



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

135

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DE UN CENTRO DE
SERVICIOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA PARA LA
INDUSTRIA DEL CALZADO EN EL NORTE DE LA ZONA
METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO**

T E S I S

Como requisito para obtener el título de
Ingeniero Civil

Presenta

ENRIQUE SCHLESKE DUPRÉ

DIRECTORA DE TESIS

DRA. ANGÉLICA LOZANO CUEVAS



MÉXICO, D.F.

Mayo 2001

202199



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/031/01

Director
HENRIQUE SCHLESKE DUPRÉ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **DRA. ANGELICA OZANO CUEVAS**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional **INGENIERO CIVIL**.

"DETERMINACION DE LA UBICACIÓN DE UN CENTRO DE SERVICIOS DE TRANSPORTE LOGISTICA PARA LA INDUSTRIA DEL CALZADO EN EL NORTE DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO"

INTRODUCCION

- I. ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (ZMVM)**
 - II. SOPORTES LOGÍSTICOS DE PLATAFORMA (SLP)**
 - III. CENTRO DE SERVICIOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA (CSTYL)**
 - IV. LA INDUSTRIA DEL CALZADO**
 - V. HERRAMIENTAS UTILIZADAS**
 - VI. METODOLOGÍA**
- CONCLUSIONES**

Le pido a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
DR. MILRAZA HABLARA EL ESPIRITU
Universitaria a 13 de febrero de 2001.
DIRECTOR

D. GERARDO FERRANDO BRAVO
S/CMP/mstg.

Agradecimientos

A DIOS:

Por estar siempre conmigo y ser mi amigo. Por haberme dado la oportunidad de conocerte a través de los demás, especialmente en Horizontes y en la Pastoral Juvenil y de Adolescentes.

A MIS PADRES

Por todo lo que me han dado en mi vida. Por su compañía, por su atención, por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas para que yo creciera como persona. Por su amor. Por todo, gracias.

A MI HERMANO

Gracias Gil porque has sido mi compañero durante toda tu vida. Por compartir conmigo tantas cosas y por tu apoyo incondicional. Gracias por todo.

A MARU:

Por brindarme su apoyo, amor y cariño durante todos estos años. Por tu compañía y por compartir conmigo tu vida. Me motivas a seguir adelante. Te amo.

A MI FAMILIA

Gracias a todos. A mi abuelo Enrique por toda la dedicación que me tuvo, por su amor, cariño, atención y enseñanzas. A mi abuelita Gloria por todo su amor hacia mí. A mis tíos Tato, Yoya, Pancho, a mis primos todos. A toda mi familia Schleske, Dupré, Farah y Zimental.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Por estar a mi lado en todos los momentos, dándome su apoyo y consejos; así como también, por darme una gran cantidad de momentos alegres. Gracias Alex, Alma, Carlos, Edgar, Fer, Fer, Germán, Gian, Homero, Jaime, Jair, José Humberto, Marielena, Num, Pablo, Rafa, Roberto, Tavo, Víctor; Mónica, Renato; Toño, Fede, Nayeli, Poncho y demás amigos de Pastoral y de Horizontes.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DEL INSTITUTO:

Por su colaboración en el desarrollo de esta tesis; así como, por brindarme sus consejos y amistad. Gracias a Juan, Paco, Vicente, Jaime, Rodrigo, Ma. de los Ángeles, Columba y Liz.

A MIS MAESTROS

Por todo lo que me han enseñado en esta etapa de vida como estudiante y como persona. Agradezco a mis maestros y sinodales Ing. Juan Ocáriz e Ing. Marcos Trejo. Especialmente agradezco al Ing. Covarrubias por su amistad, apoyo y enseñanzas.

A LA FACULTAD

Que me permitió tener oportunidades, satisfacciones y conocer a muchos de mis amigos. Gracias al Ing. Ferrando, a Ing. López de Haro y al Ing. Lara por su apoyo en el momento más difícil de mi carrera. Agradezco también al PARA, al Ing. Castillo Tejero, al Ing. García y Colomé y en particular a Lidia Delgado. Gracias a toda la gente de la DICTyG que me apoyó, en especial al Ing. Moreno Pecero y a MariSylvia.

Un agradecimiento al Instituto de Ingeniería de Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a mi directora de tesis Dra Angélica Lozano Cuevas por brindarme un gran apoyo, por medio de sus valiosos comentarios y orientaciones en el desarrollo de este trabajo.

Agradezco al Dr. Juan Pablo Antún Callaba todas las atenciones y el apoyo que me brinda, no solo en mi trabajo de tesis sino en mi formación educativa. Gracias por el tema de tesis.

ÍNDICE	i
AGRADECIMIENTOS	vi
INTRODUCCIÓN	1
1 ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (ZMVM)	3
RESUMEN	3
1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZMVM	3
1.2 ASPECTOS RELEVANTES	4
1.2.1 Aspectos Políticos y Administrativos	4
1.2.2 Aspectos Socioeconómicos	4
1.2.3 Actividades Comerciales	6
1.3 TRANSPORTE DE CARGA	7
1.3.1 Autotransporte de Carga General	7
1.3.2 Atracción y Generación de Carga, la Zona Noroeste de la ZMVM	7
1.3.3 Experiencias en Otros Países	11
1.3.4 Operaciones Logísticas	12
2 SOPORTES LOGÍSTICOS DE PLATAFORMA (SLP)	13
RESUMEN	13
2.1 CENTROS DE TRANSFERENCIA DE CARGA (CTC)	13
2.2 LAS PRÁCTICAS TRADICIONALES DE DISTRIBUCIÓN	14
2.3 DISTRIBUCIÓN CENTRALIZADA COMO VÍA PARA LA GESTIÓN DE FLUJOS	14
2.4 ORDENAMIENTO TERRITORIAL LOGÍSTICO	16
2.4.1 Generalidades	16
2.4.2 Estrategias y perspectivas para el desarrollo de un ordenamiento territorial logístico	16
2.4.3 Los Soportes Logísticos de Plataforma: un medio para el mejoramiento de la gestión de flujos	17
2.5 TIPOLOGÍA DE SOPORTES LOGÍSTICOS DE PLATAFORMA	19
3 CENTRO DE SERVICIOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA (CSTYL)	21
RESUMEN	21
3.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE UN CENTRO DE SERVICIOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA	21
3.2 FACTORES CRÍTICOS PARA EL ÉXITO DE UN CSTYL	22
3.3 ESCENARIOS PARA SU DISEÑO	22
3.3.1 Generalidades	22
3.3.2 Organización del proyecto	23
3.3.3 Características físicas	23
3.4 IMPACTO EN LA DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS DENTRO DE LA ZMVM	26
4 LA INDUSTRIA DEL CALZADO	27
RESUMEN	27

4.1 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DEL SECTOR	27
4.2 LA ZMVM COMO ÁREA CORE DEL MERCADO	28
4.3 PRÁCTICAS LOGÍSTICAS DEL SECTOR	29
4.3.1 <i>Canales de Comercialización</i>	29
4.3.2 <i>Logística de Distribución Física</i>	31
4.3.3 <i>Logística de Proveedores</i>	33
4.4 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES LOGÍSTICAS PARA UNA MAYOR COMPETITIVIDAD	33
5 HERRAMIENTAS UTILIZADAS	35
RESUMEN	35
5.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	35
5.2 IMÁGENES DE SATÉLITE	37
5.2.1 <i>Percepción Remota</i>	37
5.2.2 <i>Características de Imágenes de Satélite</i>	39
5.3 UBICACIÓN DE INSTALACIONES	42
5.4 ANÁLISIS DE DECISIONES MULTICRITERIO	44
5.4.1 <i>Descripción</i>	44
5.4.2 <i>Método ELECTRE IV</i>	46
6 METODOLOGÍA	49
RESUMEN	49
6.1 DETERMINACIÓN DE CRITERIOS	49
6.2 ANÁLISIS ESPACIAL	52
6.2.1 <i>SIG</i>	52
6.2.2 <i>Imagen de Satélite</i>	57
6.3 ELECCIÓN DE UBICACIONES CANDIDATAS	64
6.4 ANÁLISIS DE REDES	65
6.5 APLICACIÓN DEL MÉTODO ELECTRE IV	68
6.5.1 <i>Criterios</i>	68
6.5.2 <i>Codificación de opciones y criterios de evaluación</i>	71
6.5.3 <i>Matriz de Impacto</i>	72
6.5.4 <i>Sobreclasificación y comparación de opciones</i>	73
6.5.5 <i>Ordenamientos</i>	77
6.6 VERIFICACIÓN DE RESULTADOS EN CAMPO	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS	88
REFERENCIAS INTERNET	94
ANEXO FOTOGRÁFICO	95

Índice Tablas

TABLA 1.1 DELEGACIONES Y MUNICIPIOS DE LA ZMVM.	4
TABLA 1.2 POBLACIÓN EN ZMVM.	4
TABLA 1.3 DISTRIBUCIÓN DE VIAJES EN LA ZMVM	5
TABLA 1.4 NÚMERO DE TIENDAS DE PRINCIPALES EMPRESAS COMERCIALES.	6
TABLA 1.5 MOVIMIENTO DE MERCANCÍAS A LA ZMVM POR ACCESO CARRETERO.	8
TABLA 1.6 MOVIMIENTO INTERNO DE MERCANCÍAS	9
TABLA 3.1 CUADRO DE SUPERFICIES DEL CSTYL.	25
TABLA 4.1 ENTRADAS Y SALIDAS DIARIAS POR ACCESO CARRETERO DEL CALZADO A LA ZMVM.	29
TABLA 6.1 DISTRIBUCIÓN DE UBICACIONES POR MUNICIPIO	59
TABLA 6.2 TERRENOS DESECHADOS	60
TABLA 6.3 TERRENOS EN USO	61
TABLA 6.4 TERRENOS BALDÍOS	62
TABLA 6.5 TERRENOS CON CULTIVO Y/O GANADO	63
TABLA 6.6 UBICACIONES REMANENTES POR MUNICIPIO	64
TABLA 6.7 UBICACIONES CANDIDATAS POR MUNICIPIO	64
TABLA 6.8 DISTANCIAS TOTALES RECORRIDAS	68
TABLA 6.9 USO DE SUELO DE POSIBLES UBICACIONES	69
TABLA 6.10 USO DE SUELO EN ENTORNO DE POSIBLES UBICACIONES	70
TABLA 6.11 RECORRIDO HACIA EL CSTYL	70
TABLA 6.12 LADO DE LA CARRETERA	71
TABLA 6.13 DEFINICIÓN DE OPCIONES	71
TABLA 6.14 DEFINICIÓN DE CRITERIOS	72
TABLA 6.15 MÉTRICA DE CRITERIOS	72
TABLA 6.16 MATRIZ DE IMPACTO	73
TABLA 6.17 COMPARACIÓN ENTRE ALTERNATIVAS	76
TABLA 6.18 CLASIFICACIÓN DE OPCIONES	77

Índice Figuras

FIGURA 1.1 MOVIMIENTO DE MERCANCIAS A LA ZMVM POR ACCESO CARRETERO .	8
FIGURA 1.2 FLUJO DE CARGA POR ACCESO EN LA ZMVM (TDPA)	11
FIGURA 3.1 CSTYL DE MATARÓ, CATALUÑA, ESPAÑA.	25
FIGURA 4.1 CANALES DE DISTRIBUCIÓN	31
FIGURA 5.1 AEROPUERTO INTERNACIONAL BENITO JUÁREZ DE LA CIUDAD DE MÉXICO	39
FIGURA 5.2 SUROESTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO. COMPOSICIÓN BANDAS 7,4 Y 2, LANDSAT 1992, ELABORACIÓN PROPIA	39
FIGURA 5.3 USO DE SUELO EN HUEHUETOCA, EDO. MÉX.	40
FIGURA 6.1 IMAGEN DE SATÉLITE DE LA PARTE NOROESTE DE LA ZMVM	57
FIGURA 6.2. TERRENO APARENTEMENTE VACÍO	58
FIGURA 6.3. TERRENO CON FIGURA DE CSTYL	58
FIGURA 6.4 VIALIDADES PRINCIPALES EN LA SALIDA HACIA QUERÉTARO	65
FIGURA 6.5 RED CON NODOS A ESTUDIAR	66
FIGURA 6.6 RUTA MÁS CORTA DEL NODO 14	67
FIGURA 6.7 RUTA MÁS CORTA DEL NODO 42	67
FIGURA 6.8 RUTA MÁS CORTA DEL NODO 3	67
FIGURA 6.9 RUTA MÁS CORTA DEL NODO 19	67
FIGURA 6.10 ORDEN PARCIAL	81
FIGURA 6.11 IMAGEN DE SATÉLITE CON LOS 5 SITIOS PREFERIDOS PARA LA UBICACIÓN DE UN CSTYL	85

Índice Mapas y Fotografías

MAPA 6.1 NOMBRES DE LOS MUNICIPIOS	52
MAPA 6.2 CANTIDAD DE COMERCIOS POR MUNICIPIO	53
MAPA 6.3 PORCENTAJE DE SUPERFICIE CULTIVADA POR MUNICIPIO	54
MAPA 6.4 PERSONAS OCUPADAS EN LA INDUSTRIA POR MUNICIPIO	54
MAPA 6.5 DETERIORO AMBIENTAL POR MUNICIPIO	55
MAPA 6.6 DENSIDAD DE POBLACIÓN POR MUNICIPIO	56
MAPA 6.7 VIVIENDAS POR MUNICIPIO	56
FOTOGRAFÍA 1 CSTYL 1	95
FOTOGRAFÍA 2 CSTYL 2	95
FOTOGRAFÍA 3 CSTYL 3	96
FOTOGRAFÍA 4 CSTYL 4	96
FOTOGRAFÍA 5 CSTYL 6	97
FOTOGRAFÍA 6 CSTYL 7	97
FOTOGRAFÍA 7 CSTYL 8	98
FOTOGRAFÍA 8 CSTYL 9	98
FOTOGRAFÍA 9 CSTYL 10	99
FOTOGRAFÍA 10 CSTYL 11	99
FOTOGRAFÍA 11 CSTYL 12	100
FOTOGRAFÍA 12 CSTYL 13	100
FOTOGRAFÍA 13 CSTYL 14	101
FOTOGRAFÍA 14 CSTYL 16	101
FOTOGRAFÍA 15 CSTYL 16	102
FOTOGRAFÍA 16 CSTYL 16	102
FOTOGRAFÍA 17 CSTYL 17	103
FOTOGRAFÍA 18 CSTYL 18	103
FOTOGRAFÍA 19 CSTYL 19	104
FOTOGRAFÍA 20 CSTYL 20	104
FOTOGRAFÍA 21 CSTYL 21	105
FOTOGRAFÍA 22 CSTYL 24	105
FOTOGRAFÍA 23 CSTYL 24	106
FOTOGRAFÍA 24 CSTYL 25	106
FOTOGRAFÍA 25 CSTYL 26	107
FOTOGRAFÍA 26 CSTYL 27	107
FOTOGRAFÍA 27 CSTYL 29	108
FOTOGRAFÍA 28 CSTYL 30	108
FOTOGRAFÍA 29 CSTYL 31	109
FOTOGRAFÍA 30 CSTYL 32	109
FOTOGRAFÍA 31 CSTYL 41	110
FOTOGRAFÍA 32 CSTYL 42	110

Introducción

Hoy en día en la industria del calzado se presentan problemas de distribución de mercancía al usuario final por malas prácticas logísticas. Si éstas se pudieran mejorar se presentarían mayores oportunidades de venta para los productores y los intermediarios, así como un nicho para operadores logísticos. Esto se traduciría en mayores ganancias, nuevos empleos y satisfacción del cliente, es decir, todos ganarían.

Un Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL) para la industria del calzado permitiría reducir rutas, costos asociados, unidades utilizadas para el reparto y congestión por el flujo de vehículos grandes de carga que ya no transitarían en la ciudad. Por otro lado, los artículos para venta se distribuirían directamente desde un CSTyL para disminuir los tiempos de reposición a pocos días a diferencia del esquema actual que implica semanas enteras. En resumen, un CSTyL disminuiría costos y tiempos; y mejoraría el servicio al cliente.

La presente tesis tiene como objetivo determinar el lugar donde se debe ubicar un CSTyL que será utilizado por la industria del calzado. La región donde se ubicará es el norte de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). A grandes rasgos, este trabajo estudiará la zona en cuestión, los soportes logísticos de plataforma (SLP), la industria del calzado y posteriormente las herramientas científicas que permitirán tener una propuesta de ubicación. Finalmente, se emplearán dichas herramientas siguiendo una metodología específica para la resolución del problema.

En el capítulo 1 trata las características físicas de la ZMVM, sus aspectos políticos, administrativos, socioeconómicos y comerciales. También presenta aspectos básicos del transporte de carga en México y en otros países.

Posteriormente, en el capítulo 2 introduce el tema de los Soportes Logísticos de Plataforma. En principio presenta sobre los Centros de Transferencia de Carga, que son una opción ya planteada en la Cd de México. También presenta los estudios sobre prácticas logísticas y la distribución centralizada. Finalmente se vinculan los SLP al ordenamiento territorial logístico y se concluye con una descripción de la tipología propuesta para SLP.

En el capítulo 3 se estudia el Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL). Para ello, se plantean los conceptos básicos de éste, los factores críticos para su éxito y escenarios para su diseño. Como complemento se describe el impacto de un CSTyL sobre la distribución de mercancías.

Los servicios de un CSTyL se enfocan a un sector particular, en este caso el sector elegido es la industria del calzado. En el capítulo 4 se describen características sectoriales y las de la ZMVM para justificar la elección. También se presentan las prácticas logísticas del sector y las oportunidades que podría tener para mejorar su competitividad.

Para determinar la ubicación de un CSTyL es necesario establecer una metodología. Esto se logra identificando todas las herramientas con las que se podría hacer ese análisis. Para el estudio de la zona se requieren Sistemas de Información Geográfica (SIG) y se puede tener apoyo de Imágenes de Satélite. La determinación de la ubicación de un CSTyL corresponde a un problema de ubicación de instalaciones (*facility location*), sin embargo se muestra que debido a las características propias del problema, éste tendrá que ser afrontado con la ayuda del análisis de decisiones multicriterio, específicamente el Método ELECTRE IV. Estas herramientas se presentan en el capítulo 5.

Finalmente, el capítulo 6 contiene la aplicación de la metodología estudiada que dará como resultado un ordenamiento de las ubicaciones posibles para el CSTyL de acuerdo a su preferencia. Esto se obtendrá después de una correcta determinación de los criterios con los que se estudiarán las ubicaciones candidatas. Posteriormente se hace un análisis espacial de la zona en estudio que arroja como resultado un conjunto de posibles ubicaciones. En esta etapa se realizó una visita de campo a las ubicaciones para verificar que sean elegibles. Después éstas se hizo un análisis de redes. Este análisis es un factor crítico para el éxito de un CSTyL porque la conectividad y accesibilidad física vial son fundamentales para el funcionamiento del CSTyL. La parte final de esta etapa consiste en aplicar el Método ELECTRE IV para determinar una jerarquía entre las ubicaciones candidatas de tal forma que el decisor tenga un apoyo para ubicar el CSTyL en un lugar conveniente según los criterios establecidos. Esto se acompaña por una verificación de campo para comprobar los resultados.

1 Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

Resumen

Este capítulo habla acerca de las características de la ZMVM. Específicamente sobre generalidades, aspectos administrativos, políticos y socioeconómicos y actividades comerciales. También se describe de forma general la situación del transporte de carga en lo que respecta a su comportamiento, de cómo en otros países se ha tratado su problemática y de las actuales prácticas logísticas.

1.1 Características físicas de la ZMVM

La ZMVM se encuentra ubicada en una planicie de la parte sur del centro del país. Su principal componente es la Ciudad de México que está situada a una altura media sobre el nivel del mar de 2 240 m y rodeada, a excepción del norte del valle, por montañas de más de 3 000 m que constituyen las Sierras del Ajusco, Las Cruces, Chichinautzin, Guadalupe y Santa Catarina.

El Valle de México es una cuenca cerrada con lagos como el de Texcoco, esto evidencia que existen pocas salidas naturales. El conjunto de la ZMVM ocupa aproximadamente un total de 5 000 km², de los cuales 1 200 km² se encuentran urbanizados.

El clima de la zona urbana es templado con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 15,5°C siendo 23,4°C y 9,5°C la máxima y mínima media, respectivamente. La precipitación media anual es de 743 mm.

Los vientos predominantes se presentan de norte a sur con velocidad media de 0,9 m/s. Esto, junto con las características orográficas, genera acumulación de contaminantes en la zona sur del valle. Además, se presentan inversiones térmicas que, según la estación, permanecen hasta las 10 de la mañana.

Otra característica del valle que acentúa la contaminación es su altitud con respecto al nivel del mar, debido a que el aire contiene un 23% menos de oxígeno que el aire a nivel del mar. Esta concentración de oxígeno provoca una menor eficiencia en los motores de combustión interna que a su vez provoca una mayor contaminación ambiental.

1.2 Aspectos relevantes

1.2.1 Aspectos Políticos y Administrativos

La Zona Metropolitana se compone del Distrito Federal (16 delegaciones) y 28 municipios conurbados del Estado de México (ver Tabla 1.1).

<i>Delegaciones políticas</i>		<i>Municipios conurbados</i>			
1	Álvaro Obregón	1	Acolman	17	Nextlalpan
2	Azacapozalco	2	Atenco	18	Nezahualcóyotl
3	Benito Juárez	3	Atizapán de Zaragoza	19	Nicolás Romero
4	Coyoacán	4	Chalco	20	Tecámac
5	Cuauhtémoc	5	Chicoloapan	21	Teoloyucan
6	Cuajimalpa	6	Chimalhuacán	22	Tepotzotlán
7	Gustavo A. Madero	7	Coacalco	23	Texcoco
8	Iztacalco	8	Cuautitlán	24	Tlalmanalco
9	Iztapalapa	9	Cuautitlán Izcalli	25	Tlalnepantla
10	Magdalena Contreras	10	Ecatepec	26	Tultepec
11	Miguel Hidalgo	11	Huixquilucan	27	Tultitlán
12	Milpa Alta	12	Ixtapaluca	28	Zumpango
13	Tláhuac	13	Jaltenco		
14	Tlalpan	14	La Paz		
15	Venustiano Carranza	15	Melchor Ocampo		
16	Xochimilco	16	Naucalpan de Juárez		

Tabla 1.1 Delegaciones y municipios de la ZMVM.

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a organización, existe poca comunicación entre las entidades federativas. La COMETRAVI (Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad), la CAM (Comisión Ambiental Metropolitana) y la COMEPCCA (Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México) son parte del esfuerzo conjunto del Estado de México y el Distrito Federal.

1.2.2 Aspectos Socioeconómicos

La ZMVM contiene una alta concentración de población. En el año 2000 la distribución de población fue la mostrada en la tabla 1.2. Se muestra también la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA).

<i>Entidad</i>	<i>Población 1995</i> <i>(millones hab)</i>	<i>%</i>	<i>Población 2000</i> <i>(millones hab)</i>	<i>%</i>	<i>TMCA %</i>
DF	8,52	51,0	8,59	49,4	0,16
EDO MEX	8,18	49,0	8,79	50,6	1,49
ZMVM	16,7	100	17,38	100,0	0,81

Tabla 1.2 Población en ZMVM.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 1995, 2000

Para los próximos años se ve que la tendencia de la población es el crecimiento en el Edo. de México con un ritmo mayor al del Distrito Federal. Se puede esperar que incluso más municipios serán conurbados en los años siguientes. Algunos factores que contribuyen a esto son:

- los flujos de migrantes por el proceso de centralización nacional;
- el fuerte incremento de la demanda y la presión sobre la disponibilidad de medios de transporte mejora la infraestructura existente y fomenta nuevos desarrollos; y
- la expulsión de habitantes de las delegaciones políticas hacia los municipios conurbados por accesibilidad de precios en viviendas y servicios.

Este último punto se extrapola hacia las delegaciones políticas del Distrito Federal, ya que la población de éstas tiende a irse hacia la periferia y a dejar las delegaciones centrales con menor población, como es el caso de Cuauhtémoc y Benito Juárez, según el censo poblacional del año 2000. Del mismo censo se tiene que la población de la ZMVM es mayoritariamente joven, esto implica que en los próximos años la demanda de vivienda, transporte y servicios se incrementará notablemente.

En lo que respecta a viajes realizados, la distribución es mayoritariamente dentro del Distrito Federal, sin embargo, existe un porcentaje representativo de viajes entre las dos entidades (ver tabla 1.3).

<i>Viajes en la ZMVM</i>	<i>Porcentaje</i>
Al interior del DF	57%
Al interior de los municipios del Estado de México conurbados con el DF	23%
Entre los municipios conurbados del Estado de México y el DF	20%

Tabla 1.3 Distribución de viajes en la ZMVM

Fuente: Encuesta origen-destino en la ZMVM, 1994 INEGI, Análisis FOA Consultores.

La actividad económica ha pasado del sector manufacturero al sector servicios. Hoy en día la distribución de la actividad económica es la siguiente:

- Servicios 38%
- Transformación 23%
- Comercio 20%
- Comunicaciones y Transporte 8%
- Gobierno 7%
- Construcción 4%

El DF representa casi el 25% del PIB nacional mientras que el Edo. de México, el 31% del mismo. En PIB industrial, la ZMVM registra el 38% del total nacional.

1.2.3 Actividades Comerciales

En actividades comerciales sobresale que el 93% de las actividades en 1994 eran al menudeo. Esta situación persiste hoy en día. Se puede ver en la tabla 1.4 la cantidad de establecimientos por tipo de actividad en 1995.

<i>Tipo de Actividad</i>	<i>Número de Tiendas</i>
Abarrotes y Misceláneas	4,465
Artículos para el Hogar	338
Agencia de Automóviles	195
Carnicerías y Salchichonerías	2,612
Artesanías	408
Dulcerías	452
Farmacias	2,306
Ferretería y Tlapalerías	2,422
Librerías	443
Maquinaria Agrícola	53
Maquinaria en General	316
Material eléctrico	1,223
Materiales para Construcción	1,201
Mercerías y Sederías	437
Muebles en General	969
Muebles para Baño	279
Muebles para Cocina	58
Muebles para Oficina	240
Panaderías	694
Papelerías	2,149
Refacciones Automotrices	3,238
Tiendas de Ropa	246
Tiendas de Pinturas	991
Vidrios y Cristales	720
Vinos y Licores	612
Zapaterías	1,590
Total	14,617

Tabla 1.4 Número de tiendas de principales empresas comerciales.

Fuente: Elaboración propia con base en Mercamétrica de 80 Ciudades Mexicanas, Mercamétrica Ediciones 1996.

1.3 *Transporte de Carga*

1.3.1 Autotransporte de Carga General

En lo que respecta a normatividad en el transporte de carga en el DF es importante resaltar que la autoridad está facultada para restringir vías y horarios a la circulación de vehículos de carga. También sobresale que en 1990 hubo un cambio importante donde se incorporaron las figuras de centrales de carga y bodegas consolidadoras o de transferencia en la ZMVM.

En la reglamentación del Estado de México, se identifica la facultad de las autoridades municipales para restringir y sujetar a horarios y rutas determinadas, el tránsito de vehículos de carga por sus respectivas jurisdicciones.

