



13  
011492ej.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**APLICACIÓN DE PAQUETERÍA  
DE CÓMPUTO A LA  
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS  
DE TRANSPORTE**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN INGENIERÍA  
(TRANSPORTE)

**P R E S E N T A**  
MIRIAM EVELIA TÉLLEZ BALLESTEROS

**DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ JESÚS ACOSTA FLORES**



MÉXICO, D.F.

1998

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**



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.



---

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS**

“TODO LO PUEDO EN CRISTO QUE ME FORTALECE”. Por no dejarme rendir.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, por permitir que desarrollara mis actividades académicas en sus instalaciones.

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA, porque en ella además de aprender la forma de desarrollarme en mi vida profesional, en ella encontré buenos amigos.

A LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO, donde desarrollé este trabajo y curse mis estudios de Maestría. Al Dr. José Jesús Acosta Flores por apoyar el desarrollo de este trabajo.

Al M. En I. Gonzalo Negroe Pérez, quien inspiró el desarrollo de este trabajo y como una pequeña aportación a las enseñanzas que me proporcionó, así como un pequeño homenaje a su trabajo en Transporte.

### **CON TODO MI CARIÑO, RESPETO Y ADMIRACIÓN.**

A MIS PADRES : EVELIA Y RUBÉN, por su ejemplo y por apoyarme en mis actividades, este éxito es suyo.

A MIS HERMANAS : Paola, Susi y Ruth

A ISRAEL JAUREGUI, por su apoyo, compañía, ejemplo para seguir perseverando, pero sobre todo por su amor.

A MIS ABUELITOS : Juanita, Valente y María

A MIS TÍOS

A Miriam Robledo, mi gran amiga y su familia, por su compañía y apoyo.

A Diana Galindo, por su confianza y ayuda, pero sobre todo por compartir momentos de trabajo.

A Martha Moreno por su compañía y apoyo durante nuestros estudios en la Maestría.

A MIS AMIGOS Y MAESTROS DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.

A TODAS LAS PERSONAS QUE APORTARON SUS CONOCIMIENTOS Y/O APOYO A LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

---

# CONTENIDO

LISTA DE TABLAS  
LISTA DE FIGURAS  
RESUMEN

	<i>Página</i>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA PAQUETERÍA EN EL LABORATORIO DE TRANSPORTE DE LA DEPTI</b>	7
2.1 Introducción	7
2.2 Presentación de la Paquetería	7
2.2.1 Highway Capacity Software (HCS)	7
2.2.1.1 Antecedentes	7
2.2.1.2 Introducción	8
2.2.1.2.1 Concepto de Capacidad	8
2.2.1.2.2 Concepto del Nivel de Servicio	9
2.2.1.3 Highway Capacity Software (HCS)	10
2.2.1.3.1 Segmentos Básicos de Autopista	11
2.2.1.3.1.a Antecedentes Teóricos	11
2.2.1.3.1.b Definición	12
2.2.1.3.1.c Niveles de Servicio	12
2.2.1.3.1.d Uso del Programa	14
2.2.1.3.2 Áreas de Entrecruzamiento	18
2.2.1.3.2.a Antecedentes Teóricos	18
2.2.1.3.2.b Uso del Programa	18
2.2.1.3.3 Rampas e Intersecciones de Rampas	23
2.2.1.3.3.a Antecedentes Teóricos	23
2.2.1.3.3.b Uso del Programa	24
2.2.1.3.4 Carreteras Multicarriles	30
2.2.1.3.4.a Antecedentes Teóricos	30
2.2.1.3.4.b Uso del Programa	31
2.2.1.3.5 Carreteras de Dos Carriles	33
2.2.1.3.5.a Antecedentes Teóricos	33
2.2.1.3.5.b Uso del Programa	35
2.2.1.3.6 Intersecciones Semaforzadas	37
2.2.1.3.6.a Antecedentes Teóricos	37
2.2.1.3.6.b Uso del Programa	39
2.2.1.3.7 Intersecciones sin Semáforos	45
2.2.1.3.7.a Antecedentes Teóricos	45
2.2.1.3.7.b Uso del Programa	46
2.2.1.3.8 Arterias Urbanas y Suburbanas	51
2.2.1.3.8.a Antecedentes Teóricos	51

