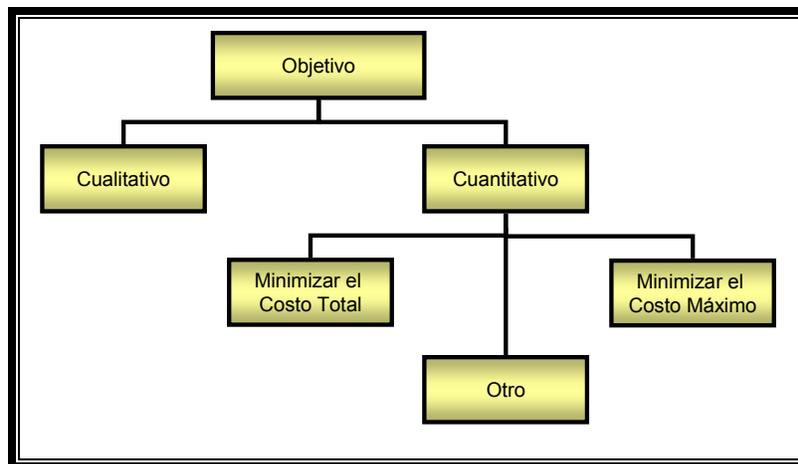


Figura 4.6 Características del problema de acuerdo al tipo de objetivo¹³⁶

4.2.7 Los Clientes

Aunque existe un número de modelos de localización que no involucran a los clientes, estos se encuentran presentes en la mayoría de los modelos. En este caso, se necesita saber su distribución, su demanda actual y su comportamiento. Por ejemplo, se puede asumir que los clientes se distribuyen uniformemente en una posición o que se localizan en puntos específicos en el espacio o en los vértices de una red. Aunque las demandas en los modelos determinísticos se conocen con certidumbre, no necesariamente son fijos o inelásticos. Brandeau, M. y S.S. Chiu (1994) presentan modelos en los que las demandas son función

¹³⁵ Fuente: Drezner, Z. Facility Location. A Survey of Applications and Methods. 1995.

¹³⁶ Fuente: Francis, R., et al. Facility Layout and Location: An Analytical Approach. 1992

de la distancia o de otras externalidades. Finalmente es importante conocer el comportamiento del cliente. Como se mencionó anteriormente, los clientes pueden asignarse a una instalación o pueden ser libres para elegir, en cuyo caso la pregunta será si siempre cumplen con el patrón de la instalación más cercana o si se comportan con otra función utilitaria.

4.2.8 Otras Modalidades de Clasificación de Problemas de Localización

Existen otros puntos de vista sobre la manera de clasificar los problemas de localización, uno de ellos toma en cuenta las siguientes categorías¹³⁷:

- Fuerza impulsora. La ubicación de instalaciones por lo regular es determinada por un factor crítico. En el caso de ubicación de planta y almacén, en general dominan los factores económicos. Para la ubicación de venta al menudeo, el factor determinante con frecuencia es el ingreso generado por la ubicación, con los costos del sitio restados de los ingresos para determinar la rentabilidad. Si se situara una operación de servicio (hospitales, cajeros automáticos, centros de colecta para caridad, etc.), la accesibilidad al sitio puede ser el principal factor de ubicación, en especial cuando el ingreso y los costos no pueden determinarse fácilmente.
- Número de instalaciones. Ubicar una instalación es un problema considerablemente diferente a ubicar muchas instalaciones en un momento. Ubicar una sola instalación evita la necesidad de considerar las fuerzas competitivas, la división de la demanda entre instalaciones, los efectos de consolidación de inventario y los costos de instalación. Los costos de transportación por lo regular son la principal consideración. La ubicación de una sola instalación es el más simple de los dos tipos de problemas.
- Lo discreto de las opciones. Mediante algunos métodos se analizará toda ubicación posible a lo largo de un espacio continuo y se seleccionará la mejor. Estos se denominan métodos de ubicación continuos. Alternativamente, los métodos de ubicación pueden seleccionar de una lista de posibles alternativas que se han identificado de acuerdo con criterios de sensatez. Estos son métodos de ubicación discretos. Los últimos se utilizan con mayor frecuencia en la práctica principalmente para ubicación de múltiples instalaciones.
- Grado de acumulación de datos. Los problemas de ubicación típicamente involucran la evaluación de un número extremadamente grande de configuraciones de diseño de red. Para manejar el tamaño del problema y obtener una solución, por lo general es necesario utilizar relaciones de información acumulada para resolver un problema práctico de ubicación. Esto da por resultado métodos cuya precisión limita las ubicaciones a amplias áreas geográficas, como ciudades enteras. Por otro lado,

¹³⁷ Fuente: Ballou, R. Logística. Administración de la Cadena de Suministro. Pearson Educación-Prentice Hall. 2004.

los métodos que utilizan baja acumulación de información, en especial aquellos para la selección del sitio, pueden diferenciar entre ubicaciones separadas socialmente por una calle. Los últimos son particularmente necesarios para la ubicación de tiendas minoristas, ubicaciones dentro de ciudades, y para tomar las decisiones finales para el sitio de planta y almacén.

- Horizonte de tiempo. La naturaleza del tiempo de los métodos de ubicación será estática o dinámica. Es decir, los métodos estáticos localizan ubicaciones con base en información para un solo periodo, como un año. Sin embargo, los planes de ubicación pueden cubrir muchos años a la vez, en especial si las instalaciones representan una inversión fija y los costos de reubicar de un sitio a otro son altos. Los métodos que manejan la planeación de la ubicación para múltiple periodos se denominan dinámicos.

4.3 Modelos de Localización

A continuación se presentan los modelos de localización que se emplean con mayor frecuencia en la resolución de problemas de localización de instalaciones. Esta sección servirá de base para que, a partir de la información que logre obtenerse sobre el problema que se desea resolver en la presente tesis y de las características propias del mismo, se elija de entre ellos el modelo que mejor permita resolverlo.

4.3.1 Modelo de Costos Fijos

Cuando se desea localizar una sola instalación en el plano, se trata por lo regular de minimizar una función objetivo que involucra distancias euclidianas o rectilíneas entre la nueva instalación y las instalaciones existentes en el plano, cuyas ubicaciones son conocidas. La función objetivo que se considera por lo general en estos casos es la distancia total de viaje, o costo total de viaje, ya que el costo del manejo del material es considerado generalmente directamente proporcional a la distancia del viaje.

En la mayoría de los casos, al evaluar los costos que conlleva el implementar una instalación en diferentes sitios, se observa que estos varían dependiendo de las características particulares que se presentan en cada uno de los sitios, como pueden ser la disponibilidad de los servicios públicos, la topografía del terreno, la seguridad, el tipo de suelo, el clima, etc. Mediante la implementación de este modelo se obtiene como resultado el mejor sitio, el cual es aquel que minimiza el costo total. En su versión más simple, el costo total resulta de la suma de los costos fijos y de transporte, el primero sólo ocurre una vez y se recuperará a lo largo de la vida útil de la instalación, y el último dependerá de la asignación de las demandas y del intervalo de tiempo en el cual estas se definen.

4.3.2 Minisum

Este problema se emplea cuando se desea localizar una nueva instalación, la cual recibirá productos de instalaciones existentes y enviará productos a otras instalaciones. Se sabe que existe un costo total, el cual resulta de mover productos hacia y desde la nueva instalación. Este costo total depende de la ubicación de la nueva instalación, por lo que se desea localizar la nueva instalación de tal forma que se minimice el costo total.

Al problema de localizar una nueva instalación que minimiza una función $f(X)$ se le denomina un problema de localización *minisum*, ya que se desea minimizar la suma del peso de las distancias. A la respuesta obtenida se le llama “la óptima”, “la mejor”, “solución” o “ubicación”. Por lo general, la función $f(X)$ tiene unidades de costo, por lo que una ubicación óptima es aquella que minimiza el costo total. A continuación se describirá el modelo *minisum*.

Sea m el número de instalaciones existentes, para cada instalación i se tiene su ubicación P_i . Se asume que se conocen el número de viajes por mes, es decir t_i , entre P_i y X , donde X es la ubicación de la nueva instalación. Si $d(X, P_i)$ es la distancia entre X y P_i , entonces $t_i d(X, P_i)$ es la distancia total de viaje por mes entre la nueva instalación y la instalación existente.

Suponiendo que se conoce también la velocidad promedio, v_i , de los viajes entre las dos instalaciones. Entonces $(t_i/v_i)d(X, P_i)$ es el tiempo total de viaje por mes entre las instalaciones. Si se conoce c_i , el costo por hora de viaje entre las instalaciones, entonces $(c_i t_i/v_i) d(X, P_i)$ es el costo por mes entre las dos instalaciones. Simplificando la notación se define al peso (“*weight*”, por su traducción al inglés) de la siguiente manera:

$$w = c_i \frac{t_i}{v_i}$$

Concluyendo ahora que $w_i d(X, P_i)$ es el costo por mes por viaje entre las dos instalaciones. Debido a que existen m instalaciones, para obtener el costo total de los viajes entre la nueva instalación y las existentes, lo cual se denota por la función $f(X)$, simplemente se suman los costos que involucran a la nueva instalación y a cada una de las instalaciones existentes.

$$f(X) = w_1 d(X, P_1) + \dots + w_m d(X, P_m) = \sum_{i=1}^m w_i d(X, P_i)$$

La ubicación X que minimice $f(X)$ será la ubicación de la nueva instalación, la cual minimizará el costo total de viajes entre ella y las m instalaciones.¹³⁸

4.3.3 Minisum con Distancias Rectilíneas

Para emplear las distancias rectilíneas se debe trabajar con una traza de calles rectilíneas. Otras formas de llamar a la distancia rectilínea es distancia Manhattan (debido a que la

¹³⁸ Fuente: Adaptado de Francis, R., et al., Facility Layout and Location: An Analytical Approach. 1992.

traza de la isla de Manhattan es rectilínea), distancia rectangular y distancia de ángulo derecho.

Al reemplazar las distancias euclidianas del modelo expuesto en la subsección anterior por distancias rectilíneas, con el entendido de que $X = (x, y)$ y $P_i = (a_i, b_i)$, se obtiene la siguiente ecuación:

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^m w_i (|x - a_i| + |y - b_i|)$$

Definiendo $f_1(x)$ y $f_2(y)$ de la siguiente manera:

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^m w_i |x - a_i|, \quad f_2(y) = \sum_{i=1}^m w_i |y - b_i|$$

Se llega a la conclusión que

$$f(x, y) = f_1(x) + f_2(y)$$

Que significa que el costo total de viaje es la suma del costo del viaje en la dirección x y del costo del viaje en la dirección y . De esta forma este problema de minimizar el costo total se puede resolver minimizando los dos problemas independientes del lado derecho de la igualdad.¹³⁹

Este tipo de problemas se asocia por lo general a instalaciones privadas. Las razones de dicha asociación se deben a que dadas las funciones lineales de costo de transporte, el objetivo minisum localizará la instalación de tal forma que se minimicen los costos de transporte.¹⁴⁰

4.3.4 Líneas de Contorno

Un caso especial sucede cuando la localización coincide con alguna otra instalación, pudiendo no ser utilizada por este hecho. En este caso se debe buscar una ubicación cercana que pueda utilizarse. Para ello resulta útil tener un procedimiento general que permita evaluar el costo de otras ubicaciones que tengan como costo el mínimo. El procedimiento que se sigue es el de las líneas de contorno o líneas de nivel.

La propiedad característica de las líneas de contorno es que cada punto de la línea tiene el mismo valor para la función f . Estas líneas ayudan a tener una visión de la forma de la gráfica de la función $f(X)$, la cual es tridimensional, usando un análisis en dos dimensiones como se hace análogamente con las curvas de nivel en un plano topográfico. El

¹³⁹ Fuente: Ídem.

¹⁴⁰ Fuente: Drezner, Z. Facility Location. A Survey of Applications and Methods. 1995.

procedimiento para realizar estas líneas de nivel se explica a profundidad en el libro “*Facility Layout and Location: An Analytical Approach*” de Francis R, McGinnis L y White J.

4.3.5 Minisum con Distancias Euclidianas

A partir de que la localización de la nueva instalación se denota por (x, y) y la instalación existente por (a_i, b_i) , se obtiene la siguiente ecuación de costo total:

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^m w_i \left[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2 \right]^{1/2}$$

En este problema se desea encontrar una nueva instalación $X^* = (x^*, y^*)$, la cual minimice esta función de costo total, a este punto se le llamara como “mejor ubicación”.

Se considerará primeramente el caso en que las instalaciones existentes se encuentran en la misma línea. En este caso la cubierta convexa (“*convex hull*”, por su traducción al inglés) de las instalaciones existentes, la cual se denota por CH, es el segmento de línea más pequeño que contiene a todas las instalaciones existentes. Si todas las instalaciones residen sobre el eje x , con $P_i = (a_i, 0)$ para $i = 1, \dots, m$, se necesitan considerar sólo a los puntos en la CH para encontrar X^* . Para $y = 0$ se tiene que:

$$f(x, 0) = \sum_{i=1}^m w_i \left[(x - a_i)^2 \right]^{1/2} = \sum_{i=1}^m w_i |x - a_i| = f_1(x)$$

La cual es la función previamente vista en la sección 3.2.2. En este caso se puede utilizar el modelo de esa sección para encontrar X^* .

Si X^* denota la mejor ubicación para el problema euclidiano, f_1^* y f_2^* denotan los mínimos valores para f_1 y f_2 , respectivamente, para el problema rectilíneo, y X es cualquier punto en el plano, se sabe que:

$$\left[(f_1^*)^2 + (f_2^*)^2 \right]^{1/2} \leq f(X^*) \leq f(X)$$

La expresión anterior permite en ocasiones obtener una solución aceptable al problema euclidiano resolviendo el problema simple rectilíneo. La segunda desigualdad es verdadera, por definición el costo de una mejor solución para el problema euclidiano es un límite inferior en el costo de cualquier otra ubicación, y X^* es una de ellas. La parte izquierda de la desigualdad no es tan obvia, permite obtener un límite inferior en el costo mínimo para el problema euclidiano resolviendo el problema rectilíneo para después calcular el término de la izquierda.¹⁴¹

¹⁴¹ Fuente: Ídem.

4.3.6 Centroide

Regresando al problema de minimizar $f(X) = f(x, y)$, y considerando que la CH no es un segmento de línea, se resolverá el problema de localización simple elevando al cuadrado la distancia euclidiana, de esta forma se tiene:

$$f^2(x, y) = \sum_{i=1}^m w_i [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]$$

Se hace la observación que el superíndice 2 en la parte izquierda de la ecuación no es un exponente, sino que se emplea para recordar que se está trabajando con un problema que involucra el cuadrado de las distancias euclidianas. El encontrar una nueva instalación que minimice $f^2(x, y)$ se le denomina el problema de centroide.

Lo interesante de este problema radica en que cada uno de los costos de transporte entre la nueva instalación y la existente se incrementa con el cuadrado de la distancia euclidiana. Además provee una transición al problema con distancias euclidianas regulares. Resolviendo el problema del centroide se tiene que la solución única es la siguiente:

$$X^* = \sum_{i=1}^m \frac{w_i}{W} P_i$$

Donde W es la suma de todos los pesos.

Puede observarse que X^* es un promedio pesado de todas las instalaciones existentes. A esta solución particular se le denomina centroide y es aquella única nueva instalación que minimiza la función $f^2(X)$. En este caso las líneas de contorno son discos que tienen a X^* como centro. Al ser fáciles para construir, y al igual que para el problema de distancia rectilíneo, son útiles para evaluar otra posible ubicación para la nueva instalación. Mientras más cerca se encuentre la nueva instalación del centroide X^* , mejor será la solución.¹⁴²

4.3.7 Minimax

Uno de los problemas de este tipo más conocido es el del problema de cobertura circular, el cual involucra el encerrar m puntos conocidos en el plano dentro de un círculo de radio mínimo. Este problema es equivalente al problema de localizar una nueva instalación respecto a m instalaciones existentes de tal forma que se minimice la máxima distancia euclidiana entre la nueva instalación y las existentes.

Mediante el problema del círculo de cobertura es fácil el dibujar líneas de contorno. Si se dibuja un círculo alrededor de cada uno de los m puntos de radio r , la intersección de los m círculos se compone de todos los puntos cuya distancia euclidiana máxima a los m puntos

¹⁴² Fuente: Ídem.

es r o menos. Si se reduce r hasta que la intersección de los círculos es sólo un punto, se obtiene la solución a este problema. El dibujar líneas de contorno facilita la evaluación inmediata de otras ubicaciones además de la que es óptima para el problema.¹⁴³

Una forma de resolver el problema del círculo de cobertura es elegir a dos o tres puntos de tal forma que se simplifique el construir el círculo de cobertura mínimo, de esta forma se pueden desechar los demás puntos y resolver así el problema original. Los puntos elegidos deben ser dominantes sobre los demás, así que para definirlos será necesario hacer un análisis minucioso argumentando las razones de su elección.

El problema del círculo de cobertura se define de la siguiente manera:

Se desea minimizar $g(x, y)$ la cual se define de la siguiente manera:

$$g(x, y) = \max \left\{ \left[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2 \right]^{1/2} : 1 \leq i \leq m \right\}$$

Donde los puntos (a_i, b_i) son las ubicaciones de la m instalaciones existentes, y (x, y) es una nueva instalación a ser localizada de tal forma que se minimice $g(x, y)$.

Un problema similar es el del diamante de cobertura, el cual consiste en reemplazar las distancias euclidianas del problema de círculo de cobertura por distancias rectilíneas. En este caso se traza un cuadrado haciendo que cada lado forme un ángulo de ± 45 grados con cualquier eje; el radio del diamante es la mitad de la distancia del segmento de línea que une los vértices opuestos. Aplicando una rotación de 45 grados se obtiene un problema de cobertura cuadrada equivalente, el cual se resuelve construyendo el rectángulo más pequeño de cobertura. Si el rectángulo es un cuadrado, el centro es la ubicación minimax. Si no es así, se deberá extender el lado más corto de tal forma que tenga la misma longitud que el más grande, tomando el centro del nuevo cuadrado como la ubicación minimax.¹⁴⁴

Este tipo de problemas se asocia a instalaciones públicas como una alberca o una biblioteca, ya que al querer localizar a una instalación de este tipo se desea determinar la ubicación que sea más cercana considerando al usuario potencial más lejano.¹⁴⁵

4.3.8 Modelo para la Ubicación Continua de una Instalación

En este caso el espacio de solución es continuo, esto quiere decir que no hay restricciones sobre la ubicación de la instalación óptima, pudiendo localizarse esta en cualquier región del espacio solución.

¹⁴³ Fuente: Ídem.

¹⁴⁴ Fuente: Ídem.

¹⁴⁵ Fuente: Ídem.

Sule (2001) presenta en su libro “Instalaciones de Manufactura. Ubicación, planeación y diseño” algunos ejemplos sencillos en los cuales aplica este tipo de modelos, los cuales son recomendables cuando se requiere de una solución rápida y fácil, y se tengan recursos limitados para el análisis de la decisión. A continuación se presenta un resumen de las características que presentan estos modelos.

Para la aplicación de estos modelos se deben conocer los puntos de demanda o clientes y la cantidad necesaria de viajes de cada cliente a una instalación. El costo es resultado de multiplicar el número de viajes por la distancia entre el cliente y la instalación. Cuando no existen obstáculos y se puede viajar en línea recta entre ambos sitios de tal forma que la trayectoria es la más corta se dice que la distancia es euclidiana. En el caso de las distancias euclidianas, el costo puede medirse en proporción lineal a la distancia. Cuando se tiene una trayectoria con obstáculos y no se obtiene la trayectoria más corta entre ambos puntos, se dice que se tiene una distancia rectilínea.

El costo cuadrático representa la contribución mayor al costo de los clientes lejanos respecto a los cercanos, también puede aplicarse al tiempo como otro parámetro del costo. El costo euclidiano mantiene una proporción directa con la distancia y es adecuado cuando sólo se tiene implicada la distancia y no el tiempo.

4.3.9 Modelo de Gravedad

Este modelo se cataloga dentro de aquellos que tratan con la localización de instalaciones comerciales minoristas y de otros tipos que operan en un ambiente competitivo. Las instalaciones compiten por clientes y una parte del mercado, teniendo un objetivo de maximizar sus ganancias. La función objetivo del cliente a maximizar es la parte del mercado captada por las instalaciones. Todos los modelos de localización competitivos intentan estimar la parte de mercado ganado por cada instalación competidora de tal forma que se optimice su localización. La mejor ubicación de una nueva instalación es el punto en el cual el segmento de mercado es el máximo.

El modelo de gravedad se basa en el supuesto de que “la probabilidad de que un cliente tenga predilección por una instalación es proporcional a su grado de atracción e inversamente proporcional a una potencia de la distancia que existe hacia ella”.

El modelo encuentra la mejor ubicación para nuevas instalaciones cuyos niveles de atracción individuales son conocidos. En su desarrollo primero se define el total del segmento de mercado atraído por las nuevas instalaciones y por las que ya eran parte de la franquicia. Después de algunas manipulaciones algebraicas se llega a una función que se debe minimizar debido a que representa el poder de compra total no atraído por la cadena. Dicha función (F) es la siguiente¹⁴⁶:

¹⁴⁶ Fuente: Ídem.

$$\text{Minimizar: } F = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{H_i + \sum_{m=1}^p \frac{A_m}{d_i^\lambda(x_m, y_m)}}$$

Las siguientes definiciones fueron usadas en la formulación matemática:

- n es el número de puntos de demanda (cada punto de demanda representa un área pequeña a su alrededor).
- (a_i, b_i) es la ubicación del punto de demanda i para $i = 1, \dots, n$
- B_i es el poder de compra disponible en el punto de demanda i para $i = 1, \dots, n$ (el poder de compra total de todos los clientes asignados al punto de demanda)
- k es el número de instalaciones competidoras existentes
- c es el número de instalaciones existentes que forman parte de la cadena de la que se tiene propiedad. Las primeras c fuera de las k instalaciones se asumen en esta categoría. c puede ser tan bajo como cero y se limita por k .
- p es el número de nuevas instalaciones a localizarse en el área
- (x_m, y_m) es la ubicación de la nueva instalación m , para $m = 1, \dots, p$
- d_{ij} es la distancia entre el punto de demanda i y la instalación existente j . $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, k$
- $d_i(x_m, y_m) = \sqrt{(x_m - a_i)^2 + (y_m - b_i)^2}$ y que es la distancia entre el punto de demanda i y la nueva instalación m . $i = 1, \dots, n$; $m = 1, \dots, p$
- E_j es el nivel de atracción de una instalación existente j para $j = 1, \dots, k$
- A_m es el nivel de atracción de una nueva instalación m para $m = 1, \dots, p$
- λ es la potencia a la cual la distancia es elevada.

Las formas de arribar a la solución de este modelo, así como otras referencias donde se desarrollan otros algoritmos de solución, se presentan en el libro: “*Facility Location. A Survey of Applications and Methods*”, del autor Drezner, Z.

4.3.10 El Sistema de Calificación de Factores

Esta técnica es quizá la más empleada de las técnicas generales de localización ya que provee de un mecanismo que combina diversos factores o criterios de evaluación en un formato fácil de entender. Cada uno de los sitios se evaluará para determinar la mejor ubicación para la nueva instalación, para ello se le asignará un valor ubicado dentro de un rango definido para cada factor. Al terminar de evaluar todos los factores para cada sitio, se

calculará y comparará la suma de puntos de todos los factores de cada uno. El sitio que obtenga la mayor puntuación será seleccionado como el mejor.

El mayor problema con este esquema simple de calificación por puntos es que no toman en cuenta un amplio rango de costos que pueden ocurrir dentro de cada factor. Por ejemplo, puede haber sólo pocos cientos de dólares de diferencia entre la mejor y la peor ubicación en un factor y varios miles de dólares de diferencia entre la mejor y la peor ubicación en otro. El primer factor puede tener más puntos disponibles pero provee poca ayuda en tomar la decisión para la elección de la instalación; el segundo puede tener menos puntos disponibles pero potencialmente muestra una diferencia real en el valor de las ubicaciones. Para resolver este problema, se ha sugerido que los puntos posibles para cada factor se deriven de una escala de pesos basada en desviaciones estándar de costos en lugar de cantidades simples de costos totales. De esta forma, pueden considerarse los costos relativos.¹⁴⁷

Una variante de esta técnica es utilizando porcentajes, denominados pesos relativos o factores de ponderaciones. La suma de todos los factores contemplados representa el 100%. Por otra parte, también se grafica cada uno de los factores en el rango de la alternativa menos favorable y más favorable dándoles valores de cero y diez. Por medio de una combinación de los dos parámetros anteriores, se establecen los pesos relativos para cada uno de los factores condicionantes.¹⁴⁸

Para los casos en que intervengan de manera más significativa los factores locacionales, las alternativas posibles de ubicación tendrán una calificación, para cada uno de los factores, que va de 0 a 10 según el grado de aceptación del factor.

La calificación global para cada alternativa es la suma de la calificación de cada atributo por su peso. La mejor alternativa será la de la sumatoria de mayor valor.

4.3.11 Despliegue de la Función de Calidad

El Despliegue de la Función de Calidad (“*QFD: Quality Function Deployment*”, por su traducción al inglés) es un método para estructurar la planeación y desarrollo de un producto, capacitando para ello a un equipo de desarrollo cuya función es especificar claramente lo que el cliente quiere y necesita, para después evaluar sistemáticamente cada producto propuesto en términos de su impacto en el alcance de las necesidades del cliente. Se utiliza una matriz llamada la Casa de la Calidad (“*HOQ: House of Quality*”, por su traducción al inglés) para desplegar la relación entre la Voz de los Clientes o los “Que” (“*WHATs*”, por su traducción al inglés) y las Características de Calidad o los “Como” (“*HOWs*”, por su traducción al inglés). La “*HOQ*” es desplegada a través del proceso “*QFD*” para demostrar como las características de calidad satisfacen los requerimientos del cliente.

¹⁴⁷ Fuente: Chase, R., et. al. *Operations Management for Competitive Advantage*. McGraw-Hill/Irwin. 2004.

¹⁴⁸ Fuente: *Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*. Nacional Financiera. 1999.

El método QFD ha sido probado como una herramienta exitosa para apoyar el proyecto de diseño de un producto que satisface los requerimientos múltiples del cliente. Sin embargo, su aplicación para el problema de localización es raramente encontrada en la literatura. El artículo titulado “*A QFD approach for distribution’s location model*”, publicado por Chiang, P. (2002) y del cual se obtuvo la información mostrada en esta subsección, presenta la aplicación de este método para determinar los criterios de evaluación basándose en un modelo de localización para un centro de distribución desde el punto de vista de sus requerimientos.

Los criterios de evaluación considerados en los modelos previamente mencionados de esta sección se enfocan por lo general en factores cuantitativos como los costos de construcción de la instalación, el costo de transporte, y la cantidad de material de suministro. Sin embargo, la selección de la ubicación de una instalación para una compañía distribuidora es un problema de decisión multi-objetivo. Deben considerarse tanto los factores cuantitativos (económicos) como los cualitativos.

A continuación se presentará un resumen de la aplicación del método “*QFD*” para localizar un centro de distribución desarrollada por Chiang, P. (2002).

1. En el primer paso identificaron los requerimientos que necesitan ser satisfechos por la instalación. Investigaron la voz de los clientes, proveedores y empleados de la compañía distribuidora para tener los requerimientos candidatos, estos requerimientos formaron parte de un cuestionario que sirvió para encuestar a cada uno de los personajes que necesitan de la instalación, para conocer su opinión sobre si los requerimientos candidatos deben o no existir. De esta forma, después de una prueba estadística de significancia se confirmaron los requerimientos, los cuales fueron denominados como requerimientos secundarios de localización. Estos requerimientos secundarios se clasificaron en otras categorías mayores de requerimientos de localización en la *HOQ*.
2. El equipo de planeación de localización desarrolló los criterios de localización, los cuales se obtuvieron de los requerimientos de localización secundarios.
3. Construyeron la matriz central de relaciones para desplegar el grado de relación entre cada requerimiento de localización y el correspondiente criterio. Durante la transformación utilizaron escalas cuantitativas para denotar las relaciones fuertes, moderadas y débiles que a su vez sirvieron para hacer su cálculo.
4. El vector columna del peso de importancia del requerimiento de localización es el lugar donde se coloca el grado de importancia que perciben los personajes que necesitan de la instalación para cada requerimiento. El equipo de planeación de localización hizo una encuesta en la cual se les preguntó a los clientes, proveedores y empleados de la compañía sobre el grado de importancia que tiene para ellos cada requerimiento, basándose en un sistema escalar.

5. Finalmente, calcularon el grado de importancia de cada criterio a partir de la suma de la columna del peso de importancia para cada requerimiento multiplicado por el valor cuantitativo correspondiente del criterio de localización en la matriz central de relación. El grado de importancia de cada peso se normalizó para representar el peso de evaluación en el modelo de localización de la instalación.

El modelo QFD fue aplicado en dicho artículo para elegir a la mejor ubicación para un centro de distribución, de entre tres opciones localizadas en Taiwan. La importancia de aplicar este modelo radica en que se construye a partir de los puntos de vista de aquellos que necesitan de la instalación, guiándose en sus requerimientos. Sin embargo se requiere de la aplicación de un número significativo de encuestas y del apoyo y cooperación de los personajes que necesitan de la instalación para obtener resultados exitosos en la aplicación del modelo.

4.3.12 Método de Decisiones Multicriterio ELECTRE IV

Si se presenta una o varias de las siguientes situaciones: escasez de información (de flujos de mercancía (demanda), localización de proveedores, localización de clientes, etc.), recursos monetarios limitados, tiempo reducido para obtener la solución del problema, criterios de evaluación inconfrontables (es decir que no se pueden ingresar en una función objetivo debido a su heterogeneidad), etc., puede suceder que no se pueda emplear alguno de los métodos previamente vistos en esta sección. Para ello existen otros modelos que permiten atacar el problema desde otro punto de vista, desde un enfoque no económico. Un ejemplo de estos modelos es el modelo ELECTRE IV, el cual considera la multiplicidad y heterogeneidad de los criterios.

Un análisis multicriterio considera la multiplicidad y la heterogeneidad de las características que se asocian a la toma de una decisión. Como en el caso de la presente Tesis, al tener en consideración para un problema de decisiones multicriterio un conjunto de acciones potenciales (en este caso para cada tipo de soporte se proponen diferentes ubicaciones potenciales), el tomador de decisiones deberá hacer de entre ellas una de las siguientes acciones como mínimo¹⁴⁹:

- Escoger una única acción considerada como “la mejor”;
- seleccionar un subconjunto de acciones conceptuadas como “buenas”; u
- ordenar las acciones “desde la mejor a la peor”.

¹⁴⁹ Fuente: Antún, J. Toma de Decisiones Multicriterio: El Enfoque ELECTRE. II-UNAM. 1994.

Además debe tenerse en cuenta el llevar un orden para la solución del problema, el cual se deriva en una metodología, de la cual pueden distinguirse las siguientes cuatro etapas fundamentales¹⁵⁰:

- Definir las opciones que deben ser tomadas en consideración y formular el problema.
- Determinar la opinión que debe examinarse y el modelado de las preferencias del tomador de decisiones.
- Sintetizar la información existente en un modelo global que implique una agregación de las preferencias de los diversos modos de ver.
- Aplicar algún procedimiento matemático con el propósito de resolver el problema de decisión.

Las etapas anteriormente descritas no son necesariamente consecutivas, es común y en ocasiones necesario corregir y repetir algunos puntos.

El enfoque metodológico de relaciones binarias utilizado por el modelo ELECTRE IV, resulta simple, pues utiliza relaciones binarias de sobreclasificación, cuyo fundamento es la construcción de una relación binaria a partir de la comparación de acciones potenciales por pares, conforme a alguna definición de relación binaria y a la explotación de esta relación para construir un ordenamiento. Este modelo se basa en los conceptos de concordancia y discordancia; el primero se asocia a las ventajas relativas de una acción potencial frente a cada una de las otras; el segundo permite introducir el veto, es decir, consideraciones sobre la máxima desventaja relativa aceptada.¹⁵¹

En particular, el método ELECTRE IV permite enfrentar la imprecisión y la incertidumbre, así como ordenar las alternativas sin necesidad de introducir pesos en los criterios. Para ello se basa en preferencias y sobreclasificaciones. Las preferencias pueden ser débiles estrictas, débiles ó indiferencias. Éstas se delimitan a través de umbrales definidos por los valores α_1 y α_2 , que separan las preferencias de tal forma que¹⁵²:

sean a y b dos opciones a comparar con un determinado criterio u :

si $a - b \geq \alpha_2$ entonces “ a se preferirá estrictamente a b según u ” $a \gg b$;

si $\alpha_1 < a - b < \alpha_2$ entonces “ a se preferirá débilmente a b según u ” $a > b$; ó

¹⁵⁰ Fuente: Nijkamp, P. y Voogd, H. 1985, Citado en Antún, J. Toma de Decisiones Multicriterio: El Enfoque ELECTRE. II-UNAM. 1994.

¹⁵¹ Fuente: Antún, J. Toma de Decisiones Multicriterio: El Enfoque ELECTRE. II-UNAM. 1994.

¹⁵² Fuente: Ídem.

si $|a-b| < \square 1$ entonces “a y b son indiferentes según u” \cong .

También incluye una relación de pseudo-orden (sobreclasificación) en las siguientes categorías¹⁵³:

- Fuerte: $a S^f b$: Si no existe ningún criterio por el cual b se prefiere estrictamente a a y existen criterios por los cuales b se prefiere débilmente a a pero su número es inferior o igual a la mitad de criterios que lo conducen a preferir fuerte y débilmente a a sobre b , dicho de otra forma, no deben existir preferencias estrictas de b sobre a y si existen criterios en los que se prefiera débilmente a b sobre a , a debe tener el doble de preferencias que b , tomando como número de comparación para a la suma de sus preferencias estrictas y débiles sobre b ;
- Débil normal: $a S^d b$: Si no existe ningún criterio por el cual b se prefiere estrictamente a a , pero la condición adicional para sobreclasificación fuerte no se cumple, o bien, si existe uno y sólo un criterio por el cual b se prefiere estrictamente a a y además a se prefiere estrictamente a b por al menos la mitad de los criterios;
- Débil relajada tipo I: $a S^{I} b$: Si el número de criterios por los que se prefiere a sobre b es al menos superior por tres criterios;
- Débil relajada tipo II: $a S^{II} b$: Si el número de criterios por los que se prefiere a sobre b es al menos superior por dos criterios; y
- Débil relajada tipo III: $a S^{III} b$: Si el número de criterios por los que se prefiere a sobre b es al menos superior por un criterio.

A grandes rasgos, el método ELECTRE IV consiste en los pasos siguientes:

- identificación de los factores críticos para evaluar;
- identificación de las opciones;
- codificación de las opciones y los criterios;
- matriz de impacto;
- ordenamiento según criterios;
- sobreclasificación fuerte y débil; y
- ordenamientos descendente y ascendente.

Estos puntos delimitan de forma precisa los criterios que se utilizarán para la evaluación de las opciones, así como la identificación de éstas. En seguida se emplea una notación para el

¹⁵³ Fuente: Ídem.

manejo de los factores y las opciones. Una vez hecha la codificación, se define una métrica para los criterios seleccionados. Con esta métrica se procede a atribuir a cada opción, por cada criterio, una “calificación” según lo definido en la métrica. La representación de las “calificaciones” forma la matriz de impacto.

Posteriormente, se procede a elegir los valores α_1 y α_2 que separarán las preferencias estrictas, débiles e indiferencias, éstos serán el umbral de indiferencia y el de preferencia estricta. El umbral de indiferencia se interpreta como el margen de incertidumbre mínimo asociado a los cálculos realizados. El umbral de preferencia estricta es el margen máximo de error asociado a los cálculos realizados.

Una vez obtenidos los umbrales se hace la comparación de la calificación de cada opción con la de todas las demás, por pares, y se obtienen las preferencias. Éstas se plasman en la matriz de comparación de alternativas. Entonces se realiza una clasificación de las opciones, en caso de ser necesario se puede hacer una sobreclasificación que implique mayor detalle. Una vez hecha la jerarquización, ésta se expresa en forma de tabla, identificando para cada opción, según la sobreclasificación, las opciones que le son inferiores en jerarquía.

Finalmente, los ordenamientos descendente y ascendente se realizan con “destilaciones” y dan como resultado dos jerarquizaciones que pueden ser distintas entre sí. En este caso se comparan y derivan en una tercera que puede ser lineal completamente o con ramificaciones paralelas. Esta jerarquización final es el resultado del método.¹⁵⁴

4.3.13 Uso de los Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) (“*Geographic Information System: GIS*”, por sus traducción al inglés) es un conjunto de bases de datos que se encuentra ligado a un componente espacial. La información almacenada se encuentra referenciada geográficamente de tal forma que puede ser visualizada en imágenes o mapas. Estos sistemas se componen de equipos físicos y programas como computadoras, digitalizadores (tabletas, trazadores gráficos y “*scanners*”), impresoras, etc.

Por lo general los SIG se componen de los siguientes módulos:

- Entrada de información. La entrada de información se refiere a la introducción de datos a un sistema digital, con el formato requerido y con una georeferencia común.
- Almacenamiento y organización de la base de datos. El almacenamiento se lleva a cabo en formato raster o en formato vectorial. El primero divide una imagen en celdas, las cuales presentan códigos que permiten la identificación de sus propiedades. El segundo define las unidades espaciales por los límites que tienen.

¹⁵⁴ Fuente: Ídem.

- Análisis. Consiste principalmente en la interpretación de los datos desplegados. Es común tener análisis cruzados de diversos mapas temáticos para una correcta interpretación de la zona.
- Representación gráfica. Permite percibir de manera amigable y accesible la información ligada a la referencia geográfica.

Los SIG permiten superponer diferentes mapas, los cuales pueden contener información sobre vialidades, trazas urbanas, imágenes satelitales, límites políticos, etc., para así poder utilizar toda la información disponible y necesaria para realizar una mejor interpretación del problema en cuestión, para poder hacer un análisis más completo, y arribar así a una mejor solución.

Algunos de los SIG presentan aplicaciones ligadas a problemas de transporte, por lo cual pueden aplicarse dichos complementos para resolver problemas de localización, de rutas, de ingeniería de tránsito, etc. Estos sistemas están diseñados para planeación, gestión pública y análisis de los sistemas de transporte y sus características. Su uso, comparado con los clásicos paquetes de transporte, es más eficiente ya que permiten la visualización y el manejo eficiente de la información. Sus diversos elementos permiten crear mapas temáticos, gráficos y análisis espaciales y geográficos. Así mismo pueden emplearse para visualizar las diferentes características asociadas a las unidades espaciales de tal forma que puedan utilizarse en otros análisis.

Respecto al problema de localización, el SIG debe alimentarse con los datos referentes a la localización de los proveedores (coordenadas de los puntos donde se localizan sus instalaciones), la red vial de la zona (con la capacidad, número de carriles, volúmenes, geometría, etc.), el número de instalaciones que se deseen construir (una sola o varias), y otra información que pudiera ser de utilidad como la demanda de cada proveedor. Con esto, dependiendo del programa computacional que se utilice, se podrá resolver el problema, ya sea por el método del centroide, de la distancia más corta hacia cada proveedor, o por el problema del transporte, por citar algunos.

4.4 Consideraciones y Suposiciones de los Modelos de Localización en el Plano

Típicamente, un problema de localización en el plano involucra la localización de una o más instalaciones nuevas, con los costos que dependen de una apropiada distancia plana elegida (p.e. rectilínea o euclidiana) entre la nueva instalación y las instalaciones existentes cuya ubicación en el plano es conocida. La nueva instalación debe localizarse de tal forma que minimice una función objetivo elegida apropiadamente.

Los modelos de localización en el plano tienen como principales ventajas la visión que proveen, y la simplicidad de su construcción y uso, dejando un poco de lado la precisión con lo que representan los problemas de interés. Estos modelos involucran ciertas suposiciones básicas que limitan su realismo. Los modelos presentados en las secciones

anteriores son considerados como de los más simples; son “rápidos y sucios” (“*quick and dirty*”, por su traducción al inglés y por como son denominados en la referencia utilizada), en el sentido de que son relativamente fáciles de construir, analizar y para obtener información de ellos. Si se requiere de un modelo más detallado, es recomendable utilizar un modelo de red o uno discreto.

Las suposiciones que por lo general se asocian a los modelos de localización en el plano son las siguientes¹⁵⁵:

1. Un plano es una aproximación adecuada de una esfera.
2. Cualquier punto en el plano es una ubicación válida a considerar.
3. Las instalaciones a ser localizadas pueden idealizarse como puntos (y aún tener un área igual a cero)
4. Las distancias recorridas entre la instalación a localizar y las instalaciones existentes pueden ser representadas adecuadamente por distancias planas.
5. Los costos de los viajes son directamente proporcionales a la distancia plana utilizada, siendo las constantes de proporcionalidad independientes de los valores de las distancias.
6. Los costos fijos pueden ignorarse.
7. No hay costos de distribución asociados que sean de interés.

Claramente, algunas de las suposiciones son algo rigurosas. Un corporativo multinacional probablemente podría tener poco interés o ninguno en los modelos de localización en el plano, debido a la suposición 1, para que dicha suposición sea válida el problema deberá ser regional o local.

La suposición 2 es también una suposición estricta; un modelo que recomiende una ubicación en medio de un lago, por ejemplo, es algo que no se desea conseguir; lo que se espera es que a pesar de que el modelo sugiera una ubicación que no pueda utilizarse, se presenten algunas ubicaciones cercanas que puedan emplearse, como por ejemplo a la orilla del lago.

La suposición 3 puede ser o no rigurosa, dependiendo del alcance de aplicación del modelo. Si el modelo se utiliza para determinar la ubicación de una máquina dentro de una fábrica, la suposición puede ser rigurosa, y lo mejor que se puede esperar para ello es que algunas ubicaciones cercanas a la indicada por el modelo, quizá utilizando las líneas de contorno, sean aceptables. Por el otro lado, si el modelo tiene un alcance regional o nacional, esta suposición puede tener poca importancia, en dado caso la suposición 1 es más importante.

¹⁵⁵ Fuente: Francis, R., et al. Facility Layout and Location: An Analytical Approach. 1992.

Para la suposición 4, quizá debido a la influencia del punto de vista geométrico visto en los primeros cursos de geometría, la distancia en la que uno inmediatamente piensa es en la euclidiana. En algunos casos lo anterior resulta desfavorable, ya que es inusual que algunos objetos viajen entre dos puntos en línea recta. En lugar de ello, los objetos deben viajar en una calle, camino, carretera, o red de transporte de algún tipo existente. Lo mejor que puede esperarse es que la distancia Euclidiana sea una aproximación adecuada para la distancia de viaje real.

Respecto a la suposición 5, mientras más lejos se encuentre una instalación, menor será el interés de usarla. La experiencia personal del autor de la referencia sugiere que esta suposición puede ser algo rigurosa pues el emplear una constante de proporcionalidad puede hacer que se ignoren las economías de escala.

Quizá la crítica más fuerte a los modelos de localización en el plano se debe a la suposición 6. Los costos fijos, incluyendo aquellos como la compra del terreno, son un poco substanciales y pueden ser función del tipo de instalación que se desea localizar. El ignorar los costos fijos puede no tener efecto en la elección de la localización óptima. Los modelos de programación entera mixta le prestan a este punto mayores consideraciones; lo mejor que se espera en este caso de los modelos de localización en el plano es que faciliten el intercambio entre los análisis de las distancias de viaje y los costos fijos.

Respecto a la suposición 7, es frecuente que el viaje que ocurre entre una instalación nueva y una existente puede ser controlable de alguna forma, en cuyo caso la suposición podría no ser válida. Especialmente si un número de nuevas instalaciones van a ser localizadas, el grado en que cualquiera de las nuevas instalaciones interactúe con una instalación existente puede hacer que sea una variable de decisión, y los modelos de localización simples regularmente no toman este hecho en cuenta. Si los aspectos de distribución son importantes, es probablemente mejor considerar un problema de programación entera mixta.

En conclusión, el tener el modelo más realista en el mundo es de poco valor si el modelo es imposible de ser computarizado. Mientras más realista sea un modelo, más caro es el construirlo y obtener datos para alimentarlo, por ello, si se tienen limitantes en el tiempo, limitantes en los recursos disponibles, y el alcance del proyecto de localización no es grande es recomendable utilizar uno de los modelos denominados como “rápidos y sucios”.

De hecho, en algunos casos el aplicar un modelo muy detallado y realista puede poner al modelador en desventaja al tratar de explicar el modelo al cliente, el cual puede tener poco o nulo conocimiento de la teoría en que se basa el modelo, y que desea ver que el modelo provea de visiones cualitativas consistentes con su experiencia. Es claro que esta situación cambia con el tiempo conforme a que los modelos analíticos sean usados con mayor frecuencia. Por otro lado, un modelo muy sofisticado puede dar la apariencia de una caja negra al cliente. La caja negra transforma de alguna forma los datos del problema en una solución, lo cual puede ser a un alto costo computacional.