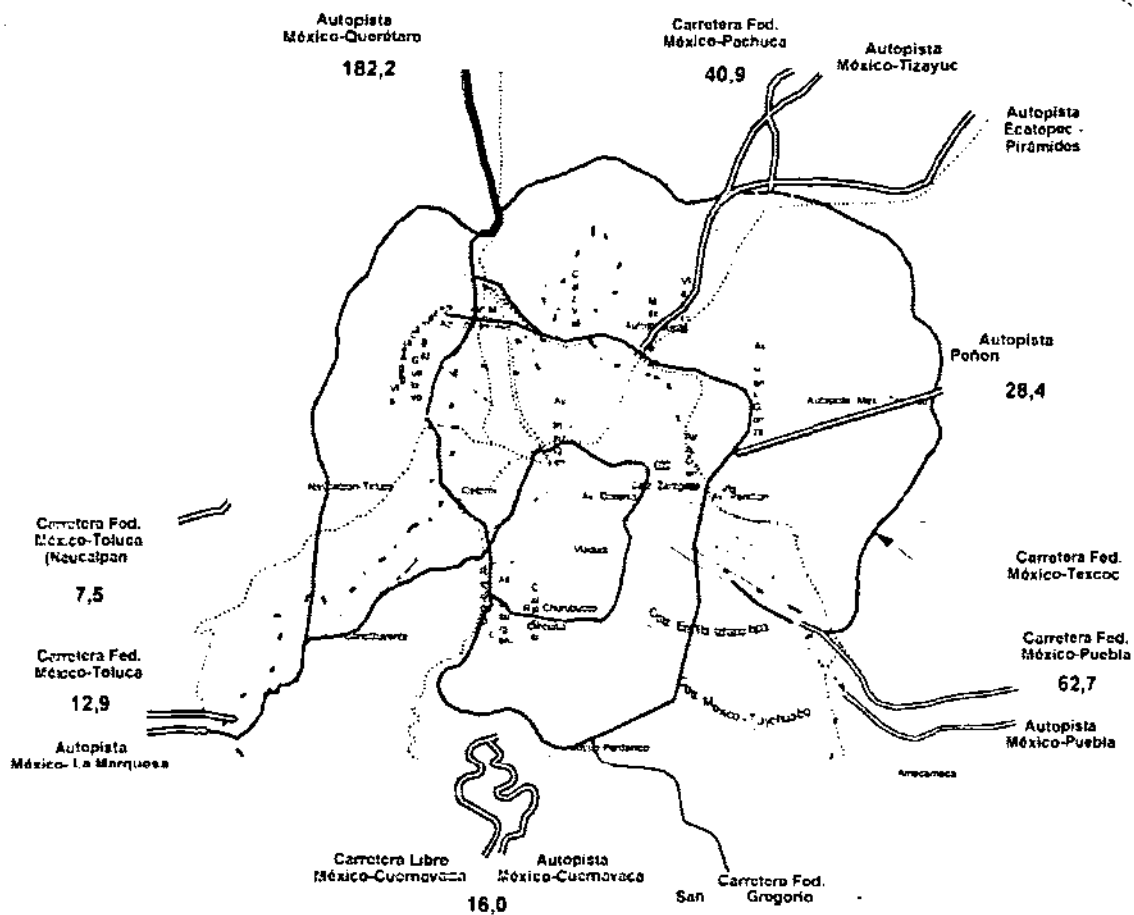
Por otro lado, la problemática del transporte público federal es muy diversa. Éste maneja una flota importante de casi 70 000 unidades diarias, en horarios que empatan con el tránsito total de automóviles. Sus oficinas e instalaciones se distribuyen por toda la ciudad, causan problemas de congestión y obstaculizan la vía pública; es recomendable su concentración en centrales de carga. Se ve la necesidad de convertir a las organizaciones de hombre-camión en sociedades mercantiles para darles posibilidades de crecimiento e integración vertical (operadores logísticos) y acceso a fuentes de financiamiento.

Sin embargo, se vislumbran oportunidades para mejorar los servicios de carga, entre las cuales destacan:

- estandarizar esquemas logísticos de carga/descarga de mercancías, tanto en industria como en comercio;
- disminuir tiempos de atención al vehículo de transporte de las mercancías;
- incorporar sistemas automatizados de comunicación: industria-transporte-centro de compras y de autoservicio de productos; y
- crear centros de transferencia de carga.

1.3.2 Atracción y Generación de Carga, la Zona Noroeste de la ZMVM

En la ZMVM el flujo interno de mercancías asciende a una cifra cercana a las 350 mil toneladas (lunes a viernes). La distribución espacial de la carga se concentra en la región norte (51%) y oriente (18%). En la figura 1.1 y en la tabla 1.5 se pueden apreciar los distintos flujos de carga por acceso carretero.



Acceso	Miles de Ton.	%
Cuernavaca	16,0	4,6
Puebla	62,7	18,0
Tezcoco	28,4	8,2
Toluca/Naucalpan	7,5	2,2
Toluca/Constituyentes	12,9	3,7
Querétaro	182,2	51,7
Pachuca	40,9	11,7
Total	348,5	100,0

Tabla 1.5 Movimiento de mercancías a la ZMVM por acceso carretero.
 Fuente: C.G.T., DDF. Sistema vehicular de unidades de hasta 13 ton. de PVB. Funcional, salubre, práctico, seguro y eficiente para transportación local de carga en la ciudad de México, año 1991.
 Elaboración: FOA Consultores.

Un indicador que resalta es el de movimiento interno de mercancías en la ZMVM. En la tabla 1.5 podemos ver, en miles de toneladas, lunes a viernes, este movimiento.

<i>Delegación</i>	<i>Miles de Ton.</i>	<i>Municipios</i>	<i>Miles de Ton.</i>
1. A. Obregón	5.3	17. Atizapán	3.0
2. Azcapotzalco	29.4	18. Coacalco	2.0
3. B. Juárez	3.7	19. Cuautitlán Izcalli	3.2
4. Coyoacán	4.3	20. Cuautitlán M.	2.0
5. Cuajimalpa	2.1	21. Chalco	5.2
5. Cuauhtémoc	10.7	22. Chicolapan	0.6
7. G. A. Madero	16.1	23. Chimalhuacán	1.2
8. Iztacalco	5.4	24. Ecatepec	8.2
9. Iztapalapa	39.5	25. Huixquilucan	1.4
10. M. Contreras	0.7	26. Iztapaluca	0.3
11. M. Hidalgo	6.9	27. Naucalpan	10.0
12. Milpa Alta	2.5	28. Nezahualcóyotl	5.0
13. Tláhuac	3.4	29. Nicolás Romero	0.8
14. Tlalpan	7.0	30. La Paz	4.7
15. V. Carranza	32.9	31. Tecámac	1.6
16. Xochimilco	4.1	32. Texcoco	1.8
		33. Tlalnepantla	18.0
		34. Tultitlán	1.9
<i>Total</i>	<i>174.1</i>	<i>Total</i>	<i>70.8</i>

Tabla 1.6 Movimiento interno de mercancías

Fuente: C.G.T.; DDF. Sistema vehicular de unidades de hasta 13 T PBV. Año 1991. Elaboración: FOA Consultores

Todos los flujos se dan, generalmente, con unidades vehiculares de gran tamaño que circulan de hecho por todas las calles de la ZMVM sin restricciones. Esto causa congestionamientos por el gran volumen y por estacionarse sin limitaciones en la vía pública, cuando no disponen de lugares de encierro e impacto a la infraestructura vial por el peso al transitar.

Las instalaciones y oficinas de este tipo de transporte se ubican por toda la ZMVM, y se concentran principalmente en la parte norte. Esto es lógico, pues el principal flujo vehicular de carga se da en la autopista México-Querétaro, con un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 11 554 unidades de 68 636 en total (Fuente: Datos Viales 1996. SCT. Subsecretaría de Infraestructura. Dir. Gral. de Servicios Técnicos); sin embargo, no existen en operación centrales de carga en donde se concentren estacionamientos, oficinas y andenes. El flujo del transporte de carga por los principales accesos carreteros a la ZMVM (TDPA) se puede apreciar en la figura 1.2.

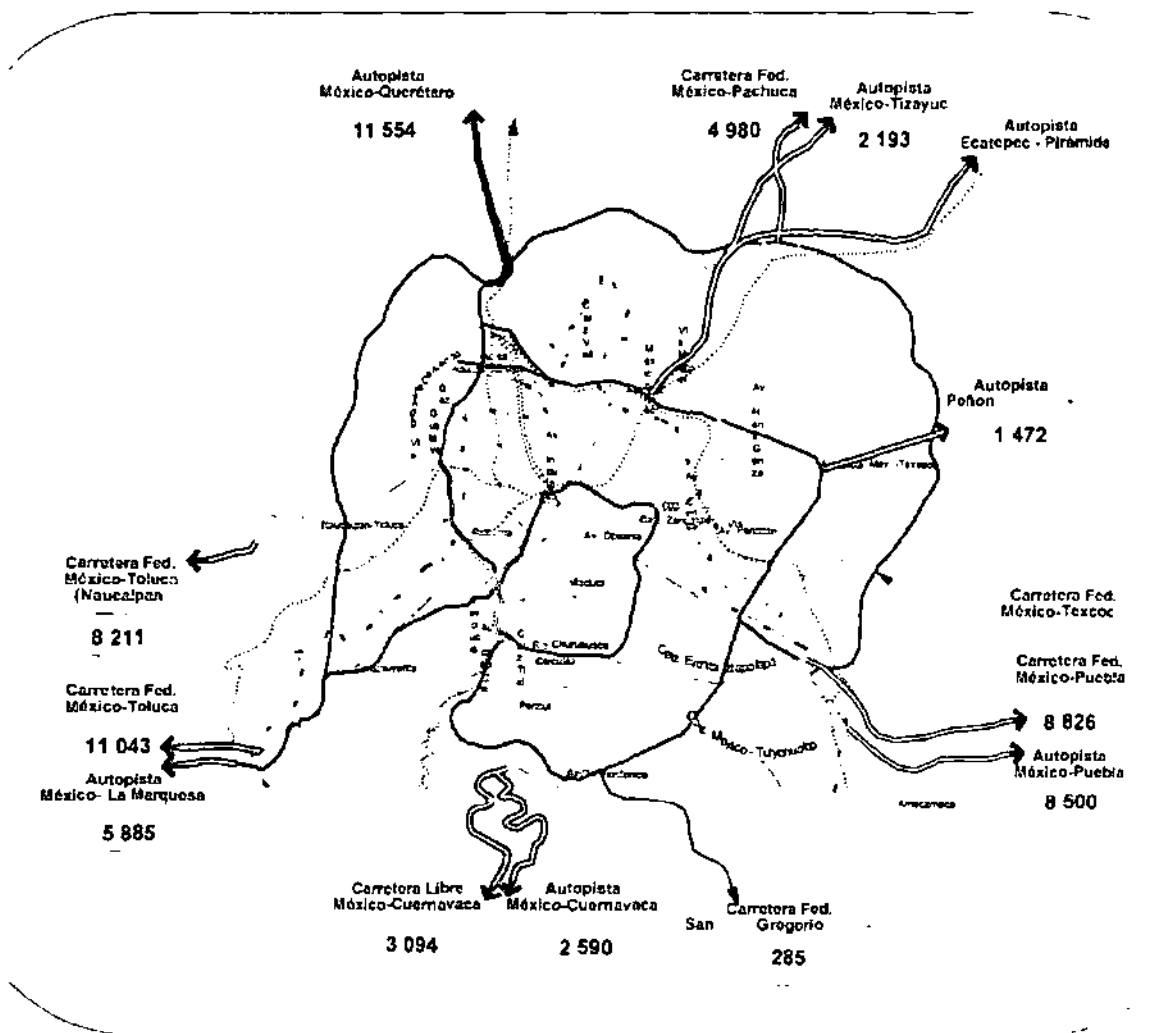


Figura 1.2 Flujo de carga por acceso en la ZMVM (TDPA)

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

Elaboración: FOA Consultores

Dentro de la ZMVM, las vialidades internas utilizadas por los vehículos que transitan con carga foránea, para la México-Querétaro son el Eje 1 Poniente, Circuito Interior, Avenida Mario Colín, Avenida Tlalnepantla y Calzada Vallejo.

1.3.3 Experiencias en Otros Países

En otros países se tienen una serie de trabajos diversos en lo que respecta a transporte de carga. Algunos aspectos que han mejorado el transporte son:

- facilidades disponibles para la carga/descarga de mercancías y estacionamiento de vehículos de carga;
- madurez en el negocio de operadores logísticos y esquemas de distribución de mercancías; y
- externalización de servicios de transporte a terceros.

En Europa es donde mayor regulación hacia el transporte de carga tiene. Por ejemplo, en Holanda se busca reducir la operación de vehículos de carga en zonas céntricas de las grandes ciudades hasta 50% mediante la utilización de centros de distribución localizados cerca de áreas con buenas conexiones de transporte (FOA; 1999).

Un caso sui generis es la Zona Urbana de París, Francia, donde se restringe la operación de vehículos de carga de acuerdo con el área en m² que ocupa la unidad. Por otro lado, las limitaciones en horarios de circulación son agresivas, puesto que permiten únicamente la circulación nocturna a vehículos con capacidad de carga mayor a 8 ton (FOA; 1999).

Otro punto que ha cambiado desde la raíz el transporte urbano es la normatividad en cuanto a estacionamiento de vehículos de carga. Se prohibió el estacionamiento en la vía pública, en horarios nocturnos, a vehículos pesados o de gran longitud (cuando no están cargando o descargando mercancías), además de prohibir el estacionamiento en la vía pública de remolques y semirremolques, sin unidad tractiva (24 horas) (FOA; 1999).

Es irrefutable que la medida obligaría a la consolidación de empresas establecidas formalmente, con capacidad profesional de operación, a instalarse en zonas adecuadas y permitidas para operar sin limitaciones. Aunado a esto se podrían resguardar las unidades en las instalaciones propias de las empresas sin infringir norma alguna. (FOA; 1999)

1.3.4 Operaciones Logísticas

Como parte de la problemática de transporte, se tienen las deficientes operaciones logísticas. Hoy día, las tendencias que ha seguido el sector industrial en inventarios cero o *just in time* han sido trasladadas a las actividades de distribución comercial, reducción de inventarios, abastecimientos más frecuentes y en menores volúmenes, con un *mix* de productos de diversos lugares y fabricantes. Esto implica que las actividades para un operador logístico en servicio público se deben de adaptar a las necesidades específicas de cada cliente.

La consolidación del transporte público de carga y la conformación de empresas de operaciones logísticas pueden reducir el número de vehículos mercantiles en circulación, al reducirse los regresos en vacío de las unidades de carga. El servicio público de carga ha estado en favor de la distribución nocturna de mercancías, al contrario de las empresas mercantiles con flota propia.

Los productores y distribuidores comerciales de mercancías presentan a su vez ventajas al apoyarse en un operador logístico como el que se ha definido. De seguir este esquema se podría contar con lo siguiente:

- transparencia de costos logísticos (*facturación ad hoc*);
- ahorros para inversiones en infraestructura (reducen sus requerimientos de almacenes e instalaciones en la atención de pedidos), así como equipos (para el manejo de carga y transporte) que no desviarían capital de trabajo; y
- flexibilidad ante cambios en estrategia de mercadotecnia y ventas.

2 Soportes Logísticos de Plataforma (SLP)

Resumen

En este capítulo se mostrarán los SLP, desde sus antecedentes en México que serían los Centros de Transferencia de Carga hasta la tipología actual de SLP con base en la experiencia internacional. Los otros dos temas que se tratan son las prácticas logísticas y la distribución centralizada como vía para la creación de SLP.

2.1 Centros de Transferencia de Carga (CTC)

Desde la pasada década se ha agudizado la necesidad de resolver los problemas referentes al transporte de carga. En el estudio "Definición de Políticas para el Transporte Urbano de Carga en la ZMVM" (FOA-COMETRAVI 1999) se presenta la necesidad de los Centros de Transferencia de Carga como una alternativa para solucionar el problema del transporte urbano de mercancías.

Este tipo de centros podría fomentarse a través de la normatividad. La ley y el proyecto de reglamento de transporte de carga, en revisión, aún considera en forma más agresiva, la posibilidad de restringir a vehículos pesados de carga (con Peso Bruto Vehicular > 8 ton) la circulación diurna en algunas vialidades (no se identifican) en la ZMVM. Lo anterior ha sido muy cuestionado por las grandes empresas industriales, inconformes en su mayoría por la afectación a sus intereses mercantiles. Por otro lado, el mayor fomento a los CTC vendría de parte de los sectores industriales si se demostrara la viabilidad económica de aquellos.

Existe sin embargo, conforme a la idea planteada, la posibilidad de circular con vehículos de carga de menores dimensiones en horarios diurnos, con lo cual se pueden utilizar las bodegas o centros de transferencia de carga para desconsolidar/consolidar la carga.

Los CTC tienen diversos objetivos:

- Evitar selectivamente, de acuerdo con el tipo de carga y el horario de operación, la circulación de vehículos de grandes dimensiones en la ZMVM, por la importancia de sus efectos en los congestionamientos de tránsito y en el daño a la infraestructura vial.
- Contar en la periferia de la ZMVM con centros de atención y servicio a la carga foránea y a los vehículos de grandes dimensiones, que cubran las necesidades de los usuarios de la carga y del transportista de servicio foráneo (público y privado) y de carga local (público y mercantil). I. e.: centros de servicio de gas natural al transportista.

- Autorizar el servicio de distribución local de carga operada en el centro de transferencia a unidades de dos ejes, con uso de gas natural como combustible.

2.2 *Las prácticas tradicionales de distribución*

A lo largo del tiempo se ha buscado por parte del productor la colocación de sus productos en el mercado, por lo que alcanzarlo ha implicado esfuerzos considerables en la distribución. Por ello, lograr una distribución física de competencia conlleva el abarcar el mayor número de puntos de consumo, lo que empujó a los productores a realizar la actividad de distribución, la cual implicaba el manejo de grandes cantidades de activos (Antún, JP; 1997).

Este modelo de distribución suele llamarse “no centralizado” o de “cabotaje” y generalmente es el más utilizado en México. Tradicionalmente no se cuestiona la validez o economía de este sistema, ya que suena lógico la distribución de mercancías a los anaqueles vacíos de las tiendas sin importar dónde se encuentre el centro de producción. Los costos derivados de la transportación son asumidos como fijos y necesarios.

Con el tiempo, las zonas metropolitanas han crecido en tamaño y complejidad. Esto ha provocado que el viejo sistema “no centralizado” sea obsoleto y cause problemas como:

- saturación de vialidades por exceso de transportistas;
- saturación de andenes de descarga en áreas de recepción y filas de espera en las calles y/o avenidas;
- viajes con “vacíos”, ya que las distancias son grandes, los tramos finales implican poca transportación de carga; y
- largas rutas en tiempos prolongados.

Todo lo anterior repercute en tiempo, dinero y contaminación.

2.3 *Distribución centralizada como vía para la gestión de flujos*

A partir de la problemática expuesta en el punto anterior, se ha desarrollado un modelo de distribución “centralizado”. En este modelo lo principal es consolidar la carga tomando en cuenta su destino final.

La operación básica para este sistema es la conocida como *cross-docking* (cruce de andén). Este término proviene de la lógica de que los proveedores depositan la mercancía en un andén y por otro lado, el distribuidor toma el conjunto de mercancías que transportará a un usuario determinado o a una zona determinada.

Este esquema se utiliza normalmente en distribuidores de cadenas de supermercados. Otra opción de transporte centralizado es a través de Operadores Logísticos.

La distribución por medio de Operadores Logísticos (OL) tiene ventajas para el productor y para la zona urbana donde se realiza la operación de transporte. Esto se logra tercerizando las actividades logísticas. Entre otras ventajas se encuentran las siguientes:

- reducción del número de vehículos necesarios para distribuir un mismo número de productos;
- reducción de los recorridos totales de los vehículos;
- reducción de los tiempos de reposición de artículos en anaqueles;
- transparencia de los costos logísticos; y
- disminución de la congestión vial dentro de la microregión de influencia por haber menos vehículos de carga.

Todas estas ventajas se dan a través de los servicios que un OL presta. Entre dichos servicios se encuentran:

- almacenamiento y administración o gestión de inventarios;
- almacenamiento bajo aduana, pospone el pago de impuestos en caso de mercancía de importación y también pospone el pago de garantía para operaciones financieras;
- conformación de pedidos y gestión de entregas;
- redocumentación técnica del producto (introducir en envase primario contrato de garantía, instrucciones de uso en idioma local);
- etiquetado de precios del producto (según áreas de mercado o tipo de puntos de venta);
- verificación de la mercancía y accesorios;
- surtido de pedidos diferentes a los lotes comerciales del productor;
- preparación final del producto (i. e. maduración de perecederos);
- facturación y cobranza por cuenta del cliente; y
- atención de reclamaciones y gestión de flujos de retorno (devoluciones, envases retornables, empaques reciclables, tarimas).

2.4 Ordenamiento territorial logístico

2.4.1 Generalidades

La distribución de mercancías implica forzosamente un transporte hacia los centros de consumo y por consecuencia obliga a una referencia directa hacia el territorio de parte de las operaciones logísticas. Consecuentemente, un ordenamiento territorial que pretenda combinar el uso de suelo con los flujos de las unidades territoriales implica una dimensión logística.

Un territorio ordenado con una visión logística permite tener costos logísticos menores y de esta forma influir en la competitividad local. Este punto es fundamental para empresas de distribución que funcionan de manera capilar hasta el consumidor final. Como parte del ordenamiento, se identifican las Unidades Espaciales Diferenciadas (UED) (según las actividades socioeconómicas que soportan), que modelan los flujos de transporte como una cuestión local que genera valor agregado al proceso logístico.

El ordenamiento logístico es clave para la correcta planeación de las áreas metropolitanas. Como ejemplo de esto tenemos el Plan de Ordenamiento Logístico del Área Metropolitana de París, el Ordenamiento Territorial Logístico Regional de Montreal y el Plan sobre los usos de Suelo de la Macroregión Tokio-Narita.

2.4.2 Estrategias y perspectivas para el desarrollo de un ordenamiento territorial logístico

Se puede afirmar que las bases conceptuales como las estrategias son coincidentes (Antún, JP; 1997);

- reducción de los costos logísticos en la distribución metropolitana de mercancías;
- con base en la demanda de servicios de transporte y logística, fortalecimiento de los mismos según las actividades socioeconómicas metropolitanas;
- maximización en la utilización de la capacidad instalada de la infraestructura de transporte modal;
- construcción de escenarios de uso de suelo para la producción de servicios de transporte y logística que permitan hacer las reservas correspondientes; e
- integración de los escenarios en los planes a mediano y largo plazo de construcción de infraestructura de transporte.

En la Zona Metropolitana del Valle de México existe la oportunidad de planear el desarrollo territorial de forma ordenada, siempre y cuando las autoridades correspondientes laboren en conjunto. Esto se podría hacer mediante la Coordinación de Asuntos Metropolitanos del Estado de México y el Gobierno de la Ciudad de México.

2.4.3 Los Soportes Logísticos de Plataforma: un medio para el mejoramiento de la gestión de flujos

Uno de los elementos más eficientes para lograr un ordenamiento territorial logístico es un Soporte Logístico de Plataforma (SLP). De manera general un SLP es un equipamiento y/o infraestructura de carácter urbano que facilita la realización y perfeccionamiento de procesos logísticos, en particular por operadores logísticos y empresas de transporte.

Los SLP requieren de instalaciones adecuadas para llevar a cabo su función. Éstas son bodegas, almacenes, oficinas, estacionamientos apropiados, talleres, refaccionarias, áreas de descanso, estaciones de servicio diesel y gas natural o lp, hoteles, facilidades requeridas por el autotransportista, etc.. Así, los SLP permiten un correcto flujo de carga, regulándola desde su origen hasta su destino.

Al ser un SLP un proyecto inminentemente inmobiliario podemos asegurar que éste está, o debería estar, ligado íntimamente a los planes y programas de ordenamiento territorial en una zona metropolitana. Un SLP en la ZMVM podría tener diversos impactos, tanto directos como indirectos.

Impactos directos:

- territorio ocupado, un SLP puede requerir de grandes extensiones de tierra;
- efecto barrera, un SLP por su magnitud, podría llegar a formar una barrera en un futuro no muy lejano; e
- impacto ambiental, un SLP trabaja las 24 horas del día, por lo que el ruido y la iluminación, entre otras cosas afectan de manera importante al entorno.

Impactos indirectos:

- cambio en usos de suelo, los hay de dos formas: la liberalización de territorio en la zona urbana incrementa el valor del mismo para uso comercial y/o habitacional y; el fomento de uso de suelo industrial en los alrededores del SLP;

- menor impacto ambiental, los vehículos pesados ya no transitan en la zona urbana, desalojando así las vialidades; y
- centros de empleo, los SLP concentran diversas actividades que son fuente de empleo para muchas personas de distintos ámbitos.

Ventajas:

- Seguridad para la población de la ZMVM al reducir la circulación de vehículos de carga de grandes dimensiones. Los vehículos de transporte público federal no requieren los controles de emisiones contaminantes que ahí se aplican. ZMVM.
- Los SLP autorizarían sitios para transportistas locales de carga para la consolidación/desconsolidación de carga, con la posibilidad de requerir el uso de vehículos de modelos recientes menos contaminantes y con gas lp.
- Promoción de la operación de empresas profesionales de servicio público en logística de manejo de carga, actualmente incipiente en México (almacenaje, control y sistematización de inventarios, consolidación/desconsolidación de carga y transporte multimodal de vehículos con grandes dimensiones a vehículos menores y más apropiados para el transporte urbano de carga).
- La logística moderna tiende al sistema de inventarios *just in time*, situación que requiere de embarques más pequeños y frecuentes, puerta a puerta que se podrían lograr más fácilmente con el apoyo de una infraestructura como un SLP.
- La construcción de un SLP permitiría reducir los tiempos de operación de un vehículo de carga de grandes dimensiones (articulado) en la zona urbana, que lo libere en los límites de la ZMVM para continuar prestando el servicio carretero; se asume asimismo que las posibilidades de obtención de carga se incrementarían al concluir un servicio, es decir, los regresos en vacío de las unidades articuladas se reducirían de la cifra actual de 50 a 25%. Los dos conceptos anteriores llevan a la posibilidad de reducir la necesidad de una flota de grandes dimensiones para el transporte carretero (FOA; 2000).
- Como un ejemplo, la localización de un centro de transferencia de carga, cercano a las entradas de las carreteras de Querétaro, de Pachuca y Tizayuca (que mueven conjuntamente un total de 19 000 vehículos foráneos diarios, de los cuales 8 000 vehículos son articulados) permitiría satisfacer la demanda de transporte (FOA; 2000).

Aunado a lo anterior, si se promueve la distribución física centralizada mediante OL, sea en servicio mercantil local ó en público local, de manera tal que:

- al menos un 25% de los vehículos ligeros a gasolina en flotas empresariales de menos de 100 vehículos operen con los conceptos de distribución centralizada;
- al menos un 10% de los vehículos ligeros a gasolina en flotas de personas físicas sean “reemplazados” por vehículos gestionados por OL en distribución centralizada en servicio mercantil local; y
- al menos la mitad (50%) de los permisionarios/vehículos de carga del servicio público local se organicen en plataformas logísticas (PL).