2.2.1.3.8.b	2.2.1.3.8.b	52
2.2.1.3.9	Transporte Público	55
2.2.1.3.9.a	2.2.1.3.9.a	55
2.2.1.3.9.b	2.2.1.3.9.b	55
2.2.1.3.10	Peatones	58
2.2.1.3.10.a	2.2.1.3.10.a	58
2.2.1.3.10.b	2.2.1.3.10.b	59
2.2.2	Signalise (and Unsignalised) Intersection Design and Research Aid (SIDRA)	64
2.2.2.1	Introducción	64
2.2.2.2	Datos Generales	65
2.2.2.3	Recopilación e Información necesaria para la alimentación del SIDRA	66
2.2.2.4	Medición de Flujos de Saturación	67
2.2.2.5	Ejemplo de Aplicación de Intersecciones Semaforzadas	68
2.2.2.6	Ejemplo de Aplicación de Intersecciones No Semaforzadas	82
2.2.3	HCM/CINEMA	90
2.2.3.1	Generalidades	90
2.2.3.2	Introducción	90
2.2.3.3	Funcionamiento del Programa	91
2.2.4	Unilink Benefit Cost (UBC)	96
2.2.4.1	Antecedentes	96
2.2.4.2	Introducción	98
2.2.4.3	Datos Requeridos	98
2.2.4.4	Uso del Programa	99
2.2.4.5	Detalles de uso de UBC	100
2.2.5	Decision Support System (DSS)	103
2.2.5.1	Introducción	103
2.2.5.2	Configuración del DSS	103
2.2.6	Freeway Delay Calculation Program (FREWAY)	109
2.2.6.1	Introducción	109
2.2.6.2	Datos Requeridos	109
2.2.6.3	Metodología del Programa	109
2.2.6.4	Procesando el Programa	111
2.2.6.5	Introducción de Datos	111
2.2.6.6	Desarrollando Cálculos	117
2.2.7	Dynamic QUEUEing Analysis (dQUEUE)	120
2.2.7.1	Antecedentes	120
2.2.7.1.1	2.2.7.1.1	120
2.2.7.1.2	2.2.7.1.2	122
2.2.7.2	Introducción	123
2.2.7.3	Metodología de la Simulación	123
2.2.7.4	Procesando el dQUEUE	125
2.2.8	ROADSIDE	128
2.2.8.1	Antecedentes	128
2.2.8.1.1	2.2.8.1.1	128
2.2.8.1.2	2.2.8.1.2	129
2.2.8.2	Introducción	131
2.2.8.3	Usando "ROADSIDE"	131