Dar una visión cualitativa es lo que hacen mejor los modelos de localización en el plano. En algunos casos se pueden emplear ambos, el modelo plano y uno más sofisticado, para el mismo problema, utilizando el plano para explicar algunos comportamientos del modelo más sofisticado.¹⁵⁶

4.5 Factores Competitivos que Influyen en la Localización de una Instalación

Para realizar una correcta localización de una instalación es necesario recopilar información que sea de utilidad para ese propósito, dependiendo del tipo de instalación será la información que se recopile. En esta sección se presenta, para el caso generalizado de localización de instalaciones industriales dentro de un contexto global, qué tipo de información debe buscarse en lo ideal (aunque para el caso presentado en esta tesis, debido a sus alcances, tiempo y recursos disponibles, no fue posible recopilar toda esa información), mostrando también los factores necesarios para la selección del sitio. En esta sección se presentan los factores que son determinantes en el ámbito metropolitano.

“La selección de un sitio es tanto una ciencia como un arte”, comenta John Boyd, presidente de “*Boyd Group*”, una firma consultora de selección de sitios localizada en Princeton, Nueva Jersey. Boyd también comenta que “es cuestión de balancear factores cualitativos y cuantitativos para llegar al mejor sitio que satisfaga las necesidades requeridas”. Por otro lado, Richard Sharpe, presidente de “*Competitive Logistics*”, empresa localizada en Atlanta, comenta que se deben identificar los elementos que son clave para escoger determinado sitio, y que la selección del sitio se relaciona con las estrategias del negocio.¹⁵⁷

Las decisiones para la localización de compañías manufactureras y de servicios se basan en una variedad de factores definidos por necesidades competitivas. Los factores que influyen la planificación de la localización de una planta manufacturera y de un almacén son los siguientes¹⁵⁸:

- *Proximidad a los clientes.* Por ejemplo, la empresa Japonesa “*NatSteel Electronics*” ha construido dos grandes plantas en México y Hungría para estar más cerca de los mayores mercados en los Estados Unidos y Europa para aquellos clientes que desean que la entrega de sus productos sea inmediata. La proximidad también permite asegurar que las necesidades del cliente se incorporan en los productos que están siendo desarrollados y construidos para ellos.
- *Ambiente de Negocios.* Un ambiente favorable de negocios pueden incluir la presencia de otros negocios de tamaño similar, la presencia de compañías de la

¹⁵⁶ Fuente: Ídem.

¹⁵⁷ Fuente: Harrington, L., Setting your Sites. Revista Inbound Logistics. Vol. 5, No. 5 Mayo 2005.

¹⁵⁸ Fuente: Chase, R., et. al. Operations Management for Competitive Advantage. McGraw-Hill/Irwin. 2004.

misma industria, y, en el caso de localización internacional, la presencia de otras compañías extranjeras. Legislaciones gubernamentales proindustria e intervención de los gobiernos locales que faciliten a los negocios localizarse en un área vía subsidios, reducción de impuestos, y otros medios de apoyo son también factores.

- *Costos Totales.* El objetivo es seleccionar un sitio con el menor costo total. Esto incluye costos regionales, costos de distribución internos y externos. Tierra, construcción, mano de obra, impuestos y costos energéticos componen los costos regionales. Adicionalmente, existen costos ocultos que son difíciles de medir. Estos involucran el movimiento excesivo del material para la preproducción entre instalaciones antes de la entrega final a los clientes y la respuesta a la pérdida de clientes debido a localizarse lejos de la ubicación principal del cliente.
- *Infraestructura.* El transporte adecuado por carretera, por ferrocarril, por vía aérea, y por mar es vital. Los requerimientos de telecomunicaciones y de energía también deben cumplirse. Adicionalmente, la iniciativa del gobierno local para invertir en mejorar la infraestructura a los niveles requeridos puede ser un incentivo para seleccionar una localización específica.
- *Calidad de la Mano de Obra.* Los niveles de educación de la fuerza laboral debe cumplir con las necesidades de la compañía. Resulta aún más importante el deseo y la habilidad para aprender.
- *Proveedores.* Una base de proveedores competitivos y de alta calidad hacen a una localización deseable. La proximidad a las plantas de los proveedores importantes apoya a los métodos de producción delgada o esbelta (“*lean production*”, por su traducción al inglés), la cual es aquella en la que el proceso de producción es continuo y en línea, produciéndose la cantidad necesaria en lotes relativamente pequeños de tal forma que no se tenga sobreproducción y se tenga una eficiencia mayor en el proceso utilizando el mayor tiempo posible los recursos, disminuyendo así el tiempo muerto y ocioso de las máquinas. Haciendo una analogía con un sistema de tuberías, es como si se tuviera un tubo de media pulgada que provee continuamente de agua, a diferencia de otro de 10 pulgadas que sólo surta agua cada hora.
- *Otras instalaciones.* La localización de otras plantas o centros de distribución de la misma compañía pueden influenciar la ubicación de una nueva instalación en la red. Temas como la mezcla de productos y capacidades son fuertemente interconectados a la decisión de la ubicación en este contexto.
- *Zonas libres de intercambio comercial.* Una zona de intercambio extranjero o zona de libre comercio es típicamente una instalación cerrada en el cual los bienes extranjeros pueden ingresar sin ser sujetos a los requerimientos normales habituales. Las manufacturas en zonas de libre comercio pueden utilizar componentes

importados en el producto final y retrasar el pago de los deberes habituales hasta que el producto es embarcado dentro del país que lo produce.

- *Riesgos Políticos.* Las escenas geopolíticas de cambios rápidos en numerosas naciones representan grandes oportunidades para establecer negocios. Pero una fase de transformación extensa en la que muchos países se encuentran hace que la decisión de localizar una instalación en ellas se dificulte. Los riesgos políticos tanto en el país donde se ubicará la instalación como en el que reside la compañía matriz tienen influencia en la decisión de la ubicación.
- *Barreras Gubernamentales.* Las barreras de entrada y localización en muchos países están siendo removidas hoy en día a través de legislaciones. Aún así muchas barreras no legislativas y culturales deben considerarse en la planificación de la localización.
- *Bloques Comerciales.* Los bloques comerciales en el mundo tienen influencia en las decisiones de localización, tanto dentro como fuera de los bloques. Las firmas típicamente se localizan o reubican dentro de un bloque para tomar la ventaja de las nuevas oportunidades del mercado o para disminuir los costos totales, lo cual se consigue por el acuerdo comercial. Otras compañías (que no pertenecen a los países del bloque comercial) deciden ubicaciones dentro del bloque para no ser descalificadas en la competencia del nuevo mercado.
- *Reglamentación Medioambiental.* Las reglamentaciones medioambientales que impactan a las industrias en determinada ubicación deben incluirse en la decisión de la localización. Además de los costos implicados, esas reglamentaciones tienen influencia en la relación con la comunidad local.
- *Comunidad Local.* El interés de la comunidad local en tener una planta dentro de ella es una parte necesaria del proceso de evaluación. Instalaciones educativas locales y la calidad de vida son también importantes.
- *Ventaja Competitiva.* Una decisión importante para las compañías multinacionales es el país en el que ubicarán la casa matriz para cada uno de los diferentes negocios. Michael Porter sugiere que una compañía puede tener diferentes casas matrices para distintos negocios o segmentos. La ventaja competitiva se crea en una casa matriz donde se ha establecido una estrategia, el producto central y la tecnología de los procesos con creados, y la masa crítica de producción toma lugar. Por lo tanto, una compañía debe mover su casa matriz en un país que estimula la innovación y provee el mejor ambiente para la competencia global.

Los elementos a destacar para la atracción de los inversionistas industriales hacia una región son¹⁵⁹:

- Región de influencia
- Vocación actual y proyecto de desarrollo
- Ambiente de negocios
- Infraestructura y vías de comunicación
- Nivel de población
- Recursos humanos calificados
- Equipamiento y servicios urbanos
- Servicios de apoyo a la actividad industrial
- Alternativas de ubicación
- Oportunidades específicas
- Facilidades y apoyos para la ubicación y la operación de la industria

La ubicación es el factor más importante para establecer un parque industrial ya que puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso del proyecto. Adquirir un predio bien localizado es la mejor inversión para asegurar el éxito del parque. Para ello es importante definir los propósitos y objetivos del parque por ser determinantes para encontrar la localización adecuada, dentro de las recomendaciones sobre los sitios se tienen las siguientes¹⁶⁰:

- La selección se inicia con la revisión de los planos de desarrollo urbano de la localidad y los usos de suelo determinados en este.
- Se deberán identificar varias alternativas y hacer una investigación directa de las condiciones físicas que presenten, apegándose a la normatividad existente y sus restricciones.
- Se eliminarán los sitios inadecuados o con uso definido, áreas de preservación ecológica, sitios arqueológicos, parques recreativos, con usos agrícolas productivos, los que presenten accidentes topográficos (grietas, fallas geológicas, cavernas, minas, etc.) y pendientes mayores al 6%, así como los susceptibles a riesgos hidrometeorológicos, como inundaciones por lluvia o desborde de ríos.
- Se eliminarán sitios donde se pudieran presentar (o existan de antemano) problemas sociales o actitud conflictiva como pudiera ser de la comunidad y/o de sindicatos.

¹⁵⁹ Fuente: Apuntes del Diplomado en Localización Industrial y Parques Industriales. Instituto de Ingeniería. UNAM. 2004.

¹⁶⁰ Fuente: Ídem.

- El sitio seleccionado preferentemente estará ubicado entre 3 y 15 km alejado del centro de población para facilitar el suministro de servicios, transporte y por salud física y mental de los trabajadores.
- El predio deberá preferentemente ser de forma geométrica regular, para elevar la eficiencia y funcionalidad y su topografía deberá ser ligeramente plana (preferentemente con pendiente menor a 2% para que los movimientos de tierra para generar una superficie plana sean mínimos), o si presenta pendientes no deberán ser mayores al 6%.
- Su ubicación debe ser preferentemente a pie de carretera, o en su caso es admisible un camino de penetración para acceso al parque con una longitud máxima de 500 m y una amplitud mínima de 14 m.
- Los vientos dominantes no deberán pasar por el parque con dirección al centro de población, para no afectar la vida de los habitantes.
- Deberá existir facilidad de transporte urbano para los trabajadores, transporte foráneo y de carga para los insumos y distribución de productos.
- Es recomendable contar con el apoyo de una ciudad media, con equipamiento urbano de calidad y facilidades para la educación, salud, recreación, habitación, comercios, servicios, comunicaciones, telecomunicaciones, etc.
- Se debe asegurar el suministro oportuno de los servicios básicos (obras de cabeza) en condiciones de eficiencia y economía, así como una fuerza laboral de calidad.
- Su tenencia de tierra deberá estar bajo el régimen de propiedad privada y evitar predios ejidales por la problemática de su desincorporación y algunos otros problemas sociales.
- Para que el proyecto resulte económico y competitivo, el precio de compra del terreno deberá tener un precio razonable por hectárea libre de todo gravamen y sin problemas legales.

Dentro de este punto se tienen las siguientes formas más comunes para la adquisición del predio:

1. Compra directa al propietario, en una operación de compra-venta debidamente protocolizada.
2. Por asociación con el propietario, público o privado aportando el predio a la empresa que promueve el parque con un valor aceptado por ambas partes, esta operación lo convierte en socio inversionista (aportando en especie).

3. Mediante la expropiación de un terreno ejidal a favor del Municipio y posteriormente adquirirlo mediante una operación de compra-venta.
4. Por donación de las autoridades para promover el desarrollo del parque y de la comunidad.
5. En fideicomiso, el fideicomitente puede ser una persona física o moral o bien el Gobierno Estatal o Municipal aporta el terreno como patrimonio con el objeto de apoyar el desarrollo del parque.
6. Por asociación con ejidatarios o comuneros no es recomendable, pone en peligro la creación del parque y se generan problemas sociales. No obstante ya existen inmobiliarias ejidales que pueden asociarse con inversionistas aportando el terreno, esta modalidad puede funcionar.

Así mismo, Los factores, en orden de importancia, considerados por las empresas para selección de un sitio para establecer sus instalaciones son los siguientes¹⁶¹:

1. Costos laborales.
2. Accesibilidad a carreteras.
3. Disponibilidad de mano de obra calificada.
4. Incentivos locales y/o estatales.
5. Disponibilidad de energía y costos.
6. Impuestos.
7. Costos de construcción y/o rentas.
8. Exención de impuestos.
9. Disponibilidad de telecomunicaciones.
10. Regulación ambiental.
11. Costo de la tierra.
12. Disponibilidad de internet de alta velocidad.
13. Disponibilidad de terrenos.
14. Sindicatos (ambiente laboral).
15. Proximidad a mercados.
16. Disponibilidad de materia prima.
17. Financiamiento a largo plazo.
18. Proximidad de proveedores.
19. Disponibilidad de mano de obra no calificada.
20. Acceso al aeropuerto internacional.

¹⁶¹ Fuente: Lambert, D y Stock, J. Strategic Logistics Management. IRWIN. 1993.

Por último, a manera de preámbulo para la sección 4.6, a continuación se presentan los pasos que propone Schmenner para resolver el problema de la localización de una instalación¹⁶²:

1. Después de que la firma decidió establecer una instalación en una nueva ubicación (aún no determinada), solicita el consenso de las personas en la compañía que se ven afectadas por la decisión.
2. La administración designa un equipo corporativo para examinar los sitios potenciales y recopilar información de una selección de atributos, como disponibilidad de terrenos, requerimientos laborales, opciones de transporte, utilidades, factores ambientales, y productos a almacenarse.
3. La firma establece por separado un equipo de ingeniería para examinar los sitios potenciales en término de sus topografía, geología y diseño de la instalación.
4. El equipo corporativo desarrolla una lista de criterio clave para la nueva localización. Dichos criterios toman en cuenta las necesidades de todas las áreas funcionales del negocio.
5. Las regiones geográficas son evaluadas en vista de los criterios establecidos; los sitios regionales potenciales son identificados.
6. Los sitios específicos dentro de áreas regionales aceptables son identificados. Típicamente, 10 sitios (o menos) son seleccionados para una investigación a mayor profundidad.
7. El equipo corporativo examina cada sitio prospecto, usando la selección de factores que juzgaron ser importantes. El equipo hace visitas a los sitios y crea una línea de ubicaciones potenciales.
8. Un sitio específico es seleccionado de las ubicaciones recomendadas. Esta decisión es por lo general hecha por la persona directamente más afectada, normalmente es el “*senior logistics executive*”. (en otros casos se utilizan herramientas de modelado por computadora).

4.5.1 Factores de Localización de Mayor Importancia dentro de un Contexto Metropolitano

¹⁶² Fuente: Ídem.

En la literatura casi siempre se tratan los factores en su contexto regional, sin embargo, las razones por las que se decide localizar a una industria en un país o región son diferentes a las que se toman en cuenta para localizarla dentro de una ciudad (o zona metropolitana).¹⁶³

A continuación se presentarán los factores más relevantes que tienen implicaciones intraurbanas, sin tener relación el orden que se presentan con el orden de importancia:

- La naturaleza de la producción y el mercado al que se destina la producción. La producción masiva depende del acceso a amplios mercados, mientras que la producción tradicional de naturaleza artesanal es de pequeña *escala* y muchas veces de productos únicos.
- Atributos, disponibilidad y costo del suelo. Los diferentes tipos de industria tienen muy diversas necesidades o restricciones en cuanto espacio y los atributos de éste y, al mismo tiempo, diferente capacidad para pagarlo.
- La infraestructura. Su ausencia puede representar una restricción de ubicación para la industria, mientras que su presencia puede significar un factor de inercia para la actividad industrial (Hayter, 1998).
- Transporte y accesibilidad. Es frecuente considerar al transporte como el factor más importante para definir la ubicación de una planta industrial. La ubicación del uso de suelo industrial tenderá a orientarse hacia las materias primas, hacia el mercado o hacia algún otro factor dependiendo de la atracción que más intervenga por la minimización de costos. En la industria manufacturera es factible que predomine la localización cercana al origen de las materias primas cuando éstas pierden una parte considerable de su peso o volumen en el proceso productivo, cuando son más perecederos que el producto resultante o cuando, por otras razones, su transporte resulta más caro que el de los productos terminados. En cambio, se presentarán otras localizaciones dirigidas al mercado en los supuestos contrarios.
- Economías externas de aglomeración. La concentración de la actividad industrial proporciona frecuentemente beneficios para las empresas industriales allí ubicadas y que no disfrutarían en una situación aislada.
- Políticas públicas y planeación. Las políticas públicas representan una parte importante para la buena marcha de la operatividad industrial, ya que a través de una política adecuada puede promoverse la instalación de una determinada industria o complejo industrial en un lugar específico.
- Normatividad. Es otro instrumento de política urbana que de acuerdo con Kivell (1993) es una herramienta del Estado que por lo general llevan a cabo gobiernos

¹⁶³ Fuente: Kunz, I., et. al. Usos del Suelo y Territorio. Tipos y Lógicas de Localización en la Ciudad de México. Plaza y Valdés Editores. 2003.

locales a través de planes locales que indican en dónde se debe permitir el desarrollo de los distintos usos de suelo y en qué forma se debe dar.

- Inercia de la actividad industrial. Por la expansión física de la ciudad, una industria establecida en el pasado puede tener hoy una localización bastante central o en el interior, por lo que los factores locacionales iniciales fueron válidos en aquel momento, pero difícilmente lo son para la actualidad. Un cambio de localización representaría costos que no se recuperarían porque forman parte de la inversión fija, por ello algunas industrias prefieren seguir manteniéndose dentro de la ciudad.
- Capital financiero. Éste más que un factor parece una condición para la localización de la industria. El capital es requerido antes que cualquier cosa, incluso antes que el propio suelo. Gracias a la gran movilidad del capital, las grandes corporaciones no dependen de los financiamientos locales y, en general, de la disponibilidad de capital local, por lo que éstos ejercen una débil influencia en la decisión de ubicarse en determinado lugar. Pero para la empresa mediana y pequeña falta de capital puede representar un obstáculo para el establecimiento.
- Insumos. Los insumos varían enormemente en volumen, peso y en lo perecedero del producto; todo ello implica necesidades específicas de transporte y almacenamiento.
- Energía. La cantidad y el tipo de energía varía de industria a industria, y de empresa a empresa, ello dependerá de la propia actividad y de la tecnología empleada (Smith, 1981)
- Fuerza de Trabajo. La fuerza de trabajo es necesaria para operar cualquier planta industrial, sin embargo, hay fuertes variaciones entre empresas al considerar el tipo y la cantidad de fuerza de trabajo empleada.

4.6 Estudios de Macrolocalización y de Microlocalización

Para la localización de una instalación deberá realizarse el estudio de localización general y específica (contenidos dentro del estudio técnico de un proyecto), de esta forma, la selección de alternativas se realiza en dos etapas. En la primera se analiza y decide la zona en que se localizará la planta; y en la segunda, se analiza y elige el sitio, considerando los factores o criterios básicos. A la primera etapa se le define como estudio de macrolocalización y a la segunda de microlocalización.¹⁶⁴

En algunos proyectos la localización está predeterminada, como en los casos de la silvicultura, la agricultura, la industria petrolera, las plantas hidroeléctricas, etc. En otros la localización está limitada por el requerimiento de alguna condición geográfica, o la existencia de un recurso abundante, como pudieran ser los espacios disponibles

¹⁶⁴ Fuente: Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Nacional Financiera. 1999.

urbanizables. En estos casos el estudio de localización se simplifica y se limita a describir la infraestructura y las ventajas y facilidades que se pueden aprovechar.¹⁶⁵

Con excepción de los casos antes señalados, la localización depende de los costos de transporte de materias primas e insumos, así como del costo de transporte del producto terminado hacia los centros de consumo, rigiéndose por el criterio de que la localización óptima es aquella que maximiza el beneficio del proyecto o que logra el mínimo costo unitario. Posteriormente se cometerán las alternativas de localización a la revisión de los aspectos comerciales, laborales, operacionales, económicos y sociales.¹⁶⁶

4.6.1 Estudio de Macrolocalización

A la selección del área donde se ubicará el proyecto se le conoce como estudio de macrolocalización. Para una planta industrial, los factores de estudio que incide con mayor frecuencia son: el mercado de consumo y las fuentes de materias primas. De manera secundaria están: la disponibilidad de la mano de obra y la infraestructura física y de servicios. Un factor a considerar también es el marco jurídico económico e institucional del país, de la región o la localidad.¹⁶⁷

La perspectiva macro examina donde localizar instalaciones geográficamente (en un área general) para mejorar el suministro de materiales y la oferta de mercado de la empresa (mejora en servicio y/o reducción de costos).

El estudio de localización a nivel macro incluye las teorías de varios economistas y geógrafos. Muchas de esas teorías se basan en consideraciones de costo y distancias. Von Thunen siguió una estrategia de localización basada en la minimización de costos. Su modelo asume que el precio de mercado y los costos de producción son idénticos (o casi lo son) para cualquier punto de producción. Debido a que la ganancia es igual al precio de mercado menos los costos de producción y de transporte, entonces la mejor localización ser aquella que minimiza los gastos en transportación.¹⁶⁸

Weber también desarrolló un modelo basado en la minimización de costos, en él, el mejor sitio es aquel que minimice los costos totales de transporte (de insumos y materias primas a la planta y de los productos terminados al mercado). Las materias primas son clasificadas en dos categorías de acuerdo a como afectan el costo de transporte: por su ubicación (disponibilidad en la zona geográfica) y por las características de su procesamiento (respecto a cómo la materia prima incrementa, permanece igual, o decrece en peso conforme es procesada).¹⁶⁹

¹⁶⁵ Fuente: Ídem.

¹⁶⁶ Fuente: Ídem.

¹⁶⁷ Fuente: Ídem.

¹⁶⁸ Fuente: Lambert, D y Stock, J. Strategic Logistics Management. IRWIN. 1993.

¹⁶⁹ Fuente: Ídem.

Otros investigadores incluyen los factores de demanda y ganancias. Hoover examinó ambos elementos de costos y demanda en su análisis de localización. Igualmente se basó en la minimización de costos para determinar la mejor ubicación. Adicionalmente, Hoover identificó que las tarifas de transporte y la distancia no tienen una relación lineal, esto es, sí se incrementan pero cada vez a una tasa menor. La disminución de la tasa de incremento en distancias mayores apoya el establecimiento de almacenes en los puntos finales del canal de distribución en lugar de en puntos intermedios. En ese sentido, Hoover no estaba totalmente de acuerdo con las opciones de localización de Weber.¹⁷⁰

Greenhut expandió el trabajo de sus predecesores incluyendo factores específicos a la compañía (p.e. la seguridad) y elementos de ganancias en la opción de localización. De acuerdo a su modelo, la mejor ubicación es la que maximiza las ganancias.¹⁷¹

4.6.2 Estudio de Microlocalización

La perspectiva micro examina los factores que permiten precisar el punto de la localización dentro del área geográfica definida a nivel macro.

Una vez definida la zona o población de localización se determina el terreno conveniente para la ubicación definitiva del proyecto. Para este apartado se requiere información sobre: el flujo del transporte de materias primas para determinar el espacio que se requiere para hacerlo, por lo que se evalúan los terrenos por su superficie disponible y topografía, las características mecánicas del suelo y el costo del terreno; los futuros desarrollos en los alrededores del terreno, para ello también se evalúa la superficie disponible y topografía, la mecánica de suelos y el costo del terreno en los alrededores, considerando para ello un tiempo igual al plazo de vida del proyecto.¹⁷² Para contar con el suficiente espacio de reserva, de tal forma que se satisfagan las posibles necesidades de crecimiento del proyecto a lo largo de su plazo de vida, es conveniente considerar para el desarrollo del CSTyL la superficie máxima considerable, que resulta ser un área de 10 hectáreas de terreno.

También conviene saber si existen proyectos de infraestructura alrededor del terreno, tales como zonas habitacionales, servicios médicos, educacionales y de seguridad pública, ya que pueden ser favorables o desfavorables para el proyecto.¹⁷³

¹⁷⁰ Fuente: Ídem.

¹⁷¹ Fuente: Ídem.

¹⁷² Fuente: Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Nacional Financiera. 1999.

¹⁷³ Fuente: Ídem.

Capítulo 5

5. Estudio de Macrolocalización del CSTyL

Introducción

En el presente capítulo se muestra el desarrollo del estudio de macrolocalización del Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL). En la sección 5.1 se presenta la información empleada para realizar el estudio de macrolocalización y su resultado, el cual es el área geográfica donde se establecerá el CSTyL. En la sección 5.2 se muestra información relevante de los planos de desarrollo de los municipios comprendidos por el área geográfica macroscópica. Por último, en la sección 5.3 se menciona la información recabada y digitalizada en relación al área geográfica macroscópica.

5.1 Delimitación de la Zona Geográfica donde se Propondrá la Ubicación del CSTyL

Para el desarrollo de esta sección, además de presentar nueva fuentes de información, se retomará información presentada previamente en la presente tesis y también se utilizará información de la tesis titulada: “Identificación de Oportunidades para Proyectos de Soportes Logísticos de Plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México”¹⁷⁴. Por otro lado, como en esta sección se utilizarán los principales factores competitivos que influyen de manera más significativa en la localización de una instalación (presentados en la sección 4.5 del capítulo 4 de la presente tesis), se encerrarán entre paréntesis (*en negritas y cursivas*) los factores que están siendo analizados para hacer referencia a ellos.

5.1.1 Los Accesos Carreteros de la Zona Norte de la ZMVM: Su Importancia Respecto a los Flujos de Entrada y Salida de Mercancía de la ZMVM

Debido a que no se cuenta con estudios completos relacionados con los volúmenes de carga dentro de la ZMVM ni con el origen y destinos de los viajes, es difícil conocer el comportamiento de los flujos de mercancía dentro de dicha zona, sin embargo, a pesar de lo obsoleto que pudiera ser la información, se encontró información sobre un estudio realizado en el año de 1991 por la Coordinación General de Transporte de Distrito Federal, denominado “Una Acción que Contribuirá a Abatir la Contaminación”. Para este estudio se aplicaron encuestas origen-destino en diversas zonas generadoras de carga.

En el estudio previamente mencionado, se obtuvo que de las 37.1 millones de toneladas de carga que se transportan anualmente dentro de la ZMVM, 10.9 millones de toneladas se producen en las delegaciones del DF (29%), 4.4 millones de toneladas se producen en los municipios metropolitanos (12%) y 21.8 millones de toneladas se producen fuera de la ZMVM (59%).

De lo anterior se observa que, la mayor proporción de la carga transportada en la ZMVM se produce fuera de ella, siguiendo en orden de mayor contribución la generada en el DF y por último se encuentra la producida en los municipios metropolitanos (*cercanía a los proveedores*). Esto indica que existe una alta posibilidad de que algunos proveedores no se encuentran cerca de la ZMVM, sin embargo debido a que se trata de productos terminados o semiterminados, este factor no influye tanto como si se tratara de materias primas (como se explicó previamente en el capítulo 4), además de que para este tipo de productos influye más la cercanía a clientes al requerirse de una rápida respuesta.

De igual forma, del mismo estudio mencionado anteriormente se obtuvo que la principal carretera por la que ingresa mercancía a la ZMVM es la autopista a Querétaro (transportándose por ella el 51.7% de la carga), siguiendo en orden decreciente respecto al porcentaje de mercancía transportada la autopista a Puebla (con el 18%), la autopista a

¹⁷⁴ Fuente: Romero, L. Identificación de Oportunidades para Proyectos de Soportes Logísticos de Plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México. Tesis de Licenciatura. FI. UNAM. 2005.

Pachuca (11.7%), la autopista a Texcoco (8.1%), la autopista a Cuernavaca (4.6%), la autopista a Toluca/Constituyentes (3.7%) y la autopista a Toluca/Naucalpan (2.2%). A pesar de que no se tiene una cercanía a los proveedores como tal, sí se puede realizar una aproximación a la vía que probablemente utiliza la mayoría de ellos para realizar la distribución de sus productos en la ZMVM, por lo cual se sitúa al CSTyL en las inmediaciones de la autopista México-Querétaro.

Al recordar la información presentada en el capítulo 1 sobre los flujos de mercancía transportadas por carretera (ver la Figura 1.13 del capítulo 1), cuya información data de una fecha más reciente (pero que no muestra la cantidad de carga por acceso), se tiene que el mayor flujo presentado en la ZMVM es el que ingresa por las carreteras ubicadas al Norte de la zona. Respecto a esto, el total de mercancías que entran y salen de la ZMVM por las carreteras estudiadas en la fuente de información es en promedio de 250,895 ton/día, de las cuales 85,289 ton/día (el 34%) ingresan por el Norte. El segundo flujo en importancia es el de las mercancías que salen por el Norte, siendo 40,909 ton/día (el 16%). En conjunto, la suma de las toneladas que entran y salen por el Norte de la ZMVM corresponde al 50% del flujo total que ingresa y sale de en toda la zona.

Así, resalta la importancia que tiene la zona Norte de la ZMVM respecto a los flujos de transporte de mercancías, específicamente el corredor de la autopista México-Querétaro.

5.1.2 Delegaciones y Municipios de la ZMVM con el Mayor Número de Unidades Económicas (UE) y Personal Ocupado (PO)

En la Tabla 1.2 (presentada en el capítulo 1), que muestra el número de unidades económicas (UE) y personal ocupado (PO) en los sectores manufactura, comercio y servicios por delegación y municipio de la ZMVM, se observa que las delegaciones con más frecuencia entre las que presentan las tres cifras más altas para las UE y el PO en los tres sectores son: Cuauhtémoc, Iztapalapa y Gustavo A. Madero; mientras que los municipios metropolitanos con más frecuencia en los de las tres cifras más altas son: Ecatepec, Tlalnepantla y Naucalpan.

En la Figura 5.1, se observa la ubicación de dichas delegaciones y municipios; las dos delegaciones ubicadas al Norte del DF (Gustavo A. Madero y Cuauhtémoc) forman una franja junto con los tres municipios metropolitanos. En conjunto, esas 2 delegaciones y los 3 municipios (de las 16 delegaciones y 28 municipios que forman la ZMVM) representan el 33% de todas las UE y el 34% de todo el PO de la ZMVM, es decir, en esa zona se tiene la tercera parte de todos los negocios y del personal laboral de toda la ZMVM.

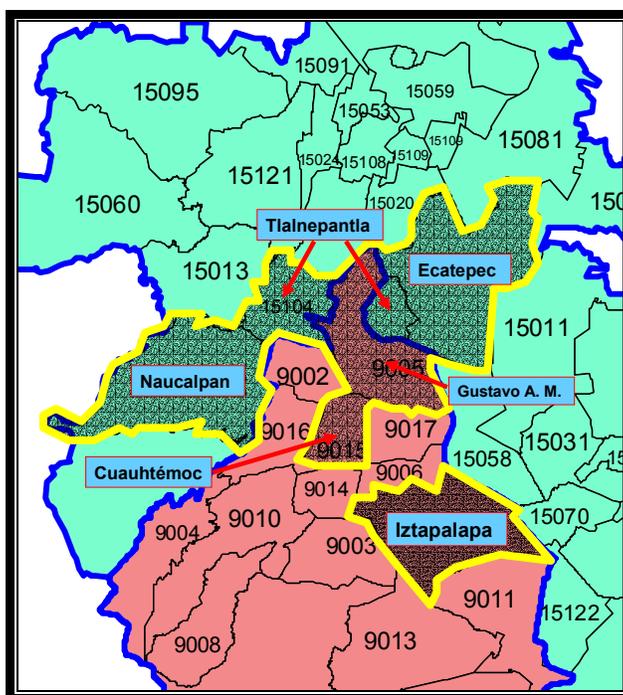


Figura 5.1 Delegaciones y municipios con las cifras más altas en UE y PO en los sectores de manufactura, comercio y servicios¹⁷⁵

De igual forma, esas delegaciones y municipios presentan los mayores registros vehiculares para el transporte de carga dentro de la ZMVM, como puede observarse en la Figura 1.10 del capítulo 1. Ecatepec se sitúa en el primer lugar de registros, Cuauhtémoc se ubica en el segundo lugar, Naucalpan se sitúa en el cuarto, Tlalnepantla en el quinto y Gustavo A. Madero en el noveno.

Debido a que la zona anteriormente descrita se ubica entre el centro y el Norte de la ZMVM, y a que los accesos carreteros del Norte tienen el principal flujo de mercancías en la ZMVM (específicamente por la Autopista México-Querétaro), sería recomendable situar al CSTyL en la periferia Norte de la ZMVM (*cercanía al mercado*¹⁷⁶).

Por otro lado, la mayoría de los parques industriales (mostrados en la Figura 1.14 del capítulo 1) se localizan al Poniente de la ZMVM, específicamente a los márgenes de la autopista a Querétaro, por lo que además en esa zona se encuentra un importante desarrollo de instalaciones que brindan espacios a las industrias, con importantes clusters o conglomerados industriales. Esta situación es la base para decidir ubicar un CSTyL en la zona Norponiente (*ambiente de negocios*).

¹⁷⁵ Fuente: Elaboración Propia. 2005.

¹⁷⁶ En este sentido una parte del mercado se compone de otras industrias localizadas en la ZMVM a las cuales se les entregará la mercancía producida (productos semiterminados o terminados) por las industrias clientes de los operadores logísticos del CSTyL sin embargo al desconocerse la ubicación de los clientes, deben analizarse las delegaciones y municipios de la ZMVM que presentan un mayor número de UE y PO, pues es muy probable que en su demarcación se encuentre un número importante de clientes potenciales.

5.1.3 Información Relevante sobre las Áreas de la ZMVM donde se Presenta un Uso Intensivo de Transporte de Carga

A continuación se presenta una serie de mapas con el fin de mostrar las características de las áreas de la ZMVM con uso intensivo del transporte de carga, y se describen algunos aspectos importantes de la zona en general. La descripción detallada de la metodología para obtener dicha información, puede ser consultada en la tesis titulada “Identificación de Oportunidades para Proyectos de Soportes Logísticos de Plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México”¹⁷⁷. A continuación se presenta un resumen de los pasos para la obtención de las áreas:

1. Se empleó la información de la Consulta de Información Económica Nacional 1994 (CIEN 1994), que presenta el estudio de Censos Económicos, realizado por el INEGI en 1999. De dicha información se emplearon las cifras correspondientes al número de unidades económicas (UE) y de personal ocupado (PO) comprendidas en cada Área Geoadministrativa Básica (AGEB), la cual es el área de menor dimensión en que presentan los datos, para los sectores de manufactura, comercio y servicios, tanto para las 16 delegaciones del DF como para los 28 municipios del Estado de México localizados en la ZMVM.
2. A partir de la información anterior, se realizó un análisis de Pareto para que, del total de 4,128 AGEB's en que se divide a la ZMVM, se filtraran aquellas que presentan las cifras más altas en UE y PO, lo cual tiene una estrecha relación con el transporte de carga, ya que a mayor número de establecimientos y de personal ocupado, se presentará un mayor flujo de mercancía tanto para la producción de bienes industriales como para la prestación de servicios y venta de mercancía. Del análisis final se obtuvo un número representativo de 436 AGEB's para toda la ZMVM que por sus características se estima que presentan un mayor uso intensivo de transporte de carga. En la Figura 5.2 se presentan las 436 AGEB's seleccionadas para su estudio.
3. Una vez obtenidas las áreas en las que se estima un mayor uso intensivo del transporte de carga, se realizaron visitas de campo a cada una con el fin de recabar información útil para análisis posteriores.

¹⁷⁷ Fuente: Romero, L. “Identificación de Oportunidades para Proyectos de Soportes Logísticos de Plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México”. Tesis de Licenciatura. FI, UNAM. 2005.

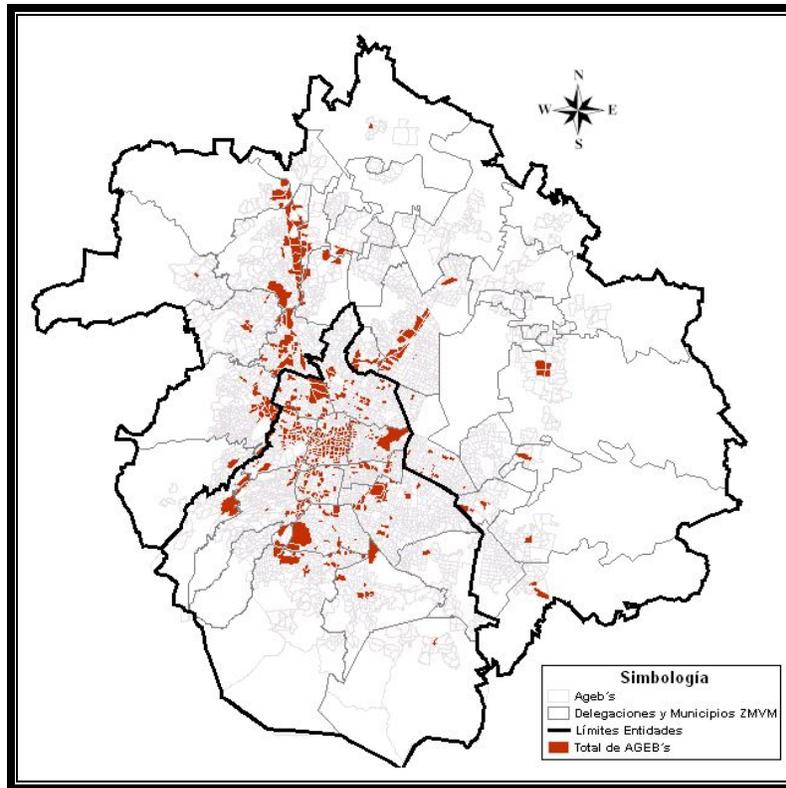


Figura 5.2 AGEB's seleccionadas ¹⁷⁸

De la información que se generó en los análisis, resultan importantes (para el objeto de la presente tesis) los siguientes mapas:

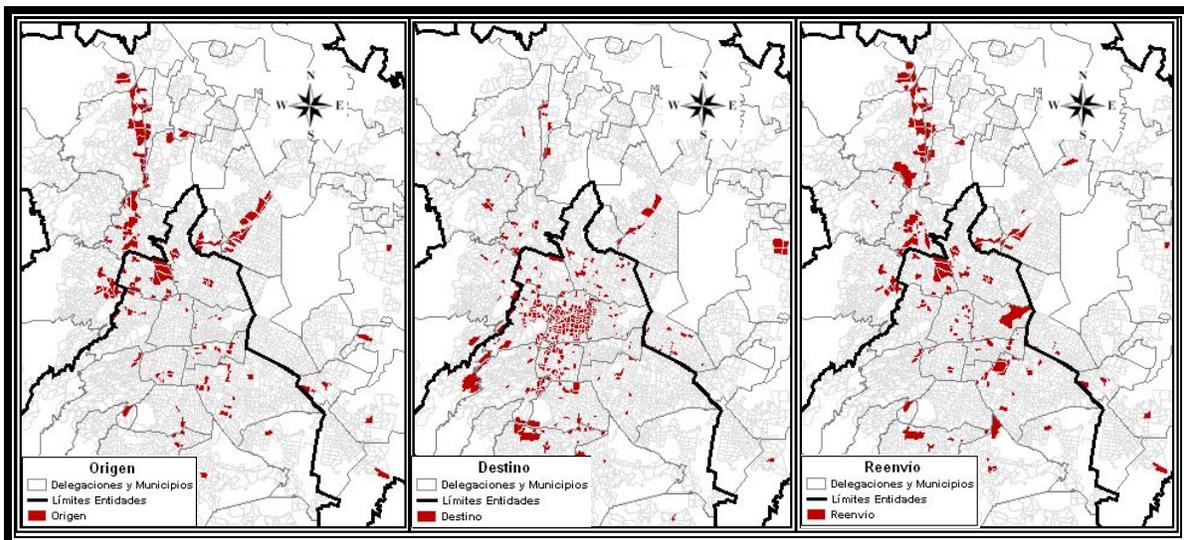


Figura 5.3 Clasificación de AGEB's por tipo de nodo ¹⁷⁹

¹⁷⁸ Fuente: Romero, L. "Identificación de Oportunidades para Proyectos de Soportes Logísticos de Plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México". Tesis de Licenciatura. FI, UNAM. 2005.

De la Figura 5.3, para el tipo de nodo “origen” se observa lo siguiente:

- Las AGEB’s situadas en el Norte de la ZMVM tienen un mayor enfoque al sector industrial, en esas AGEB’s se transforman insumos para producir mercancías; su ubicación se encuentra principalmente sobre las carreteras a Querétaro (al Noroeste de la ZMVM) y a Pachuca (al Noreste de la ZMVM), en su tramo comprendido en el Estado de México. En la Figura 5.4 se observan las zonas donde se encuentran conglomeradas varias AGEB’s cuyo nodo es tipo del tipo origen (industrial).
- Otras dos zonas en donde se encuentran AGEB’s de tipo industrial, aunque en menor proporción, son: algunas AGEB’s aisladas en la delegación Iztapalapa, y la zona en el Sur comprendida entre Tlalpan y Coapa.
- Al Noroeste se encuentra Vallejo, zona que presenta el mayor desarrollo industrial en el Distrito Federal, y Naucalpan, que pertenece al Estado de México y que al igual que Vallejo es una de las zonas de la ZMVM donde comenzó la concentración de varias industrias.
- Es importante señalar que en la zona Suroeste no se encuentran zonas industriales, lo cual se debe en parte a las extensiones de Áreas Verdes de Reserva y a las zonas residenciales que se ubican en ella.

A diferencia de la zona mostrada en la Figura 5.1, determinada a partir de la información de los municipios y delegaciones que presentan un mayor número de UE y PO para los sectores industria, comercio y servicio, en el análisis realizado en la fuente de donde se obtuvo esta información se recurrió a información más específica en áreas de menor dimensión (AGEB’s), por lo que se tiene una mayor precisión en la ubicación de conglomerados industriales.

Las industrias ubicadas dentro de estas AGEB’s podrían ser usuarios potenciales del CSTyL. Si bien, por lo general los usuarios directos del CSTyL son operadores logísticos, éstos a su vez trabajan para realizar los traslados de mercancías de las industrias que los contratan (que son sus clientes directos). Aunque las industrias, clientes directos de los operadores logísticos, no se localizan dentro de la instalación, sí son usuarios indirectos de este soporte logístico de plataforma.

Por otro lado, las industrias que contratan a los operadores logísticos tienen a sus propios clientes a los cuales les deben entregar las mercancías que producen (ya sean otras industrias, cadenas de supermercados, centros comerciales, tiendas de conveniencia, farmacias, ferreterías, etc.), siendo estos a su vez clientes indirectos de los operadores logísticos. En este sentido es importante no perder la idea que el cliente depende del punto

¹⁷⁹ Fuente: Romero, L. “Identificación de Oportunidades para Proyectos de Soportes Logísticos de Plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México”. Tesis de Licenciatura. FI, UNAM. 2005.

de vista que se adopte, ya sea del operador logístico (cuyos clientes son las empresas que los contratan) o de las industrias que contratan al operador logístico (cuyos clientes son aquellos a los que se les vende y entrega la mercancía). En la Figura 5.5 se muestra un esquema de estas relaciones.

Así, desde el punto de vista de la operación del CSTyL, las industrias que contratan a los operadores logísticos alojados en este Soporte Logístico de Plataforma, pueden ser vistas como proveedores (origen de las mercancías) y, los clientes de dichas industrias pueden ser vistos como clientes (destino de las mercancías).

Si una compañía (MIPYME) que contrata los servicios de un operador logístico establecido en el CSTyL, se compone de varios establecimientos, resulta importante negociar con sus proveedores el envío de los insumos, pues bien puede el operador logístico recoger la materia prima de las instalaciones de los proveedores, o se puede negociar con el proveedor algún descuento en el cobro del envío de la mercancía al tener sólo un punto de entrega (que sería el CSTyL). Estas negociaciones cobran mayor importancia al tener número mayor de establecimientos y más si logran aliarse diferentes empresas para la compra de insumos con los mismos proveedores, esto debido a la generación de mayores economías de escala y a la consolidación de mercancía.