Se reducen las emisiones totales en 15.89 % y en particular las de CO₂ en 8.74 % (Antún, JP; Mallorquín, M; 1998).

2.5 *Tipología de soportes logísticos de plataforma*

Existe una gran variedad de SLP. Esto se debe a la gama de servicios que presta cada uno, sus dimensiones y características operativas. A continuación se enlistan los tipos de SLP existentes en el ámbito internacional:

Zona de Actividades Logísticas (ZAL) (Antún, JP; Toledo, I; Marroquín, M; 1997). Una ZAL es un SLP localizado en un nodo de transporte con infraestructura intermodal relevante, el cual debe tener características de *gateway* y *hub*. Generalmente inicia a partir de iniciativas gubernamentales y cuenta con gran impulso de desarrolladores inmobiliarios y financieros.

Centro Integrado de Mercancías (CIM) (Colomer, J; 1998). Un CIM es un SLP enfocado principalmente hacia el autotransporte y su optimización, y su principal objetivo es trasladar las terminales de carga hacia la periferia de las ciudades para conectarlas de manera más eficiente a la infraestructura carretera.

Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL) (Antún, JP; 1998). Un CSTyL es un SLP orientado principalmente a un sector industrial específico, promoviendo la competitividad logística del mismo a través de un mejor desempeño de los operadores logísticos especializados. Requiere de una localización estratégica respecto a las cadenas de suministro y de la participación de un operador logístico que tenga como clientes a empresas del sector industrial específico.

Plataforma Logística de Interfase de Transporte foráneo/local modal y/o intermodal (PLT) (Antún, JP; Toledo, I; Mallorquín, M; 1997). Las PLT tienen como objetivo fundamental consolidar y desconsolidar cargas de transporte foráneo a local y viceversa. En estos SLP generalmente se realiza una transferencia intermodal.

Soporte Logístico Corporativo de Plataforma (SLCP) (Antún, JP; Toledo, I; Mallorquín, M; 1997). Generalmente desarrollados por inmobiliarias particulares, los SLCP son centros de distribución física de grandes empresas de comercio o industriales. Su ubicación es estratégica para lograr su objetivo.

Microplataforma Logística Urbana (mPLU) (Fornolls, J; 1998). Una mPLU permite distribuir productos terminados en zonas de acceso restringido. Su distribución generalmente es por jornadas y su localización nuevamente debe ser estratégica sobre todo en lo que respecta a conexión con el exterior y con la conectibilidad interior de la zona restringida.

3 Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL)

Resumen

Un CSTyL es un tipo de SLP. Será descrito a continuación y se hablará acerca de sus características básicas y cómo éstas impactan en su funcionamiento. También se verán sus factores críticos para que sea exitoso y por último su diseño y el posible impacto que tendría sobre la distribución de mercancías.

3.1 Conceptos básicos de un Centro de Servicios de Transporte y Logística

Uno de los Soportes Logísticos de Plataforma más especializados es el Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL), debido a que se enfoca específicamente a un sector industrial determinado. Este soporte requiere de un operador logístico que tenga como clientes a industriales de la misma rama.

Los proyectos de CSTyL generalmente se realizan como coinversiones pública-privada. La inversión privada proviene principalmente del sector que será beneficiado directamente con la construcción del CSTyL. El centro tiene como objetivo mejorar la competitividad empresarial del sector. Debido a que un CSTyL es sectorial, es común que alguna cámara o agrupación se involucre directamente en el proyecto.

Un CSTyL proporciona tres clases de servicios: principales (involucrados con las operaciones de transporte y logística), complementarios (vinculados con la administración de los negocios y el apoyo a los vehículos) y de información (de almacenamiento y flujo de la información) (Hernández, JC; 2001).

Por ser un SLP, un CSTyL realiza gestión de inventarios y almacenaje. Junto con estos servicios, se lleva a cabo un *cross docking* y la gestión de distribución capilar de los productos hacia el área metropolitana. Sumado a esto se pueden tener actividades de valor agregado como embalaje, etiquetado, *mixes*, etc..

Dentro de los servicios complementarios se tiene principalmente al centro de negocios. El centro se encarga de alojar a las compañías de transporte, inspección y aseguradoras, así como los servicios bancarios y de avituallamiento necesarios para la operación del centro.

En este tipo de centros rara vez se presentan servicios de información. Lo más común es que cada usuario realice por su cuenta sus operaciones informativas. Los usuarios principales de un CSTyL son operadores logísticos, distribuidores comerciales, empresas transportistas, agentes de aduana, restaurantes y bancos. Todos ellos interactúan en una propiedad que puede ser fraccionada para arrendarse o enajenarse. La superficie aproximada de un CSTyL es de 3 a 10 ha.

3.2 Factores críticos para el éxito de un CSTyL

Existen diversos factores que influyen para que un CSTyL pueda ser exitoso. Primero podemos citar la ubicación del mismo. Un CSTyL debe estar estratégicamente localizado para lograr una correcta comunicación, tanto con los centros de distribución como con los de consumo. Para esto se debe buscar un equilibrio que permita que los costos sean los menores posibles. La ubicación de un CSTyL debe ser congruente con los planes de ordenamiento territorial municipales y estatales y además ser vínculo de las industrias locales.

Un segundo factor, que es fundamental, es la participación de un operador logístico cuyos principales clientes sean los industriales del sector y que además, por su propia experiencia, permitiera tener un conocimiento profundo de las prácticas logísticas del sector. Esto potenciaría al operador al conjuntar los esfuerzos de los industriales.

Un último elemento que es importante en el éxito de un CSTyL es la participación de la comunidad en la cual se pretende que éste exista. Cada región tiene una normatividad específica en cuestión de usos de suelo y de interacción industria-comunidad. Además, dentro de esa participación comunitaria, el CSTyL generará desarrollo local al proveer de empleos a la gente oriunda del lugar y podrá fomentar la implementación de servicios, que principalmente serían de comunicación.

3.3 Escenarios para su diseño

3.3.1 Generalidades

Para la realización de un CSTyL son necesarias las proyecciones a futuro. Éstas permitirán hacer un análisis a priori del desenvolvimiento del CSTyL. Los factores que se deben considerar para dicho análisis son económicos, ambientales, sociales y políticos.

Principalmente, por el tipo de infraestructura, los factores económicos se visualizan como prioritarios, ya que el objeto de un CSTyL es eficientar el transporte de mercancías en cuestión económica. Posteriormente se evalúan los factores socio-políticos como el uso de suelo, generación de empleos, propiedad del terreno, etc.. Por último, una vez que se considera viable económica, social y políticamente, se procede con los estudios de impacto ambiental.

3.3.2 Organización del proyecto

En la organización del proyecto de un CSTyL se presentan distintos aspectos que son fundamentales. Por su magnitud podemos identificar cinco puntos principales:

- a) propiedad de los terrenos;
- b) financiamiento;
- c) fase de promoción;
- d) fase de gestión; y
- e) fase de explotación.

La propiedad de los terrenos es crucial para las inversiones en un CSTyL. Por el tamaño del mismo, el costo de los terrenos representa una inversión significativa. Por esto, se plantean distintos esquemas como propiedad pública, propiedad privada y propiedad mixta. Lo único que se debe procurar en cualquier caso es que la empresa gestora tenga libertad de acción o de otra forma se frenaría el desarrollo del centro.

Al igual que los terrenos, el financiamiento tiene un gran peso en las decisiones de los inversionistas. Se requieren de financiamientos accesibles para el desarrollo del centro. En algunos casos el estado participa otorgando tasas preferenciales para estimular el desarrollo de polos económicos.

En lo que respecta al horizonte del proyecto tenemos tres fases. La primera, llamada de promoción, consiste en todas las actividades que derivan en la construcción de un CSTyL, desde la idea inicial, la urbanización, los permisos, los clientes, etc., hasta los problemas administrativos y la creación de un ente promotor que recibirá la gestión del centro. La segunda fase consiste en la gestión del centro. En ella el ente promotor verificará que aquel esté en la capacidad de cumplir sus objetivos. Se vigila la pertinencia de los servicios, el régimen de la propiedad y la existencia de una empresa que en un futuro se encargará de la gestión en sí del centro. Por último, la fase de explotación es aquella en la cual se llevan a cabo las actividades para las cuales fue proyectado el centro.

3.3.3 Características físicas

Un CSTyL tiene ciertas características físicas que le permiten funcionar adecuadamente:

- a) ubicación;
- b) dimensiones;
- c) diseño urbano; y
- d) propiedades de la Infraestructura.

La ubicación de un CSTyL es la característica fundamental que le permitirá ser competitivo y tener utilidad. Si un centro no se encuentra estratégicamente ubicado, éste no podrá satisfacer las necesidades del sector industrial respectivo ni será negocio para el operador logístico del sector.

Es importante que un CSTyL tenga una adecuada accesibilidad debido a que los vehículos que llevan la carga deben llegar sin daño alguno y sin dañar la infraestructura vial ni alterar el tráfico del lugar. Otro aspecto básico es que haya una proximidad entre el centro, los clientes y otras posibles instalaciones de la misma empresa del centro.

El carecer de una correcta ubicación se refleja en pocas oportunidades de expansión o modificación del centro, conflictos con vecinos por uso de suelo, restricciones hacia el centro por cuestiones de ruido o ambiente y acceso difícil por parte de servicios de soporte y emergencia.

Por otro lado, como se menciona al principio de este capítulo, un CSTyL no requiere de grandes dimensiones de terreno. Sin embargo la extensión necesaria es de consideración. Usualmente se utilizan terrenos de dimensiones de 3 a 10 hectáreas y regularmente de forma rectangular para tener una mayor funcionalidad.

El diseño urbano del centro se contempla para el dimensionamiento de diversos elementos que comprenden el centro: supermanzanas, vialidades, estacionamientos varios, comercios y áreas verdes.

Las supermanzanas contendrán los andenes de carga o naves logísticas. Las vialidades se ocuparán de la circulación de los vehículos de carga y de los particulares, por lo tanto deben tener la geometría adecuada que permita doble circulación. Los estacionamientos deben ser suficientes, tanto para carga/descarga como para trabajadores y visitantes. Los comercios deben estar insertos en el centro en armonía con éste, ya que su función es interactuar con las empresas que lo utilizan. Las áreas verdes estarán en función de la normatividad vigente.

La infraestructura que requiere un CSTyL debe tener ciertas propiedades. Principalmente se contemplan naves, cuyas superficies varían entre 3 y 17 mil metros cuadrados. Su ancho promedio oscila entre los 40 y los 70 metros. Un ejemplo de dimensiones es el CSTyL de Mataró en Cataluña, España (ver tabla 3.1) (Antún, JP; 1998).

Zona	Superficie (m ²)
Zona del CSTyL	10 950
Manzana principal	6 450
Estacionamiento, urbanización y vialidades	4 500
Zona de asistencia vehicular, estacionamiento y control	13 400
Instalaciones de asistencia a vehículos de carga	400
Estacionamiento, urbanización y vialidades	12 950
Caseta de control	50
Zona verde	6 500
Instalación de seguridad, administración y restaurante	150
Área verde	6 350
TOTALES	30 850

Tabla 3.1 Cuadro de superficies del CSTyL.

Elaboración: Hernández, JC; (2001). Con datos de Antún, JP; 1998.

En conjunto con las naves, se tiene a los muelles. Éstos deben ser flexibles para atender a los distintos vehículos de carga. Esto se logra con rampas niveladoras, planchas o elevadores. También se procura que tengan una longitud amplia que permita varias operaciones simultáneas de carga/descarga. En la figura 3.1 se puede observar el diseño del CSTyL de Mataró (Antún, JP; 1998). Cabe señalar que son fácilmente visibles las supermanzanas y las vialidades internas.

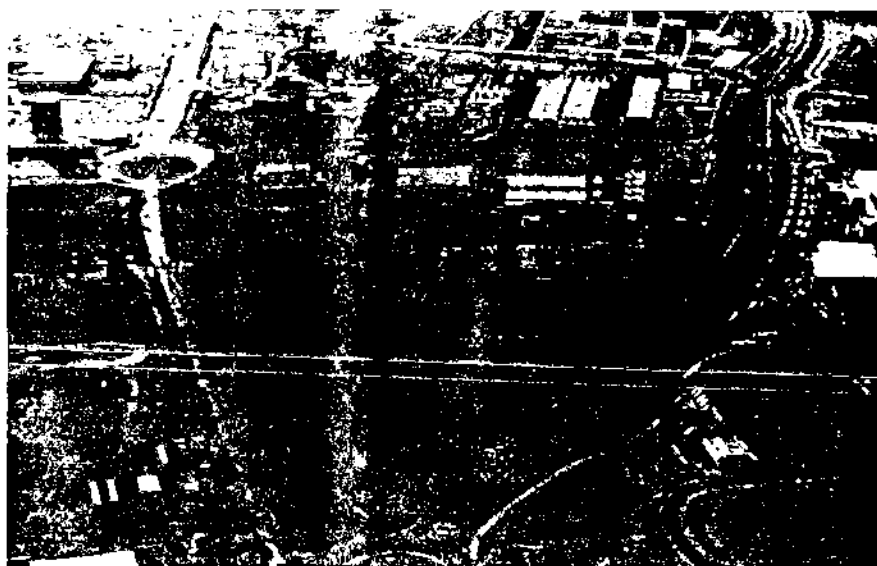


Figura 3.1 CSTyL de Mataró, Cataluña, España.

3.4 Impacto en la distribución de mercancías dentro de la ZMVM

La concepción y futura realización de un CSTyL debe considerar siempre un conjunto de beneficios para el sector industrial y además otro tanto en forma indirecta para la región donde se encuentra y la región que sirve. En el caso de la ZMVM un CSTyL impacta con una disminución de tránsito pesado que a su vez provoca menos congestionamientos y molestias.

En cuestión de distribución física, se presenta un modelo de economía de escala para las empresas productoras del sector por medio del operador logístico. Éste logra esa disminución de costos al agrupar a sus clientes. Adicionalmente este volumen de carga permite la implementación de sistemas inteligentes de transportación que potencian la competitividad del sector.

Este esquema de distribución centralizada disminuye las unidades de distribución, requiere de unidades de menores dimensiones y más adecuadas al diseño urbano. Esto en conjunto provoca una disminución de tráfico y congestionamiento en la microregión de influencia. En consecuencia menos contaminación y molestias.

En la calidad del servicio, se tienen horarios más estrictos y garantías más completas respecto a los productos entregados. Se pierde incertidumbre y productos regresados. La respuesta de suministro es mucho mayor y permite un aumento considerable en las ventas.

En cuestión de control de los vehículos, vemos que las rutas y los recorridos se vuelven más flexibles y cortos. En parte esto es posible porque las unidades de distribución son de menores dimensiones y más versátiles.

4 La Industria del Calzado

Resumen

Como parte del estudio de un sector para desarrollar un CSTyL, se estudiará a la Industria del Calzado. Se identificarán sus características, sus prácticas logísticas y las posibles oportunidades para incrementar su productividad.

4.1 Identificación y selección del sector

Año con año la Cámara Nacional de Comercio (CANACO) de la Cd. de México realiza estudios acerca del comportamiento de las ventas en los comercios de la ciudad. En el primer trimestre del año 2 000 fueron 17 los sectores que aumentaron sus ventas. Dentro de estos sectores podemos distinguir la ropa, el calzado y los libros como bienes de gran consumo y concentrados en un sector productivo. De estos tres sectores, eliminamos el literario, ya que no es un bien de primera necesidad.

Tomando en cuenta que un CSTyL pretende mejorar la competitividad logística de un sector, se requieren analizar distintos aspectos para definir el sector a estudiar. La ZMVM representa para ambos sectores (ropa y calzado) un mercado enorme. Aproximadamente el 20% de la población del país se concentra en la ZMVM y la mayoría de las operaciones comerciales se realizan ahí. Por lo tanto, la ZMVM representa para los sectores ropa y calzado un centro de consumo, negocios, fabricación y redistribución de mercancías.

Según los estudios de la CANACO, la ropa y el calzado son sectores con gran participación en el comercio de la ciudad. Ambos comparten en muchas ocasiones los mismos puntos de venta, como almacenes, tiendas departamentales y supermercados. El gran número de puntos de venta hace pensar que un CSTyL podría potenciar a cualquier sector para su mejoramiento logístico.

Una diferencia entre ambos sectores es la capacidad de respuesta a la demanda y la gestión de los inventarios. En el caso de la ropa se tienen mayores inventarios y se cuenta con la posibilidad de suministrar un producto rápidamente o hasta de una tienda a otra. El vendedor asume el riesgo de no vender al tener altos inventarios, ya que el exceso de mercancía difícilmente se logra vender. En contraste, en el calzado no se presentan esos inventarios porque el surtido y la producción son bajo pedido. De esta forma se evitan costos de gestión, pero se corre el riesgo de perder ventas por la baja capacidad de respuesta al mercado que se tiene.

Una condición importante que favorece la instrumentación de un CSTyL es la existencia de nodos concentradores de producción. En la industria del calzado, en el ámbito nacional, se tienen a los estados de Jalisco y Guanajuato como principales productores, mientras que en la ropa la producción se lleva a cabo en muchos y diversos espacios del territorio nacional.

Añadido a lo anterior, se debe palpar la sensibilidad que los transportistas u operadores logísticos tengan hacia un CSTyL. En el caso de la ropa, ya existen esfuerzos enfocados hacia allá o para mejorar las prácticas logísticas. En la mayoría de las ocasiones se trata de corporativos. Esto se debe a que la competencia ha obligado al sector a hacer más eficientes sus prácticas logísticas. Sin embargo, en la industria del calzado no existe una consciencia todavía de la necesidad de mejorar las prácticas logísticas.

Por todo lo anterior, el sector calzado se presenta como una buena oportunidad para el desarrollo de un CSTyL.

4.2 La ZMVM como área core del mercado

Los casi 20 millones de habitantes de la ZMVM representan para la industria del calzado un mercado que, según datos de la Cámara Nacional de la Industria del Calzado (CANAIICA), consume el 60% de la producción del sector. Esto ratifica la tradición comercial que el Valle de México ha tenido en el sector. La gran penetración del calzado en la región ha llegado a ser, en algunas empresas, de hasta el 90% de su producción. Hoy en día los mercados se han diversificado y la exportación representa ya un porcentaje de consideración para la industria del calzado.

De acuerdo al estudio "Elementos para la planeación del Acopio y Distribución de Mercancías en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México", del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), los movimientos de entrada y salida del rubro 64 "Calzado, polainas, botines y artículos análogos" tienen el volumen de carga que se muestra en la tabla 4.1.

Claramente se ve en la tabla 4.1 que una gran parte del calzado que entra en la ZMVM se queda para su distribución comercial. También es significativo que el mayor lugar de afluencia de tráfico, en cuanto peso y valor comercial se refiere, es la Zona Norte del Valle de México, específicamente, según el estudio, la Autopista México-Querétaro. Lo anterior se debe a que la producción de calzado del Bajío y de Occidente entra principalmente por el norte del Valle.

Zona	Nº de Vehículos	Carga (toneladas)	Valor (dólares/día)
<i>Norte</i>	65	642,5	5 628 469
Salen	12	78,9	709 834
Entran	53	563,6	4 918 635
<i>Sur</i>	15	76,2	532 317
Salen	14	59,7	526 083
Entran	1	16,5	6 234
<i>Este</i>	11	44,3	255 782
Salen	7	31,4	96 062
Entran	4	12,9	159 720
<i>Oeste</i>	20	68,8	799 610
Salen	6	18,3	204 005
Entran	14	50,5	595 605
TOTALES			
Salen	39	188,3	1 535 984
Entran	72	643,5	5 680 194

Tabla 4.1 Entradas y salidas diarias por acceso carretero del calzado a la ZMVM.
Fuente: Publicación Técnica N° 125, IMT, SCT, con datos de 1995 y 1996.

Es importante señalar que más del 65% del tráfico de calzado en la ZMVM se consume en el valle y que sólo un 25% sale del mismo. Esto indica que más de seiscientos toneladas de calzado se consumen en el valle, con valor comercial de más de cinco y medio millones de dólares en un día promedio.

De la misma tabla podemos deducir que menos del 20% de la mercancía entra por los accesos sur, este y oeste del valle. Por el contrario, más del 50% de la mercancía que sale del valle lo hace por estas vías.

En conclusión, el acceso norte es el principal en cuanto a entradas de calzado y le sigue el oeste aunque en mucho menor magnitud. Los accesos sur y este son primordialmente de salida de calzado.

4.3 Prácticas logísticas del sector

4.3.1 Canales de Comercialización

La comercialización del calzado lleva a cabo de distintas maneras:

- fabricante con zapaterías propias;
- fabricante que vende a distribuidor con zapaterías propias; y
- fabricante que vende a distribuidores pequeños con pocas zapaterías.

En el primer caso el fabricante se encarga de definir el tamaño de la producción, de los procesos de mercadotecnia y de la venta del calzado. No se presenta un agente vendedor. En el caso del gran distribuidor, las ventas se registran en tiendas departamentales o en cadenas de zapaterías. A diferencia de este caso, el pequeño distribuidor presenta la figura del promotor que en últimas fechas ha adoptado los servicios de *benchmarking*.

El sector calzado trabaja principalmente sobre pedido. Esto se debe a que el producto es jalado por la demanda y en caso de haber sobrantes, éstos se retienen en los puntos de venta hasta su enajenación.

La mayoría de las empresas levanta los pedidos a lo largo del año o en las ferias semestrales. En dichas ferias se introducen los prototipos para la siguiente temporada. Estos prototipos son desarrollados después de que los diseñadores asisten a ferias internacionales. Los modelos preliminares se presentan en exposiciones nacionales. Ahí se elimina la quinta parte de ellos y se levantan pedidos. En un momento posterior se eliminan los modelos cuyos pedidos no alcanzan el mínimo para hacer costeable su fabricación.

El catálogo final se obtiene a partir de los modelos con mayor demanda y que son llamados "campeones". Los promotores se encargan de difundir los catálogos y los agentes de ventas levantan los pedidos.

Dos aspectos fundamentales para la venta del calzado son los periodos de venta y cobranza. El periodo de venta abarca la solicitud de materia prima, la fabricación y la distribución. Esto tarda de 30 a 45 días. El periodo de cobranza depende del cliente y llega a ser de hasta 30 días.

A últimas fechas se ha comenzado a utilizar el internet como una herramienta de comercialización. Por su naturaleza, el calzado antes de comprarse debe ser probado, por lo que la compra en línea es muy reducida. Además, en el caso de México, los inventarios son sumamente reducidos y esto dificulta ese tipo de comercialización.

La mayoría de las empresas visualiza el comercio electrónico como una ayuda a futuro, ya que ellas mismas no cuentan actualmente con la capacidad de producción, distribución y respuesta al cliente. Estos elementos son los que se pretenden que un operador logístico potencie para realizar dicho comercio, que incrementaría la competitividad de los productores de calzado.

Una problemática para la industria es la forma en que se comercializa el calzado. Éste es un producto de primera necesidad, por lo tanto sus precios no pueden ser demasiado altos y esto reduce el margen de utilidades. Aunado a esto, el precio en sí del calzado es alto y su duración es, generalmente, prolongada. Estos factores provocan que los flujos de venta sean lentos y largos.

4.3.2 Logística de Distribución Física

El calzado, desde hace ya bastante tiempo, se comercializa en cajas de cartón. Esto implica que existe ya un estándar en cuanto a envase. Las cajas de pares de zapatos a su vez reciben un embalaje en cajas más grandes de mayor resistencia con capacidades desde doce pares hasta cuarenta y ocho pares, según el modelo en cuestión. El manejo de estas grandes cajas se realiza en "diablos" o a veces a mano.

El recorrido de la mercancía desde el punto de su fabricación hasta el consumidor final se conoce como canal de distribución física. En la industria del calzado se presentan dos tipos de canales. El primer tipo de canal se caracteriza porque la mercancía es transportada por el productor hacia el punto de venta de manera directa. En el segundo tipo de canal el productor envía el calzado hacia un centro de distribución (o bodega) y posteriormente de ahí se transporta hacia un punto de venta.

En el primer caso el productor es el responsable del transporte. Esto lo hace con medios propios o por medio de una empresa transportista. En el segundo caso se presenta una gran variedad de situaciones para que el producto llegue del fabricante hasta el punto de venta. En la figura 4.1 se esquematizan los canales de distribución.

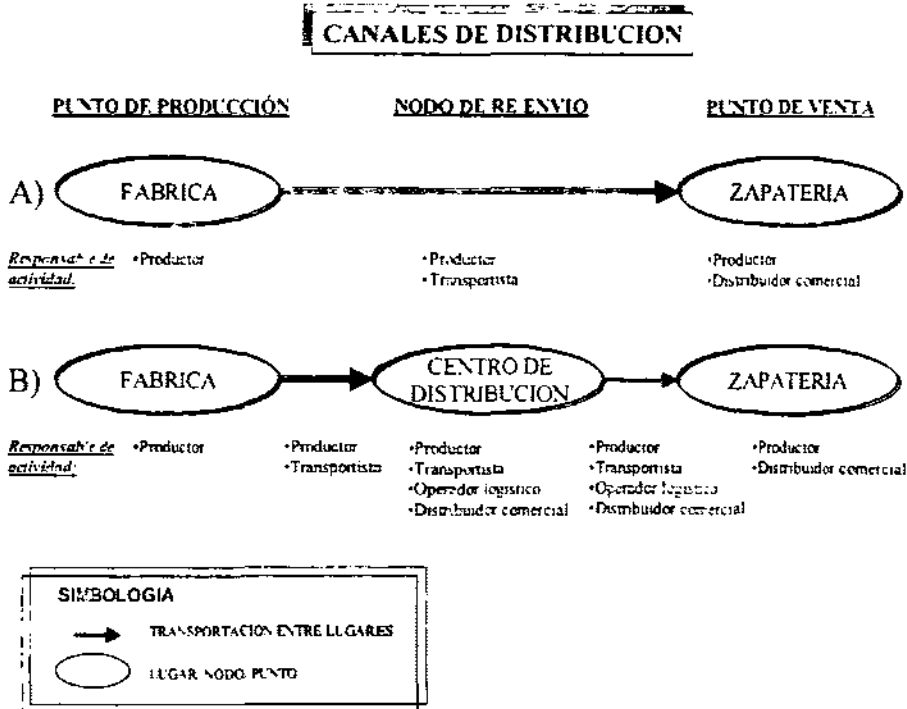


Figura 4.1 Canales de distribución
Elaboración: Hernández JC; (2001)

Debido a que el sector calzado trabaja mayoritariamente sobre pedido, el inventario de producto terminado es prácticamente nulo. Esta cantidad hace que la mayoría de los almacenes sean pequeños.

Por su tamaño, la mayoría de los fabricantes no cuentan con servicios propios de transportes y dichas actividades las realizan terceros junto con la distribución física. Es común que los transportistas sean grandes consorcios con igualmente grandes unidades. Esto genera que en la distribución física local sea otra empresa la que haga el servicio.

Los servicios de transporte al mayoreo son cobrados por caja, mientras que los de menudeo se cobran por par de zapatos. En este rubro no existe competencia por parte de empresas de mensajería por los elevados costos de éstas. Sin embargo, los servicios de mensajería se llegan a emplear en casos de emergencia.

El flujo de calzado no se da de manera homogénea durante el año. Los periodos pico son fin de año, Semana Santa y principios de mayo. Esto implica una capacidad de transporte mayor por parte del distribuidor en esos periodos. El horario de distribución en la ZMVM se concentra entre las 10:00 y las 14:00 horas, aunque a veces se llega a ampliar según la demanda.

El resurtido de calzado para consumo se lleva a cabo bajo pedido. Esto provoca que el periodo de reposición dependa de la capacidad de producción. Generalmente se tiene una espera máxima de 30 días. Debido a que son varios los clientes que solicitan reposición, a todos se les surte de manera parcial en constantes entregas cada tres días.

Un aspecto importante que impacta directamente al sector es la inseguridad que se presenta en la ZMVM. Anualmente se han presentado robos por seis millones de pares, principalmente en el periodo de transportación. Sumado a este tipo de robo, se presenta el robo hormiga, extraviándose pares de las cajas grandes. Los robos se presentan en áreas críticas de la ZMVM como Tepito y la Colonia Morelos.

La mayor complejidad en la distribución se presenta en el Centro Histórico de la Ciudad de México. Esto se debe a las restricciones a la circulación y los altos niveles de congestionamiento. Siempre está presente la posibilidad de que un transportista quede atorado por diversos motivos dentro de la zona.

Otro punto de complejidad es la avenida San Cosme en la Delegación Cuauhtémoc. Ahí se encuentra un gran número de zapaterías. El problema es la gran cantidad de vendedores ambulantes sobre la calle y las aceras. El acceso a las zapaterías se dificulta y existe un riesgo latente de conflicto con los ambulantes.

Los problemas de distribución han provocado que los transportistas tengan programas estrictos de repartición, con horarios especiales para rápidas entregas. Éstas se realizan en ocasiones hasta en menos de quince minutos y siempre se procura evitar al máximo los altos niveles de tráfico.

4.3.3 Logística de Proveedores

La capacidad de respuesta de un proveedor depende de la calidad de materias primas y la oportunidad de las entregas. La calidad influye puesto que, cuando un producto no cumple con los estándares requeridos, se pierden tiempo y recursos para reponerlo con uno adecuado. Generalmente esto se presenta como un aspecto crítico para la industria del calzado.

Debido a que la industria del calzado funciona bajo pedidos, los suministros se calculan a partir de éstos. Así, la programación de la producción se hace con base en las entregas de los proveedores. A pesar de esto, se deja una holgura de entre 2 y 3 días por cualquier imprevisto.

De igual forma que los almacenes de producto terminado, los de materia prima presentan baja capacidad. Se manejan máximos y mínimos en los inventarios y sólo en insumos críticos hay un mayor cuidado. Los insumos críticos generalmente provienen de proveedores monopolísticos o del extranjero.

4.4 Identificación de oportunidades logísticas para una mayor competitividad

El esquema de comercialización del calzado es demasiado rígido. Las prácticas logísticas pueden ser mejoradas si se implementan cambios en la cadena logística. Se pueden crear centros de distribución para tener inventarios que puedan cumplir con la demanda del mercado antes de que ésta solicite los productos. De esta forma se podrían aprovechar las oportunidades que surjan en el mercado.

Este centro de distribución se podría convertir en un Centro de Servicios de Transporte y Logística (CSTyL) con los servicios que éste contiene. La localización de esta instalación provocaría una mejor respuesta hacia el cliente. En el caso de la ZMVM las ventajas serían entregas más rápidas, mayor rotación de modelos, respuesta rápida en resurtidos y eliminación de la no entrega por falta de existencias. También sería posible redistribuir las mercancías según el consumo en distintos puntos de venta.

Un CSTyL permite trabajar con un operador logístico especializado en la distribución capilar de calzado. De esta forma, el fabricante tendría mucho más claros los costos de estas operaciones. El operador logístico puede encargarse de la gestión del CSTyL y de concentrar a productores diversos (generalmente sin competencia entre sí) en distintas rutas. Un operador logístico puede potenciar las ventas de un fabricante al ampliar el mercado de éste.

De esta forma, el fabricante de calzado está en posibilidad de aprovechar su capacidad de producción (al existir inventarios en el CSTyL) e incluso de ampliarla, asumiendo cierto riesgo financiero, pero incrementado la oportunidad de ganancias. El productor tendría un mayor conocimiento del mercado y del comportamiento de las ventas totales, incluyendo sus modelos. Con esto, el productor puede enfocarse únicamente a sus modelos campeones, reduciendo líneas de producción distintas y homogeneizando la producción de los campeones.

El gran y creciente consumo de calzado de la ZMVM justifica tener oficinas en ella por parte de los productores. En un CSTyL se podrían tener y además permitirían visualizar la operación al estar en contacto con el operador logístico y demás fabricantes representados.

En el caso de existir errores de etiquetado de origen, éstos se corregirían en el CSTyL por parte del operador logístico. Esto evitaría las molestias de entregas incorrectas y cambios de mercancía por este concepto. Aunado a esto, se podrían realizar actividades de valor agregado como estudios, reportes, reetiquetado, etc.. Así el CSTyL se podría convertir en un lugar estratégico para la industria del calzado.

Un CSTyL o una Micro Plataforma Logística Urbana (mPLU) pueden realizar actividades nocturnas. Aunado a esto un CSTyL puede fomentar las ventas vía electrónica ya que contaría con un inventario de producto disponible y un operador logístico que distribuiría el producto al consumidor final con rápida capacidad de respuesta.

5 Herramientas Utilizadas

Resumen

En este capítulo se verá toda la teoría que sustentará la metodología a seguir para determinar la ubicación del CSTyL. Se estudiarán los Sistemas de Información Geográfica, el apoyo de las imágenes de satélite, teoría de localización de instalaciones y de decisiones multicriterio y en particular el Método ELECTRE IV.

5.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

De manera general, un Sistema de Información Geográfica (SIG ó GIS por su nombre en inglés) se define como un conjunto de bases de datos ligados a un componente espacial. La información que almacenan los SIG está forzosamente referenciada geográficamente. Ésta se almacena en formato digital, de tal forma que la manipulación de los datos se facilita con el uso de las computadoras. La información se almacena de forma eficiente, con facilidad de actualizarla y de visualizarla en diversas imágenes o mapas. El uso de los SIG permite agilizar el manejo de información a diferencia de los sistemas impresos convencionales. Un SIG está compuesto por equipos físicos y programas, como computadoras, digitalizadores, trazadores gráficos, impresoras, etc..

Los SIG surgen inicialmente para proporcionar un almacenamiento eficiente y cómodo para la información espacial. Al combinar diversas variables, se pueden obtener modelos cartográficos, así como un infinito número de posibilidades de combinación de datos y de superposición de mapas. La visualización gráfica también permite una simulación de posibles impactos de las acciones del hombre sobre el medio.

Generalmente, un SIG está compuesto por diversos módulos:

- entrada de información;
- almacenamiento y organización de la base de datos;
- análisis; y
- representación gráfica.

La entrada de información se refiere a la introducción de datos en un mismo sistema digital, con un mismo formato y con una georeferencia común. Esta entrada se puede dar a través de archivos ya creados, de creación manual a través del teclado, de digitalizadores de vectores o de barreadores de imágenes (*scanners*). Toda la información es referenciada geográficamente en un mismo sistema para poder relacionar las variables entre sí.

El almacenamiento se lleva a cabo de dos formas básicas: formato raster o formato vectorial. El formato raster consiste en tener una imagen dividida en celdas. Cada celda tiene un código que permite la identificación de sus propiedades. Además, cada unidad espacial está definida explícitamente. Este formato permite hacer análisis espaciales de proximidad y de superposición de forma más sencilla.

Por otro lado, el formato vectorial define las unidades por los límites que tienen. Esto implica mayor precisión en cuanto a definición de áreas. El formato vectorial se utiliza cuando las áreas son homogéneas en cuanto a sus propiedades, ya que sería impráctico definir exhaustivamente cada punto a través de un sistema raster.

El análisis en los SIG 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. En diversos SIG la combinación de características provee de un mejor conocimiento de la región estudiada.

El último módulo, representación visual, permite percibir de manera amigable y accesible la información ligada a la referencia geográfica. Esta representación puede ser en despliegues de pantalla o de manera impresa. Los dispositivos actuales permiten impresiones a color de gran tamaño y resolución que complementan la visualización en pantalla.

El uso de los SIG hoy en día es muy variado. Disciplinas como la Ingeniería Civil y la Topográfica, la Geografía, Edafología y otras se pueden apoyar fuertemente en ellos. Su uso va desde la cartografía, los catastros, la identificación de vías de comunicación y servicios hasta usos de suelo, ubicación de instalaciones y planeación urbana y regional.

Existe un tipo de SIG para transporte (GIS-T). Estos sistemas están diseñados para planeación, gestión pública y análisis de los sistemas de transportes y sus características. Sus diversos elementos permiten crear mapas temáticos, gráficos y análisis espaciales y geográficos. Su uso comparado con los clásicos paquetes de transporte es mucho más eficiente, ya que permiten la visualización y el manejo eficiente de la información. De esta forma, la simulación se puede hacer en forma inmediata sin tener que hacer numerosas operaciones para visualizar la sensibilidad al cambio por parte del modelo.

Los GIS-T que se utilizan para autopistas y carreteras se ocupan principalmente de la construcción, operación, mantenimiento, planeación y diseño. Por otro lado, los Sistemas Inteligentes de Transporte son una especie de GIS-T. Se utilizan para mejorar el tráfico, pago express de peajes, transporte masivo, diseño de rutas, etc..

En cuestión de logística, los GIS-T involucran rastreo de vehículos y entregas, análisis de rutas, gestión de almacenes e instalaciones y determinación de rutas y horarios. Los SIG proveen de información crítica para el prestador de servicios y para el cliente que se reflejan en posición competitiva en el mercado, respuesta rápida, satisfacción para el cliente, etc.. En cuestión de instalaciones y manejo de inventarios, los GIS-T permiten tener un soporte de software para planeación, inversiones, localización estratégica, etc..

El análisis especial de factores clave como tráfico, clima, zonas con obras en proceso y otros permite identificar lugares propensos para accidentes. De esta forma, el GIS-T interactúa con los conductores de vehículos para la prevención de posibles desastres. También se pueden identificar tendencias en cuestión de horarios, cargas, infracciones, etc. que sirven a la autoridad para establecer normas o para adecuarlas.

Los GIS-T sirven también para la industria aérea. Se emplean para ubicar instalaciones, modelar y monitorear ruido, construcción, y mantenimiento, planeación de tráfico y manejo de hangares y estacionamientos para vehículos de tierra. Las aerolíneas utilizan los GIS-T para analizar rutas, pre-rutas y planes de contingencia para emergencias en el desvío de aviones. En forma similar los GIS-T son utilizados para la industria marítima y portuaria y para la ferrocarrilera.

En el caso del transporte público, los GIS-T proporcionan información sobre rutas de autobuses, ubicación en tiempo real de vehículos, apego a los horarios, ubicación de estaciones, situaciones de emergencia, cambios en la conducta de traslado de los usuarios, lugares de gran demanda de transporte y otros que permiten mejorar el rendimiento del tránsito.

5.2 *Imágenes de Satélite*

5.2.1 Percepción Remota

Para obtener una imagen de satélite, es necesario todo un sistema de percepción remota. Dicho sistema, así como sus principios serán descritos a continuación.

Un sistema de percepción remota está compuesto por los siguientes elementos:

- fuente de iluminación;
- paisaje;
- escena;
- sensor remoto;
- plataforma;
- sistema de procesamiento; y
- apoyo en campo.

En lo que respecta a la fuente de iluminación, se tienen sistemas pasivos y activos. Los sistemas pasivos son aquellos que utilizan una fuente externa sobre la cual no se tiene control alguno. Los activos se refieren a una fuente propia.

El paisaje constituye el sistema físico objeto de estudio, que, generalmente, es una parte muy compleja donde intervienen muchos factores, algunos de ellos ajenos al propósito de la investigación. Casi siempre, el investigador no controla estos factores.

La escena es un plano o superficie que forma parte de un paisaje. Se consideran para la escena todos los objetos del paisaje que se encuentren sobre dicho plano o superficie para tener una completa imagen visual de la porción seleccionada.

El sensor remoto es el dispositivo encargado de percibir la escena. El uso de nuevas tecnologías ha permitido tener más y mejores sensores, que van desde sensores a luz visible hasta a rayos X, gamma y partículas.

La plataforma es el lugar desde donde el sensor remoto capta la escena. Mientras más lejos se encuentra del paisaje, mayor rango de captura tendrá, pero menor resolución. Con las nuevas tecnologías para los sensores, las plataformas no son ya un problema y se utilizan desde aviones hasta satélites.

El sistema de procesamiento puede ser análogo o digital. El caso análogo es el de fotografía común, como en fotografía aérea. El caso digital abarca las imágenes discretas, compuestas por elementos definidos y diferenciados como cuadrados o puntos. Estos elementos de la imagen representan una escena continua aunque aquella sea discreta. Estrictamente todas las imágenes son discretas, sin embargo las que al ojo o al mayor detalle requerido parecen continuas son catalogadas como tales. Incluso hay imágenes discretas que con su mínimo detalle parecen continuas.

Es importante definir que el procesamiento de una imagen digital incluye el preproceso, el realce y la clasificación. El preproceso se refiere a la calibración, a la corrección de distorsiones geométricas y remoción de ruido. El realce produce una imagen mejorada que se usa principalmente para interpretación visual. Esta nueva visualización permite una mejor interpretación a diferencia de la imagen inicial. Por último, la clasificación se refiere a la identificación de atributos particulares en las imágenes que derivan en mapas temáticos.

Finalmente, el apoyo en campo permite la observación directa de determinados puntos de la escena para validar las observaciones. Esto se puede hacer de manera aleatoria o para puntos escogidos. Las características de interés son observadas en las locaciones y se inducen hacia la escena.

La constante evolución en los sistemas de cómputo permite encontrar nuevas posibilidades de estudio y mayores aplicaciones de los SIG. Entre éstas se encuentran la visualización de estructuras construidas por el hombre y de recursos naturales terrestres (ver figuras 5.1 y 5.2).

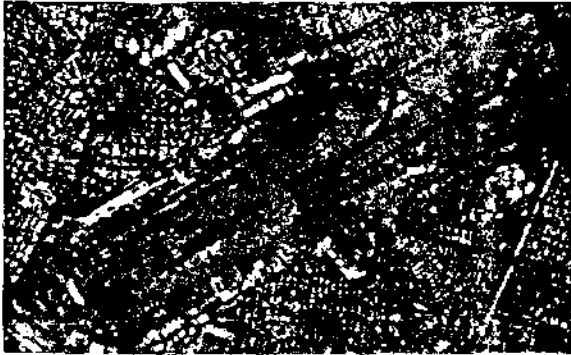


Figura 5.1 Aeropuerto Internacional Benito Juárez de la Ciudad de México

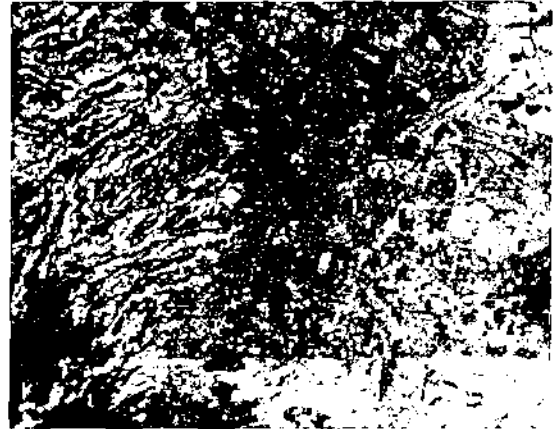


Figura 5.2 Suroeste de la Ciudad de México. Composición bandas 7,4 y 2, Landsat 1992, Elaboración propia.

5.2.2 Características de Imágenes de Satélite

Prácticamente todas las imágenes de satélite son digitales. Se encuentran formadas por elementos discretos llamados "píxeles". Cada píxel tiene asociado un número de "brillantez" promedio del espacio físico que representa. El tamaño de los píxeles define la resolución de la imagen. Generalmente se procura que el observador no distinga los bordes de cada píxel para que la imagen se vea continua.

Sin embargo, no siempre se logra la resolución deseada, ya que la altitud del sensor sobre la Tierra y el campo de visión instantáneo lo impiden. Aunado a esto, la tecnología de ciertos satélites no permite que los píxeles tengan suficiente diferencia entre sí. El número de píxeles diferentes que se pueden producir está dado por una combinación binaria de bits. Un píxel de 6 bits puede tener un valor entre 0 y 63 inclusive, mientras que uno de 8 bits permite valores de 0 a 255.

Básicamente, un píxel está determinado por tres aspectos: la dimensión del sensor del campo de visión instantáneo, qué es lo que el satélite "ve" en un instante preciso, la distancia entre dos campos de visión instantáneos y el número de bits que representan la brillantez medida.

El número de píxeles de una imagen es proporcional a su tamaño. Esta gran cantidad de información requiere dispositivos especiales para su almacenamiento y manipulación. Aunado a esto, las imágenes de satélite son comúnmente multiespectrales, es decir, simultáneamente se captan las imágenes diversas bandas del espectro electromagnético. Cada imagen presenta contrastes diferentes que al final se integran en un conjunto.

La captación de las imágenes de satélite, como está descrito en los párrafos anteriores, depende del satélite en sí. Existe una gran diversidad de satélites con igual diversidad de funciones, desde los militares hasta los Landsat y SPOT. Los Landsat son un conjunto de satélites que ha ido evolucionando con el tiempo. Inicialmente tenían sólo 4 bandas. Hoy en día, sólo operan el Landsat-4 y el Landsat-5 con 8 bandas ambos. Su resolución es de hasta 30 metros con sensibilidad de luz visible y un poco de infrarrojo. Este tipo de satélites permite la creación de mapas temáticos (ver figura 5.3). Por otro lado, el sistema SPOT (*Systeme Pour l'Observation de la Terre*) llega a tener resolución de hasta 10 metros y píxeles de hasta 10 bits.

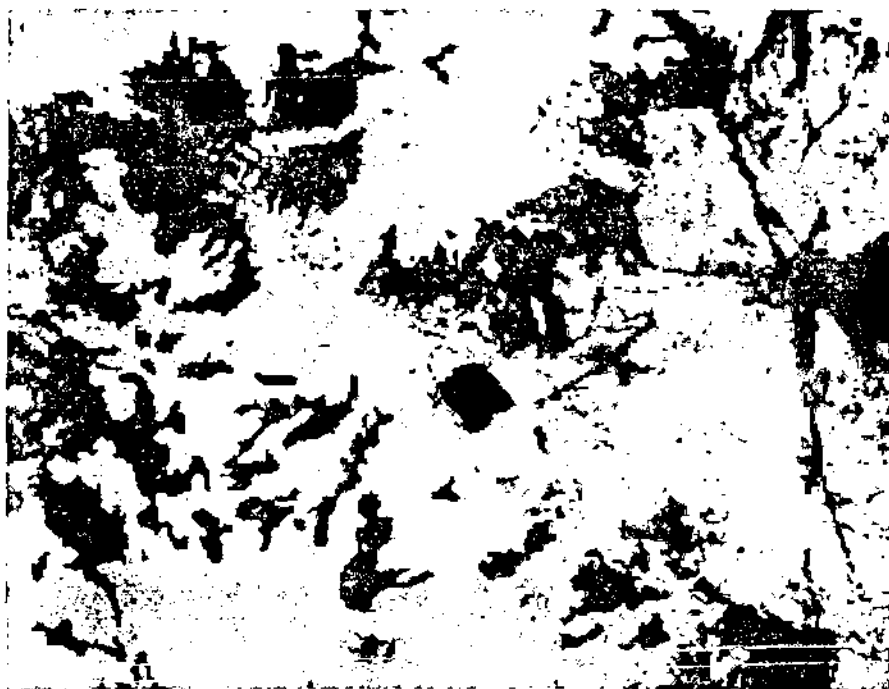


Figura 5.3 Uso de suelo en Huehuetoca, Edo. Méx.obtendido a partir de una imagen SPOT multiespectral de 1992 (Antún, JP; Santos, C; Lozano, A; 1993)

Existen ciertas características de una imagen de satélite que justifican su utilización, entre ellas una uniformidad de vista sobre una gran área, ángulo de vista casi vertical, fidelidad geométrica y radiométrica, buena definición de rasgos naturales del terreno, capacidad para obtener un producto final en un tiempo muy cercano a la toma y formato digital de los datos.

La mayor parte del procesamiento de la imagen se refiere al filtrado. El filtrado es un proceso mediante el cual cada píxel del mapa ráster es reemplazado con un nuevo valor. Éste es obtenido mediante la aplicación de una determinada función a cada píxel y sus vecinos inmediatos. Se consideran vecinos inmediatos a los ocho píxeles adyacentes en un arreglo de 3 X 3, ó a los veinticuatro adyacentes en un arreglo de 5 X 5. Además de estos arreglos comunes, se puede personalizar uno de cualesquiera características. Entre otros, los filtros se utilizan para distintos fines:

- aumentar la definición de una imagen de satélite y mejorar su interpretación visual;
- reducir el ruido de una imagen previo a la clasificación multi banda;
- detectar figuras u orillas en imágenes de satélite; y
- calcular pendientes, concavidades o convexidades.

Para la correcta utilización de una imagen, se suele hacer un análisis. El análisis se refiere a cualquier operación que transforme las variables originales para un objetivo determinado. Existen innumerables posibilidades para analizar un conjunto de datos. Los aspectos que más se toman en cuenta son:

- forma; se refiere a la forma general, configuración y delineo de la escena;
- tamaño; el tamaño de los objetos siempre va ligado a una referencia de magnitudes conocidas;
- patrones; es un determinado arreglo espacial que se repite;
- tonos de color; es la diferencia de intensidad de color o brillo entre objetos de la escena;
- textura; es la frecuencia del cambio súbito de tonos;
- ubicación; se refiere a los elementos topográficos y geográficos del lugar; y
- entorno; muchos elementos se pueden identificar según el entorno en el que se encuentran.

A partir de lo anterior, se pueden visualizar los actuales usos de los terrenos, la magnitud de los mismos, la ampliación de la mancha urbana, las vías de comunicación, cuerpos de agua, terrenos de cultivo, áreas verdes, etc.. Por ejemplo, la percepción remota se utilizó para estudiar la interacción entre el transporte y la expansión urbana irregular en Chalco (Santos C; 1992).

Las aplicaciones de las imágenes de satélite son muy extensas y pueden ser en geohidrología, geotermia, agricultura, geología, oceanografía, recursos naturales en general, etc..

5.3 Ubicación de Instalaciones

Una instalación es utilizada para dar un servicio, para recibirlo o ambas funciones. Se considera que un CSTyL es una instalación puesto que éste recibirá mercancías, podrá hacer servicios de valor agregado y finalmente las distribuirá.

La ubicación de instalaciones es un aspecto crítico en la planeación estratégica tanto en el sector público como en el privado. Típicamente, el desarrollo de una nueva instalación es un proyecto costoso e íntimamente ligado al tiempo. Previo a la construcción, adquisición o arrendamiento de una instalación, se deben identificar opciones con características idóneas y además se debe contar con capital suficiente para su operación.

La decisión final sobre la ubicación de una instalación comúnmente recae en algún alto funcionario o ejecutivo, sin embargo no se debe perder de vista que dicha inversión será a largo plazo. Además, las instalaciones se planean para un periodo largo de utilización. En conclusión, determinar las mejores opciones para nuevas instalaciones es un reto estratégico.

Desde mediados del siglo pasado la investigación de operaciones ha desarrollado una enorme cantidad de modelos matemáticos para representar la gran variedad de problemas de localización. Sin embargo, los modelos son extremadamente difíciles de resolver de manera óptima y muchos de ellos requieren programación con números enteros. Los resultados obtenidos por estos modelos proveen a los planificadores de una visión parcial sobre dónde ubicar una instalación, pero no son capaces de modelar las incertidumbres inherentes a las decisiones en el mundo real.

Una forma de medir la efectividad de la ubicación de una instalación, es a través de la determinación de la distancia promedio recorrida por aquellos que la visitan. Un equivalente más preciso es una media ponderada de la distancia entre los nodos demandantes y las instalaciones de acuerdo a su demanda. Esto se modela de la siguiente manera.

sean:

- i índice del nodo de demanda;
- j índice de la ubicación en potencia;
- h_i demanda en el nodo i ;
- d_{ij} distancia entre el nodo i y la instalación j ; y
- P el número de instalaciones a ubicar.

Variables de decisión:

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{si se ubica en el sitio } j \\ 0 & \text{si no} \end{cases}$$

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{si la demanda del nodo } i \text{ se atiende por la instalación } j \\ 0 & \text{si no} \end{cases}$$

A partir de las definiciones anteriores, el problema se puede plantear como uno lineal entero:

$$\text{Min } \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij}$$

Minimizar el total ponderado de demanda-distancia entre los nodos y las instalaciones.

Sujeta a:

$$\sum_j X_j = P$$

Se deben ubicar exactamente P instalaciones.

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i$$

Todo nodo está asignado a una instalación.

$$Y_{ij} - X_j \leq 0, \quad \forall i, j$$

La asignación es sólo para sitios dónde hay instalaciones.

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j$$

Restricción binaria.

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j$$

Restricción binaria.

Esta formulación permite ubicar las instalaciones en un conjunto finito de posibilidades. Éstas representan nodos en una red.

Una red de transporte se define como un conjunto de arcos y otro de nodos. Un arco une dos nodos y un nodo conecta dos o más arcos. Los arcos tienen asociados distintas características. Las más comunes son longitud, costo y capacidad. Cada arco tiene un nodo inicial y un nodo final. Un centroide es un nodo donde se origina o se atrae flujo. Por otro lado, una ruta se define como una secuencia de nodos conectados por arcos que permiten que haya flujo desde el nodo origen hasta el nodo destino.

En el problema de ubicación de instalaciones, generalmente la variable a minimizar es el costo. Éste se maneja de diversas maneras y puede asociarse a las distancias, a los tiempos o a ambos. Cuando los costos se asocian a las distancias, se tiene un problema de distancia recorrida mínima. El problema consiste en encontrar la secuencia de arcos del nodo origen al nodo destino, con la menor longitud.

En el caso de costos asociados al tiempo, se utiliza una red similar a la anterior. En esta red se sustituye la distancia por el tiempo. El procedimiento es análogo al anterior y el resultado indica la ruta con menores tiempos de recorrido.

Por otro lado, para la ubicación de un SLP se busca el equilibrio entre diversos costos (de la instalación, inventario, transporte y respuesta a los clientes). Esto hace que el problema sea más complejo. Específicamente, el caso en cuestión es un problema de ubicación de una instalación, estático (por no haber variación respecto al tiempo), discreto (las ubicaciones posibles son especificadas con anterioridad y son un número finito) y multicriterio (dónde se pueden tomar en cuenta criterios cuantificables y criterios no cuantificables).