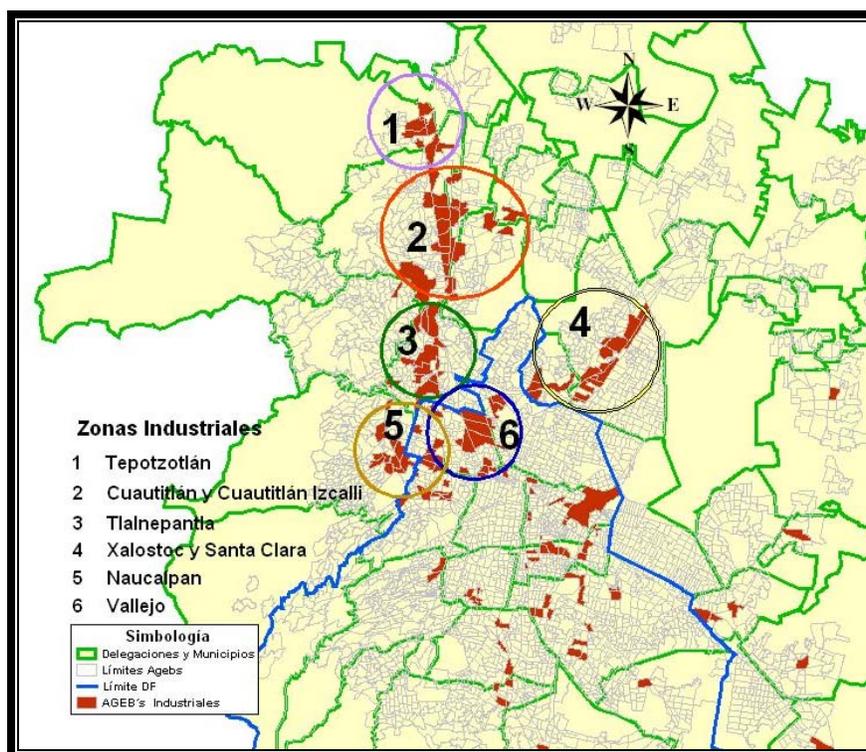


Figura 5.4 Zonas donde se ubican conglomerados de AGEB's del tipo industrial¹⁸⁰

¹⁸⁰ Fuente: Elaboración Propia. 2005.

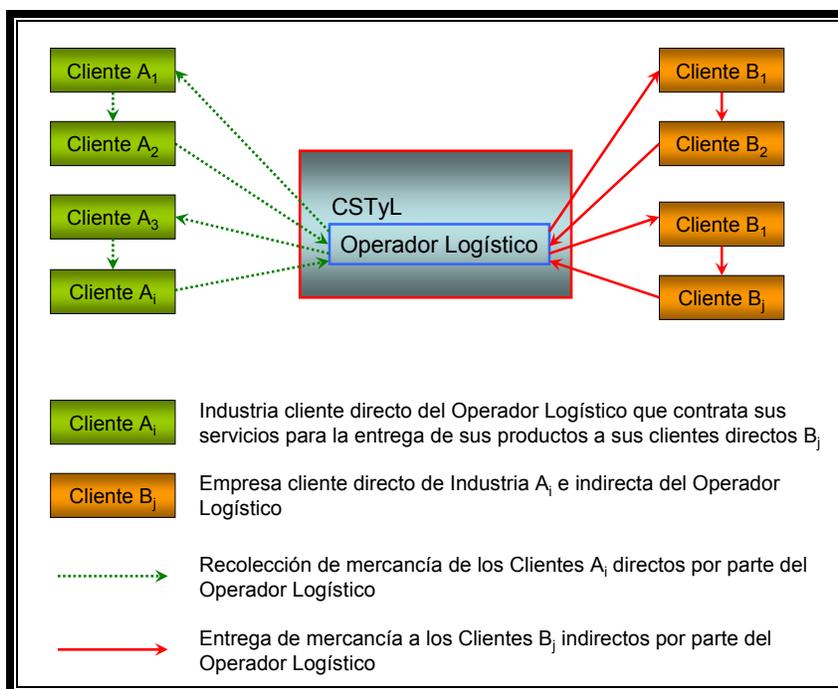


Figura 5.5 Relación entre el operador logístico y sus clientes directos e indirectos¹⁸¹

El número de establecimientos y el número y distancia de clientes y proveedores que poseen las MIPYMES, se presentan la Tabla 5.1, Tabla 5.2 y Tabla 5.3, las cuales sirven de referencia para conocer a grosso modo las características de los puntos de origen y de destino de las mercancías de dichas empresas. La fuente de información para la elaboración de dichas tablas es el Observatorio PYME, el cual presenta estadísticas de dichas empresas en los sectores manufactura, comercio y servicios, obtenidas a partir de encuestas realizadas por la Secretaría de Economía, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Universidad de Bologna en Argentina, y el INEGI, a 657 PYMES del sector manufactura, 185 del sector comercio y 192 del sector servicios, distribuidas en el territorio nacional. En la Tabla 5.4 se muestra el total de PYMES en el sector manufactura a nivel nacional, y el tamaño de la muestra por tipo de actividad de las PYMES del sector manufactura¹⁸². De dichas tablas se observa lo siguiente:

- Respecto al número de establecimientos que generan ingresos y auxiliares la mayoría posee de 1 a 2 (66% y 88%, respectivamente), siguiendo las que poseen de 3 a 4 (18.6% y 9.3%, respectivamente).
- El mayor porcentaje de empresas respecto a su número de clientes es de 35% para el rango de 11 a 50 clientes, mientras que existe una distribución muy semejante para los rangos de 1 a 10 y de 101 a 500 (22.3% y 20.1%, respectivamente).

¹⁸¹ Fuente: Elaboración Propia. 2005.

¹⁸² Para una información más a detalle sobre su metodología y más resultados, consultar los documentos del observatorio PyME en su sitio en internet: <http://www.cipi.gob.mx/html/observatorio.html>. Página consultada el 14 de Octubre del 2005.

- El 57% de sus ventas se realizan para sus 4 principales clientes, siendo el 34.3% para el principal y el 22.7% para los 3 siguientes.
- Más del 50% de las empresas encuentran localizados a sus 4 principales clientes dentro de una distancia que va del rango de 1 a 20 km.
- Sus principales ventas son directas al público (25%), siguiendo la venta directa a mayoristas (22%), a otras empresas industriales (19.4%), y a minoristas (19.1 %).
- El mayor porcentaje de empresas respecto a su número de proveedores es de 48.1%, para el rango de 11 a 50 clientes, siguiendo el rango de 1 a 10 (35.1%).
- El 72.2% de sus ventas se realizan para sus 4 principales proveedores, siendo el 45.5% para el principal y el 26.7% para los 3 siguientes.
- Entre el 48% y 62% % de las empresas encuentran localizados a sus 4 principales proveedores dentro de una distancia que va del rango de 1 a 20 km.
- Sus principales compras son a otras empresas industriales (46.4%), siguiendo la compra a mayoristas (35.5%).

De la Figura 5.3, para el tipo de nodo “destino” se observa lo siguiente:

- Las AGEB's de destino se concentran en una mayor proporción en la zona comprendida por el Circuito Interior, y en una menor proporción cerca del Periférico. Para la primera zona cabe mencionar que debido al desarrollo histórico del comercio en el Centro Histórico del DF, los comercios se fueron estableciendo en él y a sus alrededores, manteniendo a través del tiempo a esa zona en el sector comercial principalmente.
- Aunque la mayoría de los productos no se consumen en la zona del Centro Histórico, las personas llegan a ese lugar a comprarlas con un enfoque minorista (no con esto se minoriza la venta a mayoreo que también se desarrolla en ella), lo que hace que sea vista como una zona donde se venden los productos al consumidor final, por lo que se tienen a estas AGEB's como de destino.
- También puede observarse una concentración importante de zonas de destino en la zona central de la ZMVM; por lo que un CSTyL en las inmediaciones de la ZMVM, que permita consolidar la carga para poder servir esas zonas, sería de gran ayuda para el proceso de entrega y recepción de mercancías (y también para la logística inversa, que es por ejemplo cuando se regresa el empaque o envase que contiene al producto para su reciclaje o reutilización).

En este tipo de AGEB's pueden encontrarse otros clientes potenciales directos de las industrias que contratan los servicios de los operadores logísticos para la entrega de sus productos.

En la Figura 5.3, para el tipo de nodo "reenvío" se observa lo siguiente:

- El reenvío consiste en mercancía que no se consume dentro de la AGEB considerada como de ese tipo (AGEB de reenvío), sino que llega de otro origen, pudiendo desconsolidarse, almacenarse y/o consolidarse en alguna instalación de la AGEB, para posteriormente ser distribuida a otro lugar.
- Estas AGEB's se encuentran distribuidas en forma dispersa en la ZMVM, aunque la mayoría se localiza hacia el Norte y el Este (tomando como punto de referencia al Centro Histórico de la Ciudad de México).
- El Aeropuerto, la Central de Abastos y la Terminal Central de Carga de Oriente son ejemplos de AGEB's de reenvío. La zona de Vallejo también es un ejemplo de AGEB de reenvío, ya que a algunas de las empresas establecidas en ella, les llega la mercancía del exterior de la AGEB, la cual luego es distribuida a otras zonas. Las AGEB's de Vallejo también se consideraron del tipo origen, ya que en ellas se encuentran también un número importante de industrias que crean bienes; esto significa que no son excluyentes algunas de las características observadas.
- Como un último ejemplo de AGEB's de este tipo se cita a las empresas distribuidoras y a las de mensajería y paquetería, las cuales consolidan los envíos en un punto o varios, para después transportarlos a las zonas de destino.

En este tipo de AGEB's se pueden encontrar operadores logísticos y empresas que por sí mismas reenvían sus productos, siendo candidatos potenciales los primeros para el uso del CSTyL, y los segundos para requerir los servicios de un operador logístico (que pudiera ser uno de los establecidos en el CSTyL).

Distribución porcentual de las empresas que poseen más de un establecimiento según tipo de establecimiento			
Número de Establecimientos		% de Empresas	
De 1 a 2		65.97	
De 3 a 4		18.58	
De 5 a 6		3.52	
De 7 a 9		4.72	
Más de 9		7.21	
Número de Establecimientos Auxiliares*		% de Empresas	
De 1 a 2		88.04	
De 3 a 4		9.28	
De 5 a 6		0.05	
De 7 a 9		2.63	
Más de 9		0.00	

*bodegas, almacenes, estacionamientos, etc.

Tabla 5.1 Estadísticas de MIPYMES de acuerdo al número de sus establecimientos¹⁸³

Distribución porcentual de las empresas de acuerdo al número de clientes que poseen		Porcentaje promedio de ventas de las empresas por tipo de cliente	
Número de Clientes	% de Empresas	Cliente	% de Ventas
De 1a 10	22.26	Su cliente principal	34.28
De 11a 50	35.09	Sus otros tres clientes principales	22.72
De 51a 100	16.18		
De 101a 500	20.06		
Más de 500	6.41		

Distribución porcentual de las empresas de acuerdo a la distancia en que se localizan sus clientes				
Distancia (en km)	% de Empresas Respecto a su Cliente			
	Principal	1	2	3
De 1a 20	54.31	54.35	57.31	53.36
De 21a 50	13.22	11.78	12.91	10.98
De 51a 100	6.39	6.00	3.04	8.70
De 101a 500	9.50	12.70	11.49	13.42
De 501a 2000	13.48	13.34	13.62	12.40
Más de 2000	3.10	1.83	1.63	1.14

Distribución porcentual de las ventas por tipo de cliente	
Tipo de cliente	% de Ventas
Venta directa al público	25.03
Venta directa a negocios minoristas	19.07
Venta directa a mayoristas	21.95
Venta a supermercados	3.43
Venta directa a otras empresas industriales	19.37
Venta directa a la administración pública	2.45
Trabajos por cuenta de terceros	4.48
Empresas comerciales de exportación	0.75
Venta directa a empresas residentes en otros países	1.33
Otro tipo de clientes	2.14

Tabla 5.2 Estadísticas relativas a los clientes de las MIPYMES¹⁸⁴

¹⁸³ Fuente: Elaboración Propia con información de Observatorio PYME. Encuesta realizada por la Secretaría de Economía, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Universidad de Bologna en Argentina, y el INEGI en 2002. 2005.

Distribución porcentual de las empresas de acuerdo al número de proveedores que poseen		Porcentaje promedio de compra de las empresas por tipo de proveedor	
Número de Proveedores	% de Empresas	Proveedor	% de Compra
De 1a 10	35.14	Su principal proveedor	45.50
De 11a 50	48.07	Sus otros tres proveedores principales	26.70
De 51 a 100	9.63		
De 101 a 500	7.04		
Más de 500	0.12		

Distancia (en km)	% de Empresas Respecto a su Proveedor			
	Principal	1	2	3
De 1a 20	48.45	55.63	62.19	61.04
De 21a 50	14.00	12.76	10.09	11.34
De 51a 100	5.96	6.50	6.08	7.74
De 101a 500	17.06	17.24	14.30	12.17
De 501a 2000	11.95	6.98	6.67	7.18
Más de 2000	2.58	0.89	0.67	0.53

Tipo de Proveedor	% de Compras
Empresas de servicios	4.02
Servicios de subcontratistas y maquiladoras	5.13
Compras directas a otras empresas industriales	46.35
Compras directas a comercios mayoristas	35.48
Compras directas a comercios minoristas	7.19
Otros	1.83

Tabla 5.3 Estadísticas relativas a los proveedores de las MIPYMES¹⁸⁵

¹⁸⁴ Fuente: Elaboración Propia con Información de Observatorio PYME. Encuesta realizada por la Secretaría de Economía, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Universidad de Bologna en Argentina, y el INEGI en 2002. 2005.

¹⁸⁵ Fuente: Elaboración Propia con Información de Observatorio PYME. Encuesta realizada por la Secretaría de Economía, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Universidad de Bologna en Argentina, y el INEGI en 2002. 2005.

Actividad	Descripción	Total	Muestra
15	Manufactura de productos alimenticios y bebidas	5,492	38
16	Manufactura de productos de tabaco	17	6
17	Manufactura de textiles	1,535	38
18	Manufactura de prendas de vestir	3,415	35
19	Manufactura de productos de cuero; prendas de vestir, equipaje, etc.	2,251	28
20	Manufactura de madera y productos de madera (excluye muebles)	948	27
21	Manufactura de papel y productos de papel	580	33
22	Publicidad, imprenta y reproducción de medios	2,207	38
23	Manufactura de productos de petróleo refinado y fuentes nucleares	80	12
24	Manufactura de químicos y productos químicos	1,271	49
25	Manufactura de hule y productos de plástico	2,011	45
26	Manufactura de productos minerales no metálicos	1,629	32
27	Manufactura de metales básicos	489	27
28	Manufactura de productos metálicos (excluye maquinaria y equipo)	2,429	48
29	Manufactura de maquinaria y equipo	2,555	33
30	Manufactura de equipo de oficina, contabilidad y computación	32	6
31	Manufactura de maquinaria y aparatos eléctricos	503	37
32	Manufactura de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicación	144	12
33	Manufactura de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y de relojes	240	19
34	Manufactura de vehículos de motor, trailers y semi-trailers	511	35
35	Manufactura de otro tipo de transporte	87	23
36	Manufactura de muebles y artículos varios	2,663	36
	Total	31,089	657

Tabla 5.4 Características de las PYMES encuestadas del sector manufactura¹⁸⁶

¹⁸⁶ Fuente: Elaboración Propia con Información de Observatorio PYME. Encuesta realizada por la Secretaría de Economía, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Universidad de Bologna en Argentina, y el INEGI en 2002. 2005.

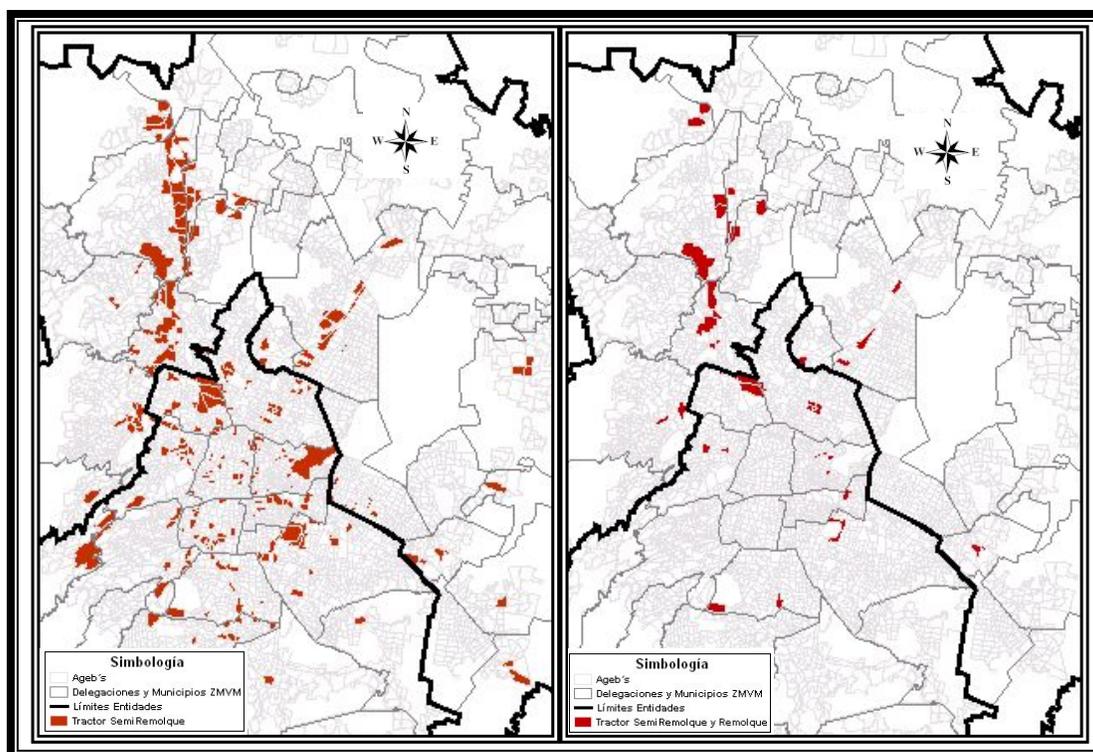


Figura 5.6 AGEB's donde se emplean vehículos de grandes dimensiones¹⁸⁷

En la Figura 5.6 se observa que un número relativamente importante de AGEB's utilizan tractocamiones con semi-remolque para entregar mercancías dentro de la ZMVM, inclusive en la zona centro que es de difícil acceso; y que el uso de estos vehículos se ha extendido en toda la zona, dejando de ser exclusivo de algunas áreas. Esto hace que, para que esos vehículos lleguen a sus destinos, realicen grandes recorridos dentro de la ciudad, impactando en el tránsito vehicular.

Como se observa en la Figura 5.6, el número de AGEB's donde se utilizan tractocamiones con semi-remolque y remolque (llamadas en algunos casos con doble semi-remolque) para transportar mercancías, es menor al número de AGEB's donde se usa el semi-remolque, y éstas se ubican en zonas donde existen empresas que manejan un alto volumen de carga.

Con la propuesta de ubicar un CSTyL en la periferia de la ZMVM, se disminuiría, aunque en una pequeña proporción pues sólo aplicaría para los vehículos que utilizan las empresas establecidas en el CSTyL, el impacto de estos vehículos, pues los vehículos de gran capacidad sólo realizarían recorridos periféricos y otros, de menor capacidad, se destinarían a realizar la distribución dentro de la ZMVM. De esta forma es claro el observar que mientras se vayan construyendo más instalaciones de este tipo (incluyendo a los demás tipos de SLP), se reducirá el número de vehículos de grandes dimensiones que realizan entregas dentro de la ZMVM.

¹⁸⁷ Fuente: Romero, L. "Identificación de Oportunidades para Proyectos de Soportes Logísticos de Plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México". Tesis de Licenciatura. FI, UNAM. 2005.

La disminución en la circulación de estos dos tipos de vehículos en la ZMVM es importante debido a las problemáticas que en algunos casos ocasionan, algunas por deficiencias en la infraestructura vial y otras por falta de precaución en el diseño de la ruta y en el manejo del vehículo. Por otro lado, si se llegara a establecer alguna restricción en el acceso de este tipo de vehículos a la ZMVM, el empleo del CSTyL sería una forma de solucionar la distribución de mercancías dentro de la zona (**regulación ambiental**).

De los mapas anteriormente descritos, pueden realizarse las siguientes observaciones:

- La principal zona industrial (origen) se encuentra al Norte del Distrito Federal, situándose a las orillas y gran parte a lo largo de las carreteras a Pachuca y a Querétaro.
- La zona donde se concentran los comercios (destinos) se encuentran en el centro y hacia el Norte del Distrito Federal.
- El Norte del Distrito Federal, en sus límites con el Estado de México, es la zona que, en cuanto a transporte de carga se refiere, se encuentra más consolidada.
- El Reenvío se localiza principalmente en las periferias, en zonas limítrofes entre el Estado de México y el Distrito Federal.
- La zona Norte es la principal entrada y salida de mercancías.
- En la parte Sur de la ZMVM, el desarrollo en el manejo de mercancías es menor, esto se debe en parte a que una gran porción de esta zona se encuentra destinada a áreas de preservación y de producción rural y agroindustrial.

5.1.4 Área Geográfica que Comprende la Macrolocalización

Debido a que es necesario definir el área geográfica que constituye parte del primer alcance del estudio de localización del CSTyL, es indispensable tomar en cuenta algunos de los criterios previamente descritos en el capítulo 4, con el fin de realizar una correcta localización del mismo.

En primera instancia debe recordarse que la ubicación de este tipo de Soporte Logístico de Plataforma debe situarse estratégicamente respecto al origen y destino de la carga. Como el objetivo es impactar positivamente el transporte urbano de mercancías en la ZMVM, es preferible situarlo cerca de dicha zona. Por otra parte, es deseable situarlo en la periferia, por lo que, desde este punto de vista, sólo es posible cumplir con esta situación mediante su ubicación en los municipios metropolitanos localizados en las orillas de la zona. Además, de acuerdo a la teoría de Hoover previamente expuesta sobre la disminución de la tasas de incremento al aumentar la distancia (en la búsqueda de la solución del problema de localización de una instalación para el almacenamiento de productos), no se está proponiendo una zona que pudiera ser inadecuada, teniendo la ventaja que se encuentra en una zona próxima a los clientes (**proximidad a clientes y proximidad al mercado**).

Si bien, podría pensarse que es muy alto el costo de realizar un cruce de andén faltando tan poca distancia para realizar la entrega de la mercancía, se han realizado análisis que indican que los beneficios obtenidos de implementar un centro de transferencia de carga son mayores que dicho costo. En un primer lugar se tiene la ventaja que se tienen ahorros al dejar de operar los vehículos en zonas congestionadas a baja velocidad, permitiendo además la pronta reutilización del vehículo al terminar de descargar la mercancía en el CSTyL y cargarlo de productos previamente consolidados en el mismo cuyos destinos se ubican en el exterior de la ZMVM. Por otro lado, se disminuyen los recorridos en vacío de unidades de grandes dimensiones y se reducen los movimientos en vacío de un 50% a un 25%. Sobre los niveles de emisión de contaminantes, pese a que se pudieran utilizar más vehículos, la emisión disminuye al utilizar vehículos de carga urbana en lugar de vehículos pesados de carga. Como un último ejemplo, se disminuye el deterioro en las vialidades urbanas que producen los vehículos pesados.¹⁸⁸

Además, debido a las políticas presentes tanto en el Estado de México como en el DF, se está dando preferencias a la instalación de casi todo tipo de industrias en el primero, mientras que en el segundo se está optando por el desarrollo de parques de alta tecnología y se exige cada vez más a las industrias que sean ambientalmente amigables (*regulación ambiental*). Otros hechos (*incentivos estatales, precios de construcción, disponibilidad de terrenos*) que impactan en gran forma la decisión de optar por establecer el CSTyL en el Estado de México son: impuesto predial sobre la renta, que es 23 puntos porcentuales más bajo que en el DF¹⁸⁹, precios competitivos para adquirir terrenos y mayor disponibilidad de estos (ver Figura 5.7).

De hecho algunas empresas localizadas en el DF han emigrado a zonas con mejor infraestructura y ubicación geográfica, como en el caso del corredor Vallejo-Azcapotzalco, donde se ha presentado un incremento en los dos últimos años de 57% en espacios industriales desocupados (registrando en el mes de junio del 2005 un total de 143,000 m² construidos disponibles)¹⁹⁰. Por otro lado, la demanda de terrenos para uso industrial es mayor en los municipios de la ZMVM que en el DF, como se observa en la Figura 5.8. En la Figura 5.9 se muestra la ubicación de los corredores industriales ubicados en la ZMVM, a los que se hace referencia en las figuras anteriores.

¹⁸⁸ Fuente: Definición de Políticas para el Transporte Urbano de Carga en la ZMVM. COMETRAVI 1999.

¹⁸⁹ Fuente: Revista Transporte Siglo XXI. Año 6, vol. 65. Enero 2005.

¹⁹⁰ Fuente: Colliers Internacional-México. Reporte Industrial Ciudad de México. 1er. Semestre. Julio 2005.

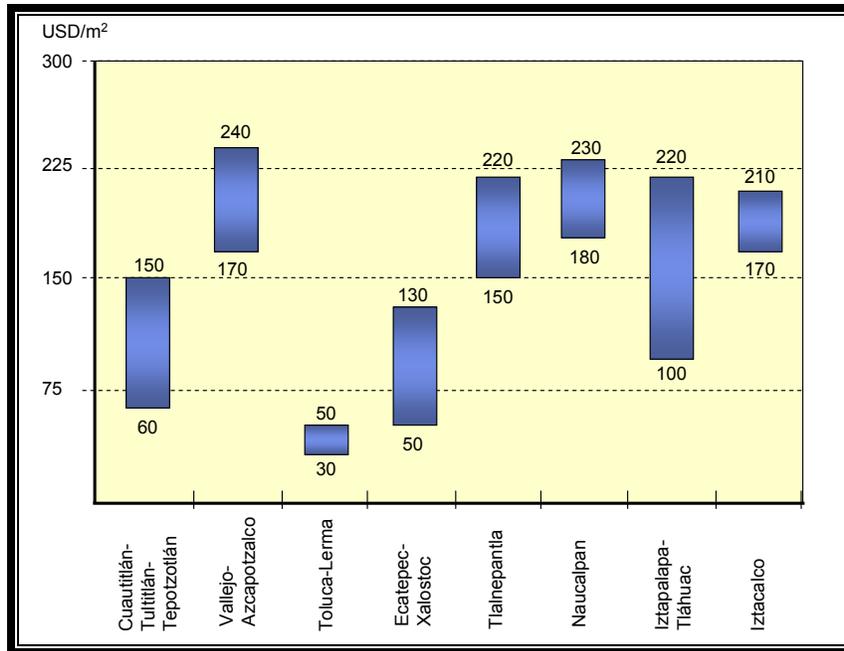


Figura 5.7 Precios de terrenos en venta por corredor dentro de la ZMVM, 2004¹⁹¹

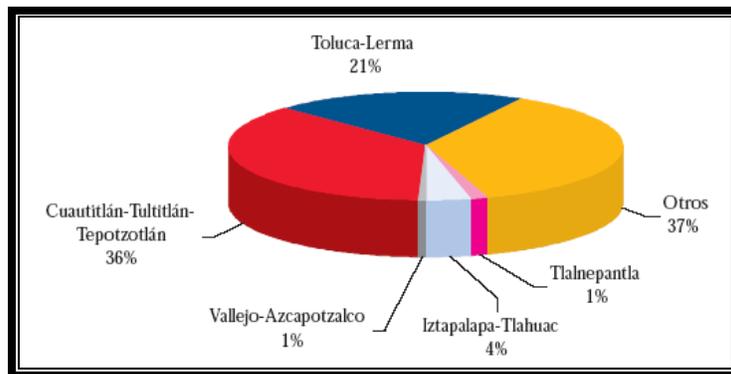


Figura 5.8 Demanda de terrenos industriales en la ZMVM¹⁹²

¹⁹¹ Fuente: Elaboración Propia con Información de Colliers Internacional-México. Reporte de Mercado Ciudad de México 2004-2005.

¹⁹² Fuente: Colliers Internacional-México. Reporte de Mercado Ciudad de México 2004-2005.

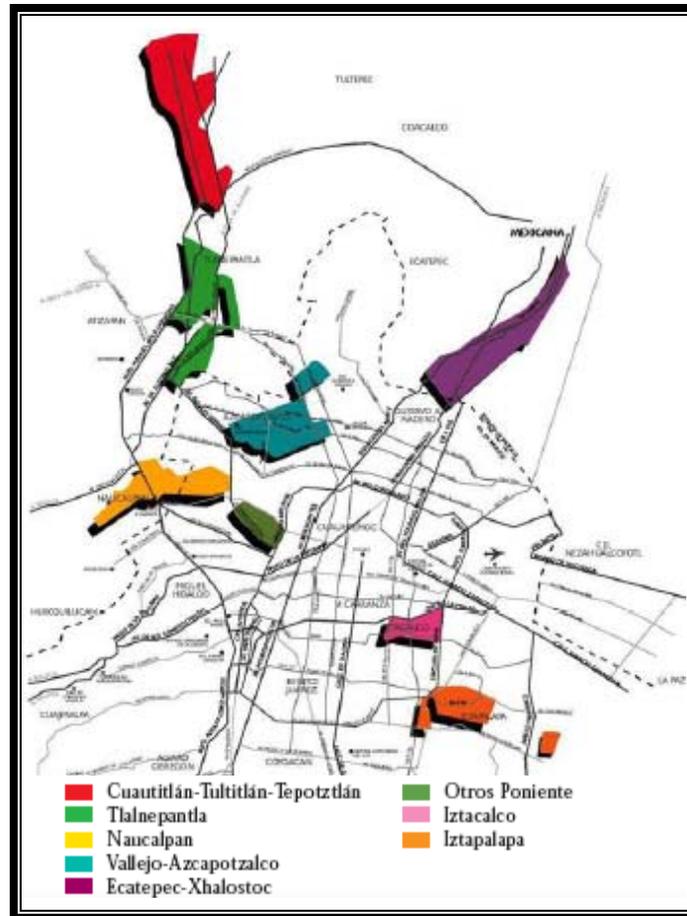


Figura 5.9 Ubicación de los corredores industriales¹⁹³

Por otra parte, en el Estado de México se tiene buena cantidad, calidad y variedad de recursos humanos (*calidad de mano de obra* y *recursos humanos calificados*), pues respecto a los demás estados de la República Mexicana, es el que presenta el mayor número de población con estudios profesiones, técnicos, tecnológicos y de administración relacionados al ámbito empresarial e industrial, siendo superado sólo en algunos casos por el DF (el cual es también fuente de suministro de mano de obra para las empresas situadas en el Estado de México). Lo anterior puede observarse en la Figura 5.10, donde el Estado de México se ubica en primer lugar respecto a la población con Estudios Técnicos en Disciplinas Industriales y Tecnológicas y en segundo lugar respecto a la población con Estudios Superiores en Ingeniería y Tecnología, con Estudios Superiores en Ciencias Sociales y Administrativas, y con Estudios Técnicos en Disciplinas Administrativas y de Comunicación.

¹⁹³ Fuente: Colliers International-México. Reporte de Mercado Ciudad de México 2004-2005.

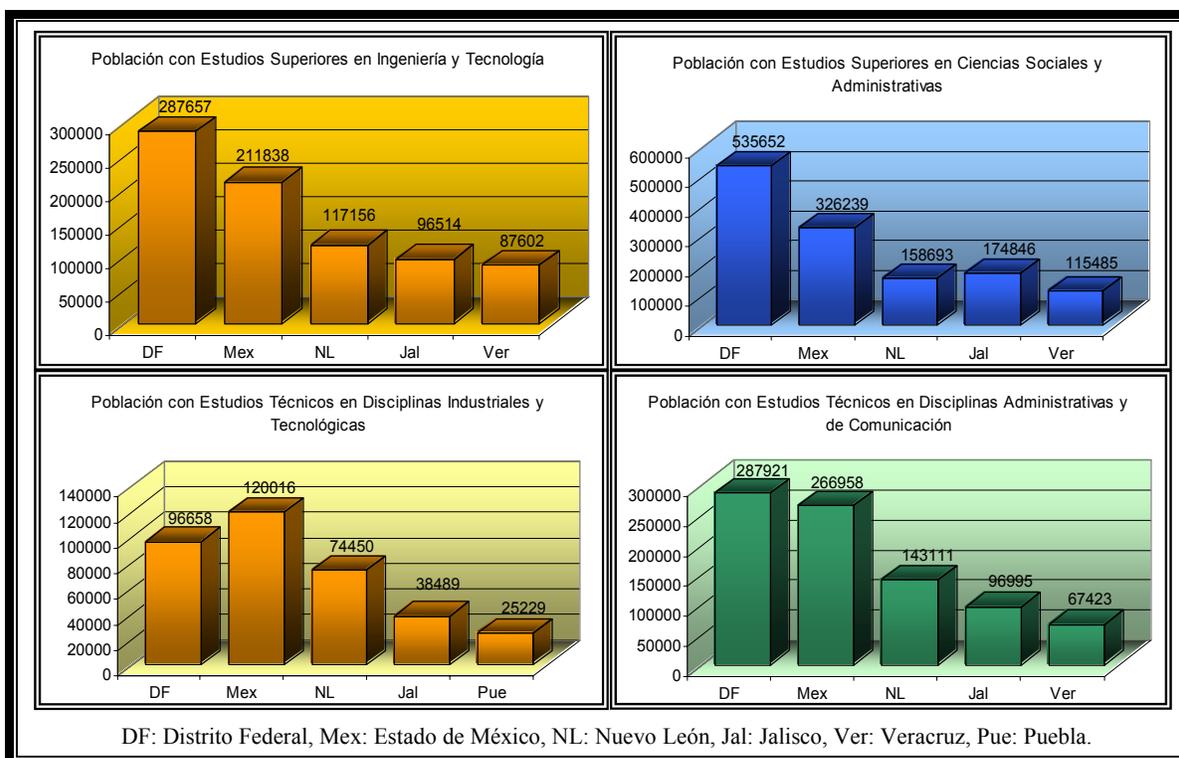


Figura 5.10 Primeras cinco entidades respecto a su población con estudios profesionales, técnicos, tecnológicos y de administración relacionados al ámbito empresarial e industrial¹⁹⁴

Al observar que el mayor flujo de mercancías que ingresa y sale de la ZMVM se presenta en la autopista México-Querétaro, se tiene un indicio de los municipios en que se podrá proponer la implementación del SLP. Al tomar en cuenta que es deseable que se sitúe lo más cercano al pie de la autopista, se elegirán los municipios de la ZMVM en donde se ubica dicha vía de comunicación y que se encuentren más al Norte. De esta forma se tiene que los municipios de Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán y Tepetzotlán serán los que formarán parte del área geográfica delimitada por el estudio macroscópico. En la Figura 5.11 se observa la ubicación de estos tres municipios seleccionados.

Recordando el factor relacionado a los costos totales, que incluye costos regionales (tierra, mano de obra e impuestos, entre otros) y la respuesta a la pérdida de clientes debido a localizarse lejos de la ubicación principal del cliente, al situar al CSTyL en la cercanía a la ZMVM, específicamente en los municipios anteriormente mencionados, se cumple con los requisitos establecidos para la elección del mejor sitio para dicho factor (*costos totales*).

Respecto a la infraestructura, al situarse dentro de la ZMVM se cuenta con disponibilidad de todos los servicios básicos urbanos (luz, agua, telefonía) y con buena accesibilidad a carreteras y autopistas (*infraestructura*).

¹⁹⁴ Fuente: Elaboración Propia con información de los Apuntes del Diplomado en Localización Industrial y Parques Industriales. Instituto de Ingeniería. UNAM. 2004.

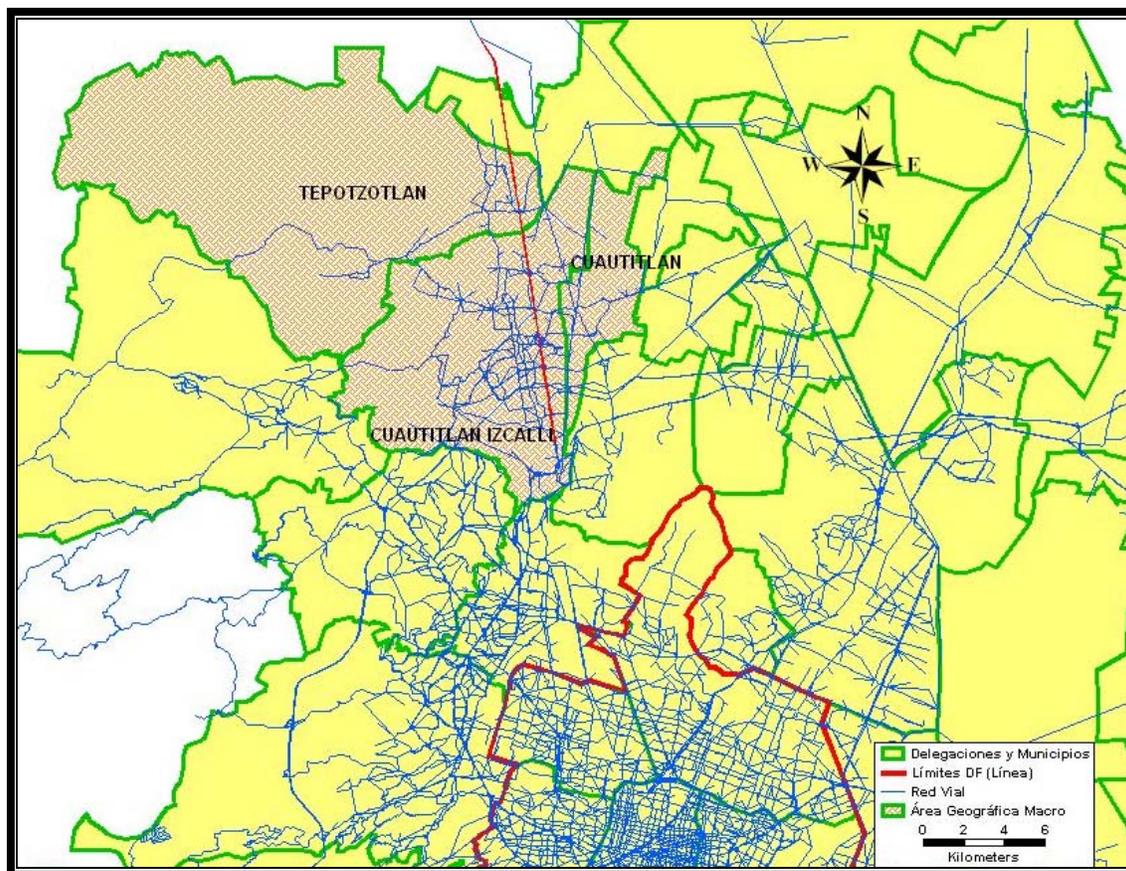


Figura 5.11 Área geográfica definida a partir del análisis de macrolocalización¹⁹⁵

5.2 Información Relevante de la Zona Geográfica Macroscópica para la Realización de la Localización Microscópica del CSTyL

En esta sección se presentará información relevante obtenida de los planes de desarrollo municipales de cada uno de los tres municipios seleccionados por la macrolocalización; dicha información podrá requerirse posteriormente para el estudio de microlocalización.

5.2.1 El Municipio de Tepotzotlán

5.2.1.1 Riesgos

Químicos.

Existen 7 empresas consideradas riesgosas debido a que utilizan o producen algún material peligroso y también se encuentran 85 empresas diseminadas en el territorio municipal cuya actividad si no es altamente riesgosa, si contribuye a significar el riesgo.

¹⁹⁵ Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.2 Aspectos Económicos Relevantes

Las actividades económicas más relevantes son las del sector secundario y terciario

Dentro del sector terciario las actividades de los subsectores de servicios y turismo emplean el mayor personal ocupado, siendo este el 49.73%.

El sector secundario está representado por la industria de la manufactura, en los subsectores de la industria textil y productos alimenticios, bebidas y tabaco, siendo jugos del valle, de entre otras más, la más importante, representado el 41.87% del personal ocupado del municipio.

Se observa una deficiente diversificación de las actividades primarias y en el sector comercio y servicios, por lo que su economía municipal depende con respecto al resto metropolitano.

En la cabecera municipal, específicamente en el fraccionamiento industrial “El Trébol”, se observa una incipiente industrialización.

En el municipio la industria de la transformación se encuentra dentro de los ramos textiles, envasado de jugos, transformación de carne de cerdo, pinturas, productos químicos y partes para motores entre algunas otras.

En el municipio existen 122 industrias, de las cuales 30% son medianas y el 70% pequeñas. No existe ninguna industria de grandes proporciones capaz de modificar la dinámica demográfica en corto plazo.

Dentro de la rama industrial, la industria manufacturera es la que emplea mayor cantidad de población (7,500 personas, lo que representa el 80.7% del total), siguiendo la construcción (1,689 personas, lo que es el 18.2% del total).

5.2.1.3 Desarrollo Urbano

Nivel regional. La autopista México-Querétaro cruza por la parte Oriente del municipio, comunicando al municipio con los municipios del norte del Estado de México y con el DF.

Nivel subregional. La carretera federal México-Querétaro comunica a los distintos municipios del Estado de México, pasando por Cuautitlán Izcalli, Nicolás Romero, Villa del Carbón, Coyotepec y con Tepeji del Río (del Estado de Hidalgo)

5.2.1.4 Uso Actual del Suelo

La industria se conforma por un parque industrial y por industrias dispersas sobre el área urbana, que en conjunto ocupan una superficie de 182.7 ha (el 0.87% del total), siendo los principales el parque estatal (7,877 ha, 37.72%), el agrícola (3,850 ha, 18.43%), el pecuario (3,801 ha, 18.20%), el forestal (2,924 ha, 14.00%) y el habitacional (2,018 ha, 9.67%).

5.2.1.5 Infraestructura Carretera

Se cuenta con la autopista México-Querétaro, presentándose en ella el problema de que al llegar al cruce para acceder a Tepetztlán en ambos sentidos, existe congestión vehicular por la falta de mejoramiento del puente a desnivel que cruza la autopista.

Su red carretera está integrada además por 2 intermunicipales y varias vialidades primarias que son las siguientes:

- Carretera federal denominada Av. Insurgentes, que se ubica en el entronque de la autopista y que comunica de oriente a poniente al municipio de Nicolás Romero.
- Libramiento norte es una vialidad intermunicipal que comunica a los municipios de Teoloyucan y Coyotepec.

La infraestructura vial está integrada por dos importantes vialidades de comunicación regional: la autopista México-Querétaro y la carretera al municipio de Nicolás Romero. Ambas vialidades, junto con la Av. Insurgentes, conforman las principales vías de comunicación para transporte de pasajero y de carga.

5.2.1.6 Desarrollo Industrial

Presenta un potencial territorial para el asentamiento de industria, ya que las condiciones de accesibilidad, de población económicamente activa disponible y de disposición de servicios significan una oferta atractiva para la instalación de industria.

Proponen impulsar una política de promoción permanente del territorio municipal así como la gestión compartida con el Gobierno del Estado de México, para lograr el asentamiento de industria en el municipio. Además, ampliar las facilidades (dentro del marco tributario municipal) a la industria como incentivo para su instalación.

Las acciones que específicas que proponen para el fomento industrial en el municipio son las siguientes

- Promoción permanente del municipio
- Impulso a la micro y pequeña empresa municipal
- Acercamiento de fuentes de financiamiento a la micro y pequeña empresa
- Fomento a las actividades productivas

- Acercamiento constante con las cámaras industriales

Respecto a las zonas industriales se tiene lo siguiente:

Son espacios previstos para establecimiento y desarrollo de las actividades de manufactura y transportación, clasificadas por su tamaño, grado de especialización de las actividades productivas y por los niveles de contaminación y riesgo.

En el Trébol predomina la industria grande y mediana con riesgo medio, la industria ligera con riesgo bajo y la microindustria.

En el Libramiento Norte-Sur predomina la industria mediana con riesgo medio.

Al sur del área urbana actual y el límite del municipio con Cuautitlán Izcalli predomina la tecnología especializada de transformación con riesgo medio.

5.2.1.7 Normas de Uso de Suelo

En el municipio se permiten los siguientes tipos de industrias:

- I-G-N Industria Grande no Contaminante.

Uso general: Instalaciones industriales que por su actividad no causen un desequilibrio ecológico importante, ni rebasen los límites y condiciones en las Normas Oficiales Mexicanas para la protección ambiental, así como los lineamientos establecidos por la Secretaría de Ecología del Estado de México en materia de impacto y riesgo ambiental.

Normatividad: el lote mínimo será de 10 000 m² de superficie con un frente mínimo de 60 m., se deberá dejar como un mínimo el 60% de la superficie del lote sin construir.

- I-M-N Industria Mediana no Contaminante.

Uso general: Instalaciones industriales de manufactura de grados medios de emisiones contaminantes y riesgos ambientales. Pueden estar contiguas al uso comercial y equipamiento cumpliendo con las condiciones propias impuestas por las autoridades estatales y municipales

Normatividad: el lote mínimo será de 3 000 m² de superficie con un frente mínimo de 40 m, se deberá de dejar como mínimo el 50% de la superficie del lote sin construir.

- I-P-N Industria Pequeña no Contaminante.