Lo anterior provoca que en el caso del CSTyL no existan *a priori* una función de utilidad que optimizar. Esto hace que se requiera de distintas herramientas para poder hacer la evaluación de dónde ubicar el CSTyL.

5.4 *Análisis de Decisiones Multicriterio*

5.4.1 Descripción

Un análisis multicriterio toma en consideración la multiplicidad y heterogeneidad de las características asociadas a una decisión. Un problema de decisiones multicriterio es aquel en el que se consideran un conjunto de opciones potenciales entre las cuales un decisor debe hacer como mínimo una de las siguientes acciones (Antún, JP; 1994):

- 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”.

Por otro lado, se debe tener un orden para la solución del problema. Este orden se deriva en una metodología. De ésta, podemos distinguir cuatro etapas fundamentales (Nijkamp, P; Voogd, H; 1985):

- definición de opciones que deben ser tomadas en consideración y formulación del problema;
- determinación de la opinión que debe examinarse y el modelado de las preferencias del decisor;
- síntesis de la información existente en un modelo global que implique una agregación de las preferencias de los diversos modos de ver; y
- aplicación de algún procedimiento matemático con el propósito de resolver el problema de decisión.

Estas etapas no son obligatoriamente consecutivas. Es común, y necesario, que se hagan correcciones y repetición de algunos puntos.

Para aterrizar las etapas existen diversos enfoques metodológicos. Por simplicidad, se utilizará el de relaciones binarias de sobreclasificación (Roy, B; 1985), 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. Las métricas de cada criterio se respetan, pudiendo no ser comparables entre sí.

Las relaciones binarias se pueden modelar de manera individual o simultáneamente. Cuando es una relación binaria se llama un esquema robusto, mientras que, cuando son varias, se denomina borroso.

Modelación con una relación binaria (Jacquet-Lagrèze, E; 1983)

Si se define $a R b$ como "a es al menos tan buena como b" tres situaciones fundamentales pueden ser modeladas:

- preferencia: $a P b \Leftrightarrow (a R b, \text{no } b R a)$, es decir que "a se prefiere a b";
- indiferencia: $a I b \Leftrightarrow (a R b, b R a)$, es decir que "a y b son indiferentes"; e
- incomparabilidad: $a H b$ (no $a R b$, no $b R a$), es decir que "a y b no son comparables".

Es común que se utilice la notación simplificada:

- \geq en lugar de R ;
- $>$ en lugar de P ; y
- \sim en lugar de I .

Modelación con varias relaciones binaria (Jacquet-Lagrèze, E; 1983)

Si se definen dos relaciones de preferencia, una P estricta y una Q débil, se modelan cuatro situaciones Preferencia Estricta o Fuerte (P), Preferencia Débil (Q), Indiferencia (I) e Incomparabilidad (H)

Con el propósito de introducir ambigüedades en las preferencias del decisor, pueden reagruparse situaciones creando la siguiente tipología:

no preferencia: a I b o a H b sin distinción posible;

preferencia: a P b o a Q b sin distinción posible;

presunción de preferencia: a Q b o a I b sin distinción posible;

k-Preferencia: a P b o a H b sin distinción posible; y

sobreclasificación: a P b o a Q b o a I b sin distinción posible (se acostumbra denotarla a S b).

5.4.2 Método ELECTRE IV

El enfoque ELECTRE es un tipo de explotación de relaciones binarias para evaluación multicriterio, basado 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 (Antún, JP; 1994).

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. Esto se delimita a través de umbrales definidos por los valores λ_1 y λ_2 que separan las preferencias de tal forma que:

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

si $a-b \geq \lambda_2$ entonces "a se preferirá estrictamente a b según u" $a \gg b;$

si $\lambda_1 < a-b < \lambda_2$ entonces "a se preferirá débilmente a b según u" $a > b;$ ó

si $|a-b| < \lambda_1$ entonces "a y b son indiferentes según u" $\cong.$

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

- fuerte; si no existe ningún criterio por el cual una opción a se prefiera estrictamente a una b y existen criterios por los cuales a se prefiere débilmente a b pero su número es inferior o igual a la mitad de criterios que lo conducen a preferir a b sobre a ;
- débil normal; si no existe ningún criterio por el cual b se prefiera 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 prefiera estrictamente a a y además a se prefiere estrictamente a b por al menos la mitad de los criterios;
- débil relajada tipo I; si el número de criterios por los que se prefiere a sobre b es al menos superior por tres criterios;
- débil relajada tipo II; 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; 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 (Antún, JP; 1994):

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

Estos puntos consisten en delimitar de forma precisa los criterios que se utilizarán para la evaluación de las opciones, así como la identificación de éstas. Seguidamente, se emplea una notación para el manejo de los factores y 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 λ_1 y λ_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 hará la comparación de la calificación de cada opción con la de todas las demás por pares y se obtendrán las preferencias. Éstas se plasman en la matriz de comparación de alternativas.

En este momento 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.

6 Metodología

Resumen

Una vez planteada la problemática y las herramientas para su solución en los capítulos anteriores, se procederá en este capítulo a llevar a cabo la metodología que proporcionará una solución al problema. La metodología consiste en tres etapas fundamentales una vez fijados los criterios a evaluar. Primero se harán análisis espaciales utilizando SIG e imágenes de satélite para encontrar terrenos dentro de la zona de estudio en los que se pueda construir un CSTyL. Seguido se hará un análisis de redes por la importancia que la conectividad y el acceso a un CSTyL tienen. Finalmente se aplicará el Método ELECTRE IV de decisiones multicriterio para obtener una jerarquización de las opciones donde se pueda construir un CSTyL.

6.1 Determinación de Criterios

Para que la ubicación de un CSTyL sea exitosa se deben tomar en cuenta ciertos aspectos para fijar los criterios a evaluar como:

- proximidad a vialidades principales y servicios;
- proximidad a clientes; y
- sitio disponible.

Los lugares con buena accesibilidad son atractivos para la industria tanto como deseables desde el punto de vista del sector público. Esto se debe a que minimizan el recorrido sobre calles secundarias locales.

Por ser un SLP, un CSTyL tiene ciertas funciones que hacen que actúe como una terminal. Esto implica que debe estar en una zona industrial con una adecuada red de vialidades primarias y secundarias para asegurar la no intrusión en calles residenciales. Por lo tanto, los atributos que una ubicación potencial de un CSTyL debe poseer son:

- terreno adecuado en dimensiones y forma;
- adecuada capacidad de las calles locales;
- carecer de restricciones a las operaciones de carga en el área, tales como
 - prohibición de camiones a horas particulares;
 - restricciones de tráfico por zona escolar;
 - vialidades y puentes con adecuadas dimensiones;
 - carecer de cruces de FFCC que pueden restringir o impedir el acceso;

- acceso permitido a vehículos de grandes dimensiones en las vialidades;
- carecer de restricciones de ruido o iluminación (en la noche);
- adecuado suministro de agua y drenaje;
- seguridad;
- impuestos adecuados; y
- localización relativa a grandes corredores, vialidades troncales y/o acceso a autopistas o libramientos de altas especificaciones.

En caso contrario se podrían tener efectos contraproducentes:

- conflictos con otros usos de suelo cercanos;
- restricciones de operación debido a cuestiones ambientales como ruido, almacenamiento de materiales peligrosos, iluminación y otros;
- acceso limitado de servicios de soporte y emergencia; y
- poca oportunidad para la expansión o modificación de la instalación.

Los mayores impactos en caso de una ubicación incorrecta se darían en el ámbito de la congestión diurna y del impacto ambiental nocturno.

- Exceso de tráfico en las calles cercanas a la instalación;
- acceso inadecuado a las vialidades principales;
- largas filas de autos en las calles adyacentes;
- estacionamiento arbitrario en calles vecinas;
- ruido generado en la instalación, asociado a la carga /descarga;
- ruido generado por vehículos que se mueven hacia y desde la instalación;
- emisiones de los vehículos;
- iluminación excesiva que puede causar conflictos con usos de suelo vecinos.
- materiales peligrosos que circulan hacia la instalación; y
- manejo de agua, aceites y grasas del lavado de vehículos.

Como resultado de lo anterior, los criterios inicialmente elegidos para la evaluación de la ubicación de un CSTyL son:

- vialidades;
- accesibilidad;
- uso de suelo actual;
- restricciones (escuelas, hospitales, etc.);
- agua y drenaje;
- impuestos;
- tamaño del terreno disponible; y
- seguridad pública.

La selección de estos criterios tiene como fundamento la libre circulación de los vehículos de carga, tanto los que utilicen el centro como el resto del universo, así como la libre circulación de vehículos particulares y de servicios públicos, privados y de emergencias. A su vez, se consideró que un predio debe contar con los servicios públicos necesarios para poderse construir ahí un CSTyL.

Servicios públicos se refieren principalmente a agua, drenaje y seguridad pública. Un aspecto importante a considerar son los impuestos, ya que en algunas demarcaciones ciertas actividades son gravadas en exceso. Finalmente, se debe tener presente que para ubicar un CSTyL, es necesario que el predio tenga como mínimo una superficie de 3 Ha.

6.2 *Análisis Espacial*

El análisis espacial consistió en identificar las posibles ubicaciones del CSTyL. Esto se hizo en dos etapas, la primera a través de los SIG para identificar las zonas que tuvieran las características de uso de suelo y cercanía; la segunda consistió en la utilización de una imagen de satélite para obtener mayor detalle en el estudio.

6.2.1 SIG

Para el correcto estudio de la zona en cuestión se tomaron en cuenta diversas características que se muestran en los siguientes mapas temáticos. El primer mapa contiene los nombres de los municipios de interés y posteriormente se describen características de los municipios junto con los mapas asociadas a éstas. Cabe señalar que los municipios señalados se encuentran cerca del acceso principal desde el Bajío hacia la Ciudad de México (autopista México-Querétaro).

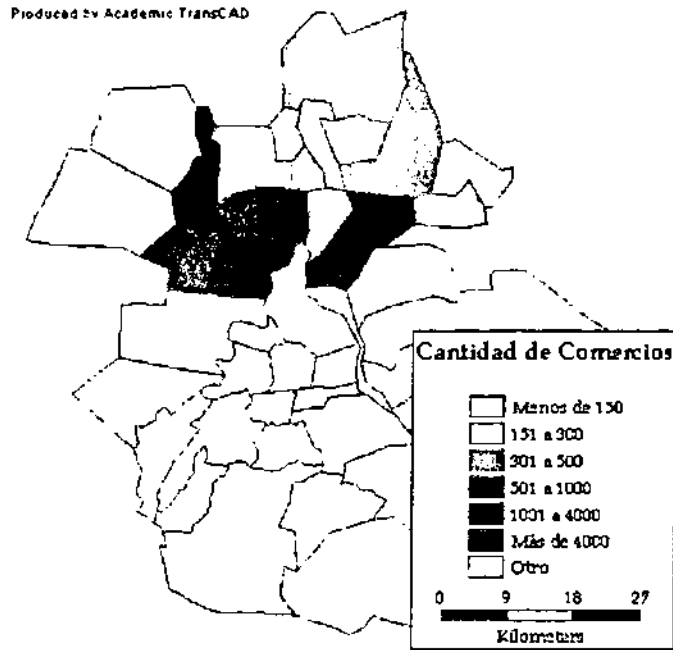
Produced by Academic TransCAD



Mapa 6.1 Nombres de los municipios

Fuente: Elaboración propia en Transcad ©

En cuanto a cantidad de comercios, en primer sitio se encuentra Ecatepec. Cabe señalar que éste se encuentra rodeado de municipios con considerablemente menor cantidad de comercios. Luego, sobresalen los municipios de Cuautitlán y de Tlalnepantla, mientras que Tepotzotlán, Tultitlán y C. Izcalli contienen una menor cantidad de ellos. Se ven una franja en los municipios del costado poniente de la ZMVM Esto refleja un distinto uso de suelo (ver mapa 6.2).

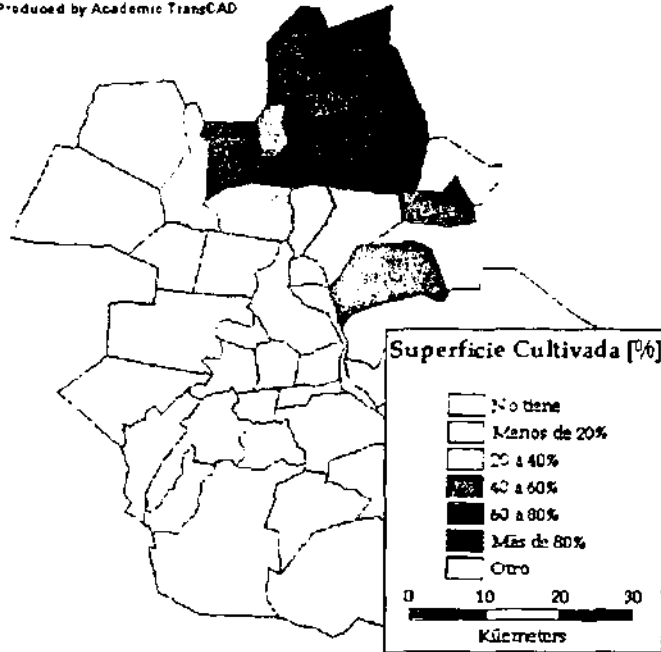


Mapa 6.2 Cantidad de comercios por municipio

Fuente: Elaboración propia en Transcad © con datos del Estado de México 1991.

Aunado a lo anterior, la superficie cultivada de los municipios de Cuautitlán, Tepotzotlán y Tultitlán es de menos del 20%, en C. Izcalli de entre 20 y 40%. Ese porcentaje, junto con los datos del mapa 6.2, indica que esos municipios no se dedican a actividades primarias. En contraste, el extremo norte, hacia Zumpango y Jaltenco muestra el mayor índice de superficie cultivada. (ver mapa 6.3).

Produced by Academic TransCAD

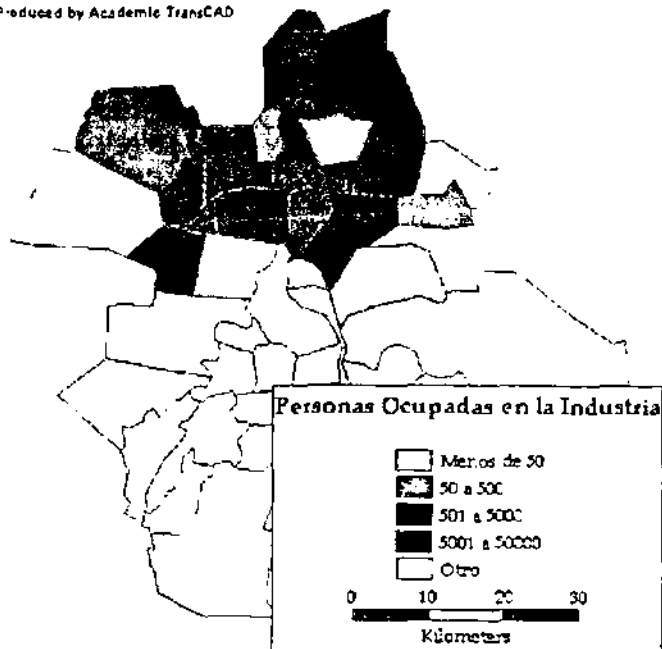


Mapa 6.3 Porcentaje de Superficie Cultivada por municipio

Fuente: Elaboración propia en Transcad © con datos del Estado de México 1991.

En cuanto a ocupación en la industria, los municipios líderes en cantidad son Cuautitlán, C. Izcalli, Tultitlán y Atizapán. En un segundo plano se encuentran Coacalco y Tepotzotlán (ver mapa 6.4).

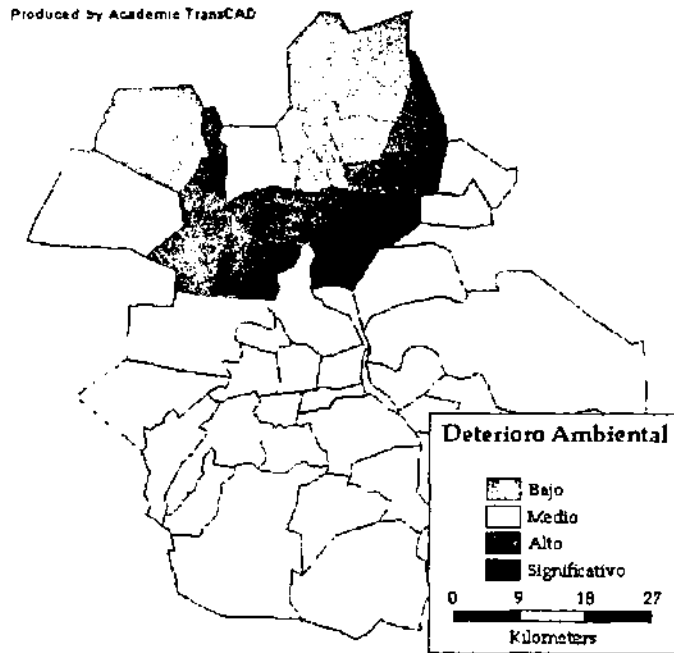
Produced by Academic TransCAD



Mapa 6.4 Personas ocupadas en la industria por municipio

Fuente: Elaboración propia en Transcad © con datos del Estado de México 1991.

El número de industrias se ve reflejado en el deterioro ambiental. Los municipios de Tlalnepantla, Ecatepec, Coacalco y Tultitlán se encuentran sumamente deteriorados, mientras que Atizapán, Tecámac y Cuautitlán tienen un alto deterioro. C. Izcalli tiene un deterioro medio y Tepotzotlán todavía se encuentra en niveles bajos de deterioro, así como la zona que actualmente se dedica a actividades primarias en Zumpango, Jaltenco y Melchor Ocampo (ver mapa 6.5).

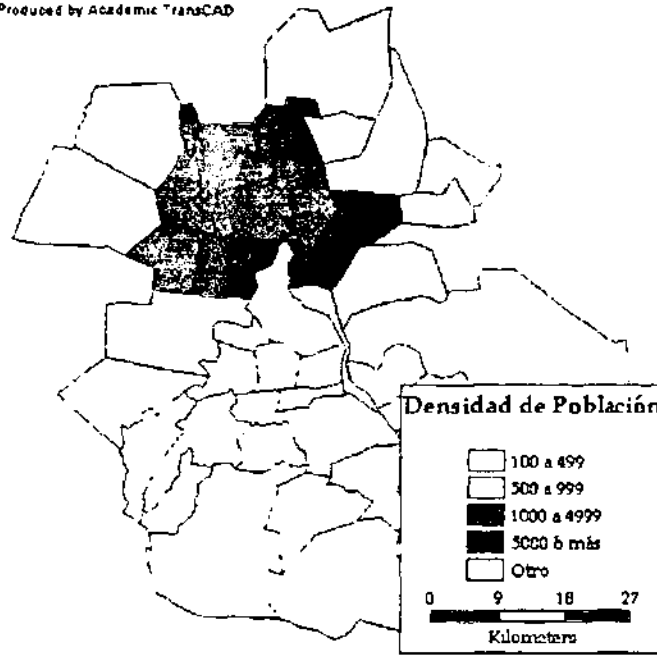


Mapa 6.5 Deterioro ambiental por municipio

Fuente: Elaboración propia en Transcad © con datos del Estado de México 1991.

Otro aspecto importante es la cuestión poblacional. De nuevo, los municipios más cercanos al DF presentan la mayor concentración, mientras que Tepotzotlán presenta una densidad muy baja con menos de 500 habitantes por kilómetro cuadrado. Esto se podría interpretar como la expansión hacia el norte de la ZMVM. Poco a poco se ha ido poblando el Valle de Cuautitlán y en esta década ya se ve mayor urbanización en los municipios de Tepotzotlán y Teoloyucan, que todavía presentan bajas concentraciones de habitantes. (ver mapa 6.6).

Produced by Academic TransCAD

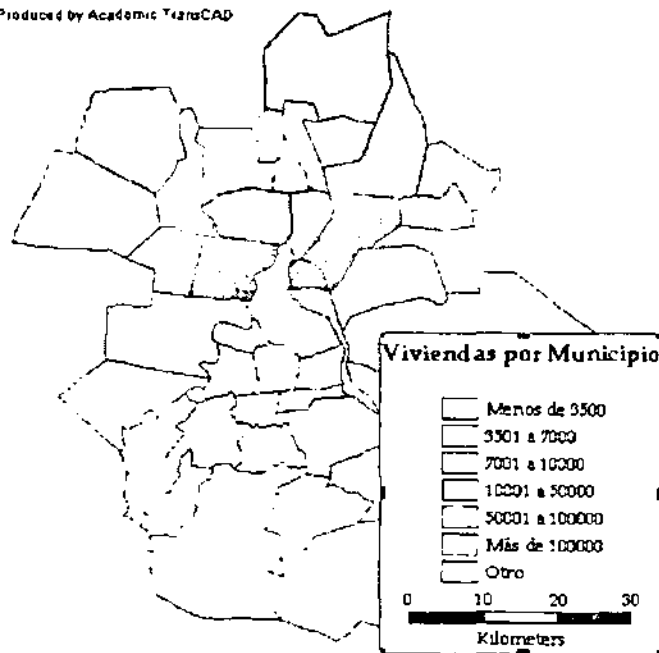


Mapa 6.6 Densidad de población por municipio

Fuente: Elaboración propia en Transcad © con datos del Estado de México 1991

La cantidad de viviendas en Cuautitlán y Atizapán es de entre 50 y 100 mil, mientras que en C. Izcalli es de entre 7 y 10 mil al igual que Tepotzotlán. Tlalnepantla presenta más de 100 mil viviendas (ver mapa 6.7). Esto es congruente con el mapa anterior.

Produced by Academic TransCAD



Mapa 6.7 Viviendas por municipio

Fuente: Elaboración propia en Transcad © con datos del Estado de México 1991.

A partir de los datos anteriores, los municipios de Cuautitlán, C. Izcalli, Coacalco, Tultitlán, Tultepec y Tepotzotlán se muestran como viables para la ubicación de un CSTyL, tanto por su conectividad como por sus actividades principales. Sin embargo la superficie que abarcan es demasiado grande, por lo cual se requiere de información a mayor detalle al tener micro regiones en cada municipio. Esto es posible a través de un estudio por medio de una imagen de satélite.

6.2.2 Imagen de Satélite

Para la elección de las ubicaciones candidatas de un CSTyL, se utilizó una imagen de satélite Hindú pancromática. La resolución espacial es de $5 \times 5 \text{ m}^2$ y su resolución espectral de 256 tonos en el espectro visible, lo cual permitió una percepción detallada de la superficie. La imagen tenía proyección UTM y abarcaba una superficie de aproximadamente 4900 km^2 .

La imagen de satélite permite percibir y establecer con precisión el límite entre zona urbana y rural. La precisión y vigencia de la imagen utilizada es bastante alta, pues la toma fue hecha el 11 de marzo del año 2000 (ver figura 6.1).



Figura 6.1 Imagen de Satélite de la parte noroeste de la ZMVM

Para utilizar la imagen fue necesario cambiar el formato en la cual se encontraba inicialmente. Con Ilwis © se exportó a formato TIF. Posteriormente se realizó la georeferencia sobre dicha imagen. Ésta se hizo en Transcad ©. El procedimiento consistió en identificar un conjunto representativo de puntos, tanto en la imagen como en las vialidades digitalizadas y hacer la correspondencia uno a uno. Finalmente el programa realizó el proceso de escalar la imagen y darle coordenadas a cada punto. No se hizo ningún filtrado por la claridad de la imagen.

Como se mencionó anteriormente (en el capítulo 3) las dimensiones requeridas para un CSTyL son de entre 3 y 10 hectáreas. Tomando en cuenta este criterio la primera elección de ubicaciones candidatas fue hecha en gabinete.

El proceso requirió utilizar la imagen de satélite de la zona y los archivos que contienen las vialidades digitalizadas en formato "dwg" sobrepuestos en ella (ver figura 6.1). Esta imagen se complementó con la utilización de un patrón de lote tipo. Dicho patrón está conformado por una serie de cuadrados concéntricos donde el interior tiene como superficie 3 hectáreas y el exterior 10 hectáreas.

Para determinar las ubicaciones se buscó lo siguiente:

- terrenos aparentemente vacíos;
- acceso a través de vialidades de mínimo segundo orden; y
- conectividad relativa a la autopista México-Querétaro.

Una vez localizados los puntos con estas dos características, es siguiente paso consistió en "medir" si la superficie del terreno era la requerida. Esta "medición" se hizo con el patrón tipo, colocándolo digitalmente encima del lugar escogido (ver figuras 6.2 y 6.3). Este procedimiento se repitió exhaustivamente con los terrenos que cumplieron con las propiedades señaladas.



Figura 6.2, Terreno aparentemente vacío

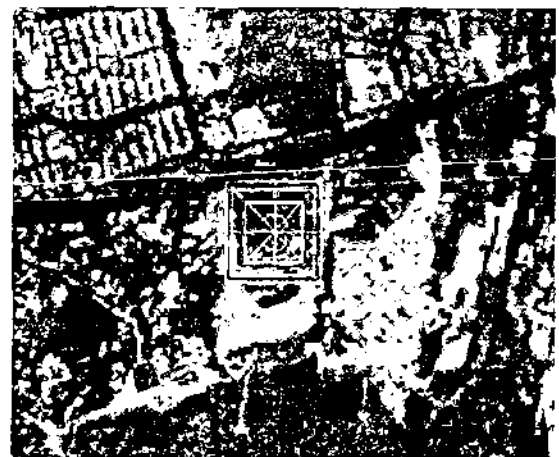


Figura 6.3, Terreno con figura de CSTyL

Una vez terminado el proceso se hizo el conteo y numeración de los puntos que resultaron seleccionados. El total de puntos fue de 42, repartidos como se indica

<i>Municipio</i>	<i>Cantidad</i>
Coacalco	1
Cuautitlán	1
Cuautitlán Izcalli	16
Tepotzotlán	16
Tultitlán	8
TOTAL	42

Tabla 6.1 Distribución de ubicaciones por municipio

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se hizo una evaluación en campo, de la cual se obtuvieron los resultados mostrados en las tablas 6.2 a la 6.5, clasificando los puntos en cuatro categorías y describiendo sus principales características. Las fotografías señaladas se encuentran en el anexo fotográfico.

Terrenos desechados

Número	Motivo para ser desechado	Fotografías
15	Es un parque recreativo	nd*
20	Es un espacio deportivo público (fútbol llanero)	20
22	No hay accesibilidad	nd
23	Se encuentra ya en construcción	nd
24	Espacio ya construido (parte del Cedros Business Park)	22 y 23
28	Se encuentra ya en construcción	nd
29	Es el parque recreativo Xochitla	27
33	No hay accesibilidad	nd
34	No hay accesibilidad	nd
35	No hay accesibilidad	nd
36	No hay accesibilidad	nd
37	No hay accesibilidad	nd
38	No hay accesibilidad	nd
39	No hay accesibilidad	nd

Tabla 6.2 Terrenos desechados

Fuente: Elaboración propia

nd* (no disponible)

Terrenos en uso

No.	Accesibilidad general	Distancia aproximada a autopista	Vialidades	Condiciones físicas	Nivel	Limpieza requerida	Uso Actual	Uso de Suelo	Notas	Fotografías
3	Muy buena	9,5 km	Sobre López Portillo	Plancha de concreto	Plano	Muy poca	Mercado de autos	Comercial	Autos pagan 80 pesos por entrar	3
17	Excelente	Junto	Excelente	Plancha de concreto	Plano	No requiere	Estacionamiento Tráileres	Industrial	Tel Gaby 58681058	17
18	Excelente	Junto	Excelente	Restos de Exhacienda	Plano	Pocos árboles	Campos de fútbol	No está claro	Existen tiendas en el casco sobre avenida	18
19	Excelente	Menos de 200 m	Excelente	Casi limpio	Plano	Pocos árboles	Campos de fútbol	No está claro	Existen tiendas en el casco sobre avenida	19

Tabla 6.3 Terrenos en uso
Fuente: Elaboración propia

Terrenos baldíos

No.	Accesibilidad general	Distancia aproximada a autopista	Vialidades	Condiciones físicas	Nivel	Limpieza requerida	Uso de Suelo aparente	Notas	Fotografías
12	Excelente	Junto	Excelente	Buenas	Plano	Poca	Industrial	Tel 0177310180	11
13	Excelente	Junto	Excelente	Regulares	Pendiente regular	Algunos árboles	Industrial		12
14	Excelente	3,5 km	Muy buenas	Estanque de regulación	Muchos desniveles	Algunos árboles	Habitacional		13
16	Muy buena	Menos de 50 m	Excelente	Muy buenas	Plano	Pocos árboles	Industrial		15 y 16
21	Excelente	Junto	Excelente	Excelentes	Horizontal con lomas	Poca	Industrial		21
26	Excelente	500 m	Muy buenas	Excelentes	Plano	Muy poca	Industrial	Tel 5586-8352	25
27	Excelente	200 m	Muy buenas	Excelentes	Plano	Poca	Industrial	Colinda con Cedros y tiene banqueta	26
40	Buena	4,5 km	Buenas	Buenas	Plano	Pocos árboles	Cultivo		nd*
41	Buena	4,5 km	Buenas	Buenas	Plano	Pocos árboles	Cultivo		31
42	Buena	4,5 km	Buenas	Buenas	Plano	Pocos árboles	Cultivo		32

Tabla 6.4 Terrenos baldíos

Fuente: Elaboración propia
nd* (no disponible)

Terrenos con cultivo y/o ganado

No.	Accesibilidad general	Distancia aproximada a autopista	Vialidades	Condiciones físicas	Limpieza requerida	Notas	Fotografías
1	Buena	4,5 km	Buenas, final terracería	Buenas, nivel plano	Deshierbe		1
2	Buena	4 km	Buenas, final terracería	Buenas, nivel plano	Deshierbe		2
4	Buena	7,5 km	Buenas, final en construcción	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Hay canales de riego	4
5	Buena	8 km	Buenas, final en construcción	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Hay canales de riego	nd*
6	Buena	7,5 km	Buenas, final en construcción	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Hay canales de riego	5
7	Buena	7,5 km	Buenas, final en construcción	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Hay canales de riego	6
8	Buena	7 km	Buenas, final en construcción	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Hay canales de riego	7
9	Buena	7 km	Buenas, final en construcción	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Hay canales de riego	8
10	Buena	7 km	Buenas, final en construcción	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Hay canales de riego	9
11	Buena	7 km	Buenas, final en construcción	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Hay canales de riego	10
25	Buena	1,5 km	Buenas	Buenas, nivel plano	Deshierbe		24
30	Buena	1,5 km	Buenas	Buenas, nivel plano	Deshierbe		28
31	Buena	2,5 km	Buenas	Buenas, nivel plano	Deshierbe	Quinta Mariana	29
32	Buena	3 km	Buenas	Buenas, nivel plano	Deshierbe		30

Tabla 6.5 Terrenos con cultivo y/o ganado

Fuente: Elaboración propia

nd* (no disponible)

Como se puede apreciar, sin aplicar ningún criterio más que la ocupación del espacio para otros usos, se tiene ya una reducción de posibilidades a 28 ubicaciones, además de que se reduce la opción a 4 municipios. La distribución resultante es la mostrada en la tabla 6.6.

<i>Municipio</i>	<i>Cantidad de Ubicaciones</i>
Coacalco	1
Cuautitlán Izcalli	14
Tepetzotlán	5
Tultitlán	8
TOTAL	28

Tabla 6.6 Ubicaciones remanentes por municipio
Fuente: Elaboración propia con datos de campo

6.3 Elección de Ubicaciones Candidatas

Para poder construir un CSTyL es necesario contar con uso de suelo adecuado. Esto hace que las 14 ubicaciones con uso agrícola o de forraje sean desechadas. Por otro lado, debido a que no se hará un análisis financiero de la viabilidad del proyecto de CSTyL, no serán descartadas aquellas ubicaciones que tengan un uso actual con infraestructura que todavía permita la construcción de un CSTyL. Esto da como resultado un total de 14 ubicaciones elegibles como se muestra en la tabla 6.7.

<i>No.</i>	<i>Uso Actual</i>	<i>Municipio</i>
3	Mercado de autos	Coacalco
17	Estacionamiento Tráileres	Cuautitlán Izcalli
18	Campos de fútbol	Cuautitlán Izcalli
19	Campos de fútbol	Cuautitlán Izcalli
12	Baldío	Cuautitlán Izcalli
13	Baldío	Cuautitlán Izcalli
14	Baldío	Cuautitlán Izcalli
16	Baldío	Cuautitlán Izcalli
21	Baldío	Cuautitlán Izcalli
26	Baldío	Tepetzotlán
27	Baldío	Tepetzotlán
40	Baldío	Tepetzotlán
41	Baldío	Tepetzotlán
42	Baldío	Tepetzotlán

Tabla 6.7 Ubicaciones candidatas por municipio
Fuente: Elaboración propia

Este total de ubicaciones será sometido a un análisis de redes y a un posterior análisis multicriterio.

6.4 Análisis de Redes

Un punto crítico para la ubicación de un CSTyL es la accesibilidad. Es fundamental contar con vialidades con suficiente capacidad para que los vehículos de carga que transportan las mercancías circulen adecuadamente. Por este motivo la selección inicial de ubicaciones tuvo como restricción que los terrenos tuvieran una accesibilidad por medio de una vialidad de mínimo segundo orden.

Aunado a esto, es necesario determinar las distancias que recorrerán los vehículos con la carga inicial (del productor al CSTyL) y con la carga final (del CSTyL al distribuidor). Para este análisis, se tomó en cuenta el conjunto de vialidades en la zona de estudio que tuvieran las características indicadas y además conectividad directa o indirecta, a través de otra vialidad similar, a la autopista México-Querétaro (ver figura 6.4).



Figura 6.4 Vialidades principales en la salida hacia Querétaro

El análisis fue hecho a través de las paqueterías AutoCAD 2000i Map © y TransCAD ©. Las hipótesis que se tomaron en cuenta para obtener los resultados son las siguientes:

- vialidades de doble circulación;
- posibilidad de vuelta en la totalidad de los nodos;
- indiferencia entre tramos recorridos con carga inicial y final;
- posibles CSTyL tomados como centroides (ver figura 6.5);
- cada centroide tiene una pequeña vialidad de acceso;
- nodo inicial ubicado a pocos metros después de la caseta de cobro de la Autopista México-Querétaro, donde ésta cruza el Río Chico de Tepetzotlán;
- nodo final ubicado sobre la Autopista México-Querétaro en el distribuidor vial situado frente al centro comercial Perinorte en la Colonia Hacienda del Parque, Cuautitlán.; y
- la distancia total consta de la suma de la distancia recorrida desde el nodo inicial hasta el CSTyL en cuestión sumada a la distancia recorrida desde éste hasta el nodo final.



Figura 6.5 Red con nodos a estudiar

Para cada centroide se obtuvo la distancia mínima de recorrido (ver figuras 6.6 a 6.9).



Figura 6.6 Ruta más corta del nodo 14



Figura 6.7 Ruta más corta del nodo 42

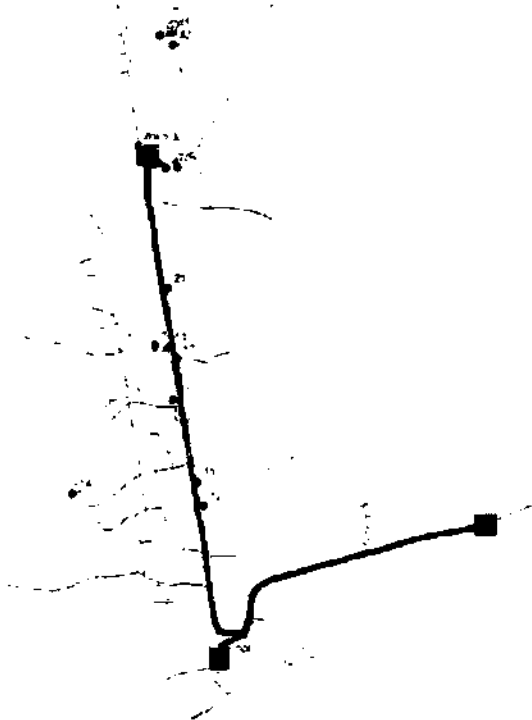


Figura 6.8 Ruta más corta del nodo 3

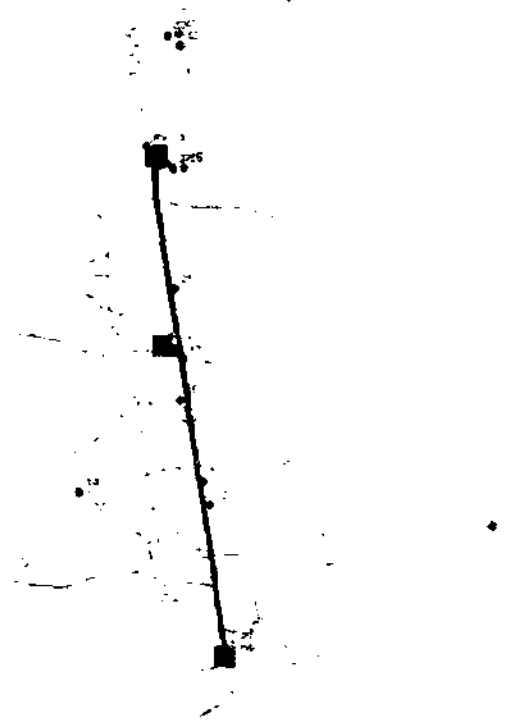


Figura 6.9 Ruta más corta del nodo 19

Todas las distancias de los CSTyL fueron medidas. Éstas se muestran en la tabla 6.8 de forma ascendente junto con un comparativo porcentual.

CSTyL	Distancia [km]	Diferencia [%]
17	13,4012	0%
21	13,4959	1%
13	13,5050	1%
12	13,5907	1%
16	13,6163	2%
18	13,7402	3%
27	13,8134	3%
26	14,3147	7%
19	14,3535	7%
14	19,2089	43%
42	20,1893	51%
41	20,7782	55%
40	20,8436	56%
3	29,0163	117%

Tabla 6.8 Distancias totales recorridas
Fuente: Elaboración propia en Transcad ©

Un aspecto que se debe resaltar es que, del total de posibles ubicaciones, cuatro opciones exceden en más de 40% la distancia mínima recorrida y una en más de 100%. Esto se debe a que se encuentran fuera de la autopista México-Querétaro. Por otro lado, nueve ubicaciones se encuentran a prácticamente la misma distancia, ya que hay un máximo de 7% de exceso entre la menor y la mayor distancia, equivalente a menos de un kilómetro.

6.5 Aplicación del Método ELECTRE IV

6.5.1 Criterios

Para aplicar el Método ELECTRE IV, es necesario determinar el conjunto de criterios para realizar la evaluación. En este caso, los criterios que inicialmente fueron planteados en el inciso 6.1 no serán los utilizados en la aplicación del método. Esto se debe a que, una vez hecho el análisis espacial, la elección de las ubicaciones candidatas y el análisis de redes, se encontraron coincidencias entre las ubicaciones que implicarían redundancia o dependencia en algunos criterios.

El criterio agua y drenaje fue excluido porque en todas las ubicaciones se cuenta con ambos servicios. Los posibles impuestos que se pagarían fueron excluidos porque el régimen fiscal de los municipios en cuestión es prácticamente el mismo. Por otro lado, todas las vialidades de acceso hacia las ubicaciones cumplen con los mínimos requisitos. La seguridad pública es de igual forma, a pesar de ser municipios distintos, la necesaria para todas las ubicaciones. En la totalidad de las ubicaciones, se observa que no existen centros médico o educativos aledaños. El criterio tamaño también fue excluido, en este caso porque todas las ubicaciones tienen el mínimo de 3 Ha y el máximo de aproximadamente 10 Ha.

Entonces, los criterios para evaluar son los siguientes:

- accesibilidad;
- uso de suelo actual;
- entorno (habitacional, industrial, comercial, etc., que pudieran causar conflicto);
- recorrido hacia el CSTyL; y
- lado de la autopista.

La accesibilidad se muestra en la tabla 6.8 del inciso 6.4, mientras que los demás criterios se muestran a continuación.

Uso de suelo actual se refiere a los usos de suelo supuestos que tiene cada ubicación. Al carecer de información confiable, los usos de suelo son estimados por medio de la observación de los predios y su entorno (ver tabla 6.9).

<i>CSTyL</i>	<i>Uso de Suelo Actual</i>
3	Habitacional
12	Industrial
13	Industrial
14	Habitacional
16	Industrial
17	Industrial
18	Comercial
19	Habitacional
21	Industrial
26	Industrial
27	Industrial
40	Habitacional
41	Habitacional
42	Habitacional

Tabla 6.9 Uso de suelo de posibles ubicaciones
Fuente: Elaboración propia

El entorno se visualiza con mayor claridad porque ya existen estructuras existentes. En casi todos los casos, se tiene infraestructura que colinda con los terrenos en estudio (ver tabla 6.10).

<i>CSTyL</i>	<i>Uso de Suelo de entorno</i>
3	Habitacional
12	Industrial, junto de Subestación Eléctrica
13	Industrial
14	Habitacional
16	Industrial
17	Industrial
18	Comercial y Habitacional
19	Habitacional
21	Industrial
26	Industrial
27	Industrial
40	Ejidal y Habitacional
41	Ejidal y Habitacional
42	Ejidal y Habitacional

Tabla 6.10 Uso de suelo en entorno de posibles ubicaciones
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

El recorrido hacia el CSTyL tiene que ver con la zona por la cual deben transitar los vehículos, tanto los foráneos como los de reparto local una vez abandonada la autopista México-Querétaro. Se tienen tres categorías: Sin recorrido (el CSTyL está sobre la autopista), recorrido fácil (el recorrido se presenta sin contratiempos como topes, semáforos, etc.) y recorrido difícil (el recorrido se presenta con contratiempos como topes, semáforos, etc.) (ver tabla 6.11).

<i>CSTyL</i>	<i>Recorrido</i>
3	Difícil recorrido
12	Sin recorrido
13	Sin recorrido
14	Difícil recorrido
16	Sin recorrido
17	Sin recorrido
18	Fácil recorrido
19	Fácil recorrido
21	Sin recorrido
26	Fácil recorrido
27	Fácil recorrido
40	Fácil recorrido
41	Fácil recorrido
42	Fácil recorrido

Tabla 6.11 Recorrido hacia el CSTyL
Fuente: Elaboración propia

El lado de la autopista en el cual se encuentra el CSTyL influye puesto que obligaría a los vehículos con carga total a tomar retornos para entregar la mercancía y a los de distribución capilar a cruzar la autopista con carga para distribuir (ver tabla 6.12).

<i>CSTyL</i>	<i>Lado Autopista</i>
3	México-Querétaro
12	México-Querétaro
13	México-Querétaro
14	Querétaro-México
16	Querétaro-México
17	México-Querétaro
18	Querétaro-México
19	Querétaro-México
21	México-Querétaro
26	México-Querétaro
27	México-Querétaro
40	México-Querétaro
41	México-Querétaro
42	México-Querétaro

Tabla 6.12 Lado de la carretera
Fuente: Elaboración propia

6.5.2 Codificación de opciones y criterios de evaluación

Las opciones de ubicación se definen en la tabla 6.13. Para continuar con los mismos número en estudio y evitar confusiones se optó por no reenumerar las opciones.

<i>Opción</i>	<i>CSTyL</i>
a3	3
a12	12
a13	13
a14	14
a16	16
a17	17
a18	18
a19	19
a21	21
a26	26
a27	27
a40	40
a41	41
a42	42

Tabla 6.13 Definición de opciones
Fuente: Elaboración propia

Los criterios se definen en la tabla 6.14

Criterio	Descripción
c1	Accesibilidad
c2	Uso de Suelo Actual
c3	Entorno (habitacional, industrial, comercial, etc. que pudieran causar conflicto)
c4	Recorrido hacia el CSTyL
c5	Lado de la autopista

Tabla 6.14 Definición de criterios

Fuente: Elaboración propia

6.5.3 Matriz de Impacto

Para poder comparar las opciones entre sí en cada criterio, es necesario definir una métrica para cada criterio. En este caso la métrica consistió en relaciones de preferencias. Para cada criterio las relaciones de preferencias son las mostradas en la tabla 6.15

Criterio	Parámetro	Métrica
c1	Distancia menor a 15 km	1
	Distancia entre 15 y 21 km	2
	Distancia mayor a 21 km	3
c2	Uso de suelo Industrial	1
	Uso de suelo Comercial	2
	Uso de suelo Habitacional	3
c3	Uso de suelo Industrial	1
	Uso de suelo Comercial y Habitacional	2.5
	Uso de suelo Habitacional	3
	Uso de suelo Ejidal y Habitacional	3.5
c4	Sin Recorrido	1
	Fácil Recorrido	2
	Difícil Recorrido	3
c5	Costado Querétaro-México	1
	Costado México-Querétaro	2

Tabla 6.15 Métrica de Criterios

Fuente: Elaboración propia

A partir de la métrica anterior, se puede establecer la matriz de impacto para el caso en cuestión (ver tabla 6.16). Esta matriz se define de la forma $Q = q_i$,

Opción	Criterio				
	c1	c2	c3	c4	c5
a3	3	3	3	3	2
a12	1	1	1	1	2
a13	1	1	1	1	2
a14	2	3	3	3	1
a16	1	1	1	1	1
a17	1	1	1	1	2
a18	1	2	2.5	2	1
a19	1	3	3	2	1
a21	1	1	1	1	2
a26	1	1	1	2	2
a27	1	1	1	2	2
a40	2	3	3.5	2	2
a41	2	3	3.5	2	2
a42	2	3	3.5	2	2

Tabla 6.16 Matriz de impacto
Fuente: Elaboración propia

6.5.4 Sobreclasificación y comparación de opciones

La sobreclasificación consta del empleo de pseudocriterios. Éstos ayudan para poder hacer una comparación más detallada de las opciones.

El siguiente paso del método consiste en definir los valores λ_1 y λ_2 que separan las preferencias estrictas, débiles y las indiferencias. Para elegir los valores se observó que el mínimo error en la métrica es de 0,5 y el valor 0,6 evitaba el incluir los extremos. De igual forma, el máximo valor es de 1,5 y para tampoco incluir los extremos se tomó 1,4. Se hizo igual para todos los criterios porque todos tienen una métrica similar con números del 1 al 4. Por lo tanto, los valores para este caso son $\lambda_1=0,6$ y $\lambda_2=1,4$ de tal forma que:

si $q_{um}-q_{un} \geq 1,4$ entonces "m se preferirá estrictamente a n según u" $m > n$

si $0,6 < q_{um}-q_{un} < 1,4$ entonces "m se preferirá débilmente a n según u" $m > n$

si $|q_{um}-q_{un}| < 0,6$ entonces "m y n son indiferentes según u" \cong

Para la comparación entre opciones se hace una clasificación y una sobreclasificación, que expondrán las preferencias por pares de opciones. Esto se expresa en la tabla 6.17

	c1	c2	c3	c4	c5
a3 , a12	«	«	«	«	≡
a3 , a13	«	«	«	«	≡
a3 , a14	<	≡	≡	≡	>
a3 , a16	«	«	«	«	>
a3 , a17	«	«	«	«	≡
a3 , a18	«	>	≡	>	>
a3 , a19	«	≡	≡	>	>
a3 , a21	«	«	«	«	≡
a3 , a26	«	«	«	>	≡
a3 , a27	«	«	«	>	≡
a3 , a40	>	≡	≡	>	≡
a3 , a41	>	≡	≡	>	≡
a3 , a42	>	≡	≡	>	≡
a12 , a13	≡	≡	≡	≡	≡
a12 , a14	>	»	»	»	>
a12 , a16	≡	≡	≡	≡	>
a12 , a17	≡	≡	≡	≡	≡
a12 , a18	≡	>	≡	>	>
a12 , a19	≡	»	»	>	>
a12 , a21	≡	≡	≡	≡	≡
a12 , a26	≡	≡	≡	>	≡
a12 , a27	≡	≡	≡	>	≡
a12 , a40	>	»	»	>	≡
a12 , a41	>	»	»	>	≡
a12 , a42	>	»	»	>	≡
a13 , a14	>	»	»	»	>
a13 , a16	≡	≡	≡	≡	>
a13 , a17	≡	≡	≡	≡	≡
a13 , a18	≡	>	≡	>	>
a13 , a19	≡	»	»	>	>
a13 , a21	≡	≡	≡	≡	≡

	c1	c2	c3	c4	c5
a13 , a26	≡	≡	≡	>	≡
a13 , a27	≡	≡	≡	>	≡
a13 , a40	>	»	»	>	≡
a13 , a41	>	»	»	>	≡
a13 , a42	>	»	»	>	≡
a14 , a16	<	«	«	«	≡
a14 , a17	<	«	«	«	>
a14 , a18	<	<	≡	<	≡
a14 , a19	<	≡	≡	<	≡
a14 , a21	<	«	«	«	>
a14 , a26	<	«	«	<	>
a14 , a27	<	«	«	<	>
a14 , a40	≡	≡	≡	<	>
a14 , a41	≡	≡	≡	<	>
a14 , a42	≡	≡	≡	<	>
a16 , a17	≡	≡	≡	≡	>
a16 , a18	≡	>	≡	>	≡
a16 , a19	≡	»	»	>	≡
a16 , a21	≡	≡	≡	≡	>
a16 , a26	≡	≡	≡	>	>
a16 , a27	≡	≡	≡	>	>
a16 , a40	>	»	»	>	>
a16 , a41	>	»	»	>	>
a16 , a42	>	»	»	>	>
a17 , a18	≡	>	≡	>	<
a17 , a19	≡	»	»	>	<
a17 , a21	≡	≡	≡	≡	≡
a17 , a26	≡	≡	≡	>	≡
a17 , a27	≡	≡	≡	>	≡
a17 , a40	>	»	»	>	≡
a17 , a41	>	»	»	>	≡

	c1	c2	c3	c4	c5
a17 , a42	>	»	»	>	≡
a18 , a19	≡	>	≡	≡	≡
a18 , a21	≡	<	≡	<	>
a18 , a26	≡	<	≡	≡	>
a18 , a27	≡	<	≡	≡	>
a18 , a40	>	>	>	≡	>
a18 , a41	>	>	>	≡	>
a18 , a42	>	>	>	≡	>
a19 , a21	≡	«	«	<	>
a19 , a26	≡	«	«	≡	>
a19 , a27	≡	«	«	≡	>
a19 , a40	>	≡	≡	≡	>
a19 , a41	>	≡	≡	≡	>
a19 , a42	>	≡	≡	≡	>
a21 , a26	≡	≡	≡	>	≡
a21 , a27	≡	≡	≡	>	≡
a21 , a40	>	»	»	>	≡
a21 , a41	>	»	»	>	≡
a21 , a42	>	»	»	>	≡
a26 , a27	≡	≡	≡	≡	≡
a26 , a40	>	»	»	≡	≡
a26 , a41	>	»	»	≡	≡
a26 , a42	>	»	»	≡	≡
a27 , a40	>	»	»	≡	≡
a27 , a41	>	»	»	≡	≡
a27 , a42	>	»	»	≡	≡
a40 , a41	≡	≡	≡	≡	≡
a40 , a42	≡	≡	≡	≡	≡
a41 , a42	≡	≡	≡	≡	≡

Tabla 6.17 Comparación entre alternativas
Fuente: Elaboración propia

Si se colocan debajo de cada opción las demás sobre las cuales ejerce preferencia se obtiene la tabla 6.18.

	3	12	13	14	16	17	18	19	21	26	27	40	41	42
<i>Fuerte</i>		3	3		3	3	3	3	3	3	3			
		14	14		14	14			14	14	14			
		19	19		19	19			19	19	19			
		40	40		40	40			40	40	40			
		41	41		41	41			41	41	41			
		42	42		42	42			42	42	42			
<i>Débil (normal)</i>						40								
						41								
						42								
<i>Débil (relajado)</i>														
<i>Tipo I</i>						14								
<i>Tipo II</i>				3	18			14				3	3	3
					26			40						
					27			41						
								42						
<i>Tipo III</i>		18	18		12	18	19		18					
		26	26		13	26			26					
		27	27		17	27			27					
					21									

Tabla 6.18 Clasificación de Opciones
Fuente: Elaboración propia

6.5.5 Ordenamientos

De acuerdo al método ELECTRE IV se deben realizar una serie de ordenamientos llamados "destilaciones descendentes" y "destilaciones ascendentes" para obtener dos jerarquizaciones de las opciones en estudio.

Para el orden descendente se realizaron las siguientes destilaciones:

<i>Fuerte</i>	3	12	13	14	16	17	18	19	21	26	27	40	41	42
<i>Fortaleza</i>	0	6	6	0	6	6	1	1	6	6	6	0	0	0
<i>Debilidad</i>	9	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	7	7	7
<i>Calificación</i>	-9	6	6	-7	6	6	1	-6	6	6	6	-7	-7	-7

Por haber múltiple empate, se procede a la siguiente sobreclasificación con fortalezas y debilidades, en este caso es la de tipo II.

<i>Tipo II</i>	12	13	16	17	21	26	27
<i>Fortaleza</i>	0	0	3	0	0	0	0
<i>Debilidad</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calificación</i>	0	0	3	0	0	0	0

Se toma el de mayor calificación (16), se le excluye y se vuelve a empezar.

<i>Fuerte</i>	3	12	13	14	17	18	19	21	26	27	40	41	42
<i>Fortaleza</i>	0	6	6	0	6	1	1	6	6	6	0	0	0
<i>Debilidad</i>	8	0	0	6	0	0	6	0	0	0	6	6	6
<i>Calificación</i>	-8	6	6	-6	6	1	-5	6	6	6	-6	-6	-6

Por haber múltiple empate, se procede a la siguiente sobreclasificación con fortalezas y debilidades, en este caso es la de tipo III.

<i>Tipo III</i>	12	13	17	21	26	27
<i>Fortaleza</i>	3	3	3	3	0	0
<i>Debilidad</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Calificación</i>	3	3	3	3	0	0

Por no haber posibilidad de determinar diferencia entre las opciones se colocan como iguales y se escogen la 12, 13, 17 y 21. Se excluyen y se continúa con el proceso.