Uso general: Instalaciones industriales de manufactura de bajos grados de contaminación y riesgo, compatible con servicios. Pueden estar contiguas al uso comercial y habitacional.

Normatividad: Se podrá autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 1000 m² de superficie con un frente mínimo de 30 m, se deberá de dejar como mínimo el 40% de la superficie del lote sin construir.

No se permitirá en ningún caso la instalación de actividades industriales, comerciales y de servicios que impliquen el uso, almacenaje, modificación y en general, cualquier tipo de aprovechamiento de sustancias volátiles y/o inflamables en la colindancia con usos habitacionales y de servicios. Queda restringido el desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios riesgosas.

5.2.2 *El Municipio de Cuautitlán*

5.2.2.1 **Riesgos**

Hidrometeorológicos

Son frecuentes las inundaciones provocadas por lluvias torrenciales. Este problema se presenta principalmente en las colonias Centro y Romita, en los fraccionamientos Santa Elena, Rancho San Blas y San Blas, así como en las localidades de Santa María Huecatitla y San Mateo Ixtacalco.

5.2.2.2 **Aspectos Económicos Relevantes.**

La principal actividad económica desempeñada por la población trabajadora entre 1990 y 2000 ha sido la industria manufacturera, cuya participación relativa incrementó al pasar de 24.5% al 32.2%. Para el año 2000 sobresalió además de la industria manufacturera, el comercio con el 19.1%.

La tendencia de las actividades económicas en el municipio se enfoca al aumento en el desarrollo de la industria manufacturera y el comercio, así como una clara disminución en las actividades relacionadas al sector primario.

La principal actividad económica desempeñada por la población trabajadora del municipio entre 1990 y 2000 ha sido el sector terciario a pesar de que disminuyó del 59.5% al 49.4%. Para el año 2000 sobresalió además del comercio y los servicios, la industria manufacturera con el 37.1%.

5.2.2.3 **Desarrollo Urbano**

El municipio se encuentra en la Región Valle Cuautitlán-Texcoco, en la subregión Poniente Centro junto con los municipios de Cuautitlán Izcalli, Tultitlán y Tepotzotlán, los cuales se asientan sobre 43,375 ha (1.9% del territorio estatal), de las cuales casi 16,700 ha son áreas urbanas y urbanizables.

Se puede considerar al municipio como una zona de transición entre los municipios de Cuautitlán Izcalli y Tultitán de alta dinámica urbana y los municipios que aún conservan grandes extensiones de suelo (Tultepec, Teoloyucan y Jaltenco) que aún conservan grandes extensiones de suelo, pero que están sujetas a la presión urbana en especial de los desarrolladores y promotores de vivienda preferentemente de interés social.

5.2.2.4 Uso Actual del Suelo

Zonas industriales.

Se localizan en dos áreas definidas. La primera se ubica al Sur de la cabecera municipal, en una zona comprendida entre los municipios de Tultitlán y Cuautitlán Izcalli. La segunda se ubica al Norponiente del municipio, en una zona prevista para ello, en los límites del municipio de Teoloyucan y Tepotzotlán.

Las zonas industriales en el municipio comprenden una superficie de 89.4 ha, ubicándose principalmente en las zonas poniente (sobre la Calzada de Guadalupe) y en la zona Sur, sobre la carretera Cuautitlán-Tlalnepantla.

La reserva habitacional se encuentra comprendida por la zona ubicada al Oriente del municipio, en los límites con los municipios de Tultepec y Melchor Ocampo. Sin embargo estas zonas no se han desarrollado debido, entre otros factores, a que dichas áreas actualmente presentan usos agrícolas de alta productividad, mezclado con actividades comerciales y de servicios en apoyo a estas actividades.

Respecto a los usos industriales, en el área urbana actual aún se cuenta con capacidad para consolidar estas actividades, teniendo una reserva potencial de 25.92 ha.

5.2.2.5 Infraestructura Carretera y Ferroviaria

La red carretera del municipio está integrada por las siguientes vialidades, mismas que actualmente cumplen con una función de vialidades primarias urbanas:

- Tlalnepantla-Cuautitlán.
- Cuautitlán-Tultitlán.
- Cuautitlán-Tultepec.
- Melchor Ocampo-Zumpango.
- Cuautitlán-Teoloyucan.

- Teoloyucan-Jaltenco.
- Calzada de Guadalupe.

La estructura vial se integra a través de una vialidad regional (Autopista México-Querétaro), ubicada en el territorio de Cuautitlán Izcalli, y por una de carácter primario (Carretera Cuautitlán-Tultitlán), cuyo trazo es Norte-Sur, conectando a nivel intermunicipal hacia el Sur con Tultitlán y hacia el Norte con Tultepec.

La accesibilidad se realiza básicamente por la carretera Cuautitlán-México, cuyo trazo es Norte-Sur; a nivel intermunicipal utiliza hacia el Sur parte de la vialidad municipal de Tultitlán y hacia el Norte se comunica con el municipio de Teoloyucan.

Infraestructura ferroviaria.

Por el municipio de Cuautitlán cruzan dos líneas del ferrocarril denominadas Ferrocarril Poniente y Ferrocarril Oriente.

5.2.2.6 Desarrollo Industrial

La estrategia de ordenación plantea el desarrollo de actividades económicas ligadas a los desarrollos industriales, a los nodos de servicios metropolitanos y a las áreas de nuevo desarrollo propuestas en el Nororiente del Valle de México; la localización de actividades industriales competitivas dentro de la ZMVM en forma integrada; y la concentración, en nodos de servicios metropolitanos, de servicios especializados de apoyo a la industria.

En el caso del sector secundario es importante resaltar que el municipio de Cuautitlán presenta un nivel de especialización para el desarrollo de estas actividades de la misma manera que el resto de los municipios que integran la subregión, lo cual resulta del hecho de que en esta zona (Autopista México-Querétaro) se ubica uno de los corredores industriales más importantes del Valle Cuautitlán-Texcoco.

Sin embargo, es importante considerar que aún y cuando en el municipio no existen grandes áreas destinadas para el desarrollo de las actividades industriales (sector secundario), es importante prever zonas para este fin, ya de acuerdo al análisis obtenido del índice de especialización por sector de actividad, el municipio de Cuautitlán muestra una clara vocación y potencialidad para desarrollar estas actividades.

Aún y cuando el municipio cuenta con una base industrial en proceso de consolidación, presenta una marcada concentración y nivel de especialización en los siguientes subsectores manufactureros:

- Subsector 32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero: aún cuando presenta un índice de especialización del 1.79, un cociente de localización de 1.91 (ambos indicadores significan que el municipio tiene un nivel superior al promedio estatal y

que además presenta condiciones de potencialidad para desarrollar la actividad) y es una fuente generadora de empleo e ingresos.

- Subsector 35 Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, hule y plástico: Presenta un índice de especialización de 1.93 y un índice de especialización de 2.76. Este subsector también presenta efectivas condiciones de potencialidad y desarrollo.

Dentro de las políticas sectoriales, en la parte de la promoción del desarrollo económico y social se tiene lo siguiente:

- Promover en coordinación con diversos organismos empresariales, centros de capacitación y formación, de instituciones educativas y otras organizaciones, la integración de proyectos de desarrollo específicos a partir de las necesidades del municipio.
- Fomentar la micro y pequeña industria como el hilo inductor del desarrollo industrial del municipio, fomentando su desarrollo económico y alta competitividad.
- Se plantea el consolidar las actividades industriales no contaminantes y de bajo consumo de agua en la zona sur del municipio, en los límites con el municipio de Cuautitlán Izcalli; y en otra zona con los límites con el municipio de Teoloyucan.
- Además de estas zonas industriales, se pretende establecer una zona agroindustrial que permita consolidar las actividades agrícolas del municipio.

Distritos industriales.

Estos estarán conformados por tres zonas: el primero ubicado al sur de la cabecera municipal, en el tramo comprendido de la avenida 16 de septiembre hasta el libramiento La Joya, el segundo se ubicará en la zona de la calzada de Guadalupe y el tercer distrito estará conformado por la zona agroindustrial, ubicado al norte del municipio, en la zona colindante con el municipio de Zumpango.

5.2.2.7 Zonificación de Usos y Destinos en Zonas Urbanas y Urbanizables

La propuesta general de usos del suelo urbanos para el municipio de Cuautitlán comprende una superficie de 3,730 ha, de estas, el área urbana representa el 37.7%, las zonas que se incorporarán representan el 39.1% y la zona no urbanizable, misma que corresponde a las áreas agrícolas representa el 23.2% de la superficie total municipal.

Las áreas con uso habitacional representan el 36.2%, las actividades comerciales y de servicios representan el 3.5%, en cuanto a las áreas industriales, estas representan una

superficie de 311.36 ha. Las zonas agroindustriales representan una superficie de 706.92 ha, en las cuales se integrarían usos complementarios o de apoyo a las actividades agrícolas.

La industria se ubicará al Oriente y Sur de la cabecera municipal, así como al Norte del municipio en los límites con el municipio de Teoloyucan y Zumpango. Además de este uso, se tendrá una zona destinada a agroindustria, misma que permitirá consolidar la vocación agrícola de parte del municipio.

La zona industrial comprende una superficie de 311.36 ha y en esta zona se permitirá la instalación de industria pequeña no contaminante. Por otra parte la zona agroindustrial comprende una superficie de 706.92 ha y se permitirán actividades en apoyo a las zonas agrícolas, como lo son bodegas, venta de maquinaria agrícola, entre otras.

5.2.2.8 Normas de Uso Suelo

Respecto a la normatividad se permite la Industria Pequeña no Contaminante (I-P-N), con bajo consumo de agua y energéticos. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 1000 m² de superficie y un frente de cuando menos de 30 m, se dejará como mínimo 25 % de la superficie del lote sin construir.

Los espacios dedicados a zonas o parques industriales deberán dejar una franja perimetral de amortiguamiento de 50 m, de esta franja 20 m estarán destinados al establecimiento de una barrera arbórea.

5.2.3 El Municipio de Cuautitlán Izcalli

5.2.3.1 Riesgos

Hidrometeorológicos.

Existen este tipo de riesgos en zonas urbanas localizadas en las colindancias dentro del área inundable de los cuerpos de agua que son: Presa de Guadalupe (265 ha), presa El Angulo 45.75 (ha), Espejo de los Lirios (7.8 ha) y bordo de La Piedad (27.75 ha).

Hacia la zona Norte del municipio se localizan las trayectorias de canales de riego cuyo nivel de agua máximo esta por encima del nivel promedio de los terrenos que los flaquean.

Se localizan 12 colonias que presentan problemas en el drenaje pluvial en época de lluvias, estas colonias son: Valle de las Flores, La Quebrada, Santa María de Guadalupe, Ampliación Ejidal San Isidro, Granjas Lomas de Guadalupe, Ampliación 3 de Mayo, Mirador de Santa Rosa, La Perla, La Aurora, Francisco Villa, Valle Esmeralda y El Tikal.

Riesgos físico-químicos.

Dentro del municipio se localizan 24 industrias clasificadas como de alto riesgo que se ubican en la zona industrial al este del municipio, 22 utilizan sustancias químicas, gas L.P. o natural y diesel para la elaboración de sus productos; y dos industrias producen desechos biológico-infecciosos y residuos peligrosos combustibles

5.2.3.2 Aspectos Económicos Relevantes

En el año de 1998, el nivel de unidades económicas para el subsector 31 dedicado a los productos alimenticios, bebidas y tabaco disminuyó el grado de unidades económicas al 40.12%, de la misma forma lo hizo la rama económica dedicada a la molienda de nixtamal y fabricación de tortillas con sólo el 19.75%, contrario al crecimiento que presentaron las unidades económicas del subsector 32 dedicado a textiles, prendas de vestir e industria del cuero que creció en un 11.81%; y el subsector 33 dedicado a las industrias de la madera y productos de madera, incluye muebles en un 9.62%.

El desarrollo económico con mayor rendimiento de Cuautitlán Izcalli se obtiene mediante 13 actividades de los subsectores industriales, concentrando su especialización en los subsectores siguientes: 31, 35, 38, 39, 95 y 71, sus actividades se enfocan desde la elaboración de productos comestibles, maquila, prestación de servicios profesionales, alimento para animales, por citar algunos, siendo esta clase de industria quien lleva al municipio a tener una dinámica económica y desempeño más competitivo. Sin embargo existen actividades que requieren una mayor participación por parte de los inversionistas para alcanzar mejores niveles de productividad.

5.2.3.3 Desarrollo Urbano

La industria manufacturera del municipio está dedicada principalmente a la producción de alimentos, textiles y prendas de vestir, artículos de madera y papel, vehículos y autopartes y derivados del petróleo. El comercio y los servicios se da a través de un número significativo de tiendas de autoservicio y departamentales, sucursales bancarias, hoteles, restaurantes y universidades.

5.2.3.4 Uso Actual del Suelo

En el Oriente se ubica el uso industrial y la oferta principal de suelo con usos para la industria constituida por sus parques industriales y gran cantidad de espacios con este tipo de vocación para ser considerados en la Estrategia de Desarrollo Urbano y Económico del Municipio; así mismo, se localizan hacia el Norte de este sector, grandes extensiones de usos agrícolas de riego de alta productividad.

La actividad industrial representa un importante soporte a la economía del municipio de Cuautitlán Izcalli, donde se cuenta con capacidad para el desarrollo y crecimiento en 6 diferentes parques industriales y colonias dispersas dentro del municipio. Estos parques industriales son: el Complejo Industrial Cuamatla, el Parque Industrial Cuamatla, el Parque

Industrial La Joya, el Parque Industrial Xhala y el Parque Industrial Cuautitlán Izcalli, en los que se concentra el 78.4% del total de las industrias del municipio, el 21.6% restante se encuentra repartido entre las diferentes colonias del municipio.

En el 2001 el municipio contaba con 575 edificaciones para la industria, de las cuales 92 (16%) eran solamente bodegas y centros de distribución para el comercio y la industria. De las 575 edificaciones, 209 se ubicaban en el parque industrial Cuamatla (36.3%), 124 se ubicaban dispersas en varias colonias (21.6%), 121 se ubicaban en el parque industrial Xhala (21.0%), 46 se ubicaban en el parque industrial la Luz (8.0%), 40 se ubicaban en el complejo industrial Cuamatla (7.0%), 21 se ubicaban en el parque industrial la Joya (3.7%), y 14 se ubicaban en el parque industrial Cuautitlán Izcalli (2.4%).

Por otra parte el alto valor del suelo para fines industriales en los parques industriales y el origen de la propiedad en zonas urbanas con ese uso y esa vocación, han llevado a la pequeña y mediana industria a buscar suelo en otros municipios o en lugares inapropiados del propio municipio de Cuautitlán Izcalli, generando usos incompatibles con la vivienda, y por otro lado también existe una cantidad importante de industria pequeña y mediana que opera de años atrás que han adquirido derechos y que ahora están rodeados de vivienda.

5.2.3.5 Infraestructura Carretera y Ferroviaria

La red carretera del municipio se conforma con 2 carreteras regionales federales, 7 intermunicipales que son:

- Carretera Federal 57 denominada Autopista México-Querétaro.
- Carretera Federal de cuota Chamapa-Lechería.

Las carreteras intermunicipales son:

- Carretera a Cuautitlán México (Av. Chalma-Calz. Guadalupe).
- Carretera a Tultitlán (Av. Miguel Hidalgo).
- Carretera a Nicolás Romero Rubio (Lerdo de Tejada, San Pedro Tepojaco, Av. Morelos).
- Carretera Cuautitlán-Teoloyucan (Centro-Norte) Carretera Cuautitlán-Tlalnepantla (Centro-Sur).
- Carretera Cuautitlán-Naucalpan (Av. Dr. Gustavo Baz).
- Carretera Cuautitlán-Ecatepec (Av. Lic. José López Portillo).
- Carretera Cuautitlán Izcalli-Atizapán (Av. Teotihuacan, Av. Cuautitlán Izcalli, Av. Paseos del Bosque, Av. Bosques de Bolognia).

Al Sur del municipio se encuentra el libramiento Chamapa-La Quebrada. También se cuenta en el municipio con 3 caminos rurales.

Las vialidades urbanas con mayor capacidad vehicular son:

- Carretera a Cuautitlán México.
- Carretera a Tepojaco – Nicolás Romero.
- Carretera Teoloyucan.
- Carretera Cuautitlán – Tlalnepantla – Naucalpan.
- Carretera Cuautitlán Izcalli – Atizapán de Zaragoza.

La infraestructura vial esta integrada por avenidas primarias y calles secundarias de diversas secciones transversales, que en algunos casos son partes de antiguas carreteras o caminos rurales, entre las más connotadas se tienen:

- Av. Jesús Jiménez Gallardo que actualmente se liga a la Av. Huehuetoca.
- Av. Chalma que se continúa al Oriente como Calzada de Guadalupe, y al Poniente con la Av. Aurora y Av. del Trabajo.
- Av. Cuautitlán Izcalli-Av. Teotihuacán.

Las vialidades principales de poblados antiguos como Santa Bárbara, San Lorenzo Río Tenco, San Mateo Ixtacalco, San Francisco Tepojaco, Santa María Tianguistengo y el Rosario, también cuentan con pavimentos, pero su trayectoria es confusa y sin señalización.

El tránsito del transporte de carga en el municipio de Cuautitlán Izcalli es alto, debido al grado de desarrollo de las diferentes áreas industriales que se ubican principalmente próximas a la Autopista México-Querétaro, y a la carretera Tlalnepantla-Cuautitlán, y en menor escala hacia la zona Poniente, en donde se ubican algunas minas para extracción de materiales pétreos y el basurero municipal.

Infraestructura Ferroviaria.

Atraviesa al municipio de Cuautitlán Izcalli por su lado Oriente, donde se ubican las vías del ferrocarril a Guadalajara y del ferrocarril a Querétaro, así como las vías del futuro tren rápido México-Querétaro (posiblemente se use como tren suburbano) de la Ciudad de México. En sus dos líneas de vías no presta ningún servicio de carga al municipio.

5.2.3.6 Desarrollo Industrial

La subregión donde se localiza Cuautitlán Izcalli se considera dentro del GRUPO IV: Áreas industriales y/o zonas homogéneas, donde se contempla la consolidación del desarrollo

industrial en el corredor de la carretera México-Querétaro (Naucalpan-Tlalnepantla-Cuautitlán).

El desarrollo económico del municipio deberá lograrse con las actividades siguientes: consolidación de la actividad manufacturera dedicada a la producción de autopartes, derivados de la petroquímica y artículos y muebles metálicos, y consolidación de la actividad comercial y de servicios (centros comerciales y de negocios, centros de investigación y bodegas de distribución).

En el municipio de Cuautitlán Izcalli estarán operando industrias manufactureras, de ensamble y bodegas localizadas preferentemente en el sector Oriente de la Autopista México-Querétaro. También estarán operando un número mayor de establecimientos de almacenamiento y distribución de bienes y enseres para consumo de la población del área metropolitana.

La actividad industrial se llevará a cabo con mayor incidencia en parques habilitados por etapas o secciones que se plantea con superficies de alrededor de 100 ha para ofertar alrededor de 30 ha por año.

Se impulsará el desarrollo de las actividades económicas generadoras de empleo como las industriales, comerciales y de servicios; se dará prioridad a la construcción de accesos viales e infraestructura básica en las zonas industriales de nueva creación; se hará promoción en la localización estratégica de industrias con mayor demanda de mano de obra; y se dará prioridad a las industrias que utilicen agua residual tratada y que contraten mano de obra local.

La ocupación ordenada del territorio municipal con actividades industriales se conformará de la siguiente manera:

- Consolidación de corredor industrial comunicado por la Autopista México-Querétaro y la vía Chamapa-Lechería mediante el incremento de la reserva de suelo para usos fabriles donde existen vías de comunicación carretera o ferroviaria y, en su caso, infraestructura energética. Las 4 zonas se localizarán en Santa Bárbara y San Lorenzo Río Tenco, San Martín Obispo, San Isidro (La Victoria) y Rancho Cuatro Milpas.
- Creación de un distrito de negocios y servicios localizados al Sur del municipio con acceso por dos vialidades regionales: Autopista México-Querétaro y vía Chamapa-Lechería.

La realización y financiamiento de las obras del mejoramiento urbano se apoyarán con la cooperación de las comunidades beneficiadas, con la aportación voluntaria de obras especiales de los promotores de nuevos desarrollos urbanos (comerciales, industriales y

habitacionales) y con los recursos gubernamentales (local, estatal y federal) asignados para este rubro.

5.2.3.7 Zonificación de Usos y Destinos en Zonas Urbanas y Urbanizables

El catálogo de usos del suelo aplicable en el territorio municipal esta compuesto por 19 zonas habitacionales (1,265.05 ha, 11.51%), 9 zonas industriales (430.72 ha, 3.92%), 12 zonas mixtas: centros y corredores urbanos (30.79 ha, 0.28%), 16 zonas de equipamiento urbano (146.71 ha, 1.33%), 3 zonas agropecuarias (1,833.32 ha, 16.68%) y 6 zonas naturales y cuerpos de agua (471.52 ha, 4.29%), el resto se compone del área urbana (6,813.89 ha, 61.99%).

5.2.3.8 Normas de Uso de Suelo

Se permitirán industrias grandes, medianas y pequeñas contaminantes, no contaminantes y de alto riesgo.

Los usos industriales o almacenaje de gran escala que tengan características de alto riesgo y/o contaminación, deberán localizarse en zonas o corredores industriales diseñados para este fin, las cuales contarán con una franja perimetral de aislamiento con un ancho no menor a 25 m. Todo tipo de planta aislada o agrupada, deberá estar bardeada.

Los conjuntos urbanos, parques o condominios industriales, deberán contar con una franja de amortiguamiento perimetral de 50 m dentro del desarrollo.

Para productos altamente inflamables, explosivos y/o tóxicos que fuesen extraídos, transformados, almacenados o distribuidos, se deberá prever reserva territorial en las instalaciones de sus plantas, para alojar un máximo crecimiento según sus proyectos iniciales e incluir las franjas de protección.

Sobre el convenio de coordinación intergubernamental y concertación con promotores inmobiliarios y beneficiarios de tierra de origen social se tiene que cuando se requiera de la ocupación de tierras ejidales y se necesite cambiar el régimen de propiedad, se deben definir las aportaciones y beneficios de los participantes, realizar los proyectos y trámites de autorización de los desarrollos urbanos (industrial, habitacional, comercial y servicios) y sus obras, firmando un convenio entre los representantes de los ejidatarios; el gobierno federal, estatal y municipal; y los inversionistas interesados.

5.3 Información Geográfica Recabada y Digitalizada en Relación a la Zona Macroscópica

A partir de información presentada en los Planes de Desarrollo Municipales de los municipios de Tepetzotlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli referente a los planos de usos de

suelo, se realizó la digitalización de los planos relativos a las zonas industriales existentes y a las zonas urbanizables, para observar de esta forma los sitios existentes destinados al uso industrial, y los sitios a urbanizar que pudieran ser candidatos para la microlocalización del CSTyL.

De igual forma, se obtuvo información de la página del Gobierno del Estado de México relativa a las industrias establecidas en los tres municipios que comprende la localización macroscópica. Se utilizó también información de las industrias establecidas en los municipios cercanos a los tres delimitados por el estudio macroscópico y que estuvieran en la proximidad de la autopista México-Querétaro, siendo estos los de Atizapán de Zaragoza, Tultilán y Tlalnepantla (este último en su delimitación comprendida al Oeste de la delegación Azcapotzalco, puesto que este municipio se compone también de otra delimitación situada al Este de la misma delegación). Esto se hizo con el fin de ampliar el mercado de industrias que por su proximidad pudieran ser más susceptibles al uso de los servicios del CSTyL, puesto que su localización en esa región debería de corresponder a su estrategia de localización en esa zona.

No con lo expuesto en el párrafo anterior se menosprecia la necesidad que pudieran tener otras industrias en otras partes de la ZMVM, y que en algunos casos, debido a su lejanía respecto a la autopista México-Querétaro tuvieran una necesidad mayor de los servicios del CSTyL (pudiendo ser sus beneficios mayores), pero el realizar la localización de todas las industrias establecidas en la ZMVM es un trabajo que queda fuera del alcance de la presente tesis, aunado a que existiría un sesgo importante puesto que esta información sólo se pudo obtener sólo para los municipios del Estado de México (a partir del sitio en internet del gobierno del Estado de México¹⁹⁶), no siendo posible el obtener información relativa a las industrias localizadas en las delegaciones del DF en fuente alguna.

La base de datos de las industrias localizadas en los municipios de Tepotzotlán, Cuautilán, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Tultitán y Tlalnepantla (en su delimitación al Oeste de la delegación Azcapotzalco) consta de la siguiente información por industria:

- Nombre.
- Giro.
- Dirección.
- Colonia.
- Código postal.
- Municipio.
- Contacto.
- Cargo (de la persona de contacto).

¹⁹⁶ El sitio donde se obtuvo la información es <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de mayo del 2005.

- Teléfonos.
- Mail (correo electrónico).
- Tamaño de la empresa.

Cabe señalar que existieron campos de los datos de algunas industrias que no fueron llenados o que fueron llenados incorrectamente debido a que fueron capturados manualmente y no por su elección por medio de una lista predeterminada homogénea que no pudiera modificarse.

A partir de la información relativa a la ubicación (dirección), municipio y código postal de las industrias, fue posible realizar su localización (con precisión en los casos en que la información coincidiera con la registrada en la Guía Roji®), realizando su captura digital para utilizarlos, mediante su referencia geográfica, en un Sistema de Información Geográfica (SIG), adjuntándole además a cada industria localizada su información correspondiente. Algunas industrias no pudieron localizarse debido a la falta de información, a datos erróneos y/o a que no coincidía su información con la de la guía roji. También se elaboró la Tabla 5.6, la Tabla 5.7 y la Tabla 5.8, así como la Figura 5.12 a la Figura 5.17, para observar con mayor detalle la distribución de las industrias en los municipios seleccionados.

Debido a que la información de los giros de las industrias (obtenida de la base de datos del Gobierno del Estado de México) no se encontraba homogeneizada, se estableció una lista de actividades que sirviera para homogenizar la información con el fin de presentar estadísticas respecto a los giros de las industrias. La Tabla 5.5 muestra las actividades que se utilizaron como base para homogeneizar la información proveniente de la base de datos de las industrias de los municipios metropolitanos del Estado de México.

La información generada para su visualización en un SIG, tanto de las zonas industriales, como de las zonas urbanizables y de la localización de las industrias se utilizará en el siguiente capítulo, que comprende la localización del CSTyL a nivel micro, no siendo necesario por el momento presentarla.

Respecto al tamaño de la empresa, uno de los campos de la base de datos de las industrias, el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 30 de diciembre del 2002 define a las industrias por su tamaño de acuerdo al número de trabajadores que laboran en ellas de la siguiente manera: micro empresa: 0-10 empleados; pequeña empresa: 11-50 empleados; mediana empresa: 51-250; y gran empresa: 251 empleados en adelante. Cabe hacer el señalamiento que la anterior clasificación difiere entre los diferentes tipos de sectores, por lo que no aplica para los sectores servicios y comercio.

Clasificación del Giro de las Industrias	
1	Productos alimentarios procesados (incluyendo bebidas y tabaco)
2	Productos minerales y materiales de construcción
3	Productos químicos y/o farmacéuticos
4	Productos de madera y plástico
5	Cuero, calzado, textil, ropa
6	Productos eléctricos y/o electrónicos
7	Maquinaria, refacciones y artículos de ferretería
8	Libros y artículos de papelería
9	Mobiliario
10	Sustancias peligrosas
11	Productos refrigerados y congelados
12	Empaques y envases
13	Almacenadora, Distribuidora, Comercializadora y/o Transportista
14	Estacionamiento y Encierro
15	Constructora
16	Desperdicios industriales
17	Taller, laboratorio o centro de servicio
18	Materiales higiénicos o esterilizados
19	Otra
20	No especificado

Tabla 5.5 Clasificación empleada para homogeneizar el giro de las industrias¹⁹⁷

En la Tabla 5.6 se observa que los mayores registros de industrias en la base de datos del Gobierno del Estado de México, para los municipios metropolitanos seleccionados, se presentan en Cuautitlán Izcalli, Tlalnepantla y Tultitlán.

MUNICIPIO	TOTAL
Cuautitlán de Romero Rubio	31
Cuautitlán Izcalli	382
Tepetzotlan	13
Atizapán de Zaragoza	23
Tlalnepantla de Baz	222
Tultitlán	76
Total general	747

Tabla 5.6 Número de industrias registradas en los municipios metropolitanos seleccionados¹⁹⁸

De la Tabla 5.7 se observa que existe un alto número de registros que no cuentan con información sobre el tamaño de las industrias, también es notorio que la mayoría de las empresas registradas son pequeñas y medianas.

¹⁹⁷ Fuente: Elaboración Propia. 2005.

¹⁹⁸ Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

TAMAÑO DE EMPRESA	TOTAL
Grande	50
Mediana	146
Pequeña	197
Micro	18
No Especificado	336
Total general	747

Tabla 5.7 Distribución de las industrias de acuerdo a su tamaño¹⁹⁹

CLASIFICACIÓN	TOTAL
Almacenadora, Distribuidora, Comercializadora y/o Transportista	96
Constructora	16
Cuero, calzado, textil, ropa	43
Desperdicios industriales	2
Empaques y envases	21
Estacionamiento y Encierro	3
Libros y artículos de papelería	14
Maquinaria, refacciones y artículos de ferretería	100
Materiales higiénicos o esterilizados	6
Mobiliario	7
Productos alimentarios procesados (incluyendo bebidas y tabaco)	35
Productos de madera y plástico	60
Productos eléctricos y/o electrónicos	28
Productos minerales y materiales de construcción	22
Productos químicos y/o farmacéuticos	62
Productos refrigerados y congelados	3
Sustancias peligrosas	7
Taller, laboratorio o centro de servicio	16
Otra	8
No especificado	198
Total general	747

Tabla 5.8 Distribución de las industrias de acuerdo a su giro²⁰⁰

Es importante señalar que debido a la falta de información en los registros utilizados, no es posible analizar y obtener conclusiones generalizadas que reflejen las características de las industrias en los municipios seleccionados, pues en cada uno de ellos, existe un importante número de ellas que no presenta información. Sin embargo la información es de utilidad para tener una visión, aunque no sea del todo precisa, del número de las empresas de acuerdo a su tamaño para cada uno de los giros presentes en cada municipio, lo cual se puede observar de la Figura 5.12 a la Figura 5.17.

¹⁹⁹ Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

²⁰⁰ Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

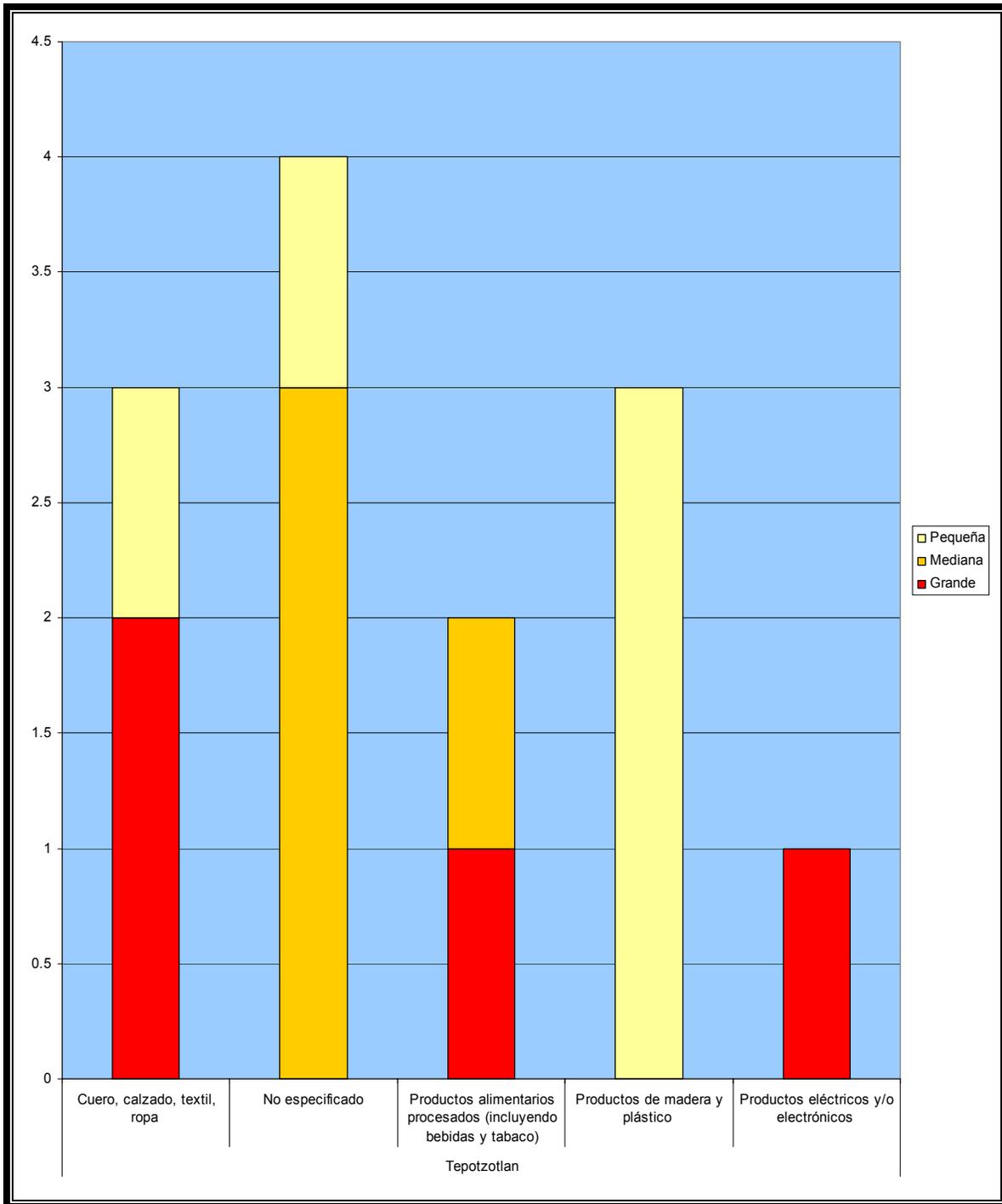


Figura 5.12 Distribución de las industrias registradas en Tepotzotlán de acuerdo a su giro y tamaño²⁰¹

²⁰¹ Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

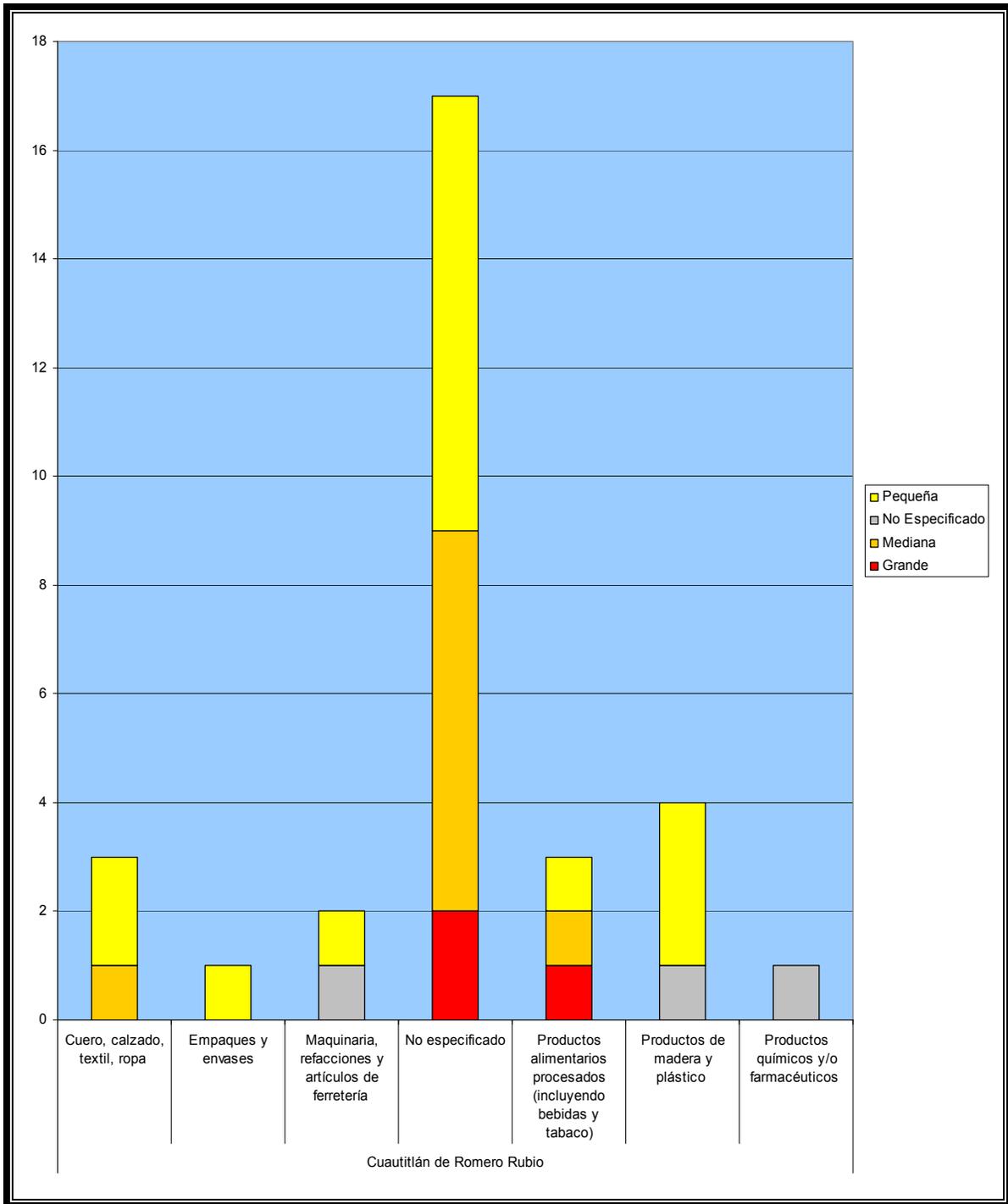


Figura 5.13 Distribución de las industrias registradas en Cuautitlán de acuerdo a su giro y tamaño²⁰²

²⁰² Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

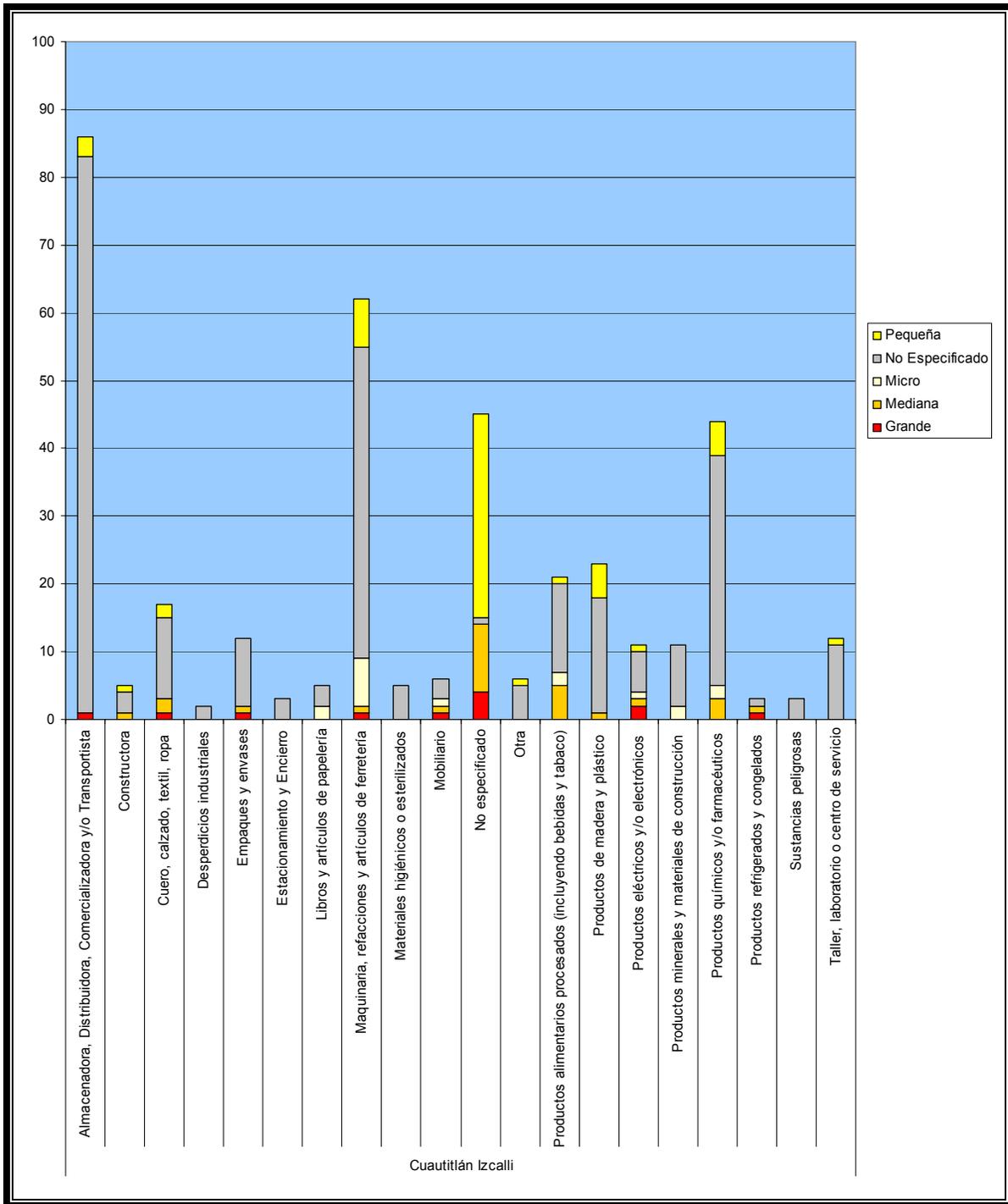


Figura 5.14 Distribución de las industrias registradas en Cuautitlán Izcalli de acuerdo a su giro y tamaño²⁰³

²⁰³ Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

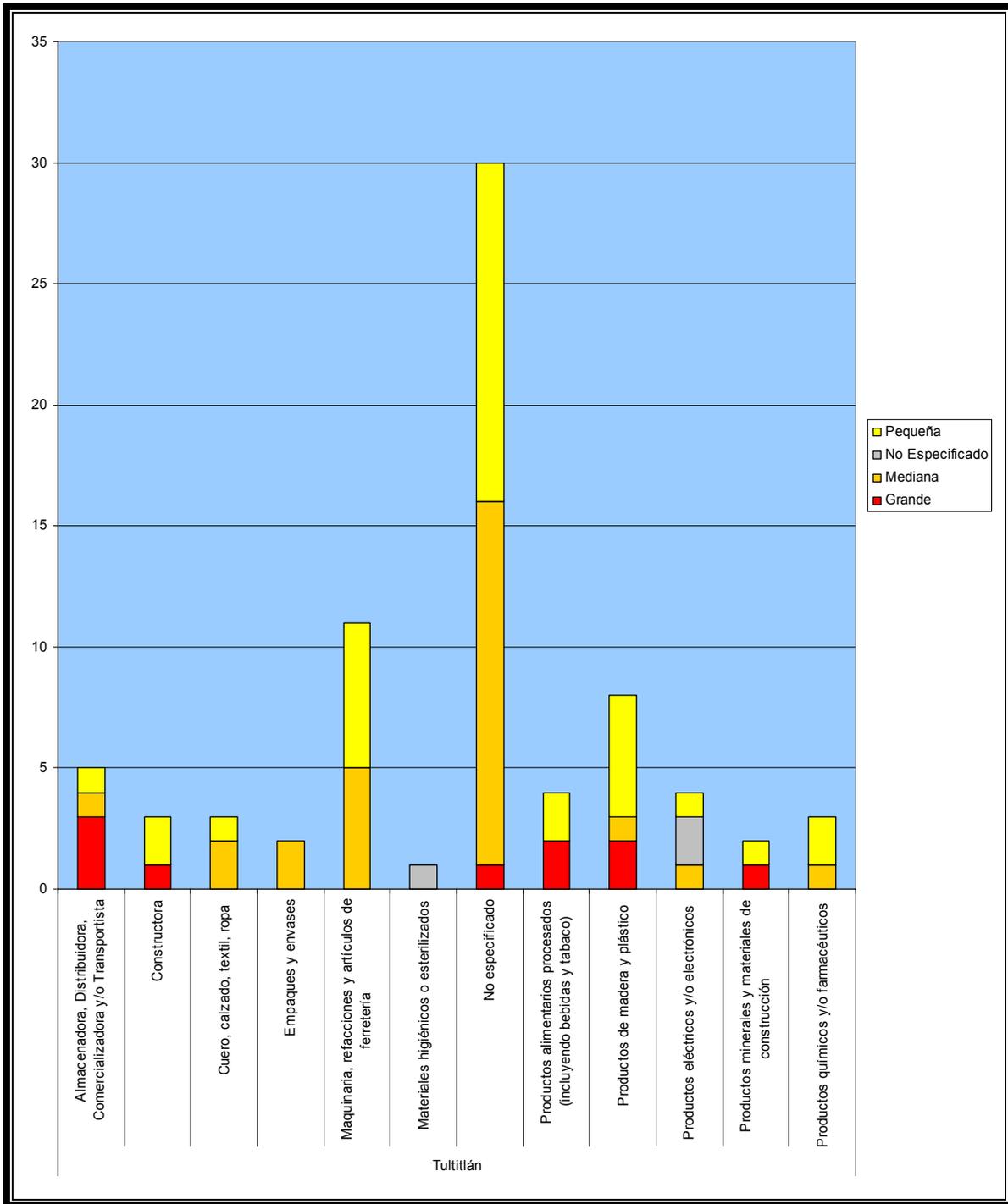


Figura 5.15 Distribución de las industrias registradas en Tultitlán de acuerdo a su giro y tamaño²⁰⁴