<i>Fuerte</i>	3	14	18	19	26	27	40	41	42
<i>Fortaleza</i>	0	0	1	1	6	6	0	0	0
<i>Debilidad</i>	4	2	0	2	0	0	2	2	2
<i>Calificación</i>	-4	-2	1	-1	6	6	-2	-2	-2

Por no haber posibilidad de determinar diferencia entre las opciones se colocan como iguales y se escogen la 26 y 27. Se excluyen y se continúa con el proceso.

<i>Fuerte</i>	3	14	18	19	40	41	42
<i>Fortaleza</i>	0	0	1	1	0	0	0
<i>Debilidad</i>	2	0	0	0	0	0	0
<i>Calificación</i>	-2	0	1	1	0	0	0

Por haber empate, se procede a la siguiente sobreclasificación con fortalezas y debilidades, en este caso es la de tipo III

<i>Tipo III</i>	18	19
<i>Fortaleza</i>	1	0
<i>Debilidad</i>	0	1
<i>Calificación</i>	1	-1

Se escoge el 18 y luego el 19 y ambos son excluidos. Como se terminaron los fuertes y tipo I, se continúa con el tipo II

<i>Tipo II</i>	3	14	40	41	42
<i>Fortaleza</i>	0	1	1	1	1
<i>Debilidad</i>	4	0	0	0	0
<i>Calificación</i>	-4	1	1	1	1

De nuevo no se tienen elementos para evaluar y se escogen por igual las ubicaciones 14, 40, 41 y 42. Por exclusión se toma como último elemento el 3. De esta forma, el orden descendente es el siguiente:

16--12, 13, 17, 21----26, 27----18----19----14, 40, 41, 42--3

Para el orden ascendente se realizaron las siguientes destilaciones:

<i>Fuerte</i>	3	12	13	14	16	17	18	19	21	26	27	40	41	42
<i>Fortaleza</i>	0	6	6	0	6	6	1	1	6	6	6	0	0	0
<i>Debilidad</i>	9	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	7	7	7
<i>Calificación</i>	-9	6	6	-7	6	6	1	-6	6	6	6	-7	-7	-7

Se escoge el número 3, se le excluye y se vuelve a comenzar.

<i>Fuerte</i>	12	13	14	16	17	18	19	21	26	27	40	41	42
<i>Fortaleza</i>	5	5	0	5	5	0	0	5	5	5	0	0	0
<i>Debilidad</i>	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	7	7	7
<i>Calificación</i>	5	5	-7	5	5	0	-7	5	5	5	-7	-7	-7

Por haber múltiple empate, se procede a la siguiente sobreclasificación con fortalezas y debilidades, en este caso es la de tipo II.

ENCARGADO DEL SERVICIO
DE LA RESERVA

<i>Tipo II</i>	14	19	40	41	42
<i>Fortaleza</i>	0	4	0	0	0
<i>Debilidad</i>	1	0	1	1	1
<i>Calificación</i>	-1	4	-1	-1	-1

Por no haber posibilidad de determinar diferencia entre las opciones se colocan como iguales y se escogen la 14, 40, 41 y 42, inmediatamente se excluyen. Se continúa con el proceso y se escoge la 19 por ser la rechazada anteriormente y es excluida para la siguiente iteración.

<i>Tipo II</i>	12	13	16	17	18	21	26	27
<i>Fortaleza</i>	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Debilidad</i>	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Calificación</i>	0	0	3	0	-1	0	-1	-1

Por no haber posibilidad de determinar diferencia entre las opciones se colocan como iguales y se escogen la 18, 26 y 27 y son excluidas.

<i>Tipo III</i>	12	13	16	17	21
<i>Fortaleza</i>	0	0	4	0	0
<i>Debilidad</i>	0	0	0	0	0
<i>Calificación</i>	0	0	4	0	0

Por no haber posibilidad de determinar diferencia entre las opciones se colocan como iguales y se escogen la 12, 13, 17 y 21. Por exclusión se escoge al último la 16. De esta forma, el orden ascendente es el siguiente:

16---12, 13, 17, 21---18, 26, 27---19---14, 40, 41, 42---3

Reagrupando y comparando los dos órdenes:

16---12, 13, 17, 21----26, 27----18----19----14, 40, 41, 42---3 descendente; y

16---12, 13, 17, 21---26, 27,18---19---14, 40, 41, 42---3 ascendente.

Se concluye que el orden parcial se puede expresar como se ve en la figura 6.10. En este caso el orden es de tipo débil por no haber elementos incomparables.

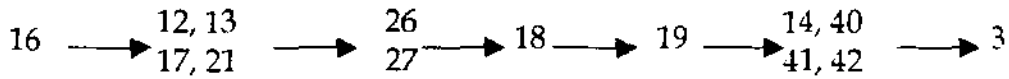


Figura 6.10 Orden parcial
Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se interpretan de la manera siguiente. El punto 16 quedó sólo en primer lugar. Esto se debe a que presenta como ventaja su posición relativa respecto a la autopista México-Querétaro. El hecho de encontrarse en el costado poniente de la autopista se presenta como una ventaja competitiva al evitar el desgaste de los vehículos mediante el esfuerzo que representaría cruzar la autopista con carga llena, en vez de vacíos. Sus demás características como tamaño, uso de suelo, conectividad, entorno, servicios, etc. lo hacen una excelente opción para la ubicación de un CSTyL.

En segundo lugar quedaron cuatro ubicaciones (12, 13, 17 y 21) por su gran similitud. No hubo suficientes diferencias entre ellos y presentan las mismas ventajas que el punto 16 a excepción de su ubicación, que es en el costado oriente de la autopista. Fuera de eso, sus demás características son excelentes.

Después, en forma casi consecutiva, las ubicaciones 26 y 27, la 18 y la 19. En sexto lugar, otro múltiple empate entre cuatro ubicaciones (14, 40, 41 y 42) por sus malas condiciones y en séptimo (último) lugar la ubicación 3 que presentó las características más desfavorables para el estudio en cuestión.

Es importante señalar que el Método ELECTRE IV es un apoyo para la toma de decisiones. El método no sustituye el criterio final del decisor.

6.6 Verificación de Resultados en Campo

Una vez obtenidas las ubicaciones preferidas, se realizó un segundo estudio de campo. Para el terreno 16 se verificó que el terreno se encuentra libre y dentro del Complejo Industrial Cuamatla. Las dimensiones del mismo son de poco más de 10 Ha. La accesibilidad y vialidades son las adecuadas. Frente a él se encuentra un retorno lo que facilita la circulación de regreso hacia el Bajío.

En el caso de la ubicación 12, se tiene que está libre. Se encuentra en la parte norte de lo que fue el Ejido Tultitlán (pero dentro de C. Izcalli), junto a la subestación eléctrica Victoria y colindando al norte con el interceptor poniente (aguas negras a cielo abierto). Sus dimensiones son de aproximadamente 15 hectáreas. Uno de los frentes del terreno está sobre la autopista México-Querétaro (dirección sur-norte).

La ubicación 13 es parte de los terrenos de Ford Motor Company en C. Izcalli. Al parecer es un terreno donde se prueban vehículos. Se encuentra sobre la autopista en dirección hacia Querétaro y su tamaño es de aproximadamente 10 hectáreas.

La ubicación 17 se encuentra también en C. Izcalli. Su ubicación es en el km 38 de la autopista México-Querétaro del lado poniente esquina con Calzada de Guadalupe. En este momento tiene ya un uso. Es un estacionamiento de camiones de carga y tiene una pavimentación de concreto hidráulico en aproximadamente la mitad de su superficie que se estima en 9 hectáreas.

Finalmente, la ubicación 21 se encuentra junto a la Zona Industrial Xala, en el municipio de C. Izcalli. No tiene construcción ni uso alguno. Su costado mayor da a la autopista México-Querétaro del lado poniente y el menor hacia la Avenida Jesús Jiménez Gallardo. Al igual que los puntos 12, 13 y 17 el punto 21 presenta el problema de que los vehículos provenientes del Bajío deben dar un retorno con carga para llegar ahí y que los vehículos para la distribución centralizada deben dar un retorno con carga para dirigirse a sus destinos finales.

Para ilustrar mejor la ubicación de los cinco sitios principales (16, 12, 13, 17 y 21) se muestra la imagen de satélite con las marcas respectivas de cada CSTyL (ver figura 6.11). De norte a sur se observan los centros: 21, 17, 16, 13 y 12.



Figura 6.11 Imagen de Satélite con los 5 sitios preferidos para la ubicación de un CSTyL

Conclusiones

A través del desarrollo de este trabajo de tesis de licenciatura se lograron diversos resultados parciales que resultaron englobados en un resultado final. En una primera instancia, se obtuvieron datos que permitieron conocer y reconocer las características de la ZMVM. Aunado a esto, se pudo observar el comportamiento general del transporte de carga, así como sus principales vías de entrada/salida y cómo en otros países se ha lidiado con el problema de ordenamiento de dicho transporte.

Posteriormente se hizo un breve estudio de los SLP que involucró sus antecedentes en la ZMVM que son los centros de transferencia de carga. Seguido se vio que la distribución centralizada es una medida efectiva de reducir costos logísticos. Se comprobó que las actuales prácticas logísticas presentan oportunidades para un ordenamiento territorial logístico y finalmente se planteó una tipología de SLP con base en la experiencia internacional.

Dentro de los SLP, se eligió el estudio de un CSTyL y se examinaron el conjunto de características que éste tiene. Se estudiaron también los factores que propician el éxito de un CSTyL (ubicación, operador logístico y participación comunitaria). A continuación se pudo plantear el posible diseño del mismo y se concluyó con el impacto directo en forma de economía de escala reflejado en un esquema de distribución centralizada.

En un siguiente paso se identificó un sector que pudiera ser susceptible para manejar un CSTyL. Esto se logró a partir de una comparación entre distintos sectores industriales. Se buscó que el sector tuviera la ZMVM como principal mercado y que los productos fueran adecuados para la gestión de un CSTyL. Se identificó el sector calzado como una buena opción y posteriormente se estudiaron sus prácticas logísticas, comprobando que, en efecto, este sector es sujeto para un CSTyL. Finalmente se visualizaron las oportunidades que un CSTyL daría a dicho sector para mejorar su competitividad, que resultaron ser: mejor servicio a cliente, rapidez en entregas, rapidez en cambios de productos equivocados o que no se venden, re-etiquetado, etc..

Una vez identificado el sector industrial, sus prácticas logísticas, los flujos de carga, etc., se determinó que el CSTyL debía ser ubicado en la zona norte de la ZMVM. Esta región se compone por el oeste del valle de Cuautitlán y se eligió por ser la entrada natural de las mercancías hacia el DF a través de la autopista México-Querétaro. Para realizar un proceso de selección que finalizara con la determinación de la posible ubicación se tuvo que estudiar la región. Un área tan grande de aproximadamente 150 km² requiere de métodos especiales para su estudio.

Se investigaron las capacidades de los SIG para la visualización y el análisis de información espacial y de atributos. Principalmente se estudió la utilidad de los SIG en el análisis de información sobre usos de suelo, actividades económicas y vialidades de la zona.

Se analizaron las características de las imágenes de satélite y su utilidad para la identificación de estructuras en el territorio. Debido a que el problema consiste en determinar la ubicación de un CSTyL, se estudió la teoría de ubicación de instalaciones. En la ubicación de un CSTyL influyen gran cantidad de factores, la variedad de los factores y la imposibilidad de contar con una función objetivo hicieron que fuera requerida una metodología que considerara múltiples criterios. Para esto se estudió la teoría de decisiones multicriterio y específicamente el Método ELECTRE IV que, por sus características ya citadas y por su fácil aplicación, se escogió para realizar la evaluación de las ubicaciones candidatas para el CSTyL.

La última etapa de esta tesis consistió en aplicar todas las herramientas teóricas estudiadas. Se propuso y aplicó una metodología para la ubicación de un CSTyL. En un principio, y tomando como base los factores críticos para el éxito de un CSTyL, se definieron los criterios que regirían el análisis multicriterio. Posteriormente se hizo el análisis espacial de la zona para limitar la zona de estudio a ubicaciones específicas y no al total de casi 150 km². Esto dio como resultado un conjunto de 42 ubicaciones iniciales, sin embargo, sólo 14 de ellas presentaron las condiciones necesarias para ser estudiadas. Para comprobar los resultados se realizó una práctica de campo que permitió identificar las ubicaciones y sus características. Las rechazadas lo fueron por no tener accesibilidad, por ser terrenos ejidales o por estar ya en proceso de construcción o construidas. Debido a que la accesibilidad y la distancia recorrida son críticas, previo al análisis multicriterio también se realizó un análisis de redes. El procedimiento consistió en buscar y analizar las rutas más cortas desde la caseta de Tepetzotlán hasta Perinorte pasando por el CSTyL en cuestión.

Finalmente se aplicó el Método ELECTRE IV. Los criterios que se utilizaron no fueron los que se plantearon inicialmente. Esto se debió a que el total de ubicaciones a estudiar no presentaban variación entre sí respecto a muchos de los factores a estudiar. Después de aplicar el método se obtuvo una jerarquización final. Ésta dio como resultado que el sitio numerado con el 16 fuera la opción con mayor preferencia bajo los criterios fijados. Esto se debió a distintos motivos:

- a) El terreno se encuentra a escasos metros de la autopista, siendo mínima la distancia de alejamiento de la vialidad primaria y por lo tanto con distancia de recorrido mínima desde la caseta hasta Perinorte.

- b) Su frente principal está sobre la avenida Huixquilucan en el Complejo Industrial Cuamatla en Cuautitlán Izcalli.
- c) Se localiza del lado oeste, es decir en sentido de la circulación Querétaro-México, lo que provoca que los vehículos cargados no tengan que cruzar pasos a desnivel con peso sino vacíos.
- d) El uso de suelo de este terreno es industrial y además se encuentra rodeado de industrias, esto implica que no habría problemas ni conflictos con áreas habitacionales o comerciales aledañas.

Para verificar los resultados se hizo una segunda práctica de campo que permitió identificar las condiciones del terreno con mayor detalle. En ella se verificó que el entorno es industrial y que el terreno se encuentra disponible.

En forma general, esta tesis contribuye con la aportación de una metodología para determinar la ubicación de un CSTyL utilizando herramientas tales como Sistemas de Información Geográfica, Análisis de Imágenes de Satélite y Análisis de Decisiones Multicriterio. La metodología se aplica al caso de un CSTyL para la industria del calzado, obteniendo como resultado una jerarquización de las ubicaciones de acuerdo a su contribución al éxito de la instalación.

Recomendaciones

Durante la realización de esta tesis se presentaron diversos problemas. Básicamente, éstos fueron por falta de información sobre los municipios del Estado de México, referente a los usos de suelo y de límites municipales. La que se tiene acerca de límites es del catastro público en forma descriptiva a través de referencias físicas como ríos, riachuelos, calles, avenidas, vías de FFCC, etc.. No existen, o no se difunden, mapas con los límites municipales precisos. Esto causa que los estudios de planeación y desarrollo de la zona sean tardados al tener que recopilar información, interpretarla, digitalizarla, etc.. Por lo tanto, recomiendo al Estado de México (o a quién esté interesado) genere y actualice un sistema de información geográfica sobre usos de suelo y de ser posible, digitalicen los límites municipales. Además, esta información debe hacerse pública para evitar que se dupliquen esfuerzos.

En particular, para la ubicación del CSTyL, además del sitio 16, los sitios 12, 13, 17 y 21 resultaron ser opciones bastante buenas según los criterios establecidos. Esto hace que también sean consideradas como una posibilidad para ubicar un CSTyL. En otro estudio, como podría ser el movimiento de mercancías hacia fuera de la ZMVM, estas ubicaciones presentarían una mayor competitividad, puesto que los productos llegarían sin hacer retornos y de ahí los transportistas podrían salir directamente por la autopista México-Querétaro.

También sugiero que los sectores industriales, y específicamente al del calzado, aprovechar la posibilidad de mejorar sus prácticas logísticas. Esto se puede a través de metodologías como la planteada. Es fundamental explotar las tecnologías modernas y toda la información disponible para ordenar y hacer más eficientes sus sistemas de distribución. Como se vio, la distribución centralizada de mercancías ofrece muchas ventajas, tanto al industrial como a la sociedad a través de la mitigación de efectos adversos en forma indirecta. No cabe duda que los SLP son un medio eficaz para detonar la comercialización de un sector. Se podría esperar que por parte del sector público se diera una regulación y normativa que fomente este tipo de instalaciones. Por otro lado, para que sean atractivas a la iniciativa privada, se debe contemplar sobretodo su viabilidad económica.

Como futuros trabajos de investigación, se proponen el estudio de mercado a detalle de la industria del calzado, el diseño arquitectónico y la obra civil de un CSTyL y la evaluación financiera de la puesta en marcha de un CSTyL. Sin evaluación financiera no se podría convencer a un industrial de realizar un proyecto como un CSTyL.

REFERENCIAS

Antún JP; Lozano A; Santos C (1993), "Escenarios de impacto de una nueva autopista en la logística de distribución metropolitana", *Actas del VI Simposio Latinoamericano de Percepción Remota (SELPER VI)*, Cartagena, Colombia, octubre 3-8, 1993.

Antún, JP (1994), *Logística: una visión sistémica*, Instituto de Ingeniería, Serie D-39, UNAM, México.

Antún, JP. (1994), *Toma de Decisiones Multicriterio: El Enfoque ELECTRE*, D-38 Serie II-UNAM, II-UNAM, México D.F.

Antún JP; Santos C (1995), "Exploración de la evolución del uso del suelo en la traza propuesta del libramiento norte de la Ciudad de México", *Boletín SELPER-Mexico*, (No 28-29, mayo-julio 1995).

Antún, J; Briceño, S (1995), "Orientaciones estratégicas para el desarrollo de operadores logísticos", *Memorias del XX Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería*, Veracruz, México, septiembre 28-30, 1995.

Antún, JP; Briceño, S (1996), "Operadores Logísticos: cuando la realidad de lo virtual nos alcance", *Revista de la Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y por Departamentos (ANTAD)*, México, noviembre de 1996.

Antún, JP; Briceño, S (1997), "Operadores Logísticos en México: Revisión de sus prácticas y estrategias de desarrollo", *Seminario de la OCDE sobre Redes de Transporte Intermodal y Logística*, México, 3-5 de junio de 1997.

Antún, JP (1997), "Estrategias para la Disminución de Emisiones del Transporte de Carga en el Área Metropolitana de la Ciudad de México", *Revista Transporte, Medio ambiente y Desarrollo*, México, transcurso en prensa.

Antún, JP (1997), "Tecnologías de Gestión de la Demanda de Transporte de Carga en Distribución Metropolitana mediante Operadores Logísticos y de Gestión de flujos mediante Zonas de Actividades Logísticas", *Revista Transporte, Medio ambiente y Desarrollo*, México, transcurso en prensa.

Antún, JP (1998), "Escenarios de Mitigación de Emisiones del Transporte de Carga en el Área Metropolitana de la Ciudad de México mediante Operadores Logísticos", *Memoria del X Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte*, Santander, España, 21-26 de septiembre de 1998.

Antún, JP (1998), "Estrategias Logísticas para la Disminución de Emisiones del Transporte de Carga en el Área Metropolitana de la Ciudad de México", *Memorias del III Congreso de Ingeniería del Transporte*, Barcelona, España.

Antún, JP (1998), Estudio d'un Centre de Serveis de Transport i Logística (CSTL) per a Mataró (en catalán), Laboratorio de Análisis y Modelación del Transporte (LAMOT)-Centro de Transferencia de Tecnología(CTT)-Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)-Advanced Logistics Group(ALG), Diciembre 1998.

Antún, JP; Mallorquín, M; Toledo, I; Briceño, S (1998), 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, Instituto de Ingeniería para Instituto Nacional de Ecología, (SERMANAP) y la Agencia para el Desarrollo Internacional de los EE UU de NA (USAid), Mexico DF, 1998.

Antún, JP (1998), Estudio d'un Centre de Serveis de Transport i Logística (CSTL) per a Mataró, Centro de Transferencia de Tecnología(CTT)-UPC/Advanced Logistics Group.

Antún JP (1999), "Centro de Servicios de Transporte y Logística para Mataró: Enseñanzas de una estrategia para la protección del casco antiguo, la gestión del tráfico de vehículos y el ordenamiento territorial logístico en una ciudad media en el área metropolitana de Barcelona", *Los Desafíos frente a la Congestión y el Transporte Público: Actas del X Congreso Latinoamericano de Transporte Público Urbano (X CLATPU)*, Caracas, Venezuela, 6-11 de diciembre de 1999.

Antún, JP; Grau, M (1999), "Evaluación de Barcelona como Centro de Megadistribución para la Europa del Sur: modelando un análisis de Benchmarking con ELECTRE IV", *Cuarto Congreso sobre Ingeniería de Transporte CIT 2000*, Universidad Politécnica de Valencia, España, 7 al 9 de junio de 2000.

Antún, JP (2000), Ordenamiento Territorial Logístico y Competitividad Metropolitana, Memorias del VI Encuentro Nacional y Andino de Gerentes de Logística de la Asociación de Industriales de Colombia (ANDI), Cali, Colombia, septiembre 7-9, 2000.

Antún, JP; Lozano, A (2000), Soportes Logísticos de Plataforma: una estrategia para el ordenamiento territorial logístico de la Zona Metropolitana del Valle de México, *Ingeniería de Tráfico e Transportes 2000: Avances para una era de mudanzas*, Memorias del XI Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte, Gramados, Brasil, noviembre 19-23, 2000.

Antún, JP (2000), Soportes Logísticos de Plataforma: una herramienta para el mejoramiento de la competitividad metropolitana, (coautores: Hernández, JC; Lozano, A), Memorias del III Seminario Internacional de Ingeniería de Sistemas, Academia Mexicana de Ingeniería-Facultad de Ingeniería/UNAM, Ixtapa-Zihuatanejo, noviembre 16-19, 2000.

Betanzo E. (1995) *Hacia un Sistema Nacional de Plataformas Logísticas*, IMT-SCT, San Fandila, Qro.

Cámara Nacional de Comercio Servicios y Turismo de la Ciudad de México (2000) Comportamiento de las Ventas en el Comercio de la Ciudad de México, México.

Cochrane y Zeleny (1973), *Multiple Criteria Decision Making*, University of South Carolina Press, Columbia EEUU.

Colomer JV, Ferrándiz et al (1988), "Centros de Transporte de Mercancías: Definición y Características, efectos territoriales que producen", *Memorias Congreso Europeo de Ordenación del Territorio*, Valencia, España.

Colomer JV et al (1989), "El área de transporte de Alicante", *Estudios Municipales*, Ayuntamiento de Alicante, Valencia, España.

Colomer JV; Torres Martínez AJ (1989), "La Estimación de la Demanda para los Centros Integrados de Mercancías", *IIC Revista del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones* (No. 39; julio-agosto)

Colomer JV (1991), "Infraestructuras de Apoyo al Transporte de Mercancías por Carretera", *Memorias 2º Congreso Internacional de Ordenación del Territorio*, Valencia, España.

Colomer JV; Izquierdo R (1991), "La Organización de los Centros de Apoyo al Transporte de Mercancías en Francia e Italia", *IIC Revista del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones* (No. 53; diciembre)

Colomer JV (1992), "Los Centros Integrados de Transporte de Mercancías. Influencia en la disminución de los efectos medioambientales en áreas urbanas.", *Memorias IV Simposio Internacional Carretera y Contaminación*, Madrid, España.

Colomer JV (1992), "Los Centros Integrados de Transporte de Mercancías: Condicionantes, Funciones y Conveniencia de los Mismos, El área de Transporte de Alicante", *Memorias V Congreso Iberoamericano de Urbanismo*, Valencia, España, 20-24 de abril de 1992.

Colomer JV et al, (1997) *El transporte terrestre de mercancías: Organización y Gestión*, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Colomer, JV; Insa, R; Coca, P; Sánchez- Barcaiztegui, V (1997) *El transporte terrestre de mercancías: Organización y Gestión*, Ediciones de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 252 p.

Chuvieco, E. (1990), *Fundamentos de Teledetección Espacial*, Ediciones RIALP, Madrid, España.

Enfoque Empresarial S.A. de C.V. (1997) *Análisis Sectorial de las Industrias de Cuero y Calzado*, Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral, México, diciembre de 1997, 241 p.

Felipe Ochoa y Asociados (1997) *Estudio Integral de Transporte y Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México*, para COMETRAVI, Gobierno del D.F., Gobierno del Estado de México, BANOBRAS y Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México, 8 capítulos.

Felipe Ochoa y Asociados (1999), *Definición de Políticas para el Transporte Urbano de Carga en la ZMVM* (1999), Publicación Técnica 3, FOA Consultores para COMETRAVI, México D.F..

Felipe Ochoa y Asociados (2000) *Programa Integral de Transporte y Vialidad Versión 1999*, SETRAVI, México, D.F..

Fornolls, J (1998) "Estrategias para la distribución urbana de mercancías en el area metropolitana de Barcelona" *Memorias del I Diplomado de Planeación y Gestión de la Movilidad*, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.

Gobierno Edo. Mex. (1991) *Atlas Geográfico y Estadístico del Estado de México*, Gobierno del Estado de México, Toluca, Edo. Méx..

Granados F (2000), *Identificación de los principales corredores de carga en la ZMVM*, *Memorias del taller sobre: distribución física de mercancías*, Instituto de Ingeniería, UNAM, sept 13 a nov 22.

Hernández JC, Lozano A, Antún JP (2000), "Soportes Logísticos de Plataforma: Una herramienta para el mejoramiento de la competitividad metropolitana", *Memorias III Seminario Internacional de Ingeniería de Sistemas*, Zihuatanejo, Gro.

Hernández JC (2001), "Diseño de Soportes Logísticos de Plataforma para el Ordenamiento Territorial Logístico de la Zona Metropolitana del Valle de México", Tesis de Maestría, Ingeniería de Sistemas, FI-UNAM.

Hernández MC (1997) *Introducción a la teoría de redes*, Sociedad Matemática Mexicana, México D.F.

Jacquet-Lagrèze, E (1983), "Concepts et modèles en analyse multicritère", *Méthode de Décision Multicritère*, Hommes et Techniques, París, Francia.

Keeney, RL; Rafia, H (1976), *Decision with multiple objectives: preferences and value trade off*, John Wiley, NY, EEUU.

Lambert, D.; Stock, J. (1993) *Strategic Logistics Management*, Irwin, Boston.

Lillesand, TM et Kiefer RW, (1987) *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley & Sons, Nueva York, EEUU.

Lira, J (1997) *La Percepción Remota, Nuestros Ojos desde el Espacio*, Número 33 La Ciencia para Todos, Fondo de Cultura Económica, México D.F.

Magrinya, F (1998) *Urbanismo de Redes y Planeamiento Urbano*, ETSECCPB, Universitat Politècnica de Catalunya.

Owen, SH; Daskin, MS (1998) "Strategic facility location: A review", *European Journal of Operational Research* 111 , (No. 111).

Ogden, KW (1992), *Urban Goods Movement: A Guide to Policy and Planning*, University Press Cambridge, Cambridge UK.

Planeación, Organización y Control de Empresas (1999) *Calzado de Cuero*, Guías Empresariales, Editorial Porrúa, CONCAMIN y SECOFI, México.

Reference Guide Ilwis 2.1 for Windows, ITC-Ilwis Group, Enschede, Holanda.

Rico, A; Mendoza, A; Rivera, C (1999) *Elementos para la planeación del acopio y distribución de mercancías en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica N° 125, Querétaro, México.

Roy, B; Hugonnard, JC (1981), "Ranking of Suburban Line Extensión Projects on the Paris Metro System by a Multicriteria Method", *Transportation Research-A* (No. 4 Vol. 16A; 1982) Ranking Pergamon Press LTD, Londres, UK.

Roy, B; (1985), *Méthodologie multicritère d'aide à la decision*, Economica. París, Francia.

Santos C (1992), "Interacción entre Transporte y la Expansión Urbana Irregular, Uso de técnicas de percepción remota", Tesis de Maestría, Ingeniería de Sistemas, FI-UNAM.

Schowengerdt R (1983) *Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing*, Academic Press Inc., Florida, EEUU.

Steuer RE (1986) *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation, and Application*, John Wiley & Sons, Nueva York, EEUU.

Vincke P (1989) *L'Aide Multicritère À La Décision*, Éditions de L'Université de Bruxelles, Bruselas, Bélgica.

Winston, W.(1994), *Operations Research, Applications and Algorithms*, PWS-KENT, 3ª edición, Boston, EEUU.

Paquetería ILWIS

Paquetería Transcad

REFERENCIAS INTERNET

- "Aeromap International" (1999) <http://www.aeromap.com> (13 marzo 2001)
- "Calidad del aire en el Valle de México" (27 febrero 2001) <http://www.edomexico.gob.mx/se/proaire.htm> (15 abril 2001).
- "Comisión Ambiental Metropolitana" (2000) <http://sma.df.gob.mx/cam/cam.htm> (15 abril 2001)
- "Council of Logistics Management" (6 marzo 2001) <http://www.clm1.org> (12 marzo 2001).
- "Eurointerporti Home Page" (2000) <http://www.freight-village.dk> (25 enero 2001)
- "Freia" (2000). <http://www.logistic-platform.com> (16 enero 2001)
- "Geographic Information Systems" (1997) <http://info.er.usgs.gov/research/gis/title.html> (13 marzo 2001)
- "GIS for Transportation" (27 marzo 2001) <http://www.esri.com/industries/transport/transport.html> (29 marzo 2001)
- "Groupement des Autorités Responsables du Transport (GART)" (13 marzo 2001) <http://www.gart.org> (17 marzo 2001).
- "Guía Roji" (2000) <http://www.guiaroji.com.mx> (16 enero 2001)
- "Transports de marchandises en ville" (4 febrero 2001) <http://www.transports-marchandises-en-ville.org> (15 febrero 2001).

ANEXO FOTOGRAFICO

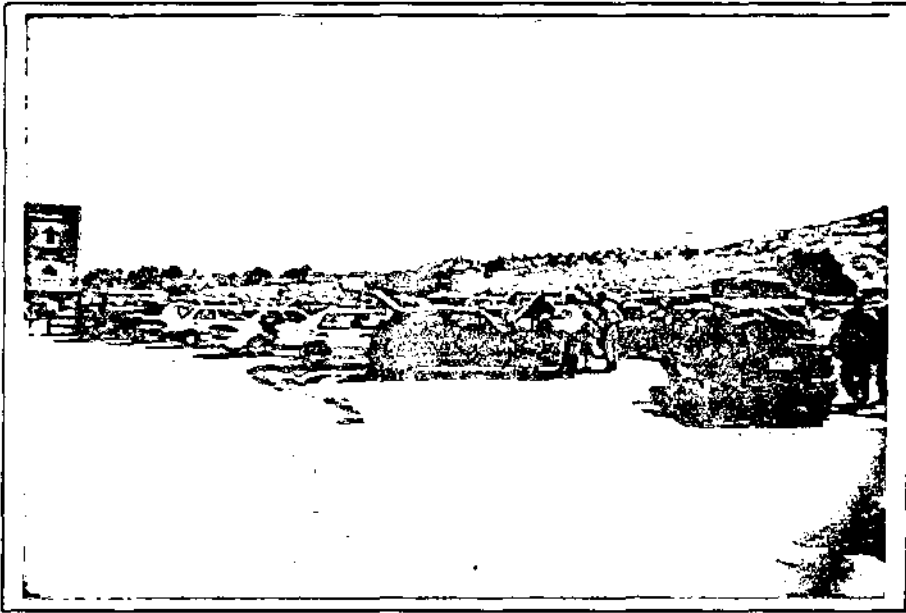
El presente anexo fotográfico ilustra algunas de las ubicaciones candidatas que fueron estudiadas para la determinar dónde se colocaría un CSTyL.



Fotografía 1 CSTyL 1



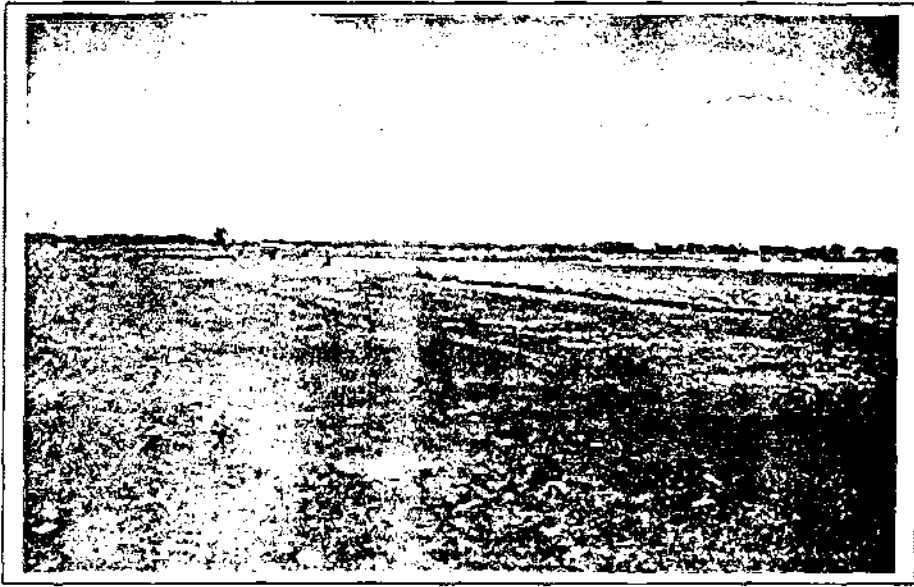
Fotografía 2 CSTyL 2



Fotografia 3 CSTyL 3



Fotografia 4 CSTyL 4



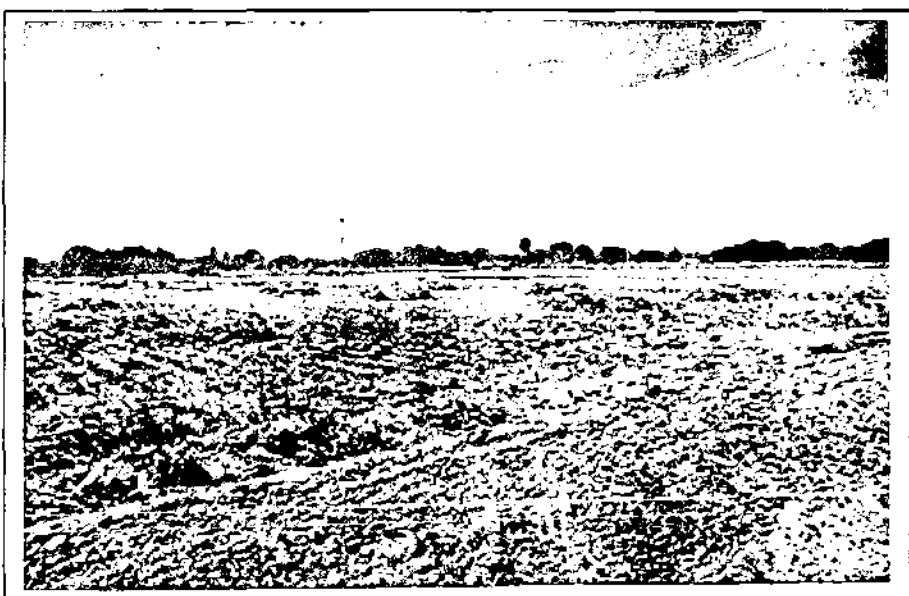
Fotografia 5 CSTyL 6



Fotografia 6 CSTyL 7



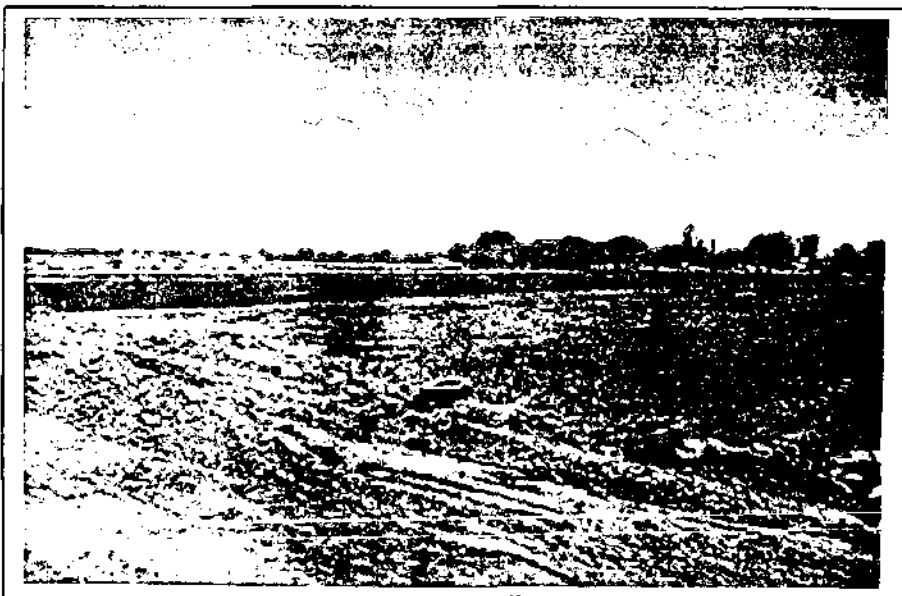
Fotografia 7 CSTyL 8



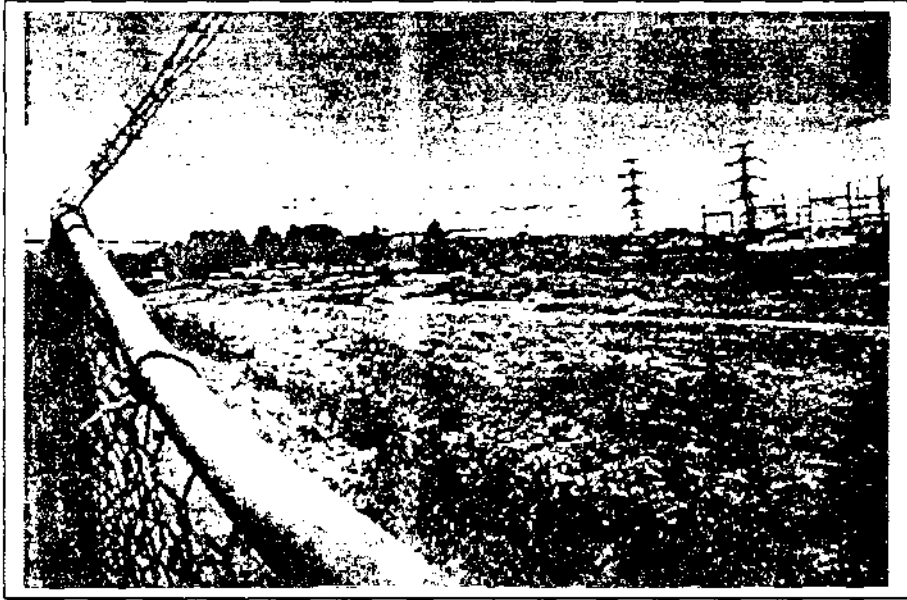
Fotografia 8 CSTyL 9



Fotografia 9 CSTyL 10



Fotografia 10 CSTyL 11



Fotografía 11 CSTyL 12



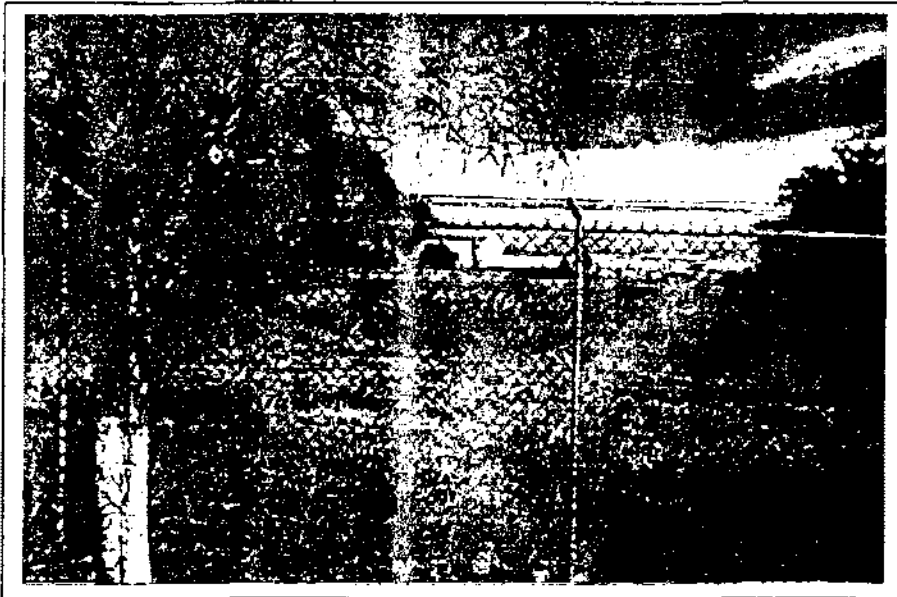
Fotografía 12 CSTyL 13



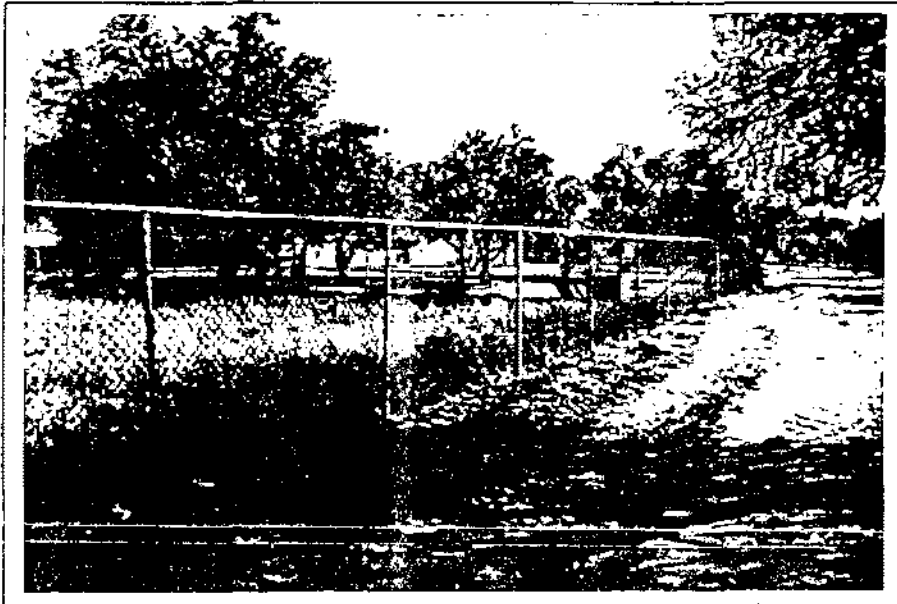
Fotografía 13 CSTyL 14



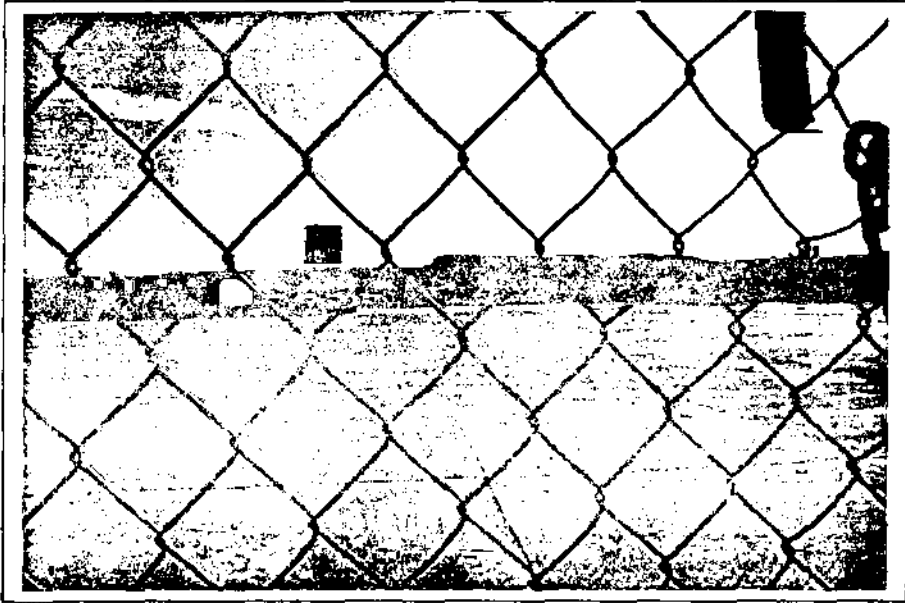
Fotografía 14 CSTyL 16



Fotografia 15 CSTyL 16



Fotografia 16 CSTyL 16



Fotografía 17 CSTyL 17



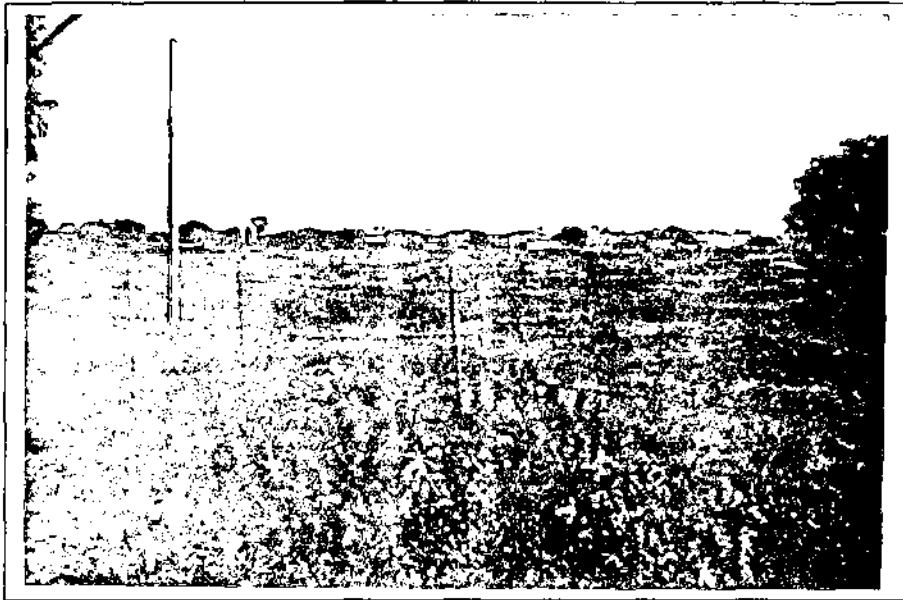
Fotografía 18 CSTyL 18



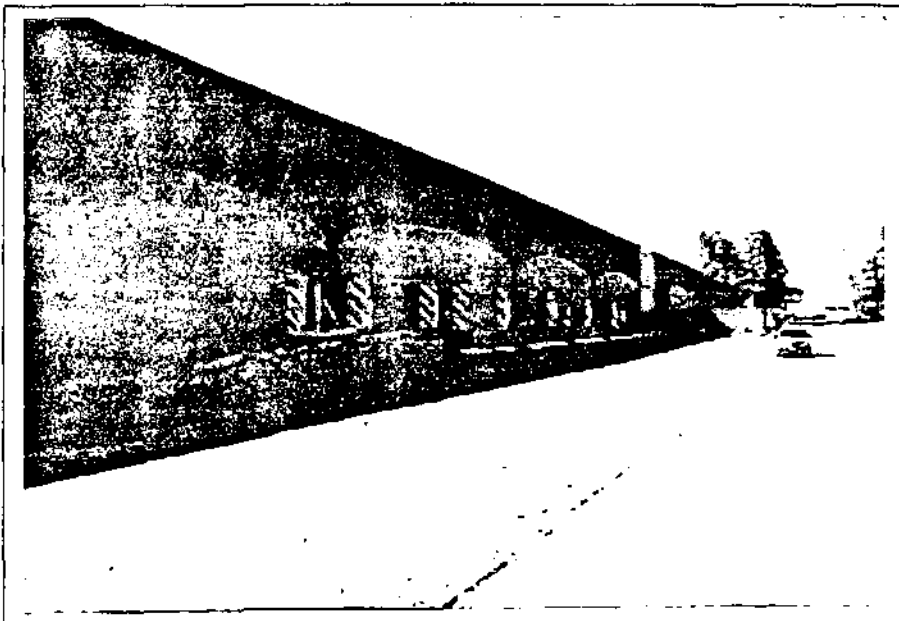
Fotografia 19 CSTyL 19



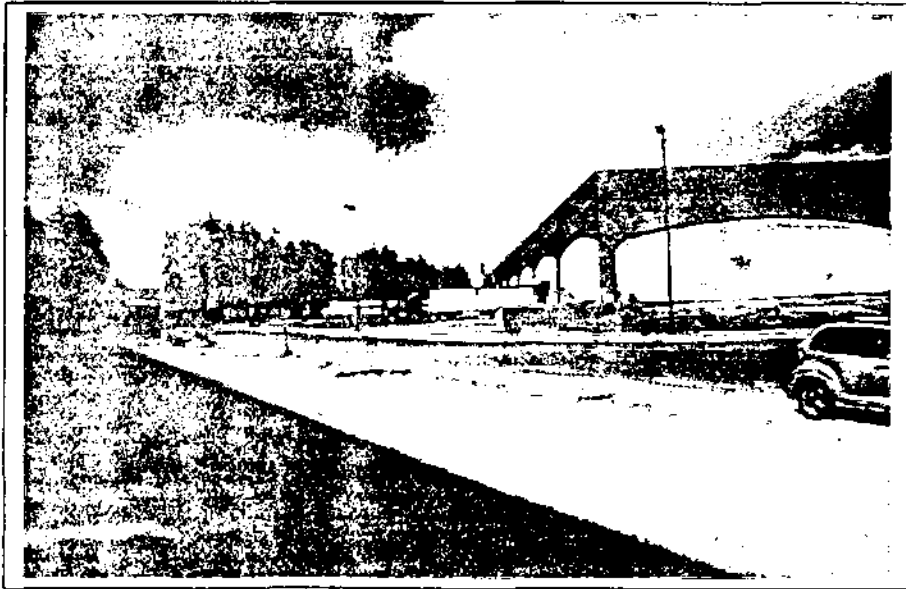
Fotografia 20 CSTyL 20



Fotografia 21 CSTyL 21



Fotografia 22 CSTyL 24



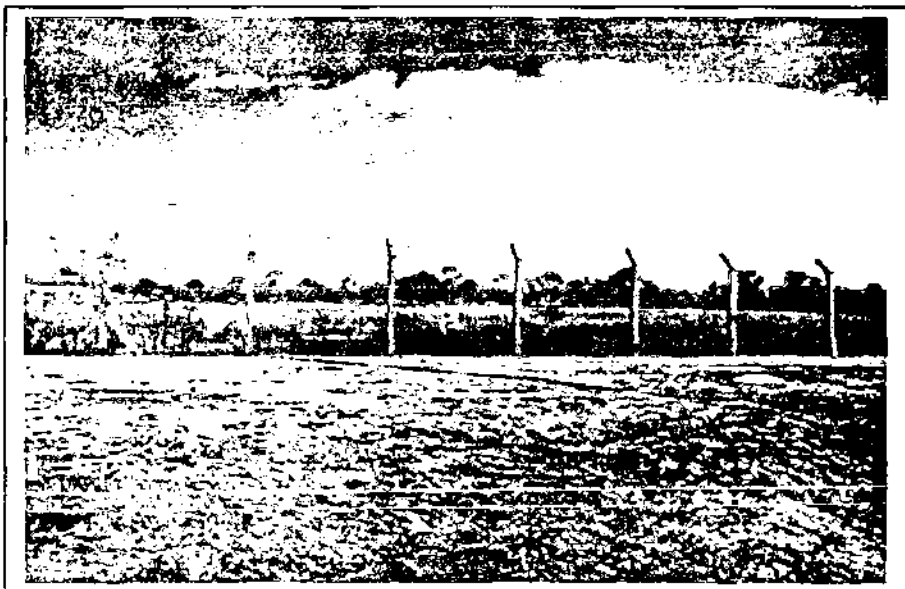
Fotografia 23 CSTyL 24



Fotografia 24 CSTyL 25



Fotografia 25 CSTyL 26



Fotografia 26 CSTyL 27



Fotografía 27 CSTyL 29



Fotografía 28 CSTyL 30



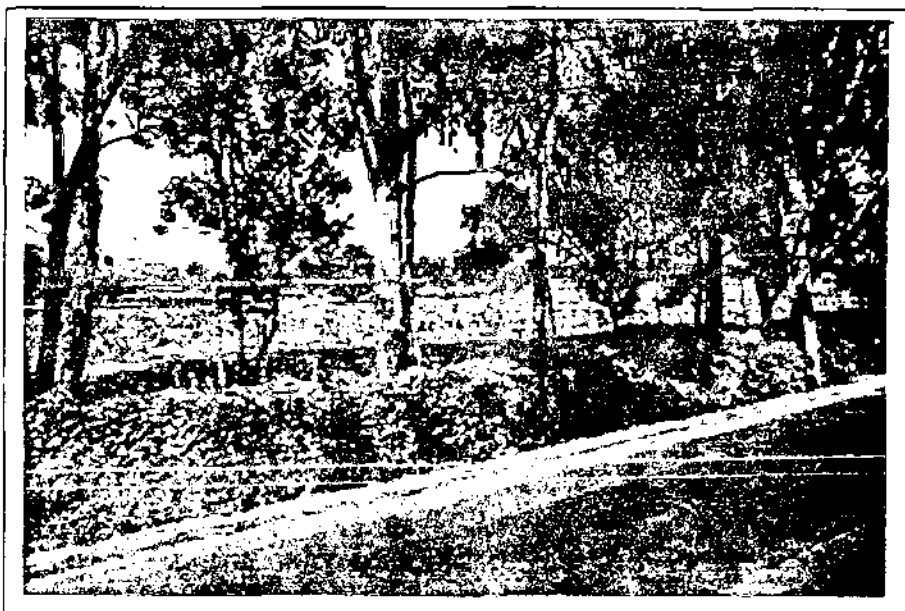
Fotografia 29 CSTyL 31



Fotografia 30 CSTyL 32



Fotografia 31 CSTyL 41



Fotografia 32 CSTyL 42