²⁰⁴ Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

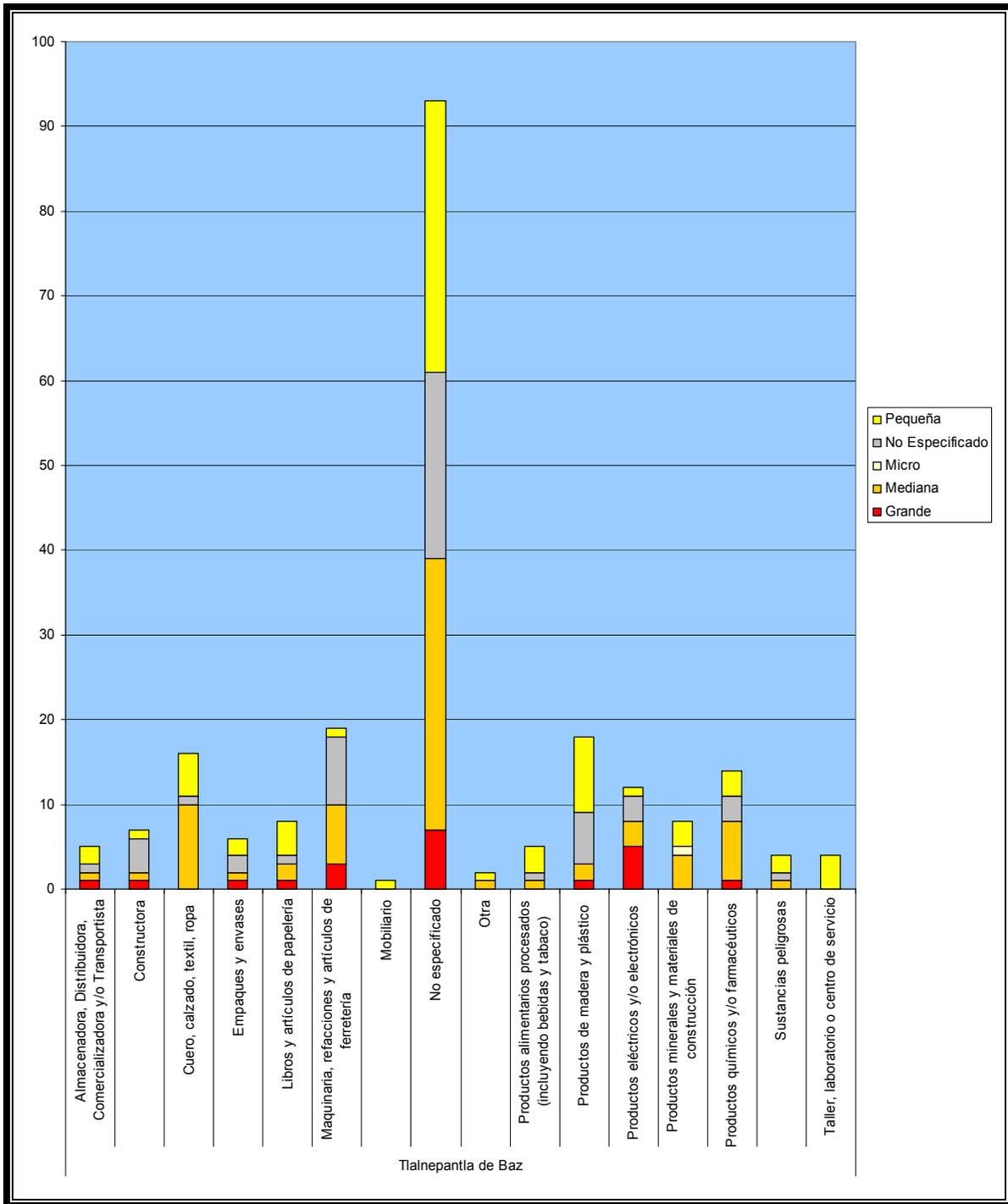


Figura 5.16 Distribución de las industrias registradas en Tlalnepantla de acuerdo a su giro y tamaño²⁰⁵

²⁰⁵ Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

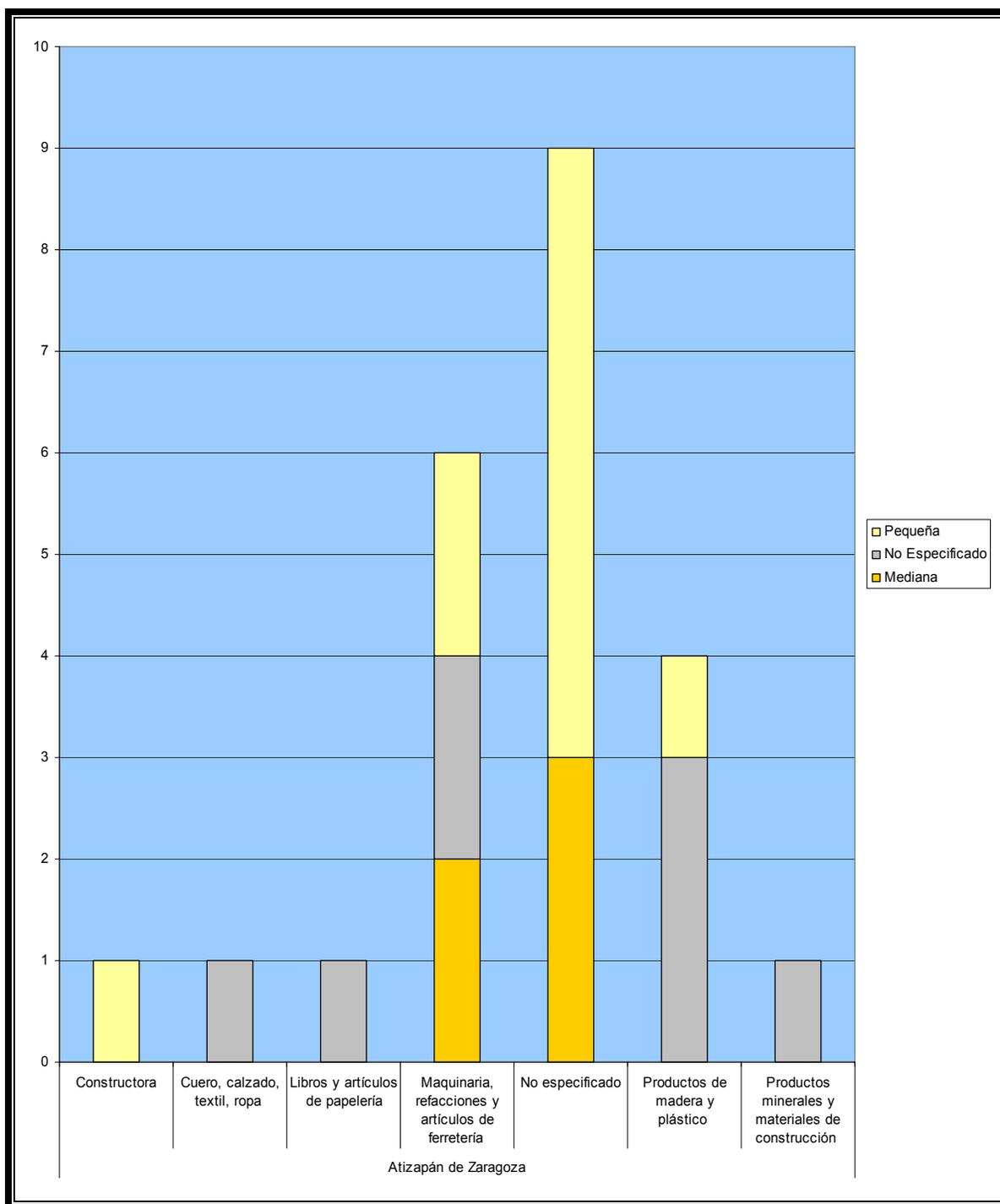


Figura 5.17 Distribución de las industrias registradas en Atizapán de acuerdo a su giro y tamaño²⁰⁶

²⁰⁶ Fuente: Elaboración Propia, con Información obtenida de la página en internet del Gobierno del Estado de México <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Consultada el 12 de Mayo del 2005.

Capítulo 6

6. Estudio de Microlocalización del CSTyL

Introducción

En el presente capítulo se presenta el estudio de microlocalización del Centro de Servicios de Transporte y logística (CSTyL). En la sección 6.1 se presentan las bases para realizar el estudio de microlocalización. En la sección 6.2 se muestra la preselección de los sitios candidatos para la propuesta del establecimiento del CSTyL. En la sección 6.3 se presenta la selección final de los sitios candidatos para la implementación del CSTyL. En la sección 6.4 se muestran los criterios seleccionados para realizar la evaluación de los sitios candidatos, así mismo, en esta misma sección, se muestra el análisis de los criterios y la justificación en la elección, a partir de dicho análisis, del modelo ELECTRE IV como herramienta para resolver el problema de localización del CSTyL. En la sección 6.5 se presenta la metodología del método ELECTRE IV. Por último, en la sección 6.6 se presentan la aplicación del método ELECTRE IV para resolver el problema de localización del CSTyL y sus resultados.

6.1 Bases para Realizar el Estudio de Microlocalización

En el estudio de microlocalización, una vez definida la zona o población de localización, se determina el terreno conveniente para la ubicación definitiva del proyecto. Para este apartado se requiere información sobre: el flujo del transporte de materias primas, se evalúan los terrenos por su superficie disponible y topografía, las características mecánicas del suelo, el costo del terreno, etc.²⁰⁷

Retomando y resumiendo la información presentada en el capítulo 4, con el objeto de presentar las bases que se seguirán para hacer una preselección de los sitios donde puede proponerse el CSTyL, se tiene lo siguiente:

- La selección de los sitios se inicia con la revisión de los planos de desarrollo urbano de la localidad y los usos de suelo determinados en este.
- Se deberán identificar varias alternativas y hacer una investigación directa de las condiciones físicas que presenten. Típicamente se seleccionan 10 sitios (o menos) para esta investigación.
- Se eliminarán los sitios inadecuados o con uso definido, y con pendientes mayores al 6%, así como los susceptibles a riesgos hidrometeorológicos, y los que presenten problemas sociales o actitud conflictiva.
- El sitio seleccionado preferentemente estará ubicado entre 3 y 15 km alejado del centro de población.
- El predio deberá preferentemente ser de forma geométrica regular y su topografía deberá ser ligeramente plana (preferentemente con pendiente menor a 2%), o si presenta pendientes no deberán ser mayores al 6%.
- Su ubicación debe ser preferentemente a pie de carretera, o en su caso es admisible un camino de penetración para acceso al parque con una longitud máxima de 500 m y una amplitud mínima de 14 m.
- Se debe asegurar el suministro de una fuerza laboral de calidad.
- Su tenencia de tierra deberá estar bajo el régimen de propiedad privada y evitar predios ejidales por la problemática de su desincorporación y algunos otros problemas sociales.

²⁰⁷ Fuente: Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Nacional Financiera. 1999.

6.2 Preselección de los Sitios Candidatos para la Implementación del CSTyL

En esta sección se presenta una preselección de sitios que aparentemente cumplen con los requisitos para el desarrollo de un CSTyL. A partir de la información recabada sobre los sitios, se eliminarán aquellos que no cumplen realmente con los requerimientos, conformando así los que sí los cumplen una selección final de sitios candidatos

6.2.1 Información Recabada por Medio de los Planes de Desarrollo Urbano, de Visitas de Campo a los Predios Disponibles, del Sitio Oficial en Internet del Gobierno del Estado de México y de otras Fuentes

A partir de la revisión de los planes de desarrollo urbano de los municipios de Tepetzotlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli se obtuvieron los planos de zonificación de usos generales de suelo, y de vocación y potencialidad del territorio. Dichos planos se encontraban en formato “pdf”, por lo que para poder utilizarlos en un sistema de información geográfica fueron digitalizados utilizando el programa Autodesk Map®. Para ello se exportaron los planos en formato “pdf” a formato de imagen de tipo “jpg”; posteriormente se importaron las imágenes en el programa Autodesk Map® y se escalaron para que tuvieran la misma escala que presentan los archivos del INEGI que contienen la traza urbana de los municipios (en formato “dwg”); el paso siguiente fue superponer las capas de tal forma que coincidieran las trazas urbanas de las imágenes obtenidas de los planes de desarrollo urbano con las trazas del INEGI, dibujando así los contornos de las zonas urbanizables e industriales. A partir de estos planos se pudieron identificar las zonas industriales y las zonas urbanizables, obteniendo además las pendientes que se presentan en estas últimas. En la Figura 6.1 se muestra uno de los planos tal y como se obtuvieron de los planos de desarrollo urbano y su correspondiente digitalización, y en la Figura 6.2 se muestran todas las zonas industriales urbanizables e industriales ya digitalizadas de los municipios de Tepetzotlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli, donde los contornos en azul muestran las zonas urbanizables y los contornos en rojo las zonas industriales.

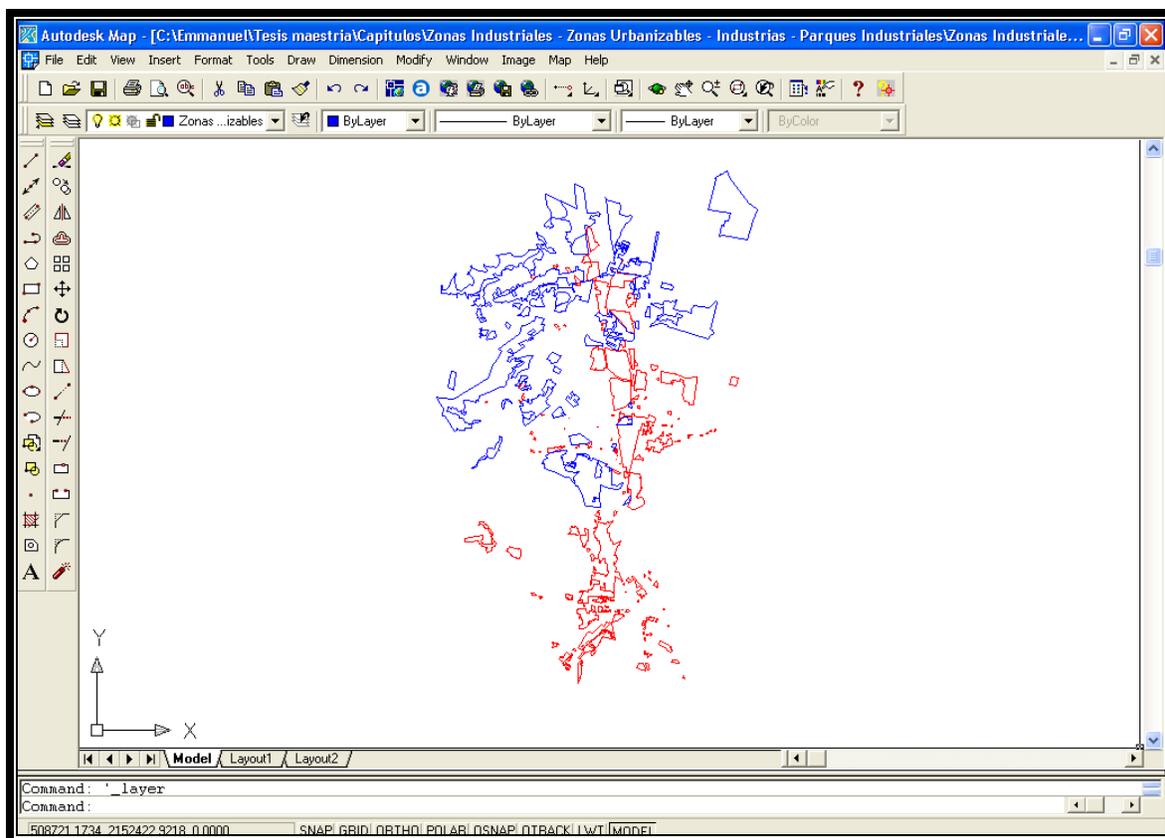


Figura 6.2 Zonas urbanizables e industriales digitalizadas para los municipios de Tepetzotlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli²⁰⁹

A partir de la información referente a los parques industriales y a las industrias localizadas en el Estado de México²¹⁰, se realizó su localización utilizando también el programa Autodesk Map®, para ello se emplearon las trazas del INEGI de los municipios seleccionados y la Guía Roji®. El proceso de digitalización consistió en utilizar la información disponible de la dirección de las industrias y de los parques industriales (municipio, colonia, calle, número y código postal) para buscar su ubicación en la Guía Roji® y así facilitar su localización en la traza del INEGI, una vez ubicadas se trazó un punto en ese sitio.

De esta forma se pueden observar las industrias que se encuentran localizadas en zonas no destinadas para el uso industrial, pudiendo ser esto de información para detectar a las que no cumplen con las normas de uso de suelo y proponer su reubicación (con la salvedad de corroborar su ubicación, pues, como se menciona en el capítulo 5, algunas de las industrias no presentan completa su información o no coincide con la información de la Guía Roji®).

²⁰⁹ Fuente: Elaboración Propia.

²¹⁰ Cabe recordar que la información de las industrias, como se menciona en el capítulo 5 de la presente tesis, comprendió también a las industrias localizadas en los municipios de Tultitlán, Atizapán y Tlalnepantla. De igual forma, la digitalización de las zonas industriales comprendió también a dichos municipios para observar la falta en la aplicación de la normatividad del uso de suelo por parte de las industrias situadas fuera de esas zonas.

En la Figura 6.3 se observa un acercamiento a las capas digitalizadas de las industrias y de los parques industriales junto con la traza urbana del INEGI.

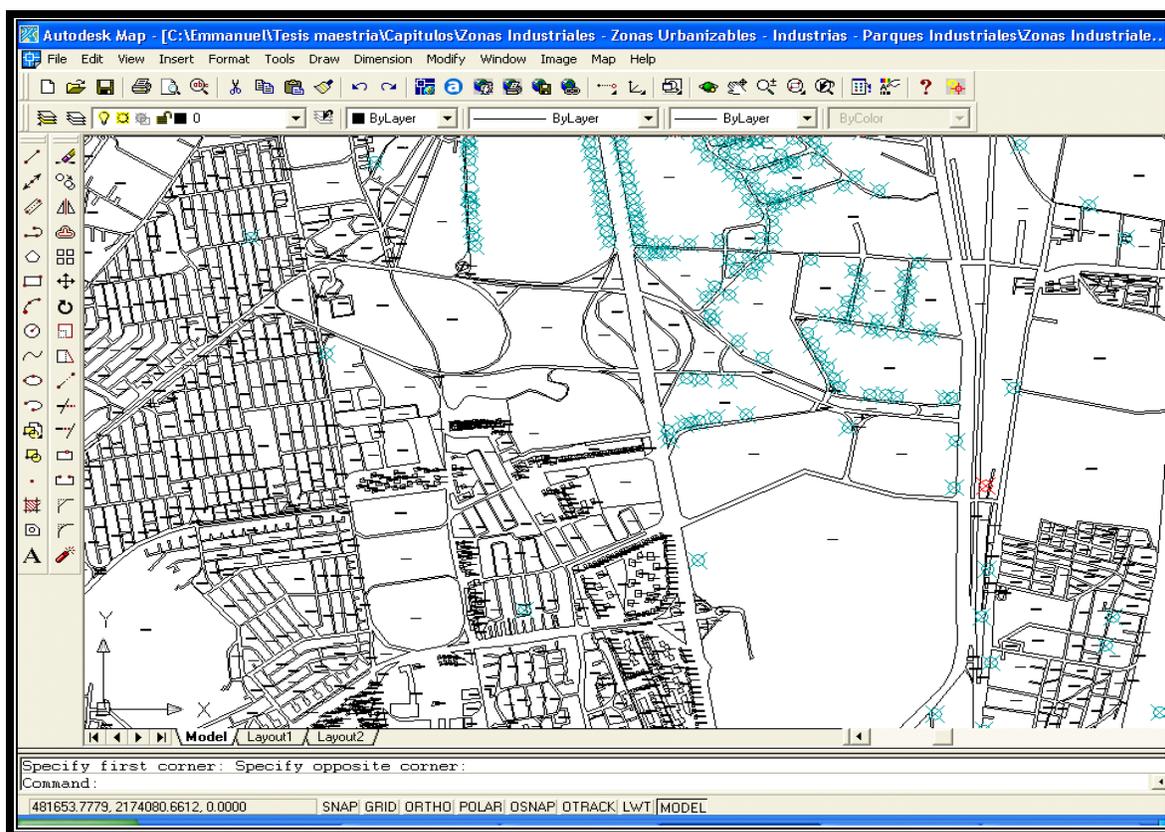


Figura 6.3 Localización de las industrias y parques industriales²¹¹

Las capas relativas a las zonas urbanizables, a las zonas industriales, a la ubicación de los parques industriales, y a la ubicación de las industrias fueron exportadas de su formato dwg al formato shp utilizando el programa Autodesk Map®, adjuntándoles una base de datos para realizar posteriormente su unión con otra información importante relativa a ellas (como son la clasificación de industria, su tamaño, la pendiente de las zonas urbanizables, etc.). En la Figura 6.4 se muestra un acercamiento a una zona donde se observan todas las capas digitalizadas por medio de dicho programa, las áreas en azul indican las zonas urbanizables, las áreas en rojo indican las zonas industriales, los puntos en verde indican las industrias localizadas y los puntos en rojo indican la ubicación de los parques industriales.

²¹¹ Fuente: Elaboración Propia.

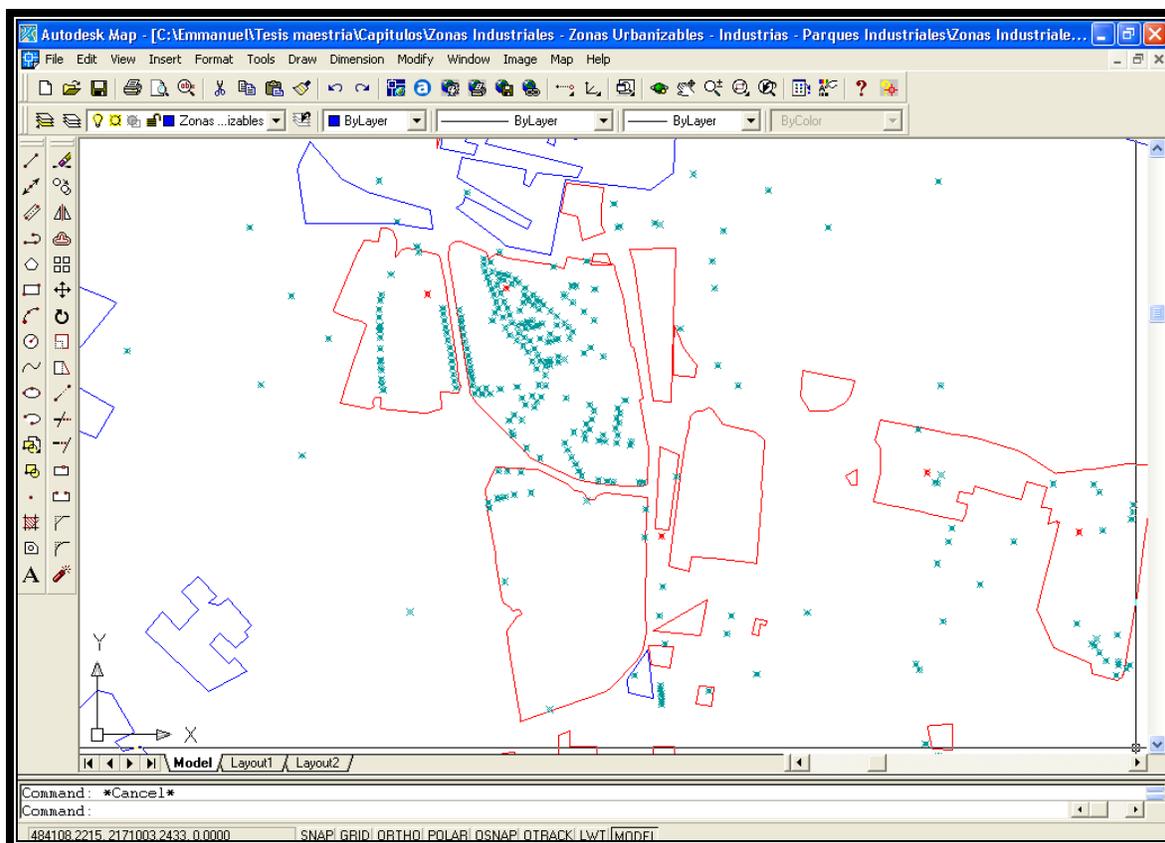


Figura 6.4 Información digitalizada relativa a zonas urbanizables e industriales y a la ubicación de industrias y de parques industriales de los municipios seleccionados²¹²

Una vez digitalizada y exportada toda la información en formatos reconocibles por el programa TransCad® (el cual es un sistema de información geográfica), se procedió a importarlas en dicho programa. A estas capas se le agregaron más capas, una que contiene una imagen de satélite Hindú pancromática, con resolución espacial de 5 metros por 5 metros, y resolución espectral de 256 tonos en el espectro visible, con proyección UTM y que fue tomada el 11 de marzo del año 2000; otra que contiene a la red vial de la ZMVM y que consta de vialidades primarias y de nuevos proyectos viales; y otra relativa a los límites de los municipios y delegaciones de la ZMVM. La visualización de las capas anteriores, una vez definidos sus estilos para una mejor visualización, se presenta en conjunto con la preselección de los sitios candidatos en la Figura 6.5.

La preselección de los sitios se realizó a partir de observar en conjunto las capas de las zonas urbanizables presentes en los municipios de Tepotzotlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli con los terrenos vacíos observados en la capa de la imagen satelital, de tal forma que estos terrenos tuvieran una dimensión de 10 hectáreas. Para ello se trazó un cuadrado que comprendiera dicha área, y se superpuso en los terrenos que visualmente cumplieran con dicha dimensión para corroborar que los terrenos contaran con dicho espacio.

²¹² Fuente: Elaboración Propia.

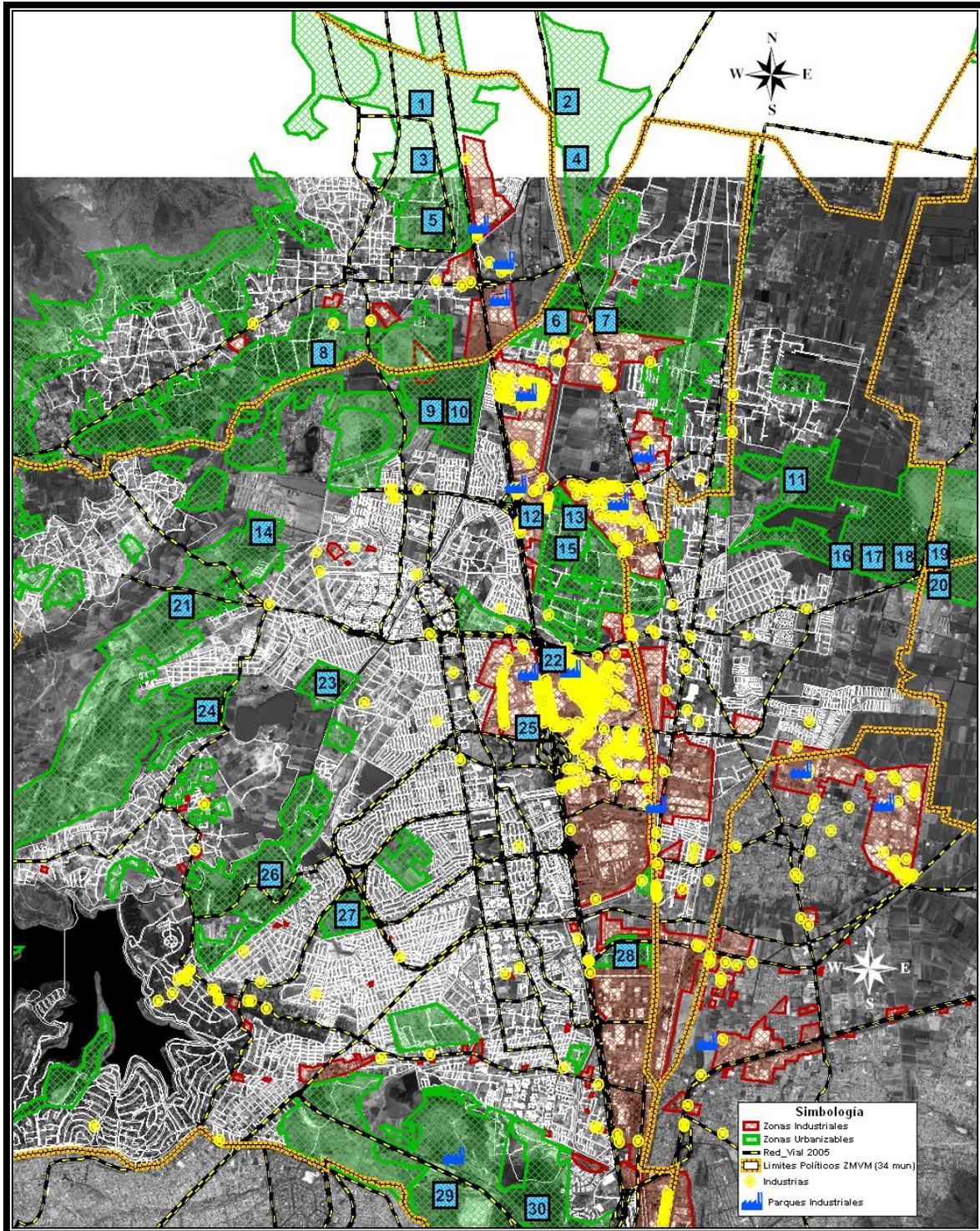


Figura 6.5 Preselección de sitios candidatos para la implementación del CSTyL²¹³

²¹³ Fuente: Elaboración Propia.

De esta forma se obtuvo un total de 30 sitios que forman parte de la preselección de sitios candidatos para la implementación del CSTyL. Los sitios se enumeraron sin ningún orden de importancia, empezando su ordenamiento a partir del sitio más alejado hacia el Norte de la ZMVM, siguiendo la numeración hacia el Sur y de Poniente al Oriente si se encuentran dos o más sitios aproximadamente en la misma latitud.

6.3 Selección de los Sitios Candidatos para la Implementación del CSTyL

Una vez hecha la preselección de los sitios, se realizó una visita de campo para recabar información específica sobre ellos y observar su situación física (si se encuentra disponible y en que condiciones se encuentra, o si está en uso y cuál es este). La información recabada se presenta en la Tabla 6.3.1, el significado de cada columna se explica a continuación:

La primera columna “Sitio #”, se refiere al número asignado a cada sitio de acuerdo al ordenamiento realizado y explicado anteriormente.

La segunda columna “Capacidad y geometría de las calles de acceso”, se subdivide en las siguientes secciones:

- ancho carril: el cual es una estimación del ancho de el (los) carril(es) de la vía(s) de acceso al sitio.
- núm. carriles: es el número de carriles de la vialidad de acceso al sitio.
- satisface radios de giro (S/N): si visualmente satisface radios de giro para vehículos de grandes dimensiones se presenta una letra “S”, en el caso contrario se presenta una “N”.
- posibles modificaciones geométricas (S/N): si visualmente se observa la posibilidad de modificar geométricamente la vialidad se presenta una letra “S”, en el caso contrario se presenta una “N”.

La tercera columna “Uso de suelo”, se refiere al tipo de uso de suelo y se divide en las siguientes secciones:

- uso de suelo próximo: se presenta una letra “I” si visualmente se observa que el uso de suelo próximo es industrial; se presenta una letra “H” si visualmente se observa que el uso de suelo próximo es habitacional; se presenta una letra “N” visualmente se observa que el uso de suelo próximo es no urbanizado. En los casos en que se observaron dos tipos de suelos en las zonas cercanas, se presenta una combinación de ambas letras.
- uso de suelo del sitio: de igual forma que para el uso de suelo próximo, se utilizó la misma nomenclatura para los tipos de uso de suelo, sólo que en este caso se observó específicamente la situación del sitio visitado.

La cuarta columna “Accesibilidad”, se refiere a los elementos que facilitan o restringen el acceso al sitio, la cual se divide en las siguientes secciones:

- río: si durante el recorrido hacia el sitio se observó la presencia de algún río se presenta un número 1.
- vías ferrocarril: si durante el recorrido hacia el sitio se observó la presencia de alguna vía de ferrocarril en la zona se presenta un número 1.
- carretera: si durante el recorrido hacia el sitio se observó la presencia de alguna carretera se presenta un número 1.
- camino terracería: si durante el recorrido hacia el sitio se observó la presencia de algún camino de terracería se presenta un número 1.
- autopista: si durante el recorrido hacia el sitio se observó la presencia de alguna autopista se presenta un número 1.
- vialidad primaria: si durante el recorrido hacia el sitio se observó la presencia de alguna vialidad primaria se presenta un número 1.
- recorrido de acceso (f/d): si el recorrido hacia el sitio, a partir de la autopista México-Querétaro, es fácil se presenta una letra “f”, en el caso de que el recorrido es difícil se presenta una letra “d”.

La quinta columna “Condiciones físicas del terreno”, se refiere a las condiciones en que se encuentra el sitio, la cual se divide en las siguientes secciones:

- concreto: si se encuentra una plancha de concreto se presenta un número 1.
- agrícola: si se encuentra un sembradío agrícola se presenta un número 1.
- forraje: si se encuentra forraje o maleza se presenta un número 1.
- pastaje: si se encuentra pasto se presenta un número 1.
- terracería: si se encuentra tierra se presenta un número 1.
- ganadería: si se encuentra ganado se presenta un número 1.

La sexta columna “Servicios existentes”, se refiere a los servicios públicos encontrados a pie de sitio y se divide en las siguientes secciones:

- agua: si se observa la presencia de suministro de agua potable se presenta un número 1.
- línea conducción eléctrica: si se observa la presencia de torres, y/o postes con cableado de energía eléctrica se presenta un número 1.
- drenaje: si se observa la presencia de drenaje o alcantarillado se presenta un número 1.
- telefonía: si se observa la presencia de postes de telefonía se presenta un número 1.

La séptima columna “Pendiente del sitio”, se refiere a una aproximación en porcentaje de la pendiente observada en el sitio, lo cual significa que el número presentado indica la elevación en metros que se tienen por cada 100 m de longitud recorridos en el plano.

La octava columna “Fotografías”, se refiere a la nomenclatura asignada a las fotografías tomadas, las cuales se presentan en el anexo 1.

La novena columna “Motivos para ser desechado”, se refiere a la(s) razón(es) que a partir de la inspección visual del sitio motivó(aron) a considerar su rechazo para formar parte de la selección final para evaluar el mejor sitio para establecer el CSTyL.

Como resultado de la información recabada en la visita se desecharon aquellos sitios que presentaron los motivos suficientes para no incluirlos en la selección final (los cuales son mostrados en la novena columna de la Tabla 6.3.1). La selección de los sitios que se evaluarán para decidir la ubicación del CSTyL se presenta en la Tabla 6.3.2, la cual presenta la misma información que la Tabla 6.3.1, pero en este caso, la novena columna se refiere a las observaciones que impactan negativamente a la posible ubicación de un CSTyL en el sitio, realizadas a partir de lo observado en la visita de campo.

De esta forma, los sitios seleccionados para realizar su evaluación son los siguientes: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 12, 15, 25, 28, 29 y 30.

Sitio #	Capacidad y geometría de las calles de acceso				Uso de suelo		Accesibilidad						Condiciones físicas del terreno					Servicios existentes			Pendiente del sitio (%)	Fotografías	Observaciones			
	ancho carril (m)	num. carriles	satisface radios de giro (S/N)	posibles modificaciones geométricas (S/N)	Uso de suelo próximo	Uso de suelo del sitio	río	vías ferrocarril	carretera	camino terracería	autopista	vialidad primaria	recorrido de acceso (f/d)	concreto	agrícola	forraje	pastaje	terraceria	ganadería	agua				línea conducción eléctrica	drenaje	telefonía
1	4	2	S	S	N	N	1			1	1	1	f					1		1			5	001-1 a 001-4	No existen servicios, pero existen posibilidades de conexiones cercanas	
2	3.5	1	N	N	N	N	1			1	1	d				1				1	1	1	1	0	002-1 a 002-3	El recorrido de acceso es difícil y sólo existe un carril de acceso
3	4	2	S	S	N	N	1			1	1	f					1			1	1	1	1	5	003-1 a 003-3	
5	4	2	S	S	I	N	1			1	1	f				1				1	1	1	1	2		La situación de este sitio es similar a la del sitio 3, pero en este caso comienzan a utilizarse los terrenos circundantes para la construcción de naves industriales
6	3.5	1	S	S	I	N	1		1	1	1	f				1				1	1	1	1	0	006-1	Existe sólo un carril de acceso
7	3.5	1	S	S	H	N	1		1		1	f				1				1	1	1	1	0	007-1	Existe sólo un carril de acceso y el uso de suelo próximo es habitacional
12	3.5	3	S	S	I	N				1		f				1				1	1	1	1	0	012-1 a 012-3	
15	3.5	1	N	N	H	N				1		f				1				1	1	1	1	0	015-1 a 015-2	Existe sólo un carril de acceso y el uso de suelo próximo es habitacional
25	3.5	2	S	S	I	N				1	1	f				1				1	1	1	1	0	025-1 a 025-2	El sitio se ubica en una zona densamente poblada por industrias, por lo que es muy probable que sea propiedad de otra industria
28	3.5	1	S	S	N-I	N		1	1		1	f				1				1	1	1	1	0	028-1 a 028-6	Existe sólo un carril de acceso
29	4	3	S	S	I	I				1		f					1			1	1	1	1	20	029-1 a 029-4	Ubicado en un parque industrial y los terrenos cercanos ya comienzan a ocuparse, además es muy probable que debido a que ya se encuentra urbanizado y se tenga que tratar con un promotor, el precio de los lotes sea alto
30	3.5	1	S	S	I	N				1		f					1			1	1	1	1	20	030-1 a 030-5	El porcentaje de la pendiente de acceso es alto

Tabla 6.3.2 Selección de los sitios²¹⁵

²¹⁵ Fuente: Elaboración Propia con Información de las Visitas de Campo.

6.4 Selección de Criterios a Evaluar

Una vez recabada toda la información disponible sobre la selección de los sitios se realizó su análisis para determinar cuál se encuentra completa para todos ellos y determinar así la información útil para el análisis de la elección del mejor sitio para implementar el CSTyL. La información presentada en esta sección servirá para realizar la evaluación de los criterios del problema de localización del CSTyL.

Así, en las siguientes subsecciones se presentan los criterios determinados para su evaluación.

6.4.1 Accesibilidad

La accesibilidad manifiesta la facilidad o dificultad que se presenta al querer llegar a algún lugar determinado, de esta forma, resulta necesario conocer la infraestructura vial para observar la conectividad de los sitios respecto a ella, así como otros elementos que facilitan o dificultan el acceso a los sitios seleccionados.

La evaluación de este criterio se obtiene a partir de observar en conjunto la capacidad de las calles locales y la localización de los sitios respecto a corredores de carga, vialidades troncales, autopistas, libramientos, etc. La información que servirá para la evaluación de estos criterios se presenta en la Tabla 6.4.1 y la Figura 6.6.

Sitio #	Capacidad y geometría de las calles de acceso				Accesibilidad							Observaciones
	ancho carril (m)	núm. carriles	satisface radios de giro (S/N)	posibles modificaciones geométricas (S/N)	río	vías ferrocarril	carretera	camino terracería	autopista	vialidad primaria	recorrido de acceso (f/d)	
1	4	2	S	S	1			1	1	1	f	
2	3.5	1	N	N	1				1	1	d	El recorrido de acceso es difícil y sólo existe un carril de acceso
3	4	2	S	S	1				1	1	f	
5	4	2	S	S	1				1	1	f	
6	3.5	1	S	S	1		1	1	1	1	f	Existe sólo un carril de acceso
7	3.5	1	S	S	1		1		1	1	f	Existe sólo un carril de acceso
12	3.5	3	S	S					1		f	
15	3.5	1	N	N					1		f	Existe sólo un carril de acceso
25	3.5	2	S	S					1	1	f	
28	3.5	1	S	S		1	1		1	1	f	Existe sólo un carril de acceso
29	4	3	S	S					1		f	
30	3.5	1	S	S					1		f	

Tabla 6.4.1 Información para la evaluación del criterio “accesibilidad”²¹⁶

²¹⁶ Fuente: Elaboración Propia con Información de las Visitas de Campo.

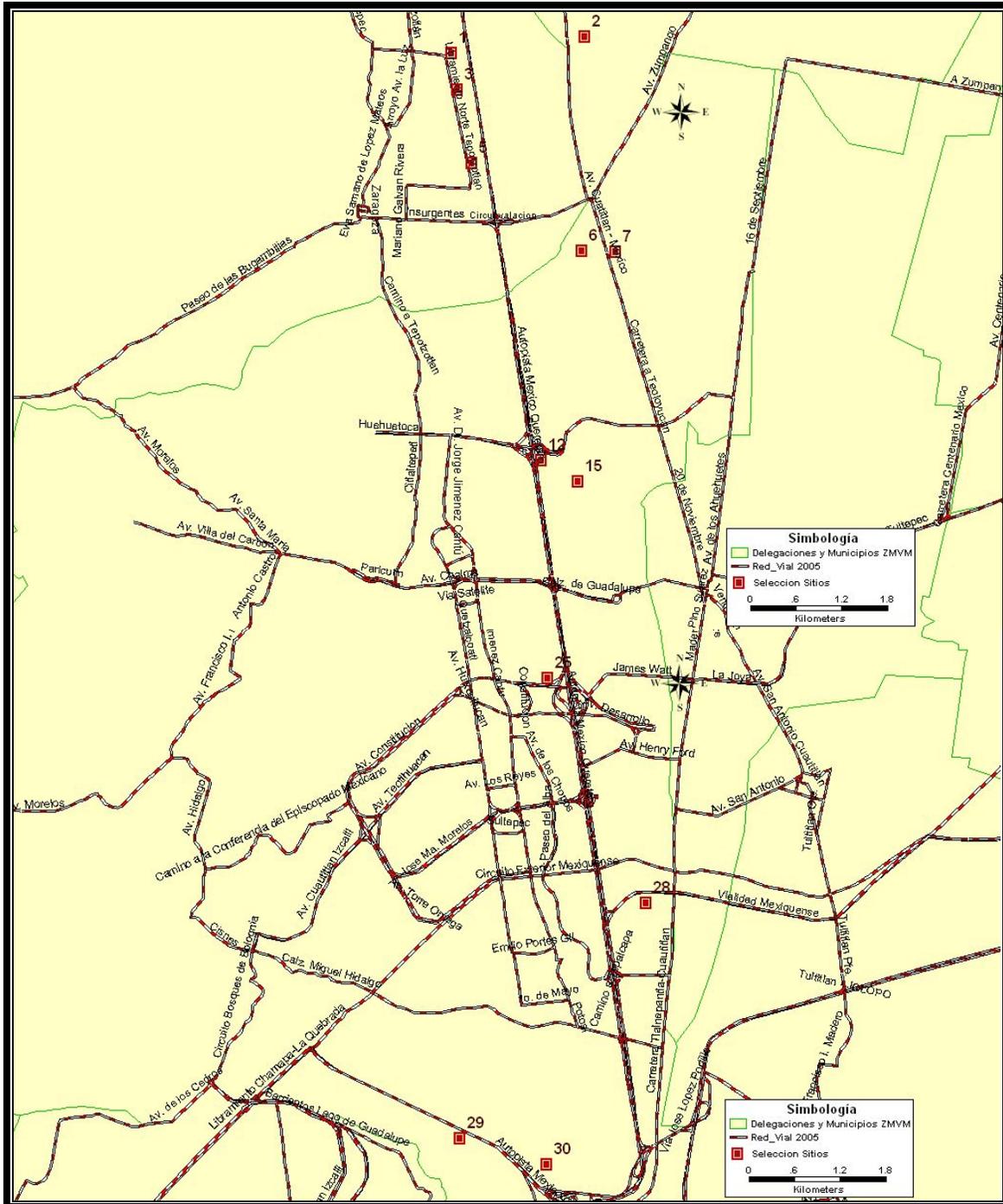


Figura 6.6 Red vial primaria de la zona de estudio²¹⁷

6.4.2 Uso de suelo actual y estratégico del sitio y usos de suelos cercanos

²¹⁷ Fuente: Elaboración Propia.

El uso de suelo actual y estratégico (futuro) del sitio y de los terrenos circundantes permite observar, de acuerdo a la normatividad de usos de suelo establecida por los municipios para el desarrollo de industrias, la facilidad o dificultad que se puede presentar al proponer el establecimiento de un CSTyL en cualquiera de los sitios seleccionados. También permite identificar de antemano la localización incorrecta de algún sitio debido a su cercanía a zonas habitacionales.

La evaluación de estos dos criterios se realiza a partir de observar los planos obtenidos de los Planes de Desarrollo Municipales donde se localizan los sitios seleccionados, los cuales se presentan de la Figura 6.7 a la Figura 6.18, complementándola con la información obtenida de las visitas de campo, la cual se presenta en la Tabla 6.4.2.

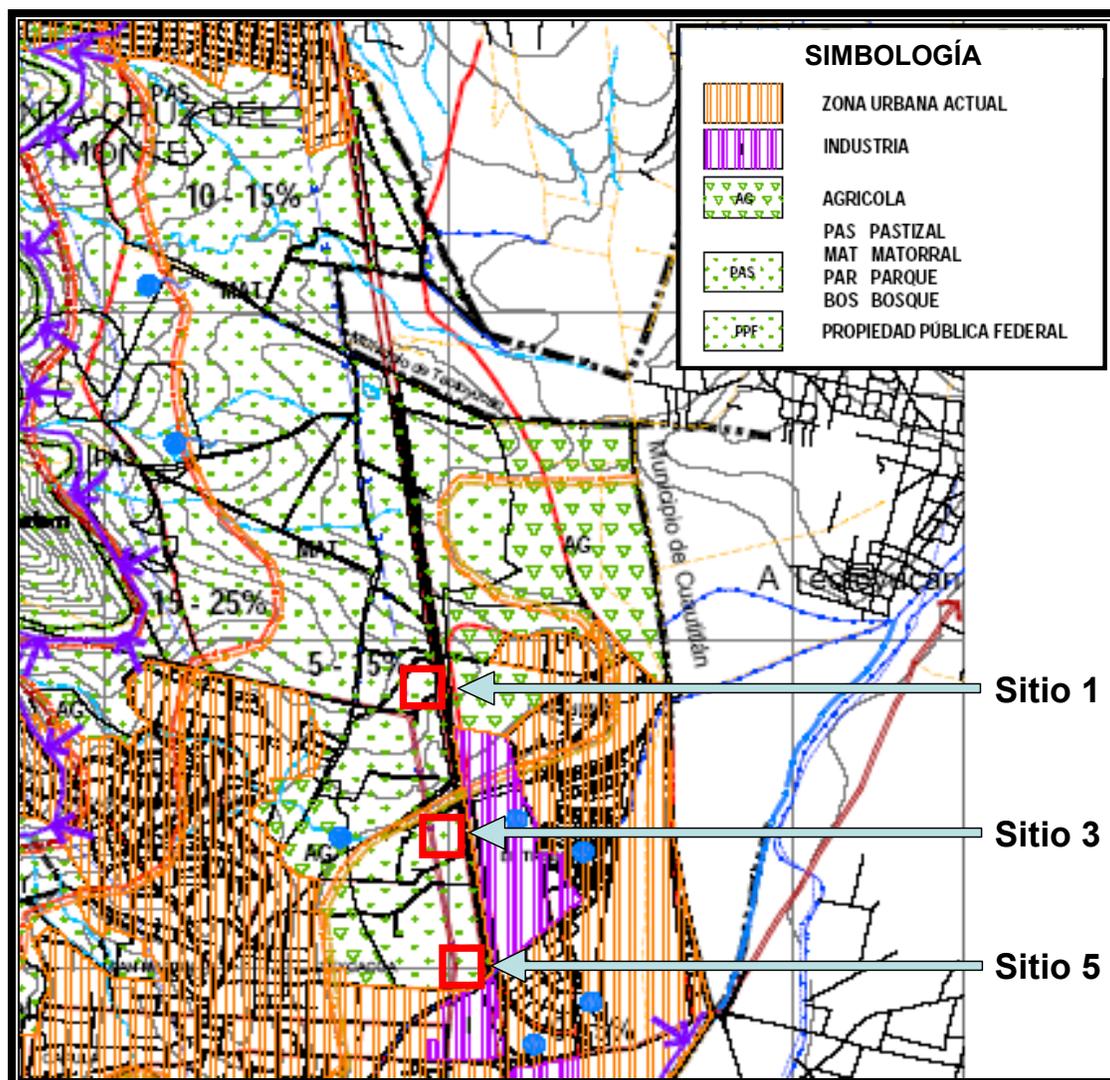


Figura 6.7 Diagnóstico de la vocación y potencialidad del territorio de Tepotzotlán²¹⁸

²¹⁸ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Tepotzotlán 2003.

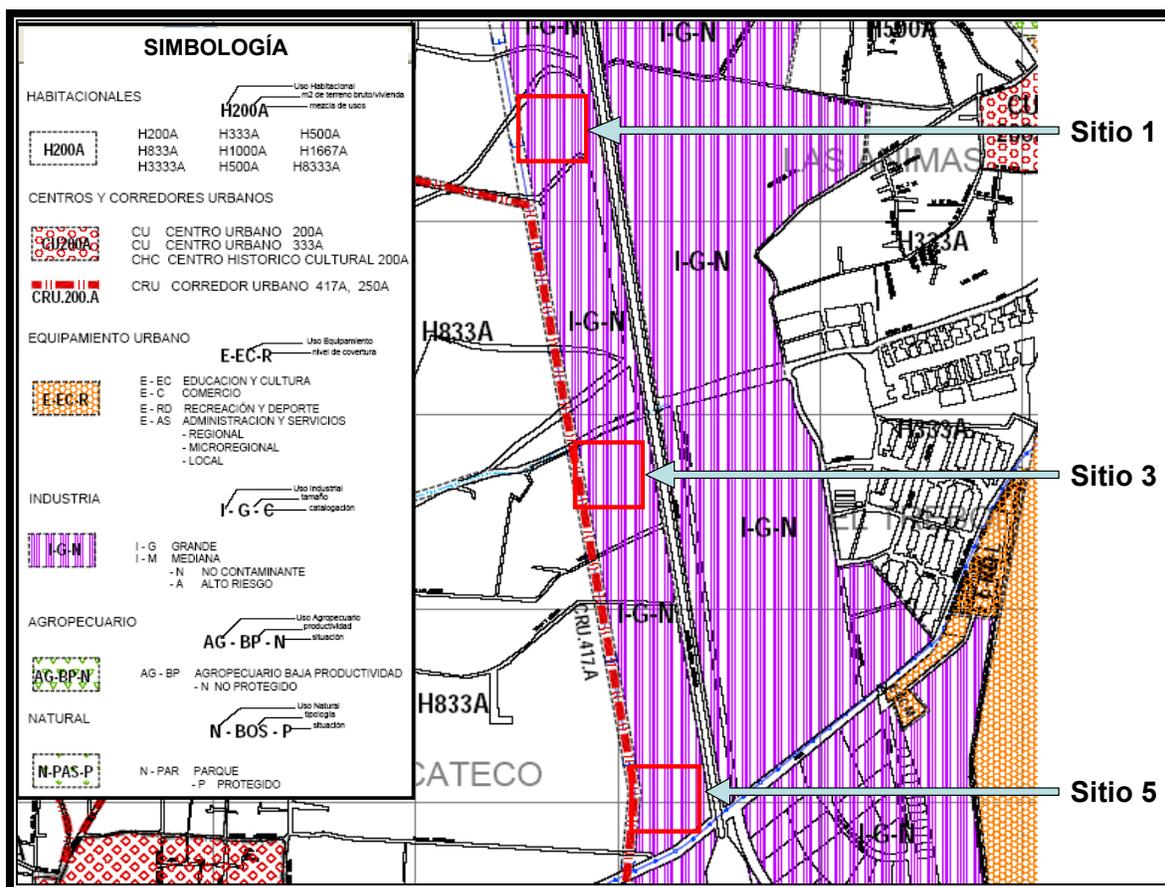


Figura 6.9 Estrategia de estructura urbana y usos de suelo de Tepotzotlán²²⁰

²²⁰ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Tepotzotlán 2003.

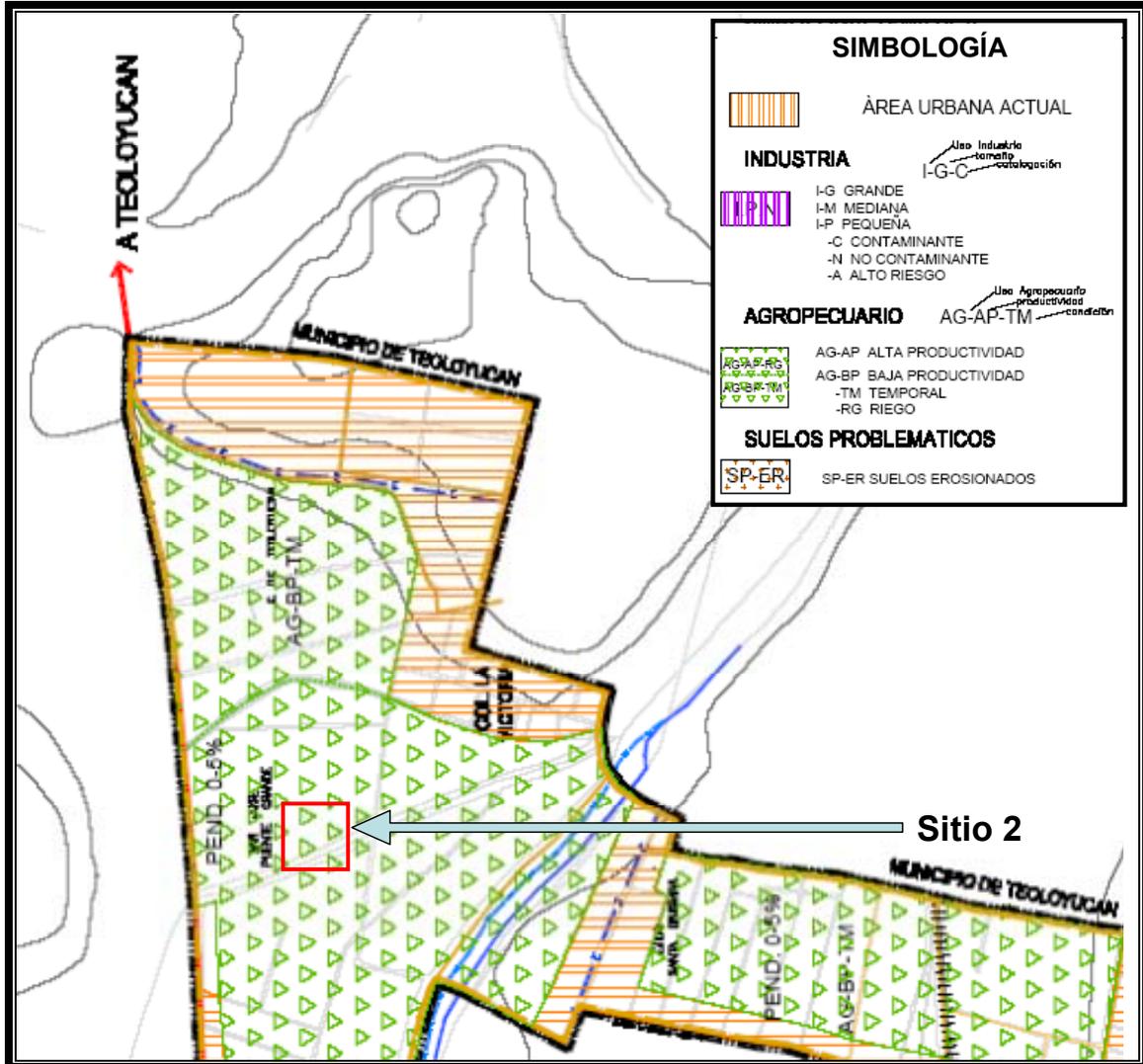


Figura 6.10 Diagnóstico de la vocación y potencialidad del territorio de Cuautitlán²²¹

²²¹ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán 2003.

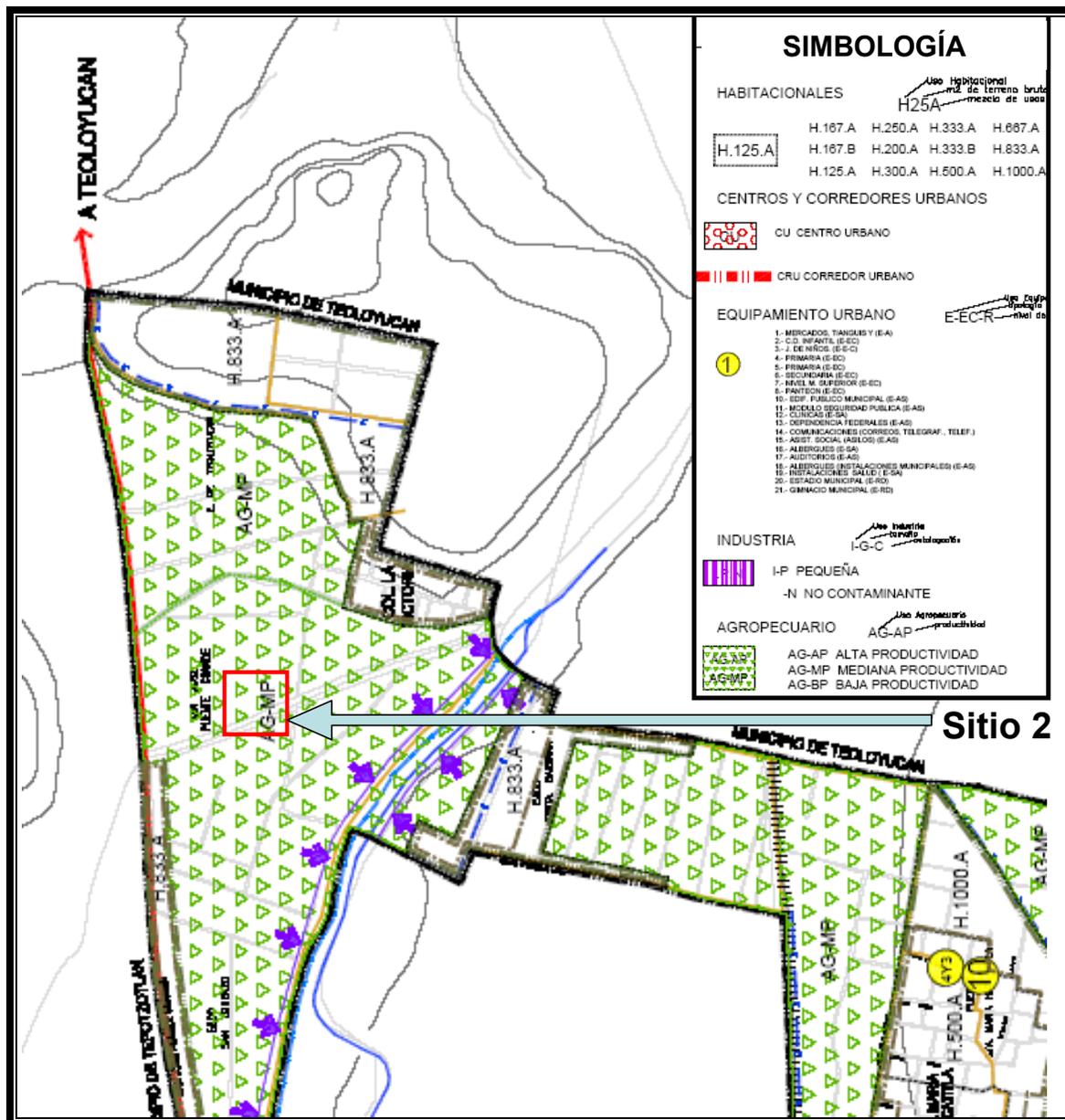


Figura 6.11 Diagnóstico de la estructura urbana de Cuautitlán²²²

²²² Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán 2003.

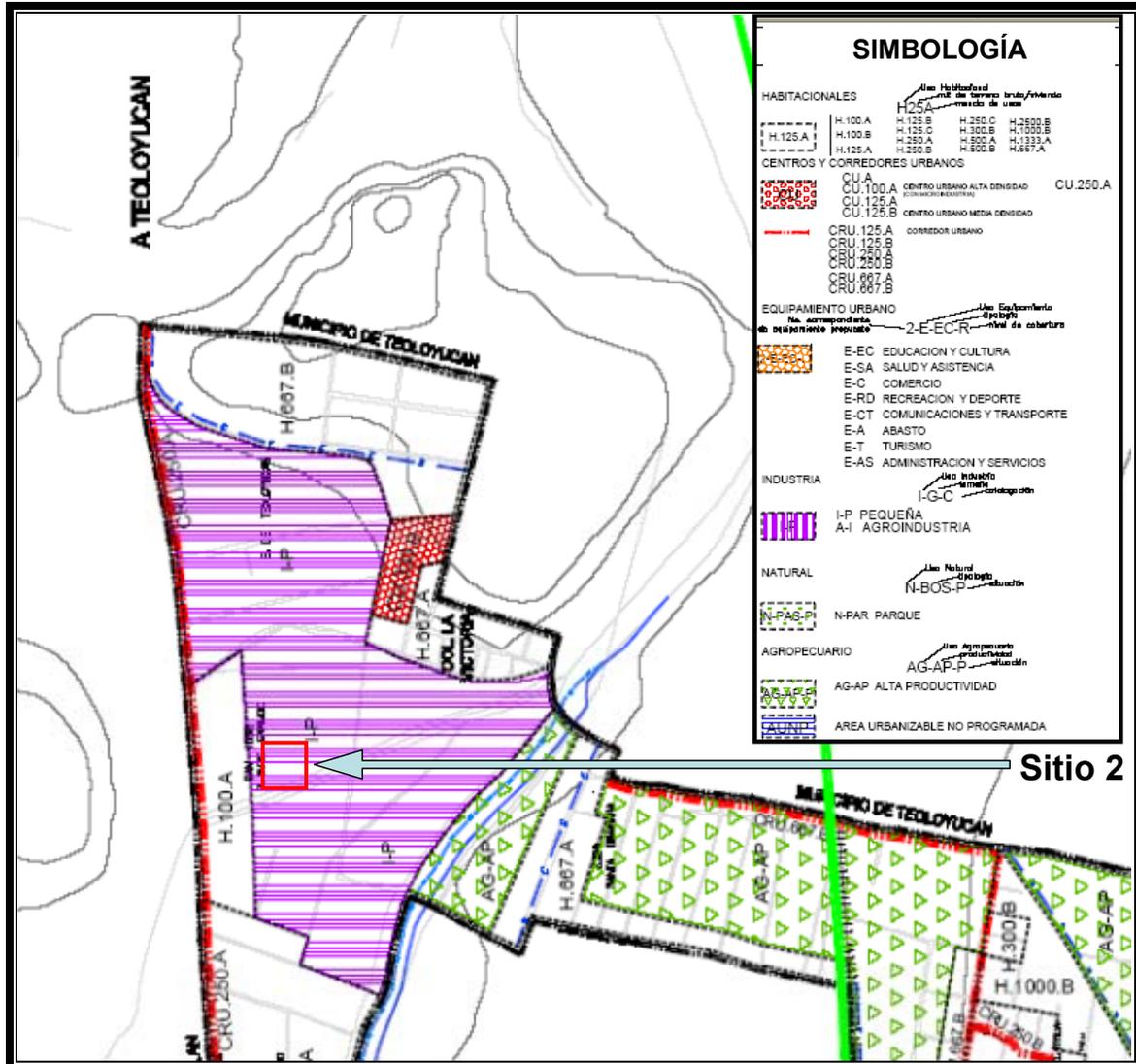


Figura 6.12 Estrategia de estructura urbana y usos de suelo de Cuautitlán²²³

²²³ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán 2003.

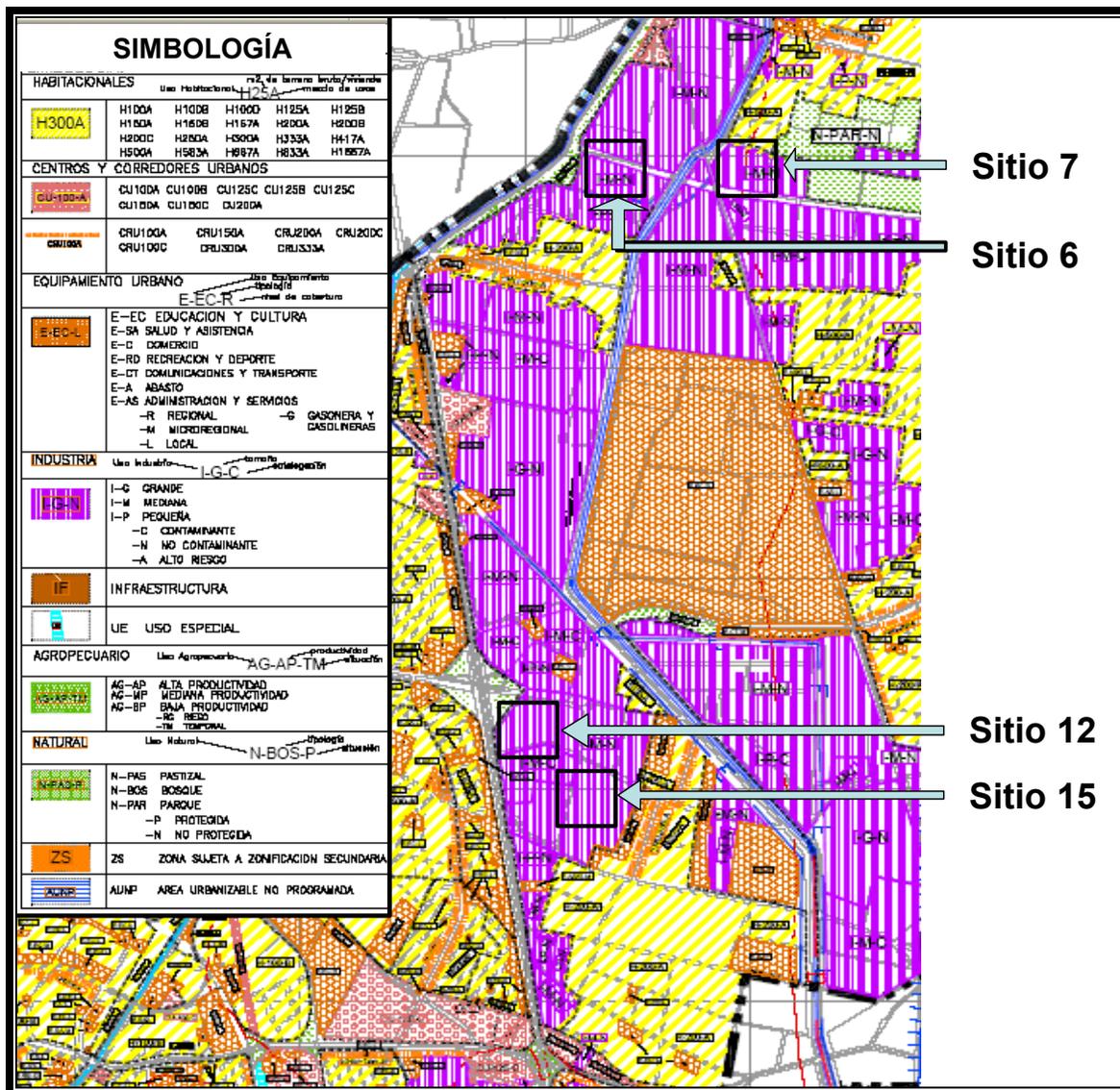


Figura 6.13 Diagnóstico de la vocación y potencialidad del territorio de Cuautitlán Izcalli (zona Norte)²²⁴

²²⁴ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán Izcalli 2003.

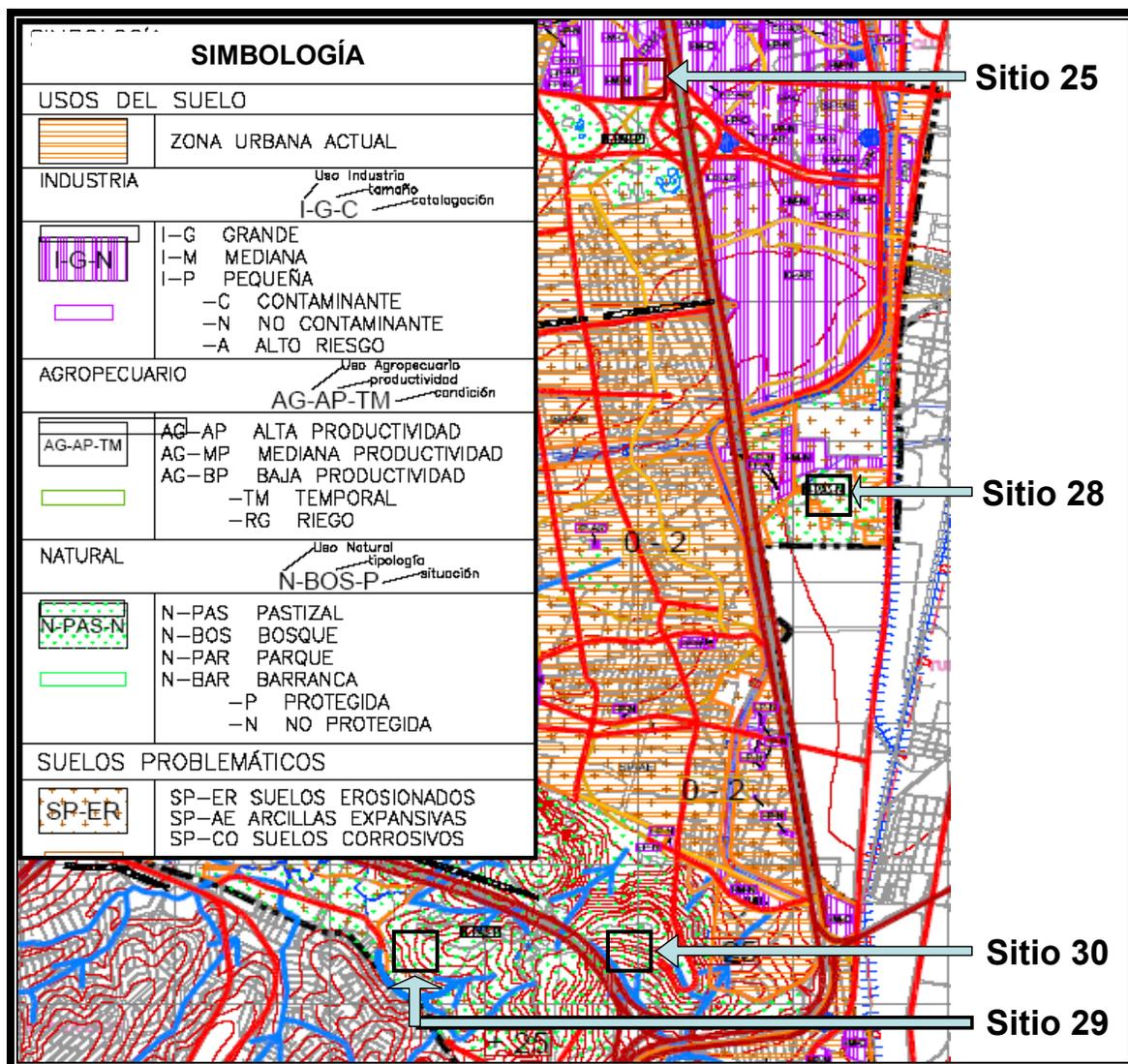


Figura 6.14 Diagnóstico de la vocación y potencialidad del territorio de Cuautitlán Izcalli (zona Sur)²²⁵

²²⁵ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán Izcalli 2003.

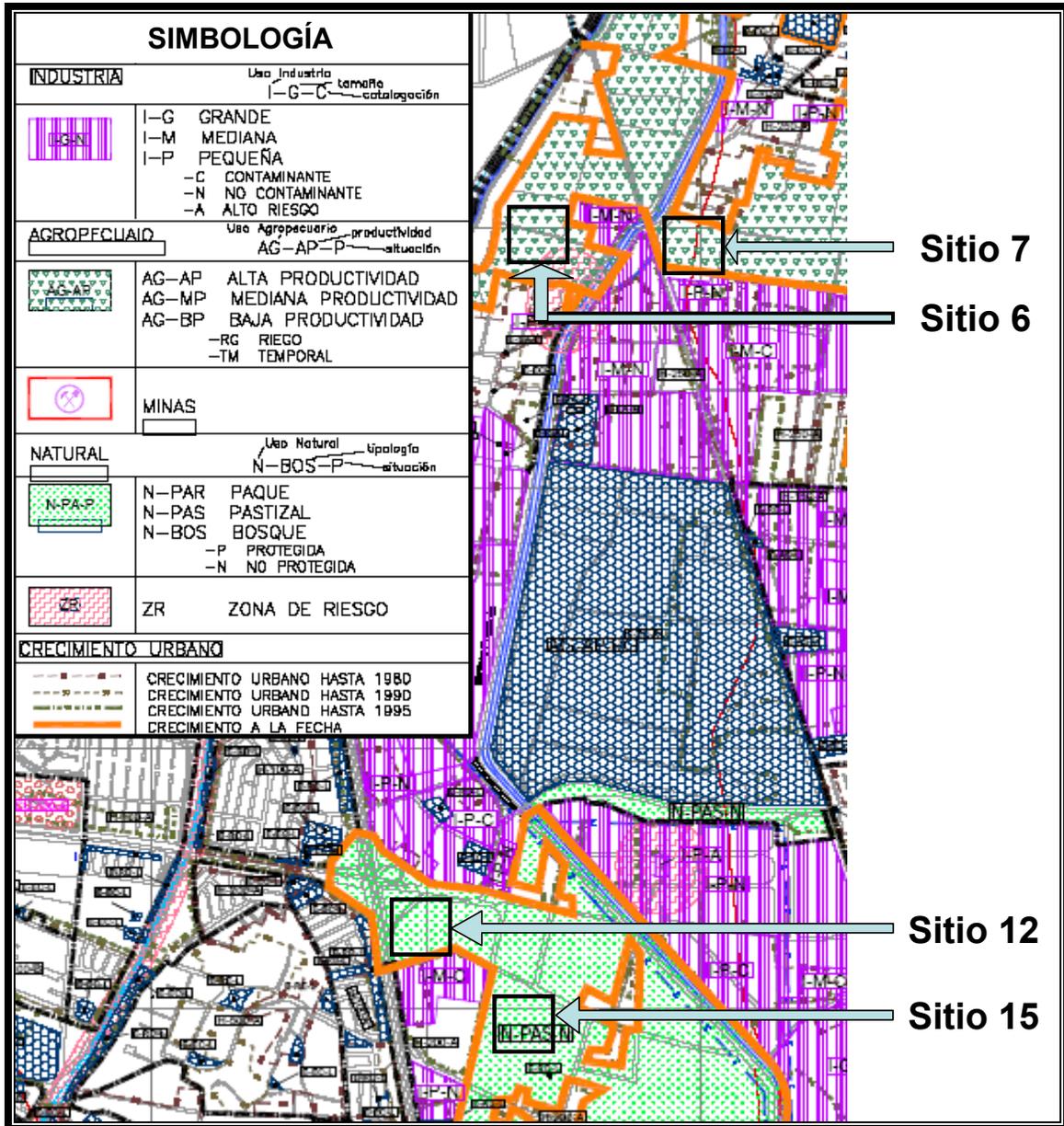


Figura 6.15 Diagnóstico de la estructura urbana de Cuautitlán Izcalli (zona Norte)²²⁶

²²⁶ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán Izcalli 2003.

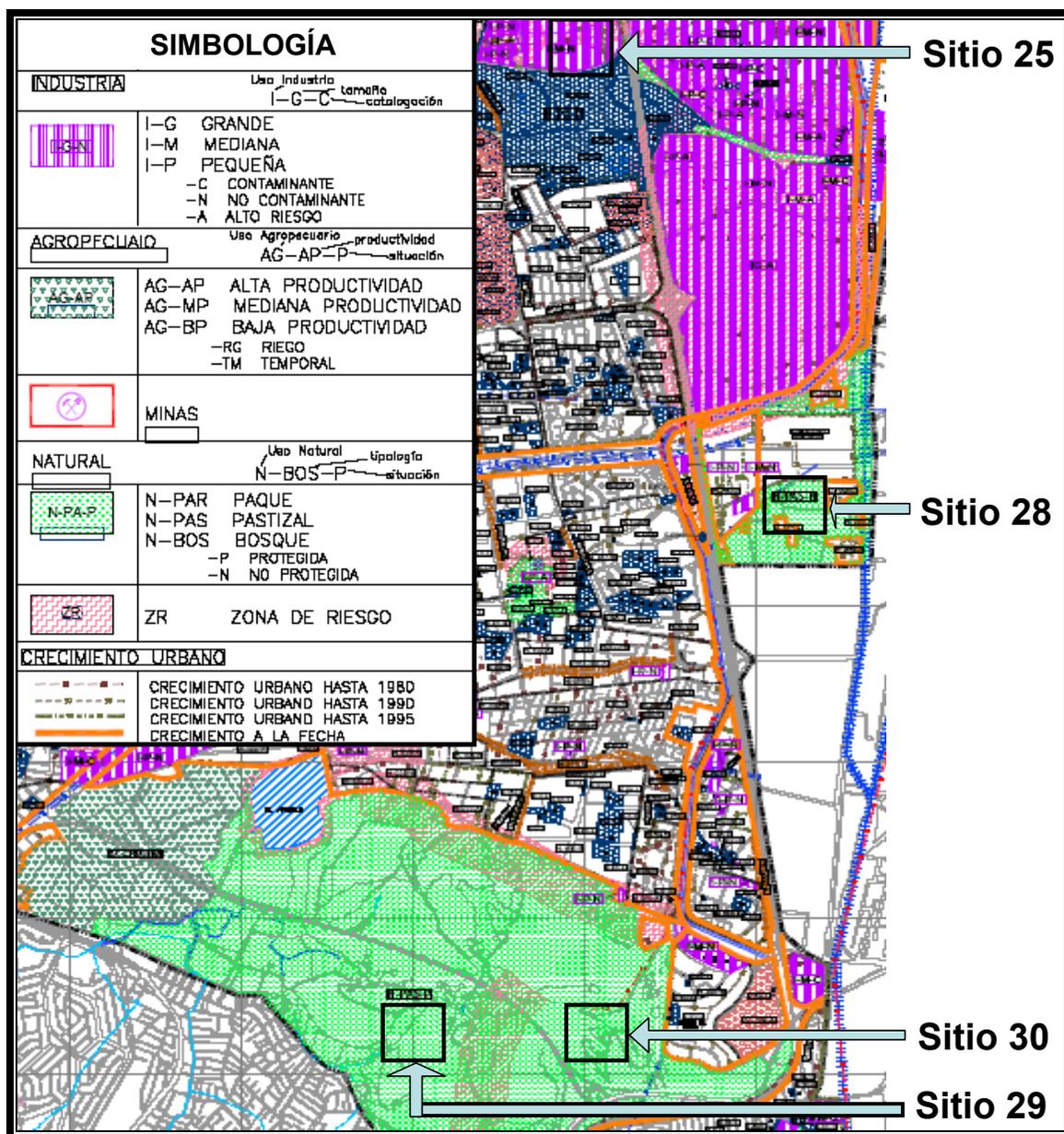


Figura 6.16 Diagnóstico de la estructura urbana de Cuautitlán Izcalli (zona Sur)²²⁷

²²⁷ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán Izcalli 2003.

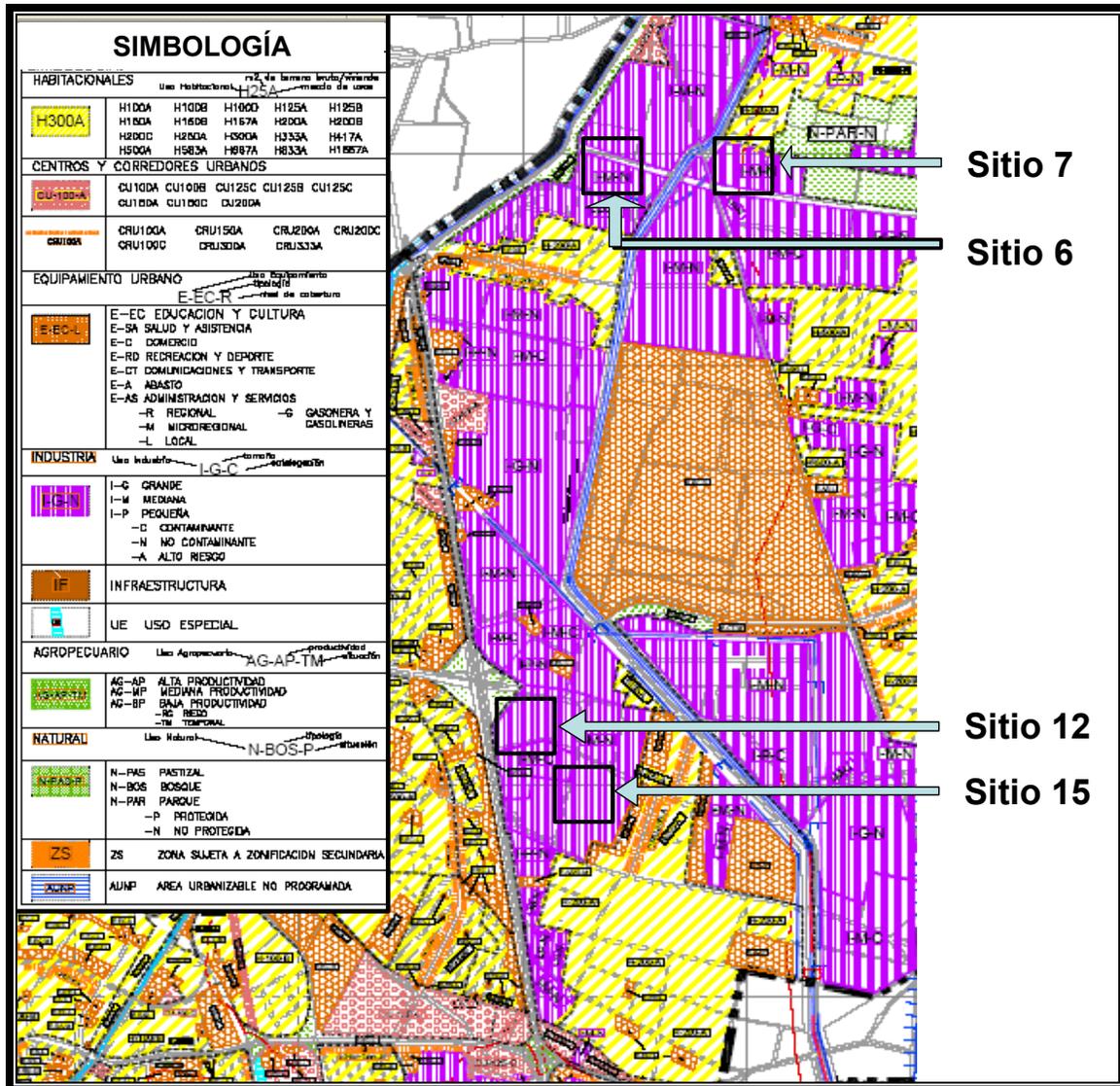


Figura 6.17 Estrategia de estructura urbana y usos de suelo de Cuautitlán Izcalli (zona Norte)²²⁸

²²⁸ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán Izcalli 2003.

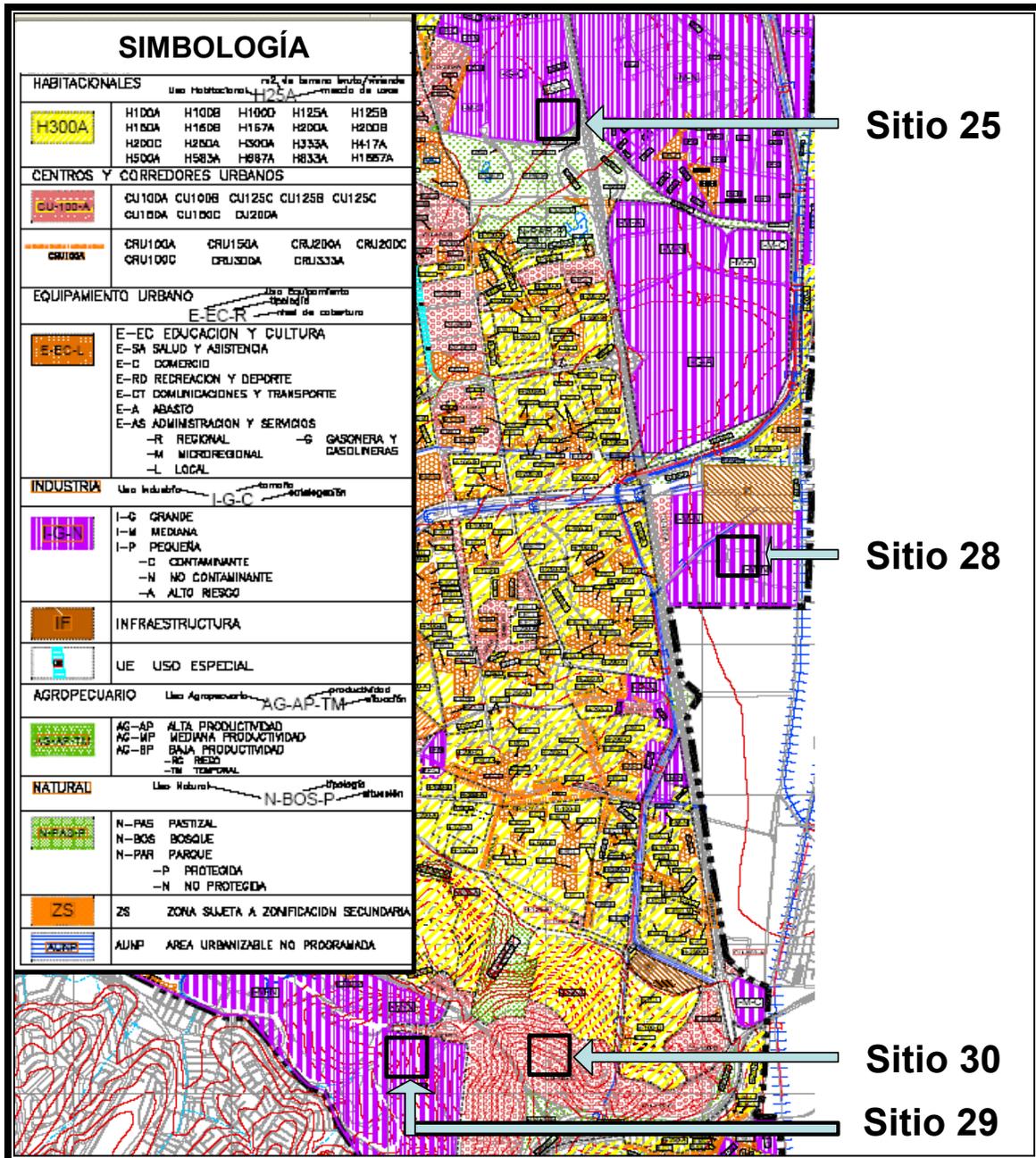


Figura 6.18 Estrategia de estructura urbana y usos de suelo de Cuautitlán Izcalli (zona Sur)²²⁹

²²⁹ Fuente: Elaboración Propia con Información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán Izcalli 2003.

Sitio #	Uso de suelo		Observaciones
	Uso de suelo próximo	Uso de suelo del sitio	
1	N	N	
2	N	N	
3	N	N	
5	I	N	
6	I	N	
7	H	N	El uso de suelo próximo es habitacional
12	I	N	
15	H	N	El uso de suelo próximo es habitacional
25	I	N	
28	N-I	N	
29	I	I	Ubicado en un parque industrial y los terrenos cercanos ya comienzan a ocuparse, además es muy probable que debido a que ya se encuentra urbanizado y se tenga que tratar con un promotor, el precio de los lotes sea alto
30	I	N	

Tabla 6.4.2 Información para la evaluación del criterio “usos de suelo”²³⁰

A partir de lo observado en los planos de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, se decidió cambiar de ubicación a los sitios 1, 2, 3 y 5 de tal forma que se ubiquen en zonas industriales, ya que en dichos planos los sitios se ubican en zonas con un uso de suelo diferente. Aunque en las visitas de campo se observó la presencia en dichos sitios de letreros que indicaban la venta de esos terrenos con uso de suelo industrial, se optó por recorrer su ubicación a otros sitios contiguos donde los Planes de Desarrollo Urbano de los municipios sí manifiestan el permiso del uso de suelo industrial, esto con la finalidad de evitar posibles conflictos posteriores. La reubicación pudo hacerse debido a que al realizar las visitas de campo se observó que las zonas contiguas a dichos sitios se encuentran desocupadas, lo cual puede observarse en las fotografías tomadas a la zona de dichos sitios, mismas que se presentan en el Anexo 1.

6.4.3 Restricciones

Al elegir la ubicación del CSTyL se debe buscar que en los lotes ubicados a ambos extremos de las vialidades del recorrido de acceso al sitio se ubique el menor número posible de escuelas y hospitales, siendo preferible que no se encuentre ninguno ya que se deben tomar precauciones al acercarse a dichas instalaciones debido a que en el caso de las escuelas, especialmente a la hora de entrada y salida de los estudiantes, es frecuente el paso de peatones, y en el caso de los hospitales es frecuente la entrada y salida de vehículos de emergencia a alta velocidad. También es importante conocer la ubicación de tianguis o mercados sobre ruedas en las vialidades que pueden servir de acceso a los sitios, puesto que

²³⁰ Fuente: Elaboración Propia con Información de las Visitas de Campo.

imposibilitan y obstruyen la circulación de vehículos en las calles en que se ubican, y disminuyen la capacidad de las vialidades a su alrededor.

Para la evaluación este criterio se necesita la información relativa a la ubicación de escuelas, hospitales, y tianguis sobre la vía pública, la cual se presenta en la Figura 6.19.

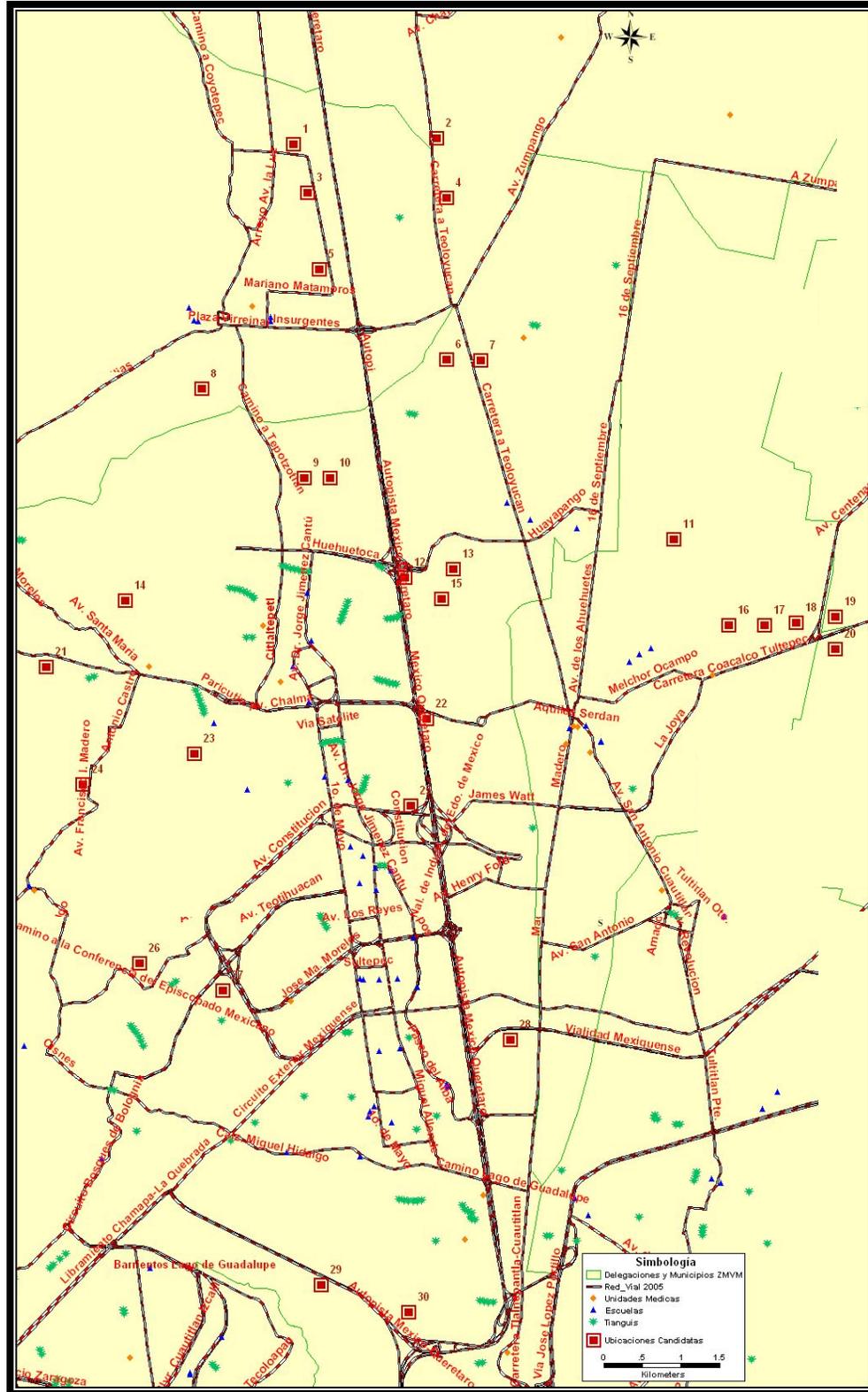


Figura 6.19 Información para la evaluación del criterio “restricciones”²³¹

²³¹ Fuente: Elaboración Propia

6.4.4 Reglamentación medioambiental

El conocer la reglamentación en materia de protección al ambiente, permite hacer una correcta ubicación del sitio de acuerdo al tipo de industria que se desee establecer dentro de determinado municipio, pues a pesar de la cercanía de los municipios, estos manifiestan grandes diferencias en los permisos que otorgan para el establecimiento de industrias de acuerdo a su impacto ambiental.

Para la evaluación de este criterio es necesaria la información relativa a la normatividad que se aplica al tipo de industrias permitidas en los Planes Municipales de Desarrollo de los municipios donde se ubican los sitios seleccionados, la cual se presenta en la Tabla 6.4.3.

Sitio #	Tipo de Industria Permitida	Abreviaturas
1	IGN-IMN-IPN	I: Industria G: Grande M: Mediana P: Pequeña (incluye Micro) N: No contaminante C: Contaminante A: Alto riesgo
2	IPN	
3	IGN-IMN-IPN	
5	IGN-IMN-IPN	
6	IGC-IMC-IPC-IGN-IMN-IPN-IGA-IMA-IPA	
7	IGC-IMC-IPC-IGN-IMN-IPN-IGA-IMA-IPA	
12	IGC-IMC-IPC-IGN-IMN-IPN-IGA-IMA-IPA	
15	IGC-IMC-IPC-IGN-IMN-IPN-IGA-IMA-IPA	
25	IGC-IMC-IPC-IGN-IMN-IPN-IGA-IMA-IPA	
28	IGC-IMC-IPC-IGN-IMN-IPN-IGA-IMA-IPA	
29	IGC-IMC-IPC-IGN-IMN-IPN-IGA-IMA-IPA	
30	IGC-IMC-IPC-IGN-IMN-IPN-IGA-IMA-IPA	

Tabla 6.4.3 Información para la evaluación del criterio “reglamentación medioambiental”²³²

6.4.5 Mano de Obra

El conocer las características de la mano de obra permite identificar las fuentes laborales disponibles, la situación de la población en condiciones de laborar, y la población que actualmente se encuentra trabajando. De esta forma es posible evaluar los sitios que, de acuerdo al municipio en que se ubican, tienen mayor o menor disponibilidad de fuentes de trabajo (lo que aumenta o disminuye la posibilidad de obtener personal que pueda laborar en el CSTyL).

Para la evaluación de este criterio se obtuvo información relativa a la población mayor o igual a 12 años económicamente activa e inactiva, obtenida del sitio en internet del Sistema Municipal de Base de Datos (SIMBAD) y que se presenta en la Tabla 6.4.4 y Tabla 6.4.5.

²³² Fuente: Elaboración Propia con Información de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano de los Municipios de Tepotzotlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli 2003.

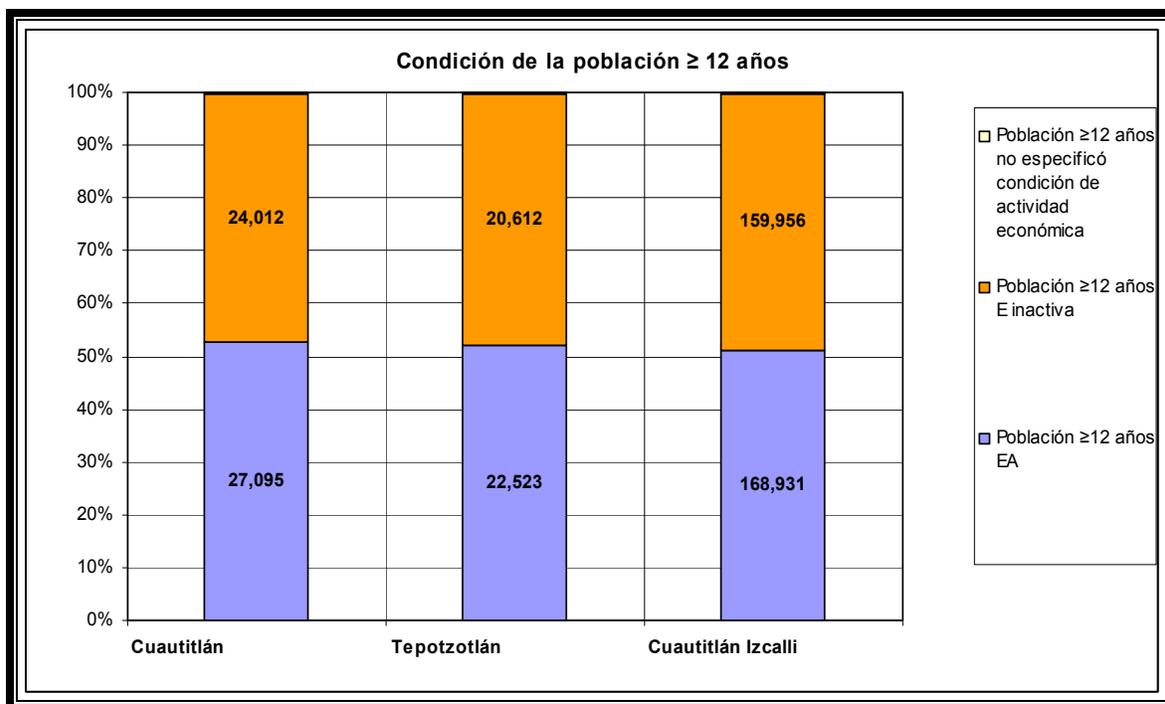


Tabla 6.4.4 Información para la evaluación del criterio “mano de obra”²³³

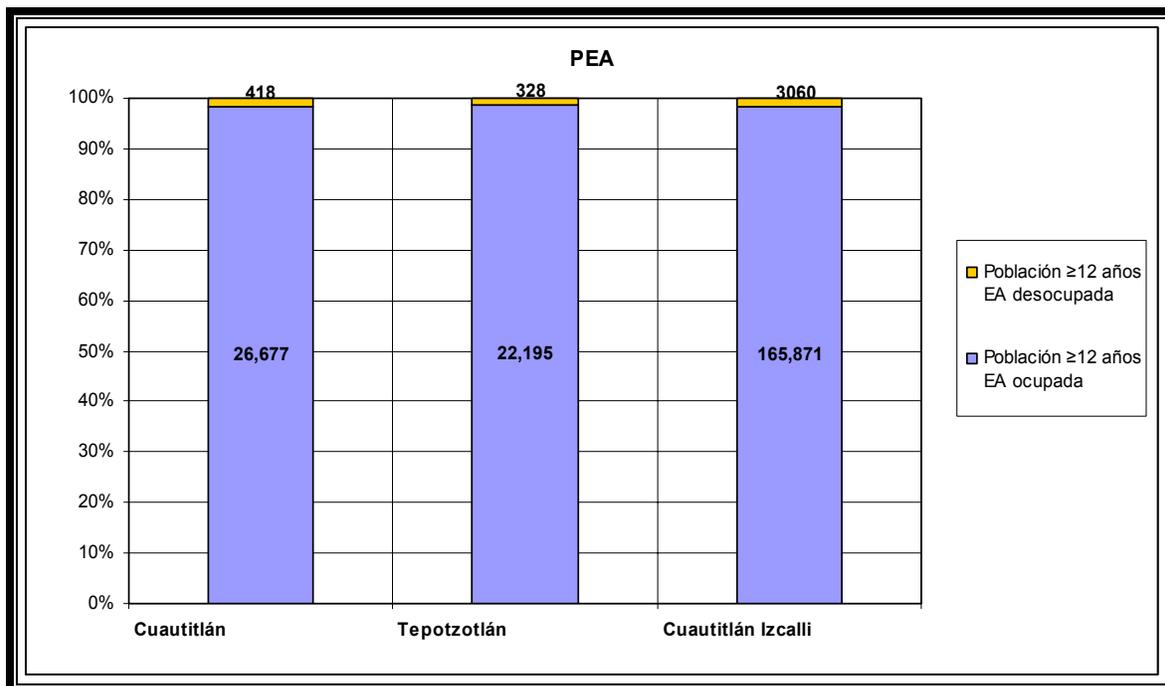


Tabla 6.4.5 Información para la evaluación del criterio “mano de obra”²³⁴

²³³ Fuente: Elaboración Propia con Información de SIMBAD, Cuya Fuente es el XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Consulta realizada el 3 de Noviembre del 2005.

6.4.6 Pendiente

El buscar un sitio donde la topografía de su terreno no sea accidentada (es decir que no presente grietas, fallas geológicas, barrancas, etc.) permite disminuir los movimientos de tierra y rellenos necesarios para nivelarlo, respecto a esta situación, todos los sitios seleccionados cumplen con ello. Por otro lado, el observar la condición de la pendiente en la zona que se ubica alrededor del sitio, permite conocer su impacto en la operación de los vehículos de carga, pues la operación se dificulta, se consume mayor combustible y se tiene mayor desgaste en los vehículos cuando se tienen pendientes mayores.

Para la evaluación de este criterio se presenta la información mostrada en la Tabla 6.4.6, obtenida a partir de las visitas de campo y de planos presentados en los Planes Municipales de Desarrollo Urbanos 2003. Las pendientes que se obtuvieron por medio de las visitas de campo son aparentes, es decir por inspección visual, debido a que no se pudo contar con el instrumento necesario para su medición en campo; por otro lado la obtenida de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano no es muy precisa debido a que se presenta por rangos, sin embargo en este caso fue obtenida de acuerdo a las curvas de nivel, por lo que existe la seguridad de que la pendiente del sitio se encuentre en el rango establecido por ellos.

Sitio #	Pendiente del Sitio (%) Obtenida de las Visitas de Campo	Pendiente del Sitio (%) Obtenida de los Planes Municipales de Desarrollo	Observaciones
1	5	5-15	
2	0	0-5	
3	5	5-15	
5	2	0-5	
6	0	0-2	
7	0	0-2	
12	0	0-2	
15	0	0-2	
25	0	0-2	
28	0	0-2	
29	20	+25	El porcentaje de pendiente en las vialidades del parque industrial es alto
30	20	+25	El porcentaje de la pendiente de acceso es alto

Tabla 6.4.6 Información para la evaluación del criterio “pendientes”²³⁵

6.4.7 Ubicación Respecto a la Autopista México-Querétaro

Debido a que los sitios fueron seleccionados dentro de la zona definida por el estudio macroscópico y a que en ella se ubica la autopista México-Querétaro, la principal validez

²³⁴ Fuente: Elaboración Propia con Información de SIMBAD, Cuya Fuente es el XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Consulta realizada el 3 de Noviembre del 2005.

²³⁵ Fuente: Elaboración Propia con Información de las Visitas de Campo y de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano de los Municipios de Tepetztlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli 2003.

de acceso y de salida de mercancías de la ZMVM, es importante conocer la ubicación de los sitios respecto a ella, pues es muy probable que los vehículos de carga que tengan como origen o destino al CSTyL para la entrega de mercancía, circulen por dicha autopista.

Para la evaluación de este criterio se requiere la información presentada en la Figura 6.20, donde se presentan bandas (“*buffers*”, por su traducción al inglés) a cada 500 metros como índice para conocer la distancia hacia la autopista.

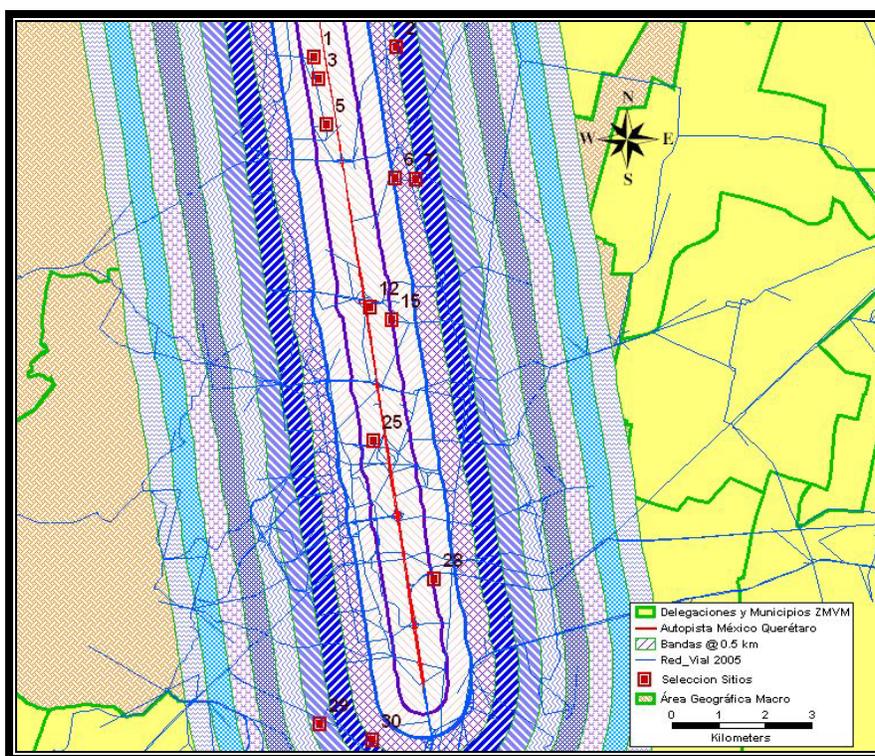


Figura 6.20 Información para la evaluación del criterio “distancia respecto a la autopista México Querétaro”²³⁶

6.4.8 Ubicación Relativa a Economías Externas de Aglomeración

Recordando la información relativa a las características de las MIPYMES manufactureras, éstas tienen una distribución de compras y de ventas directas a otras empresas industriales del 46.35% y 9.37%, respectivamente, por lo que es importante conocer su localización respecto a otras zonas industriales. Al ubicarse el CSTyL cerca de una zona industrial consolidada puede generarse y/o obtenerse lo siguiente: que los proveedores y clientes actuales de las MIPYMES que hagan uso del CSTyL se encuentren más cerca; que las MIPYMES puedan conseguir nuevos clientes y proveedores; y que se puedan generar mayores economías de escala.

²³⁶ Fuente: Elaboración Propia.

Para evaluar este criterio es necesario conocer la ubicación de parques industriales y zonas industriales, para ello se presenta la información contenida en la Figura 6.21.

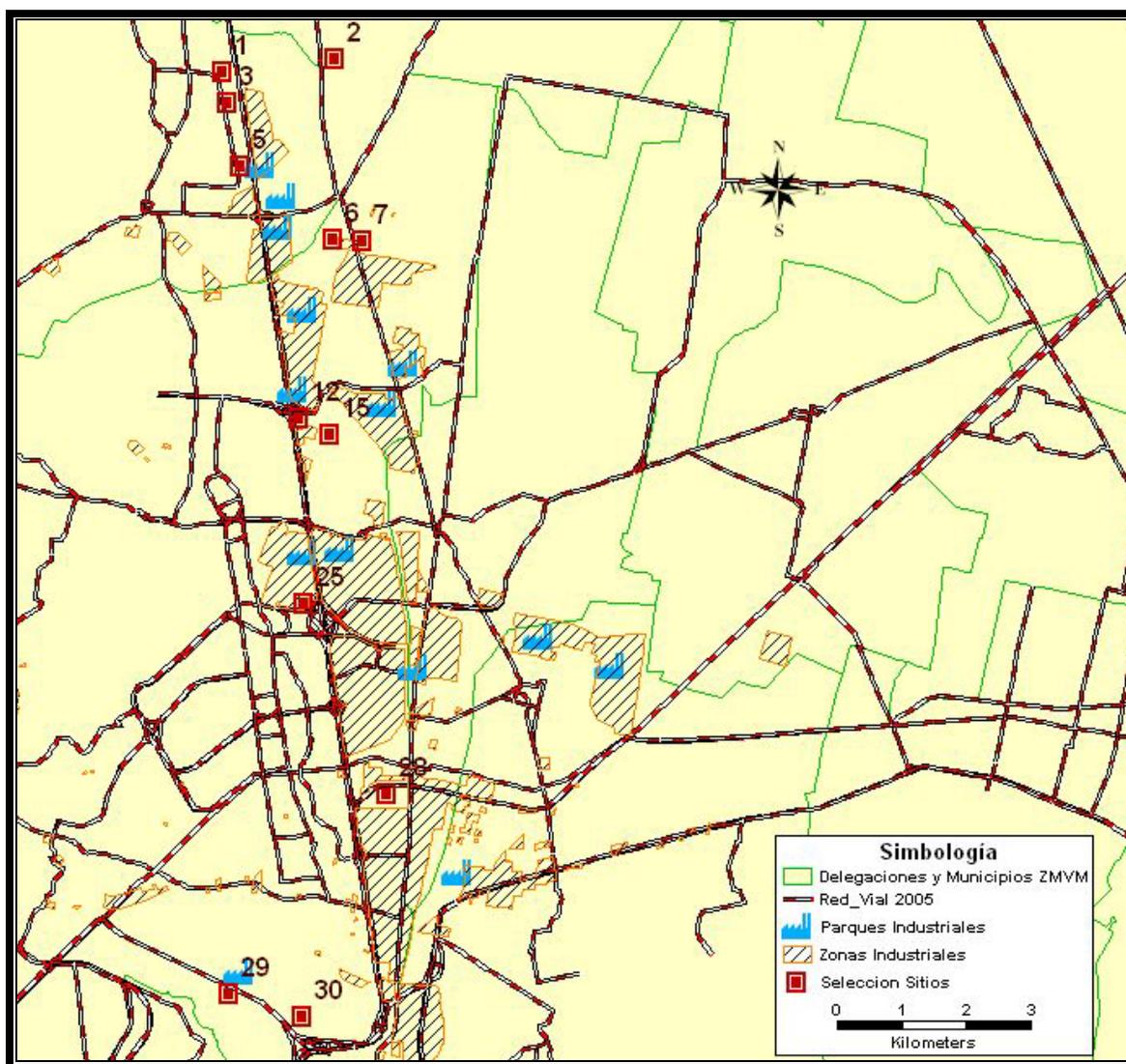


Figura 6.21 Información para la evaluación del criterio “ubicación relativa a economías externas de aglomeración”²³⁷

Debido a que no se logró conseguir más información que pudiera servir para realizar un estudio de microlocalización más completo, no pudieron utilizarse otros criterios para realizar su evaluación, como por ejemplo, sobre el flujo de transporte de materias primas (puesto que no se trató con información específica para alguna industria) y la relativa a las características mecánicas del suelo (ya que esto requeriría de un estudio de geotecnia, lo cual queda fuera del alcance de la presente tesis).

²³⁷ Fuente: Elaboración Propia.

En algunos casos la información no se encontraba completa para todos los sitios, como la referente a la tenencia de la tierra, la cual sí fue obtenida para los municipios de Tepetzotlán y Cuautitlán, pero no fue posible conseguirla para el municipio de Cuautitlán Izcalli (lo que no permitiría una evaluación objetiva con igualdad de condiciones). Por otro lado, también se suscitó el caso que para algunos datos la información relativa a los sitios es la misma o muy similar, por lo que se consideró que éstos no serían útiles para realizar posteriormente la evaluación que permitiera discernir entre ellos, desechando su empleo dentro de la selección de criterios, como por ejemplo la relativa a los servicios existentes y las condiciones físicas del terreno, ambas obtenidas de las visitas de campo.

Por otro lado, algunos criterios no fueron utilizados porque no se presentaban las características o condiciones necesarias para la evaluación de los sitios seleccionados, como la relativa a los riesgos hidrometeorológicos, donde ninguno de los sitios se localiza en las zonas de riesgo diagnosticadas en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano.

Al observar que el conjunto de criterios presentan heterogeneidad e inconfrontabilidad, es decir, que no pueden compararse entre sí y que tampoco pueden emplearse en una función objetivo, se decidió emplear el método ELECTRE IV para realizar la evaluación de los sitios, ya que este método permite realizar jerarquizaciones, es decir ordenar del “mejor” al “peor” sitio, cuando se desea obtener una solución empleando un conjunto de criterios que presentan esas características. En la siguiente sección se presentan los fundamentos teóricos de este método.

6.5 El Método ELECTRE IV como Herramienta para Resolver el Problema de Microlocalización del CSTyL

En la presente sección, debido a la decisión en la elección del método ELECTRE IV para resolver el problema de localización objeto de la presente tesis, se mencionarán aspectos relacionados al método ELECTRE IV que complementan los presentados en la sección 4.3.12.

Los análisis multicriterio son instrumentos que permiten comparar alternativas que tienen más de un factor decisivo. Se emplean generalmente en situaciones donde se dificulta o imposibilita el optimizar todos los criterios simultáneamente y cuando existen objetivos múltiples, e información cualitativa y cuantitativa. Dichos análisis consideran la multiplicidad y la heterogeneidad de las características que se asocian a la toma de una decisión.

La familia de los métodos ELECTRE (*“Elimination Et Choix Traduisant la Realite”*, por su significado en francés, o Eliminación y Elección Expresando la Realidad, en español) incluye ocho modelos desarrollados en los últimos cuarenta años. Los ocho modelos desarrollados del método ELECTRE son: i) ELECTRE I; ii) ELECTRE IV; iii) ELECTRE IS; iv) ELECTRE II; v) ELECTRE III; vi) ELECTRE IV; vii) ELECTRE A; y viii) ELECTRE TRI. Muchos de estos métodos se desarrollaron y utilizaron para propósitos

específicos y en ramos particulares de la economía, teniendo todo ellos una raíz en común. La popularidad y las aplicaciones prácticas del método ELECTRE se encuentran principalmente en Europa, debido a que fue desarrollada en Francia²³⁸ por Bernard Roy, quien es mundialmente reconocido en el campo de la toma de decisiones multicriterio y considerado maestro de toda una generación de estudiosos en el tema.

Los métodos ELECTRE son relevantes cuando se enfrentan situaciones de decisión con las siguientes características²³⁹:

El tomador de decisiones requiere incluir en el modelo al menos tres criterios. Sin embargo, los procedimientos de integración se adaptan más a situaciones donde los modelos de decisión incluyen más de cinco criterios (hasta doce o trece).

Además, debe cumplirse una de las siguientes situaciones por lo menos:

- Las acciones son evaluadas (por al menos un criterio) en una escala ordinal o en un intervalo de escalas débil. Estas escalas no son recomendables para la comparación de diferencias.²⁴⁰
- Existe una fuerte heterogeneidad relacionada a la naturaleza de las evaluaciones entre los criterios (por ejemplo, duración, ruido, distancia, seguridad, sitios culturales, monumentos, etc.). Esto hace difícil agregar todos los criterios en una única escala común.
- La compensación de la pérdida en un criterio determinado por la ganancia en otro no puede ser aceptable por el tomador de decisiones. Entonces, dichas situaciones requieren del uso de procedimientos de agregación no compensatorios²⁴¹.
- Se cumple que por lo menos para un criterio lo siguiente es verdadero: las pequeñas diferencias en las evaluaciones no son significativas en términos de preferencias, mientras que la acumulación de varias pequeñas diferencias pueden ser significativas. Esto requiere de la introducción de umbrales de discriminación (de indiferencia y preferencia), lo cual lleva a una estructura de preferencia con una relación binaria de indiferencia.

²³⁸ Fuente: Kerensky, J. ELECTRE. Seminar aus Informationswirtschaft. 2004.

²³⁹ Fuente: Roy, J. The Outranking Approach and the Foundations of ELECTRE Methods. Theory and Decision 1991, citado en Kerensky, J. ELECTRE. Seminar aus Informationswirtschaft. 2004.

²⁴⁰ Fuente: Roberts, F. Measurement Theory, with Applications to Decision Making, Utility and the Social Sciences. Addison-Wesley. 1979, citado en Kerensky, J. ELECTRE. Seminar aus Informationswirtschaft. 2004.

²⁴¹ Los algoritmos de agregación consisten en aplicar procedimientos matemáticos para sintetizar los valores obtenidos de cada alternativa respecto a todos los criterios considerados en el análisis. Las formas de agregación en el método ELECTRE están dadas por la lógica de las relaciones de sobreclasificación.

El método ELECTRE IV fue desarrollado para obtener la solución de la red del metro subterráneo de París. Mediante este método fue posible jerarquizar acciones sin usar coeficientes de importancia en los criterios. Este método, dentro de la familia de los ELECTRE, es el único que no utiliza dichos coeficientes.²⁴²

Respecto al método ELECTRE IV, es importante aclarar que el método no brinda una escala que permite decir por cuantas unidades de medida es “mejor” o “peor” una opción respecto a otra, pudiendo ser mínima la diferencia entre dos opciones o muy extrema.

6.6 Aplicación del Método ELECTRE IV para seleccionar el mejor sitio para la propuesta de implementación del CSTyL

Si bien, en algunas de las secciones anteriores se ha desarrollado de antemano la identificación de los factores críticos para evaluar y la identificación de las opciones (los dos primeros pasos del método ELECTRE IV, y que son descritos junto con todos los pasos en la sección 4.3.12), en esta sección se realizarán los pasos restantes, continuando con la aplicación del modelo de tal forma que se obtenga como resultado el mejor sitio para la ubicación del CSTyL propuesto.

6.6.1 Codificación de las Alternativas de Sitios y de los Criterios

La codificación de los sitios y de los criterios, que componen el tercer paso de la aplicación del método ELECTRE IV, se presenta en la Tabla 6.6.1. El código de los criterios se compone de la letra “C” (que hace referencia a que se trata de un criterio), de un número (para identificarlo numéricamente), y de dos letras (extraídas del nombre del criterio, cuya finalidad es obtener una mejor referencia). El código de los sitios se compone de la letra “S” (que hace referencia a que se trata de una alternativa de sitio), y de un número (el cual es idéntico al asignado previamente a cada sitio en la preselección de los sitios, esto con el fin de evitar confusiones).

²⁴² Fuente: Roy, B., y Hugonnard, J. Le Plan d'Extension du Metro en Banlieue Parisienne, un Cas Type de l'Analyse Multicriterie. Les Cahiers Scientifiques de la Revue _Transports, 1982, y Roy, B., y Hugonnard, J. Ranking of Suburban Line Extension Project son the Paris Metro System by a Multicriteria Method, Transportation Research, 1982, citados en Kerensky, J. ELECTRE. Seminar aus Informationswirtschaft. 2004.

Código	Criterio	Código	Sitio
C1-Ac	Accesibilidad	S1	Sitio número 1
C2-Us	Usos de suelo actual del sitio y usos de suelo cercanos	S2	Sitio número 2
C3-Rt	Restricciones	S3	Sitio número 3
C4-Rg	Reglamentación medioambiental	S5	Sitio número 5
C5-Mo	Mano de Obra	S6	Sitio número 6
C6-Pn	Pendiente	S7	Sitio número 7
C7-Ua	Ubicación relativa a la autopista México-Querétaro	S12	Sitio número 12
C8-Ue	Ubicación relativa a economías externas de aglomeración	S15	Sitio número 15
		S25	Sitio número 25
		S28	Sitio número 28
		S29	Sitio número 29
		S30	Sitio número 30

Tabla 6.6.1 Codificación de los criterios y de las alternativas de sitios²⁴³

6.6.2 Métrica para la Evaluación de los Criterios

Una vez hecha la codificación, el siguiente paso es definir la métrica para la evaluación de los criterios. Los valores asignados para calificar cada criterio se presentan en la Tabla 6.6.2. Dichos valores se asignaron de acuerdo al grado en que estos cumplen con los requerimientos para la mejor ubicación del CSTyL, a mayor satisfacción de los requerimientos, mayor será el número asignado. La escala asignada a cada criterio fue definida acorde a las características de los parámetros que lo componen.

²⁴³ Fuente: Elaboración Propia.

Criterio	Parámetro	Métrica
C1-Ac	Accesibilidad Excelente	4
	Accesibilidad Buena	3
	Accesibilidad Regular	2
	Accesibilidad Suficiente	1
C2-U _s	Situado en Zona Industrial para Industrias Grandes, Medianas, Pequeñas y Micro	3.5
	Situado en Zona Industrial para Industrias Medianas, Pequeñas y Micro	3
	Situado en Zona Industrial para Industrias Pequeñas y Micro	2.5
	Situado en Zona Industrial para Industrias Grandes, Medianas, Pequeñas, Micro y Próximo a Habitacional	1.5
	Situado en Zona Industrial para Industrias Medianas, Pequeñas y Micro, Próximo a Habitacional	1
C3-R _t	Situado en Zona Industrial para Industrias Pequeñas y Micro, Próximo a Habitacional	0.5
	No Existen Restricciones	4
	Bajo Número de Restricciones	3
	Mediano Número de Restricciones	2
C4-R _g	Alto Número de Restricciones	1
	Permite Cualquier Tamaño y Tipo de Industria	5
	Permite Cualquier Tamaño Pero Sólo del Tipo no Contaminante	2
C5-M _o	Permite Sólo Industria Pequeña No Contaminante	0.5
	Alta Disponibilidad de Mano de Obra	3
	Mediana Disponibilidad de Mano de Obra	2
C6-P _n	Baja Disponibilidad de Mano de Obra	1
	Pendiente < 5%	5
	5% ≤ Pendiente ≤ 15%	2
C7-U _a	Pendiente > 15%	0.5
	Distancia a la Autopista ≤ 500m	5
	500m < Distancia a la Autopista ≤ 1000m	4
	1000m < Distancia a la Autopista ≤ 1500m	3
	1500m < Distancia a la Autopista ≤ 2000m	2
C8-U _e	2000m < Distancia a la Autopista ≤ 2500m	1
	Ubicado en Zona con Alta Existencia de Economías de Aglomeración	3
	Ubicado en Zona con Mediana Existencia de Economías de Aglomeración	2
	Ubicado en Zona con Baja Existencia de Economías de Aglomeración	1

Tabla 6.6.2 Métrica para la evaluación de los criterios²⁴⁴

6.6.3 Matriz de Impacto

Una vez definida la métrica se realizó la calificación de los sitios para obtener la matriz de impacto, la cual se muestra en la Tabla 6.6.3 y que forma parte del cuarto paso en la aplicación del método. En la misma se muestran los valores asignados a los umbrales $\square 1$ y $\square 2$, los cuales fueron definidos a partir de observar la matriz de impacto y los valores asignados en la métrica. Debido a que existen diferencias en las métricas para la evaluación de los criterios, se consideró necesario definir valores para ambos umbrales que estuvieran acorde a la escala de cada criterio.

²⁴⁴ Fuente: Elaboración Propia.

Sitios	Criterios							
	C1-Ac	C2-Us	C3-Rt	C4-Rg	C5-Mo	C6-Pn	C7-Ua	C8-Ue
S1	3	1.5	3	2	1	2	5	1
S2	1	0.5	4	0.5	1	5	3	1
S3	3	1.5	3	2	1	2	5	1
S5	3	1.5	3	2	1	5	5	1
S6	3	3	4	5	3	5	3	2
S7	3	1	4	5	3	5	3	2
S12	4	3	4	5	3	5	5	3
S15	2	3	4	5	3	5	5	3
S25	4	3	4	5	3	5	5	3
S28	2	3	4	5	3	5	4	1
S29	4	3	4	5	3	0.5	1	1
S30	4	3	4	5	3	0.5	3	1
	$\lambda 1=0.5$	$\lambda 1=0.5$	$\lambda 1=0.5$	$\lambda 1=1$	$\lambda 1=0.5$	$\lambda 1=1$	$\lambda 1=0.5$	$\lambda 1=0.5$
	$\lambda 2=2$	$\lambda 2=2$	$\lambda 2=2$	$\lambda 2=3$	$\lambda 2=2$	$\lambda 2=3$	$\lambda 2=2$	$\lambda 2=2$

Tabla 6.6.3 Matriz de impacto²⁴⁵

6.6.4 Matriz de Comparación

A partir de lo anterior, el quinto paso es realizar la comparación por pares para definir las preferencias o indiferencias, lo cual se muestra en la Tabla 6.6.4.

²⁴⁵ Fuente: Elaboración Propia.

Pares	Criterios							
	C1-Ac	C2-Us	C3-Rt	C4-Rg	C5-Mo	C6-Pn	C7-Ua	C8-Ue
S1-S2	»	»	^	»	»	«	»	»
S1-S3	»	»	»	»	»	»	»	»
S1-S5	»	»	»	»	»	«	»	»
S1-S6	»	^	^	«	«	«	»	^
S1-S7	»	»	^	«	«	«	»	^
S1-S12	^	^	^	«	«	«	»	«
S1-S15	»	^	^	«	«	«	»	«
S1-S25	^	^	^	«	«	«	»	«
S1-S28	»	^	^	«	«	«	»	»
S1-S29	^	^	^	«	«	»	»	»
S1-S30	^	^	^	«	«	»	»	»
S2-S3	«	^	»	^	»	»	«	»
S2-S5	«	^	»	^	»	»	«	»
S2-S6	«	«	»	«	«	»	»	^
S2-S7	«	»	»	«	«	»	»	^
S2-S12	«	«	»	«	«	»	«	«
S2-S15	^	«	»	«	«	»	«	«
S2-S25	«	«	»	«	«	»	«	«
S2-S28	^	«	»	«	«	»	^	»
S2-S29	«	«	»	«	«	»	»	»
S2-S30	«	«	»	«	«	»	»	»
S3-S5	»	»	»	»	»	«	»	»
S3-S6	»	^	^	«	«	«	»	^
S3-S7	»	»	^	«	«	«	»	^
S3-S12	^	^	^	«	«	«	»	«
S3-S15	»	^	^	«	«	«	»	«
S3-S25	^	^	^	«	«	«	»	«
S3-S28	»	^	^	«	«	«	»	»
S3-S29	^	^	^	«	«	»	»	»
S3-S30	^	^	^	«	«	»	»	»
S5-S6	»	^	^	«	«	»	»	^
S5-S7	»	»	^	«	«	»	»	^
S5-S12	^	^	^	«	«	»	»	«
S5-S15	»	^	^	«	«	»	»	«
S5-S25	^	^	^	«	«	»	»	«
S5-S28	»	^	^	«	«	»	»	»
S5-S29	^	^	^	«	«	»	»	»
S5-S30	^	^	^	«	«	»	»	»
S6-S7	»	»	»	»	»	»	»	»
S6-S12	^	»	»	»	»	»	«	^
S6-S15	»	»	»	»	»	»	«	^
S6-S25	^	»	»	»	»	»	«	^
S6-S28	»	»	»	»	»	»	^	»
S6-S29	^	»	»	»	»	»	»	»
S6-S30	^	»	»	»	»	»	»	»
S7-S12	^	«	»	»	»	»	«	^
S7-S15	»	«	»	»	»	»	«	^
S7-S25	^	«	»	»	»	»	«	^
S7-S28	»	«	»	»	»	»	^	»
S7-S29	^	«	»	»	»	»	»	»
S7-S30	^	«	»	»	»	»	»	»
S12-S15	»	»	»	»	»	»	»	»
S12-S25	»	»	»	»	»	»	»	»
S12-S28	»	»	»	»	»	»	»	»
S12-S29	»	»	»	»	»	»	»	»
S12-S30	»	»	»	»	»	»	»	»
S15-S25	«	»	»	»	»	»	»	»
S15-S28	»	»	»	»	»	»	»	»
S15-S29	«	»	»	»	»	»	»	»
S15-S30	«	»	»	»	»	»	»	»
S25-S28	»	»	»	»	»	»	»	»
S25-S29	»	»	»	»	»	»	»	»
S25-S30	»	»	»	»	»	»	»	»
S28-S29	«	»	»	»	»	»	»	»
S28-S30	«	»	»	»	»	»	»	»
S29-S30	»	»	»	»	»	»	«	»

Tabla 6.6.4 Matriz de comparación entre pares de alternativas²⁴⁶

²⁴⁶ Fuente: Elaboración Propia.

6.6.5 Sobreclasificación de las Alternativas de Sitios

Una vez comparados los sitios por pares de alternativas se realizó la sobreclasificación de los sitios, la cual es parte del sexto paso en la aplicación del método, y es mostrada en la Tabla 6.6.5

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Débil	Normal									S7		S2
	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
	Relajada Tipo II	S2		S2				S29			S2	
Relajada Tipo III					S29				S29		S30	

Tabla 6.6.5 Sobreclasificación de las alternativas de sitios²⁴⁷

A partir de la sobreclasificación se procedió a realizar los ordenamientos descendentes y ascendentes, lo cual forma el séptimo y último paso de la aplicación del método ELECTRE IV.

6.6.6 Ordenamiento Descendente

La calificación de cada alternativa de sitio se calcula a partir de la diferencia entre las fortalezas y las debilidades. La que obtenga la mejor calificación se elige como “la mejor” opción en cada iteración. Las iteraciones realizadas para el ordenamiento descendente se muestran de la Tabla 6.6.6 a la Tabla 6.6.23.

El resultado de la iteración 1 es un empate entre S12 y S15, al no poder desempatarlos en las siguientes sobreclasificaciones, se eligen ambos como el primer lugar. Se eliminan sus registros y se continúa el proceso.

²⁴⁷ Fuente: Elaboración Propia.

Sf	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza	0	0	0	3	5	1	10	7	10	4	0	1
Debilidad	5	7	5	4	3	4	0	2	0	4	4	3
Calificación	-5	-7	-5	-1	2	-3	10	5	10	0	-4	-2
S12 - S25 →												

Tabla 6.6.6 Iteración 1 del ordenamiento descendente²⁴⁸

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
	Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2
								S30				
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.7 Iteración 1 del ordenamiento descendente²⁴⁹

El resultado de la iteración 2 es S15, por lo que se eliminan sus registros y se continúa el proceso.

Sf	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7		S15		S28	S29	S30
Fortaleza	0	0	0	3	5	1		7		4	0	1
Debilidad	3	5	3	2	1	2		0		2	2	1
Calificación	-3	-5	-3	1	4	-1		7		2	-2	0
S12 - S25 → S15 →												

Tabla 6.6.8 Iteración 2 del ordenamiento descendente²⁵⁰

²⁴⁸ Fuente: Elaboración Propia.

²⁴⁹ Fuente: Elaboración Propia.

²⁵⁰ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
								S30				
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.9 Iteración 2 del ordenamiento descendente²⁵¹

El resultado de la iteración 3 es S6, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7				S28	S29	S30
Fortaleza	0	0	0	3	5	1				4	0	1
Debilidad	2	4	2	1	0	1				1	2	1
Calificación	-2	-4	-2	2	5	0				3	-2	0
S12 - S25 → S15 → S6 →												

Tabla 6.6.10 Iteración 3 del ordenamiento descendente²⁵²

²⁵¹ Fuente: Elaboración Propia.

²⁵² Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
Relajada Tipo III						S29					S29	
											S30	

Tabla 6.6.11 Iteración 3 del ordenamiento descendente²⁵³

El resultado de la iteración 4 es S28, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
	S1	S2	S3	S5		S7				S28	S29	S30
Fortaleza	0	0	0	3		1				4	0	1
Debilidad	2	3	2	1		0				0	1	0
Calificación	-2	-3	-2	2		1				4	-1	1
S12 - S25 → S15 → S6 → S28 →												

Tabla 6.6.12 Iteración 4 del ordenamiento descendente²⁵⁴

²⁵³ Fuente: Elaboración Propia.

²⁵⁴ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
								S30				
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.13 Iteración 4 del ordenamiento descendente²⁵⁵

El resultado de la iteración 5 es S5, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
	S1	S2	S3	S5		S7					S29	S30
Fortaleza	0	0	0	3		1					0	1
Debilidad	1	2	1	0		0					1	0
Calificación	-1	-2	-1	3		1					-1	1
S12 - S25 → S15 → S6 → S28 → S5 →												

Tabla 6.6.14 Iteración 5 del ordenamiento descendente²⁵⁶

²⁵⁵ Fuente: Elaboración Propia.

²⁵⁶ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
								S30				
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.15 Iteración 5 del ordenamiento descendente²⁵⁷

En la iteración 6 ocurre un empate, por lo que se procede a desempatarlas evaluando la calificación en la siguiente sobreclasificación, donde se obtiene como resultado S30, se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
	S1	S2	S3			S7					S29	S30
Fortaleza	0	0	0			1					0	1
Debilidad	0	1	0			0					1	0
Calificación	0	-1	0			1					-1	1
S12 - S25 → S15 → S6 → S28 → S5 →												

Tabla 6.6.16 Iteración 6 del ordenamiento descendente²⁵⁸

Sf U Sd	Sitios											
	S1	S2	S3			S7					S29	S30
Fortaleza						0						1
Debilidad						0						0
Calificación						0						1
S12 - S25 → S15 → S6 → S28 → S5 → S30 →												

Tabla 6.6.17 Iteración 6 del ordenamiento descendente²⁵⁹

²⁵⁷ Fuente: Elaboración Propia.

²⁵⁸ Fuente: Elaboración Propia.

²⁵⁹ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil					S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo I												
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.18 Iteración 6 del ordenamiento descendente²⁶⁰

El resultado de la iteración 7 es S7, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
	S1	S2	S3			S7					S29	
Fortaleza	0	0	0			1					0	
Debilidad	0	1	0			0					0	
Calificación	0	-1	0			1					0	
S12 - S25 → S15 → S6 → S28 → S5 → S30 → S7 →												

Tabla 6.6.19 Iteración 7 del ordenamiento descendente²⁶¹

²⁶⁰ Fuente: Elaboración Propia.

²⁶¹ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil					S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.20 Iteración 7 del ordenamiento descendente²⁶²

El resultado de la iteración 8 es S29, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf U Sd U Srl	Sitios											
	S1	S2	S3								S29	
Fortaleza	0	0	0								2	
Debilidad	1	0	1								0	
Calificación	-1	0	-1								2	
S12 - S25 → S15 → S6 → S28 → S5 → S30 → S7 → S29 →												

Tabla 6.6.21 Iteración 8 del ordenamiento descendente²⁶³

²⁶² Fuente: Elaboración Propia.

²⁶³ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil					S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
Relajada Tipo III						S29				S29		

Tabla 6.6.22 Iteración 8 del ordenamiento descendente²⁶⁴

El resultado de la iteración 9 es un empate entre S1 y S2, al no existir elementos para su desempate en las siguientes sobreclasificaciones se eligen las dos como resultado, quedando en último lugar S2, concluyendo así el ordenamiento descendente.

Sf U Sd U Srl U Srll	Sitios											
	S1	S2	S3									
Fortaleza	1	0	1									
Debilidad	0	2	0									
Calificación	1	-2	1									
S12 - S25 → S15 → S6 → S28 → S5 → S30 → S7 → S29 → S1 - S3 → S2												

Tabla 6.6.23 Iteración 9 del ordenamiento descendente²⁶⁵

6.6.7 Ordenamiento Ascendente

La calificación de cada alternativa de sitio se calcula a partir de la diferencia entre las fortalezas y las debilidades. La que obtenga la menor calificación se elige como “la peor” opción en cada iteración. Las iteraciones realizadas para el ordenamiento descendente se muestran de la Tabla 6.6.24 a la Tabla 6.6.46.

El resultado de la iteración 1 es S2, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

²⁶⁴ Fuente: Elaboración Propia.

²⁶⁵ Fuente: Elaboración Propia.

Sf	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza	0	0	0	3	5	1	10	7	10	4	0	1
Debilidad	5	7	5	4	3	4	0	2	0	4	4	3
Calificación	-5	-7	-5	-1	2	-3	10	5	10	0	-4	-2
← S2												

Tabla 6.6.24 Iteración 1 del ordenamiento ascendente²⁶⁶

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I					S1	S1				S1	S1
	Relajada Tipo II	S2		S2		S3	S3				S3	S3
	Relajada Tipo III					S5	S5				S5	S5
									S29			S2
								S30				
						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.25 Iteración 1 del ordenamiento ascendente²⁶⁷

En la iteración 2 resultan empatadas S1 y S3, por lo que se procede a desempatarlas realizando su calificación en la siguiente sobreclasificación, donde vuelven a resultar empatadas y por no existir elementos en las siguientes sobreclasificaciones que permitan desempatarlas, se eligen las dos como resultado de esta iteración, se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
	S1		S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza	0		0	2	4	0	9	6	9	3	0	1
Debilidad	5		5	4	3	4	0	2	0	4	4	3
Calificación	-5		-5	-2	1	-4	9	4	9	-1	-4	-2
← S2												

Tabla 6.6.26 Iteración 2 del ordenamiento ascendente²⁶⁸

²⁶⁶ Fuente: Elaboración Propia.

²⁶⁷ Fuente: Elaboración Propia.

²⁶⁸ Fuente: Elaboración Propia.

Sf U Sd U Srl	Sitios											
	S1	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30	
Fortaleza	0	0										
Debilidad	4	4										
Calificación	-4	-4										
← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.27 Iteración 2 del ordenamiento ascendente²⁶⁹

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil					S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
		S2		S2				S29			S2	
Relajada Tipo II							S29					
Relajada Tipo III						S29				S29	S30	

Tabla 6.6.28 Iteración 2 del ordenamiento ascendente²⁷⁰

En la iteración 3 resultan empatadas S5, S7 y S29, por lo que se procede a desempatarlas realizando su calificación en la siguiente sobreclasificación, donde se obtiene por resultado S7, se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
				S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza				0	4	0	7	4	7	1	0	1
Debilidad				4	3	4	0	2	0	4	4	3
Calificación				-4	1	-4	7	2	7	-3	-4	-2
← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.29 Iteración 3 del ordenamiento ascendente²⁷¹

²⁶⁹ Fuente: Elaboración Propia.

²⁷⁰ Fuente: Elaboración Propia.

²⁷¹ Fuente: Elaboración Propia.

Sf U Sd	Sitios										
			S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza			0		0					0	
Debilidad			0		1					0	
Calificación			0		-1					0	
← S7 ← S1 - S3 ← S2											

Tabla 6.6.30 Iteración 3 del ordenamiento ascendente²⁷²

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
	Relajada Tipo II	S2		S2					S29		S2	
Relajada Tipo III						S29				S29		
									S30		S30	

Tabla 6.6.31 Iteración 3 del ordenamiento ascendente²⁷³

En la iteración 4 resultan empatadas S5 y S29, por lo que se procede a desempatarlas realizando su calificación en la siguiente sobreclasificación, donde se obtiene por resultado S5, se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios										
			S5	S6		S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza			0	3		6	3	6	1	0	1
Debilidad			4	3		0	2	0	4	4	3
Calificación			-4	0		6	1	6	-3	-4	-2
← S7 ← S1 - S3 ← S2											

Tabla 6.6.32 Iteración 4 del ordenamiento ascendente²⁷⁴

²⁷² Fuente: Elaboración Propia.

²⁷³ Fuente: Elaboración Propia.

²⁷⁴ Fuente: Elaboración Propia.

Sf U Sd U Srl	Sitios											
				S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza				0							1	
Debilidad				3							0	
Calificación				-3							1	
← S5 ← S7 ← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.33 Iteración 4 del ordenamiento ascendente²⁷⁵

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
	Relajada Tipo II	S2		S2					S29		S2	
Relajada Tipo III						S29				S29	S30	

Tabla 6.6.34 Iteración 4 del ordenamiento ascendente²⁷⁶

En la iteración 5 resultan empatadas S28 y S29, por lo que se procede a desempatarlas realizando su calificación en la siguiente sobreclasificación, donde se obtiene por resultado S29, se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
					S6		S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza					3		5	2	5	0	0	1
Debilidad					3		0	2	0	4	4	3
Calificación					0		5	0	5	-4	-4	-2
← S5 ← S7 ← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.35 Iteración 5 del ordenamiento ascendente²⁷⁷

²⁷⁵ Fuente: Elaboración Propia.

²⁷⁶ Fuente: Elaboración Propia.

²⁷⁷ Fuente: Elaboración Propia.

Sf U Sd U Srl U Srll	Sitios											
					S6		S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fortaleza									0	0		
Debilidad									0	1		
Calificación									0	-1		
← S29 ← S5 ← S7 ← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.36 Iteración 5 del ordenamiento ascendente²⁷⁸

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
				S29			S5	S5	S5	S5		
				S30			S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
	Relajada Tipo II	S2		S2				S29			S2	
Relajada Tipo III						S29				S29		
								S30		S30		

Tabla 6.6.37 Iteración 5 del ordenamiento ascendente²⁷⁹

El resultado de la iteración 6 es S28, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
					S6		S12	S15	S25	S28		S30
Fortaleza					2		4	2	4	0		0
Debilidad					3		0	2	0	4		3
Calificación					-1		4	0	4	-4		-3
← S28 ← S29 ← S5 ← S7 ← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.38 Iteración 6 del ordenamiento ascendente²⁸⁰

²⁷⁸ Fuente: Elaboración Propia.

²⁷⁹ Fuente: Elaboración Propia.

²⁸⁰ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil	Relajada Tipo I				S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
								S30				
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.39 Iteración 6 del ordenamiento ascendente²⁸¹

El resultado de la iteración 7 es S30, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
					S6		S12	S15	S25			S30
Fortaleza					1		3	1	3			0
Debilidad					3		0	2	0			3
Calificación					-2		3	-1	3			-3
← S30 ← S28 ← S29 ← S5 ← S7 ← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.40 Iteración 7 del ordenamiento ascendente²⁸²

²⁸¹ Fuente: Elaboración Propia.

²⁸² Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal									S7		S2	
Débil					S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29		S2		
Relajada Tipo III						S29				S29	S30	

Tabla 6.6.41 Iteración 7 del ordenamiento ascendente²⁸³

El resultado de la iteración 8 es S6, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
					S6		S12	S15	S25			
Fortaleza					0		2	1	2			
Debilidad					3		0	2	0			
Calificación					-3		2	-1	2			
← S6 ← S30 ← S28 ← S29 ← S5 ← S7 ← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.42 Iteración 8 del ordenamiento ascendente²⁸⁴

²⁸³ Fuente: Elaboración Propia.

²⁸⁴ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
									S28			
									S29			
									S30	S30		
Normal										S7		S2
Débil					S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.43 Iteración 8 del ordenamiento ascendente²⁸⁵

El resultado de la iteración 9 es S15, por lo que se eliminan sus registros y se continúa con el proceso.

Sf	Sitios											
							S12	S15	S25			
Fortaleza							1	0	1			
Debilidad							0	2	0			
Calificación							1	-2	1			
	← S15	← S6	← S30	← S28	← S29	← S5	← S7	← S1	← S3	← S2		

Tabla 6.6.44 Iteración 9 del ordenamiento ascendente²⁸⁶

²⁸⁵ Fuente: Elaboración Propia.

²⁸⁶ Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Sobreclasificación	Sitios											
	S1	S2	S3	S5	S6	S7	S12	S15	S25	S28	S29	S30
Fuerte				S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1		S29
				S2	S7		S2	S2	S2	S2		
				S3	S28		S3	S3	S3	S3		
					S29		S5	S5	S5	S5		
					S30		S6	S6	S6			
							S7	S7	S7			
							S15	S28	S15			
							S28		S28			
							S29		S29			
							S30		S30			
Normal										S7		S2
Débil					S1	S1					S1	S1
					S3	S3					S3	S3
					S5	S5					S5	S5
Relajada Tipo I												
Relajada Tipo II	S2		S2					S29			S2	
Relajada Tipo III						S29				S29		
										S30		

Tabla 6.6.45 Iteración 9 del ordenamiento ascendente²⁸⁷

El resultado de la iteración 10 es un empate entre S12 y S25, al no existir elementos para su desempate se eligen las dos como resultado de esta iteración, concluyendo así el ordenamiento ascendente.

Sf	Sitios											
							S12		S25			
Fortaleza							0		0			
Debilidad							0		0			
Calificación							0		0			
S12 - S25 ← S15 ← S6 ← S30 ← S28 ← S29 ← S5 ← S7 ← S1 - S3 ← S2												

Tabla 6.6.46 Iteración 10 del ordenamiento ascendente²⁸⁸

Al realizar los ordenamientos descendente y ascendente mediante las “destilaciones”, se obtuvieron dos jerarquizaciones distintas entre sí. Cuando existen diferencias entre las jerarquizaciones obtenidas en ambos ordenamientos, se pueden comparar y derivar en una tercera que puede ser lineal completamente o con ramificaciones paralelas. En este caso, como para el primer lugar, el resultado obtenido en ambos ordenamientos es el mismo, no es necesario realizar una tercera jerarquización.

6.6.8 Resultados

El resultado obtenido mediante los dos ordenamientos se presenta en la Tabla 6.6.47, donde se observa que debido al empate, las mejores opciones para la ubicación del CSTyL son el sitio 12 y el sitio 25, siendo indistinto el elegir a cualquiera de los dos para la implementación del Soporte Logístico de Plataforma. La decisión de elegir entre ambos

²⁸⁷ Fuente: Elaboración Propia.

²⁸⁸ Fuente: Elaboración Propia.

sitios, podría hacerse al contar con información más específica sobre ambos sitios, como el tipo de propiedad del terreno (privada, federal, ejidal, etc.), el precio (a pesar que el precio de los terrenos es similar en la zona, convendría saber cuanto es el precio exacto), y demás información que pudiera servir. En la Figura 6.22 se presentan encerradas en círculos las dos ubicaciones que obtuvieron el primer lugar en los ordenamientos.

		Orden Jerárquico																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Descendente		S12 - S25	→	S15	→	S6	→	S28	→	S5	→	S30	→	S7	→	S29	→	S1-S3	→	S2
Ascendente		S12 - S25	←	S15	←	S6	←	S30	←	S28	←	S29	←	S7	←	S5	←	S1-S3	←	S2

Tabla 6.6.47 Orden jerárquico resultante

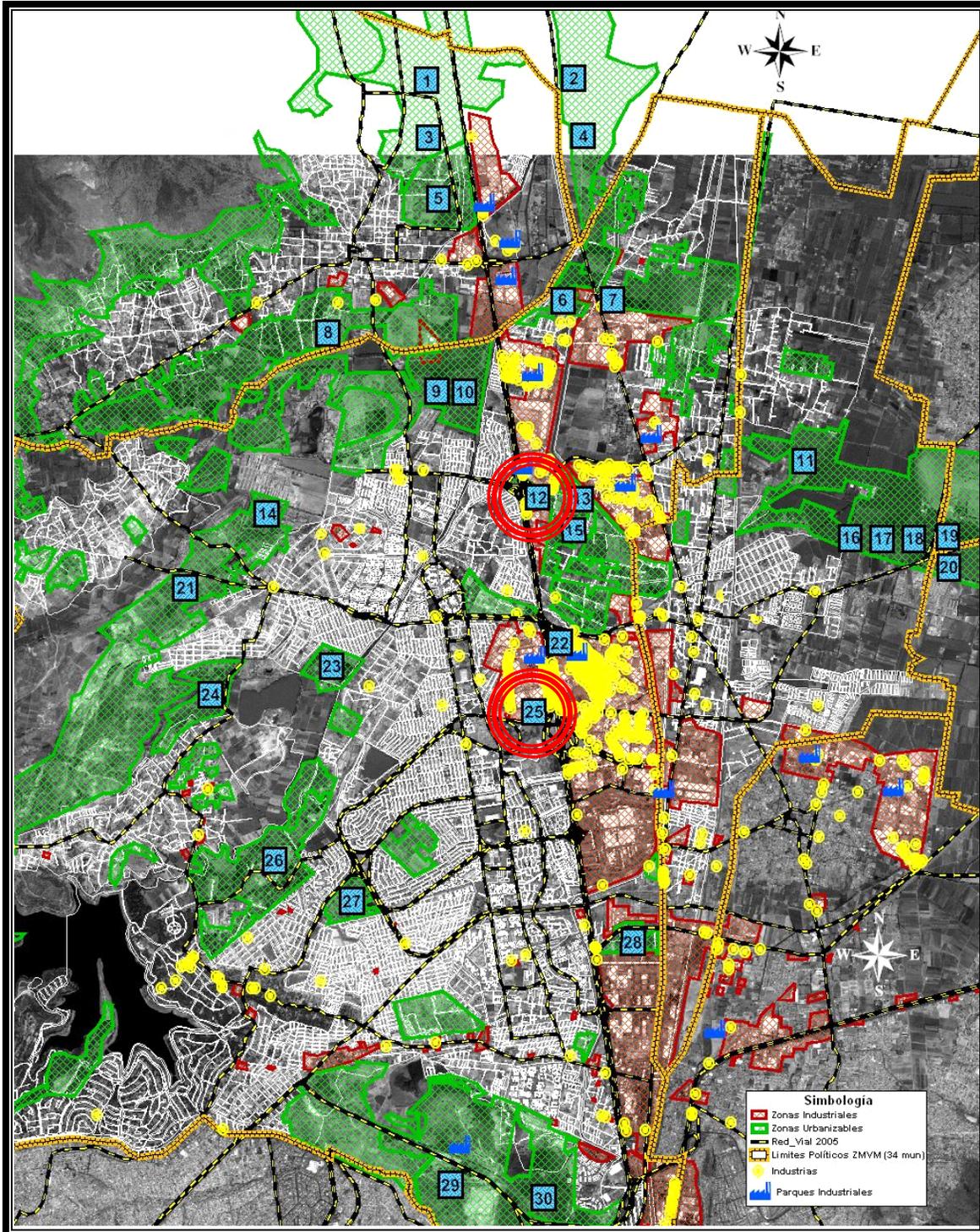


Figura 6.22 Mejores sitios para la ubicación de un CSTyL²⁸⁹

²⁸⁹ Fuente: Elaboración Propia.

Conclusiones

A lo largo del desarrollo de la presente tesis se presentó información importante sobre la distribución de mercancías y la localización de instalaciones, enfocándose al sector industrial, lo que permitió establecer las bases para realizar la selección del mejor sitio dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) para el establecimiento de un Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL).

En una primera instancia se estudiaron las características relevantes de la ZMVM (en relación al tema tratado en la presente tesis), tales como las físicas, las económicas, las del transporte de carga y la ubicación de zonas industriales, de lo cual se observó que la información sobre el transporte de carga es escasa, no actualizada y carente de homologación entre los organismos, institutos y entidades, que lo regulan, estudian y analizan.

Posteriormente, se presentaron los modelos de distribución física urbana de mercancías, esto con el objeto de diferenciar y enfatizar las ventajas que presenta el modelo centralizado para distribuir mercancías en zonas urbanas. Para brindar un panorama sobre otras acciones que al ser implementadas en empresas industriales, posibiliten acciones complementarias de mejora en la distribución de sus mercancías, se identificaron los canales de distribución de bienes industriales y se estudiaron las acciones que permiten mejorar la competitividad de las empresas, Además se presentaron las acciones gubernamentales programadas que fomentan el desarrollo y la competitividad industrial, donde se observó el fuerte apoyo para la mejora de la logística en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES)

Para explicar la función del CSTyL en la distribución de bienes industriales se presentó la tipología de Soportes Logísticos de Plataforma (SLP), la cual incluye las principales características observadas en cada uno de ellos, de tal forma que con ellas se diferenciaron las ventajas que presenta el CSTyL sobre los demás SLP respecto a la distribución de bienes industriales, lo que proporcionó los elementos suficientes para fundamentar así la justificación en la elección de este tipo de SLP.

Al considerarse necesario identificar las opciones que pueden emplearse para resolver el problema de localización, se estudió la teoría de la localización de instalaciones, donde se presentó la clasificación de los problemas de localización de instalaciones y los modelos de localización más frecuentemente utilizados. También se analizaron los factores competitivos que influyen en la localización de una instalación, de donde se obtuvieron los criterios que, a pesar de que se tratan desde diferentes enfoques (como el económico, el urbanista, el logístico, etc.), coinciden en la mayoría de las referencias que tratan el tema.

Una vez que se estudió la teoría existente para resolver el problema de localización de instalaciones, se realizó el estudio de macrolocalización, que permitió determinar un área geográfica a nivel macroscópico. Dicha área fue estudiada y analizada con el fin de determinar los sitios candidatos para el establecimiento de un CSTyL, mediante el proceso que se describe a continuación. Una vez identificada la extensión del área a nivel macro, se recopiló información adicional relativa de los planes de desarrollo urbano de los municipios de Tepotzotlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli, donde se ubica la zona macro. Dicha

información adicional incluyó lo siguiente: zonas que presentan riesgos, aspectos económicos, desarrollo urbano, uso actual del suelo, infraestructura para el transporte, desarrollo industrial, zonificación de usos y destinos en zonas urbanas y urbanizables, y normas de usos de suelo.

Posteriormente se hizo referencia a la información que se digitalizó para su utilización en el Sistema de Información Geográfica (SIG), la cual fue de utilidad como elemento para la preselección de los sitios, para la selección final de los mismos y para elegir el mejor sitio para el establecimiento de un CSTyL. Dicha información geo-referenciada consistió en: industrias, parques industriales, zonas industriales existentes y zonas urbanizables. Al tratar de recopilar dicha información se observó que ésta no está actualizada, no es homogénea y en algunos casos es insuficiente.

Al contar con los elementos requeridos para realizar el estudio de microlocalización se inició su ejecución, para ello se emplearon diversos planos contenidos en los planes de desarrollo de los municipios en cuestión, identificando, a partir de ellos, las zonas propicias y las que se deben evitar para el establecimiento de instalaciones industriales. Se visualizó en un SIG toda la información digitalizada, añadiendo además: i) una capa de la red de la vialidad primaria de la zona macro; ii) una más que presentaba la ubicación de escuelas, hospitales y tianguis (esto debido a que estas instalaciones pueden ocasionar restricciones en la circulación de vehículos de carga); y iii) otra que contenía una imagen satelital. Esta información fue base para realizar la preselección de sitios disponibles que cumplieran además con una superficie de 10 hectáreas (el área máxima que presentan este tipo de SLP), obteniéndose así un total de 30 sitios.

Posteriormente, se recopiló, presentó y analizó información específica de cada uno de los sitios preseleccionados, la cual fue obtenida por medio de visitas de campo y que se refiere a las características físicas y geométricas de la vialidad de acceso; a su accesibilidad; a su uso de suelo; a las condiciones del terreno; a los servicios; y a su pendiente, con lo cual se eliminaron los sitios que no reunían los requerimientos para implementar un CSTyL, obteniendo así una selección final de los sitios, la cual consistió en 12 sitios.

Para la selección final de los sitios se decidió utilizar solamente la información que se presentaba completa y que fuera útil para obtener los criterios de evaluación necesarios para realizar el análisis de la elección del mejor sitio para el CSTyL. Los criterios seleccionados para la evaluación fueron la accesibilidad; el uso de suelo actual y estratégico del sitio, y de los terrenos cercanos; las restricciones; la reglamentación medioambiental; la mano de obra; la pendiente; la ubicación respecto a la autopista México-Querétaro; y la ubicación relativa a economías externas de aglomeración. Observando la heterogeneidad e inconfrontabilidad de los criterios, se decidió emplear, de entre los modelos estudiados previamente, el método ELECTRE IV, pues es el que mejor se adapta de acuerdo a las condiciones del problema de localización del CSTyL.

Por último, se realizó la evaluación de los sitios seleccionados, obteniendo como resultado dos sitios (debido al empate en el primer lugar), ubicados ambos en el municipio de

Cuautitlán Izcalli, uno de ellos en el entronque Sureste de la autopista México-Querétaro con avenida Jesús Jiménez Gallardo (o avenida Huehuetoca, por su continuación al otro lado de la autopista) y otro en el entronque Noroeste de la misma autopista con la avenida Huixquilucan (o avenida Constitución en su continuación hacia el Oeste).

Ambos sitios presentaron las siguientes características:

- Su accesibilidad es excelente, pues se encuentran a escasos metros de la autopista México-Querétaro (la principal carretera por donde ingresan y salen mercancías de la ZMVM) y se ubican en entronques con otras vialidades primarias. Además, el situado en el entronque de la autopista México-Querétaro con la Av. Jiménez Gallardo cuenta con 3 carriles de acceso (los de la lateral de la autopista) y el situado en el entronque de la misma autopista con Av. Huixquilucan cuenta con 2 carriles de acceso (los de la Av. Huixquilucan, pues no se encuentra precisamente al pie de la autopista, sino algunos metros hacia adentro sobre dicha avenida). Además, para ambos el ancho de sus carriles es de aproximadamente 3.5 metros, y se satisfacen en ambos los radios de giro (lo cual fue observado en campo). Por último, los recorridos de acceso para ambos se realizaron con facilidad (por ubicarse cerca de la autopista México-Querétaro).
- Se ubican en áreas donde se permite el establecimiento de industrias medianas, pequeñas y micro.
- No existe en sus posibles rutas de acceso, a partir de la autopista México-Querétaro, alguna instalación que pudiera ocasionar restricciones en la circulación de vehículos para el transporte de carga, como son hospitales, escuelas y tianguis (o también llamados mercado sobre ruedas, y que se encuentran establecidos sobre el arroyo vial).
- El municipio de Cuautitlán Izcalli (que es donde se ubican) permite cualquier tipo y tamaño de industria (no obstante, para el establecimiento de alguna industria que se considere contaminante y/o de alta peligrosidad, es necesario cumplir con los requerimientos y normas establecidos para este tipo de industrias, así mismo, si es no contaminante, debe cumplir con los requerimientos para verificar su clasificación dentro de este tipo de industrias).
- El municipio de Cuautitlán Izcalli posee una alta disponibilidad de mano de obra, por lo que sería más probable conseguir mano de obra especializada de acuerdo al tipo de industria que la requiera, pudiendo contar las empresas industriales usuarias del CSTyL con alicientes otorgados por el gobierno municipal, si se contrata mano de obra que radique en el municipio, pues dicho municipio presenta este incentivo en su política de promoción industrial.
- La pendiente en ambos sitios es menor al 5% (por medio de las visitas de campo se observó que se encuentra aproximadamente entre 0% y 2% en ambos casos), lo que

disminuye el movimiento de tierra para emparejar el suelo y el desgaste y consumo de energía de los vehículos para llegar al sitio.

- Ambos sitios se ubican próximos a los grandes parques industriales, siendo estas importantes zonas donde se desarrollan economías de aglomeración, lo que puede resultar en un ahorro en el transporte de mercancías debido a las economías de escala, negociando para ello, menores precios de transporte con los proveedores por ubicarse cerca de ellos (si al establecerse en cualquiera de esos dos sitios se consigue situarse cerca de sus proveedores originales o si se consiguen nuevos proveedores), o reduciendo sus propios costos de transporte si realizan alianzas estratégicas con otras empresas de la zona para el transporte de mercancías (y para la compra de materias primas, si es que tratan con el mismo proveedor).
- En ambos sitios se dispone de todos los servicios básicos, como son agua, drenaje, telefonía y electricidad.
- Por último, no se encontraron objeciones para el establecimiento del CSTyL en ambos sitios.

Aportaciones

Dentro de las aportaciones de la presente tesis destacan las siguientes:

- Propone el empleo de un CSTyL para mejorar la distribución de bienes industriales, ya sea que los bienes se produzcan en otras zonas y tengan como destino la ZMVM, que se produzcan en la misma ZMVM y se distribuyan en la misma, o que se produzcan en la ZMVM y se distribuyan a otras zonas.
- Recomienda el empleo de la distribución centralizada de mercancías debido a las ventajas que presenta para distribuir mercancías, como por ejemplo, en la reducción que se obtiene en los costos logísticos de distribución.
- Presenta información relevante sobre la teoría del problema de localización de una instalación.
- Brinda un panorama de los aspectos que deben tomarse en cuenta para realizar la buena elección en la ubicación de un CSTyL.
- Presenta un caso de aplicación del método multicriterio ELECTRE IV para resolver el problema de localización de una instalación.
- Al emplear el método ELECTRE IV; se obtuvo un orden de jerarquías para todos los sitios seleccionados que son potenciales para la implementación del CSTyL, por

lo que si por alguna razón los sitios que obtuvieron el primer lugar, como la mejor propuesta para la ubicación del CSTyL, no se encontraran disponibles en el momento de aprobarse el proyecto y de contar con los recursos para su construcción, se pueden tomar las siguientes opciones de acuerdo al orden en que resultaron en su evaluación, observándose así la potencialidad de este método que evita el tener que resolver el problema de nuevo.

- Provee de información útil para empresarios, entidades gubernamentales, estudiantes y personas interesadas en el tema, en relación a la distribución de mercancías industriales en zonas metropolitanas y la determinación de la ubicación de instalaciones para mejorarla.
- Da un ejemplo de la potencialidad de los Sistemas de Información Geográfica, como elementos de apoyo eficaces para la resolución del problema de localización de instalaciones.

Limitaciones

Dentro del desarrollo de la presente tesis se tuvieron las siguientes limitantes:

En la presente tesis no se consideró el establecer una rama del sector industrial específica a desarrollar dentro del CSTyL debido a que el municipio donde se ubican ambos sitios no existe una gran limitante en cuanto al tipo y tamaño de industria. De acuerdo a los planos del Plan municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Cuautitlán Izcalli, el área donde se ubican ambos sitios está destinada al uso de industrias medianas, pequeñas y micro que pueden ser contaminantes o no, sin embargo la normatividad del municipio permite el uso de suelo para industrias grandes y altamente peligrosas, por lo que, si se tienen dentro de los posibles clientes a estos tipos de tamaño de industria, se recomendaría realizar acercamientos con el gobierno municipal para conocer la posibilidad del establecimiento de industrias de este tipo en el terreno del CSTyL. Por último, para establecer la rama del sector, es necesario establecer reuniones con los organismos, asociaciones, gobiernos, etc., para perseguir el mismo objetivo en común e impulsar la rama que sea prioritaria, misma que puede variar dependiendo de las condiciones del mercado, y de otros factores, como el comportamiento de la economía, por lo que lo ideal sería establecer la rama del sector industrial cuando se tuvieran los recursos necesarios para desarrollar el proyecto del CSTyL.

Por otro lado, mediante el CSTyL se puede beneficiar la situación de alguna rama del sector industrial que no tenga un dinamismo económicamente positivo pero que socialmente puede brindar resultados positivos, lo cual, dependiendo de sus resultados, pudiera conllevar el desarrollo en el futuro de mejores condiciones económicas. Por otro lado, desde el punto de vista microscópico, el impacto del CSTyL se produce en el municipio de Cuautitlán Izcalli, pero desde el punto de vista macroscópico el impacto se produce en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), por lo que la rama bien pudiera ser otra

que no se haya considerado dentro de las que relativamente son más importantes en el municipio de Cuautitlán Izcalli, sino de cualquier otra que pudiera desarrollarse dentro de la ZMVM y que se considere como estratégica. Lo anterior es factible debido a que toda la Zona Metropolitana del Valle de México es una zona importante a nivel nacional respecto al consumo de productos, lo que manifiesta la necesidad de contar con casi todo tipo de productos, reflejándose esto en la existencia en ella de casi todos los tipos de ramas industriales.

Debido al fuerte impulso y apoyo gubernamental para mejorar la competitividad de las Micro, Pequeñas, y Medianas Empresas (MIPYMES), se consideró proponer el CSTyL al servicio de dichas empresas, sin embargo no por ello se excluye ni se limita la posible prestación de su servicio a empresas que se consideren dentro de la categoría Gran Empresas (las definiciones del tamaño de empresa de acuerdo a su número de empleados se presenta en la sección 5.3).

Cabe resaltar el hecho que la información disponible sobre el transporte carga, la infraestructura vial, las instalaciones industriales, el movimiento de mercancías, y los registros vehiculares de transporte de carga es insuficiente para realizar estudios del tipo que se realizó en la presente tesis y que tengan mayores alcances, donde se deseen obtener mejores resultados. Lo anterior tiene una estrecha relación con el punto que se explicará a continuación en el siguiente párrafo.

Al intentar resolver también el problema de localización del CSTyL mediante una herramienta disponible en un SIG (para observar el resultado que arrojaba éste y compararlo u ocuparlo en la presente tesis), se observó que, debido a la falta de información certera que representara la demanda real, la ubicación y el número de clientes, el modelo empleado simulaba los costos de transporte mediante su relación respecto a la distancia, con lo cual, al suponer que varios de sus clientes potenciales se ubican dentro de la ZMVM (empleando para ello la ubicación de los parques industriales, centros comerciales, supermercados y tiendas de barrio localizadas en la ZMVM), y al no asignarles demanda alguna, se limitó el modelo a emplear como método el minimizar la distancia, por lo que el mejor sitio que resultó al emplear dicho algoritmo fue el localizado más cercano a los clientes (que es el ubicado más al sur de la selección de sitios, o sea el número 30, localizado cerca de Perinorte). De esta forma se observó que los resultados de la aplicación de dicho modelo no son de utilidad pues no se ingresaron datos que permitieran realizar un análisis más preciso. Si se contara con esa información, se podría representar de mejor manera el problema real, lo que manifiesta la necesidad de conocer dichos datos si se desea emplear algún sistema de este tipo.

Recomendaciones

A partir de lo estudiado en la presente tesis se presentan las siguientes recomendaciones:

Fomentar cada vez más la recopilación de estadísticas del transporte de carga en los diferentes organismos, instituciones, empresas, entidades, etc., y cuando sea posible, homogeneizar la información que éstas presentan. Así mismo, para el proceso de captura de la información se recomienda el uso de campos obligatorios y que no permitan modificaciones (es decir que se tenga que elegir de una lista predefinida que no se pueda modificar) para evitar errores en la captura y tener una base de datos homogénea, reduciendo tanto los datos perdidos por la falta de información, como el tiempo necesario para depurarla.

Se deben realizar más estudios sobre el transporte de carga teniendo por objetivo buscar los medios para que su interacción con los demás elementos que cohabitan en zonas urbanas se realice en armonía.

En el caso que las empresas tengan la capacidad de invertir en nuevas tecnologías, es recomendable realizar los estudios pertinentes para estimar las ventajas que conlleva implementarlas en sus industrias y realizar su evaluación financiera para decidir si se opta usarlas o no. De esta forma al invertir cada vez más industrias en las nuevas tecnologías, su precio también se va reduciendo cada vez más, pues el gasto en la investigación y desarrollo se va repartiendo y absorbiendo en un número mayor de clientes (siendo los que desean ser los primeros en contar con esa tecnología a los que se les aplica en mayor parte dicho costo), de esta forma se esparciría más rápidamente el empleo de estas nuevas tecnologías y su disponibilidad y alcance para empresas con menores recursos se obtendría menor tiempo. Al compartir la misma plataforma tecnológica, el intercambio de información y de recursos (por citar algunos) se facilitaría, beneficiándose así todas las empresas que la utilizan, como fue el caso del código de barras y como lo será el uso de los chips RFID (identificador por radiofrecuencia, por su traducción al español), y de los GPS (o sistemas de posicionamiento global, por su traducción el español).

Al observar que los planos que hacen referencia a información municipal, son presentados en archivos que no permiten su uso en algún programa donde se pueda utilizarlos geográficamente (pues son del tipo “pdf” y no del tipo “shp” ó “dwg”, por citar algunos ejemplos), resulta importante recomendar que se tenga su disponibilidad en archivos del tipo geográfico, facilitando así su uso en estudios como el de la presente tesis y evitando la duplicación de trabajo y tiempo para realizar de nuevo su digitalización (la cual pudiera también perder precisión debido a los mecanismos empleados para digitalizarla).

Se sugiere que las empresas clientes del CSTyL (y demás empresas en general que deseen mejorar su competitividad) empleen las recomendaciones en materia de logística mostradas en la presente tesis, para así mejorar su competitividad. De esta forma se pueden complementar los resultados obtenidos, al aplicar dichas recomendaciones, con los beneficios obtenidos por el uso de los servicios adicionales del CSTyL, por tener una ubicación estratégica y por el empleo del sistema de distribución centralizado.

Por último, se proponen como futuras investigaciones para continuar con el trabajo realizado en la presente tesis, la evaluación financiera y económica del CSTyL; la

elaboración de estudios de impacto vehicular y de impacto ambiental del CSTyL; el diseño en planta (“*layout*”, por su traducción al inglés) del CSTyL; y el establecer la rama del sector industrial al que se avoque el CSTyL, pudiendo identificarse de esta forma a sus clientes potenciales. Una vez establecida la rama, resulta importante realizar estudios de caso de industrias que se avoquen a dicho rama, tanto a nivel nacional como internacional e implementar las mejores prácticas logísticas que se adecuen al mercado mexicano de tal forma que se recomiende su uso a las empresas clientes del CSTyL. Si las industrias acceden a implementar dichas prácticas, se puede realizar una prueba piloto, compartiendo su experiencia (buena y/o mala) a otras industrias que pertenecen a la misma rama y que operen en México, las cuales bien pudieran ser sus proveedores o clientes. De esta forma se pueden compartir a otras empresas ubicadas en el territorio nacional, las experiencias y beneficios obtenidos al aplicar las prácticas exitosas y al emplear el CSTyL, buscando en lo ideal mejorar la competitividad de dicha rama en todo el país, siendo importante para ello el desarrollo de otros CSTyL cuya ubicación sea estratégica de acuerdo a la rama identificada.

Referencias

American Chamber México. Análisis y Perspectivas del Entorno Logístico entre México – Estados Unidos. 2005

Antún J. P. y Grau, M. Evaluación de Barcelona como Centro de Megadistribución para la Europa el Sur: Modelando un Análisis de Benchmarking con ELECTRE IV. 2000.

Antún, J. Operadores Logísticos en la Distribución Metropolitana de Mercancías: una Estrategia para la Mitigación de Emisiones Contaminantes y de Gases de Efecto Invernadero en el Área Metropolitana de la Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1997.

Antún, J. Toma de Decisiones Multicriterio: El Enfoque ELECTRE. Instituto de Ingeniería (II). UNAM. 1994.

Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados (AMPIP). Highlighted Industrial Sectors in Mexico. 2004.

AMPIP. Mapa de Localización Industrial 2005.

Ballou, R. Logística. Administración de la Cadena de Suministro. Pearson. 2004.

Castillo, M. 3PL's con la Ley a Cuestas. Transporte Siglo XXI. Año 6 Vol. 70 Junio 2005.

Colomer, J et. al, V El Transporte Terrestre de Mercancías: Organización y Gestión, Ediciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 1997.

Colliers Internacional-México. Reporte Industrial Ciudad de México. 1er. Semestre. Julio 2005.

Colliers International-México. Reporte de Mercado Ciudad de México 2004-2005.

Comisión Ambiental Metropolitana (CAM). Bases Conceptuales y de Diagnóstico del Programa para la Prevención y Manejo Integral de Residuos Peligrosos. 2002.

Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI). Definición de Políticas para el Transporte Urbano de Carga en la ZMVM. 1999.

Contacto PYME. Sitio en Internet: www.pyme.gob.mx/parques/index.html. Página consultada el 9 de Septiembre del 2005.

Chase, R., et. al. Operations Management for Competitive Advantage. McGraw-Hill/Irwin. 2004.

División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (DEPFI). Apuntes de la Asignatura Cadena de Suministro Global. UNAM. 2003.

DEPFI. Apuntes de la Asignatura Evaluación de Proyectos. UNAM. 2003.

DEPFI. Apuntes de la Asignatura Infraestructura y Operación Ferroviaria. UNAM. 2004.

Drezner, Z. Facility Location. A Survey of Applications and Methods. Springer-Verlag. 1995.

Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México (FIDEPAR). Sitio en Internet: <http://fidepar.edomexico.gob.mx/mapas.asp>. Página Consultada el 15 de Junio del 2004.

Francis, R., et al. Facility Layout and Location: An Analytical Approach. Prentice-Hall. 1992.

Gobierno del Estado de México. Sitio en Internet: <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/dimipymex/buscar.html>. Página Consultada el 13 de Mayo del 2005.

Harrington, L., Setting your Sites. Inbound Logistics. Vol. 5, No. 5, May 2005.

Hernández, J. C. Diseño de Soportes Logísticos de Plataforma para el Ordenamiento Territorial Logístico de la Zona Metropolitana del Valle de México. Tesis de Maestría. DEPFI. UNAM. 1997.

Huchim, S. Construir la Logística Planeada. Énfasis Logística. Año VI No. 61, Julio 2005.

Instituto de Ingeniería (II). Apuntes del Diplomado en Localización Industrial y Parques Industriales. UNAM. 2004.

Instituto Mexicano para la Competitividad - Centro de Investigación para el Desarrollo A.C. (IMCO - CIDAC). Los Retos de la Competitividad en México. Una Agenda de Reformas Inmediatas. 2005

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Censos Económicos DF. 1999.

INEGI. Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana. 1999.

INEGI. Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana. 2000.

Izquierdo, R. y de Buen, O. “Mercados de Transporte de Carga del Cartel a la Competencia. Documento Técnico No. 12. Instituto Mexicano del Transporte (IMT). 1995.

Jiménez, J. El Transporte Regional de Productos de Consumo Básico. Publicación Técnica No. 175. IMT. 2001.

Jiménez, J. y Hernández, S. Marco Conceptual de la Cadena de Suministro: Un Nuevo Enfoque Logístico. Publicación Técnica No. 215. IMT. 2002.

Kerensky, J. ELECTRE. Seminar aus Informationswirtschaft. 2004.

Kunz, I., et. al. Usos del Suelo y Territorio. Tipos y Lógicas de Localización en la Ciudad de México. Plaza y Valdés Editores. 2003.

Lambert, D y Stock, J. Strategic Logistics Management. IRWIN. 1993.

Martner, C, et. al. Diagnóstico General Sobre la Plataforma Logística de Transporte de Carga en México. Publicación Técnica No. 233. IMT. 2003.

Myer, V. Managing and Motivation your Agents and Distributors. Financial Times. 1992.

Nacional Financiera (NAFIN). Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. 1999.

Ornelas, S. Mexico’s Third Party Logistics (3PL) Industry. México Now. Año 3, Núm. 13, Noviembre-Diciembre 2004.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán Izcalli. 2003.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautitlán. 2003.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Tepetzotlán. 2003.

Porter, M. Estrategia Competitiva. Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia. CECSA. 2005.

Porter, M. Ventaja Competitiva. Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior. CECSA. 2005.

Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (PGDUDF). 1996.

Rico, A. et al. Elementos para la Planeación del Acopio y Distribución de Mercancías en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Publicación Técnica No. 125. IMT. 1999.

Riva Palacio, S. Fomentar Cadenas de Valor Competitivas. Énfasis Logística. Año VI, No. 61, Julio 2005.

Romero, L. Identificación de Oportunidades para Proyectos de Soportes Logísticos de Plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería (FI). UNAM. 2005.

Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Distrito Federal, Parques Industriales. Sitio en Internet: <http://www.sedeco.df.gob.mx/programas/prioritarios/parques/>. Página Consultada el 9 de Mayo del 2005

Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI). El Transporte Carga en la Ciudad de México. Geografía y Desarrollo. Departamento de Distrito Federal (DDF). Año 6 Vol. Extraordinario Núm. 12. 1994.

SETRAVI. Programa de Atención al Transporte de Carga en General y de Materiales y Residuos Peligrosos. Dirección General de Planeación y Proyectos. Dirección de Estudios Prospectivos. 1999.

Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales (SIMPPI), Sistema Empresarial Mexicano (SIEM). Sitio en Internet: <http://www.siem.gob.mx/siem2000/spyme/parques/PARGEO1.ASP?ESTADO=9>. Página Consultada el 17 de Junio del 2004.

Secretaría de Economía (SE). Acciones Concretas para Incrementar la Competitividad. Subsecretaría de Industria y Comercio. 2004.

SE. Apuntes del Primer Seminario de Perspectiva Nacional de Articulación Productiva. Diciembre del 2003.

SE. Observatorio de la PyME en México. Resultados por Sector de Actividad Manufacturas. 2004

Sistema Municipal de Bases de Datos (SIMBAD). Sitio en Internet: http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/simbad/default.asp?c=73. Página Consultada el 3 de Noviembre del 2005.

Transporte Siglo XXI. Año 6, vol. 65. Enero 2005.

Anexo A
Fotografías de las Visitas de Campo de los Sitios



001-1



001-2



001-3



001-4



002-1



002-2



002-3



003-1



003-2



003-3



006-1



007-1



009-1



010-1



010-2



011-1



012-1



012-2



012-3



014-1



014-2



014-3



015-1



015-2



017-1



018-1



019-1



019-2



019-3



019-4



020-1



021-1



021-2



022-1



022-2



023-1



023-2



024-1



024-2



025-1



025-2



027-1



028-1



028-2



028-3



028-4



028-5



028-6



029-1



029-2



029-3



029-4



030-1



030-2



030-3



030-4



030-5