2.2.8.4 Teclas de Funciones	136
2.2.9 Progression Analysis and Signal System Evaluation Routine (PASSER II-90)	141
2.2.9.1 Antecedentes	141
2.2.9.1.1 Sistemas de Semáforos	141
2.2.9.1.2 Tipos de Sistemas de Control de Semáforos	141
2.2.9.1.3 Tiempos para Sistemas de Semáforos Simples	142
2.2.9.2 Introducción	143
2.2.9.3 Usando el programa PASSER II-90	144
2.2.9.3.1 Sistema PASSER II-90	144
2.2.9.3.2 Archivos de Control	144
2.2.9.3.3 Ejecución del Programa	145
2.2.10 Work Trip Mode Choice Estimation Model (MODE CHOICE)	175
2.2.10.1 Antecedentes	175
2.2.10.1.1 Conceptos	175
2.2.10.1.2 Flujos Cautivos	175
2.2.10.1.3 Factores que ejercen influencia en la Selección Modal	176
2.2.10.1.4 Modelo Logit Multinomial	177
2.2.10.1.5 Modelo Logit Jerárquico	178
2.2.10.2 Introducción	181
2.2.10.3 Datos Requeridos	181
2.2.10.4 Introducción de datos en la hoja de trabajo	183
2.2.10.5 Interpretando los resultados	183
2.2.11 Transportation GIS Software (TransCAD)	187
2.2.11.1 Antecedentes	187
2.2.11.2 Introducción	190
2.2.11.3 Uso del paquete TransCAD	192
2.2.11.3.1 ETAPA 1 Patrones de viaje en Flintbury	192
2.2.11.3.2 ETAPA 2. Sistema de Autobuses de Flintbury	202
2.2.11.3.3 ETAPA 3. El Impacto de Cerrar Calles para una manifestación	216
 <b>CAPÍTULO 3. CLASIFICACIÓN DE LA PAQUETERÍA DE TRANSPORTE</b>	 <b>230</b>
3.1 Introducción	231
3.2 La Planeación del Transporte	231
3.2.1 Disponibilidad y Organización de la Información	235
3.2.2 Proyecciones	235
3.2.3 Instrumentos de Análisis	236
3.2.4 Evaluación de Acciones	236
3.2.4.1 Evaluación Técnica	236
3.2.4.2 Evaluación Económica y Financiera	237
3.2.4.3 Evaluación de Impactos Ambientales	237
3.2.5 Presentación de los Resultados	237
3.2.6 Selección de Alternativas	237
3.3 Uso de Programas para Computadora en el Proceso de Planeación de Transporte	238
3.3.1 Primeras Aplicaciones	238

3.3.2 Aplicaciones Recientes	240
3.3.3 Paquetes de Programas para Planificación del Transporte en Microcomputadoras Personales	241
3.3.4 Problemas en la Modelación	245
3.4 Clasificación de la Paquetería de Transporte	248
<b>CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	250
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	254

## LISTA DE TABLAS

	<i>Página</i>
TABLA 2.1 VALORES DE DENSIDAD PARA DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO	13
TABLA 2.2 LÍMITES SUPERIOR E INFERIOR DE LOS VALORES DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA FREWAY	33
TABLA 2.3 VARIABLES DE LOS DATOS DE ENTRADA	134
TABLA 2.4 TECLAS DE FUNCIONES	136
TABLA 2.5 ESTRUCTURA DE LOS ARCHIVOS DEL SISTEMA PASSER II	144
TABLA 2.6 DATOS SOCIOECONÓMICOS PARA ALIMENTAR EL MODE CHOICE	182
TABLA 2.7 DATOS NECESARIOS PARA ESTIMAR EL NIVEL DE SERVICIO POR MODO	182
TABLA 3.1 CLASIFICACIÓN DE LA PAQUETERÍA DE TRANSPORTE	248



## LISTA DE FIGURAS

	<i>Página</i>
FIGURA 2.1 SEGMENTO BÁSICO DE AUTOPISTA	12
FIGURA 2.2 RELACIONES ENTRE LA DENSIDAD Y LA INTENSIDAD EN CONDICIONES IDEALES	13
FIGURA 2.3 EJEMPLO DE ÁREA DE ENTRECRUZAMIENTO (ÁREA DE CONFLUENCIA SEGUIDA DE BIFURCACIÓN)	19
FIGURA 2.4 EJEMPLO DE RAMPAS (RAMAL DE ENTRADA AISLADO)	24
FIGURA 2.5 EJEMPLO DE INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA	40
FIGURA 2.6 PROCESO GENERAL DE ANÁLISIS DE INTERSECCIONES CRÍTICAS	64
FIGURA 2.7 CONFIGURACIÓN DEL SIDRA	66
FIGURA 2.8 MOVIMIENTOS PERMITIDOS EN LA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA	69
FIGURA 2.9 FASES DE LA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA	69
FIGURA 2.10 CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LA INTERSECCIÓN Y VOLÚMENES DIRECCIONALES	70
FIGURA 2.11 COMPONENTES DE UN PROYECTO	96
FIGURA 2.12 CONFIGURACIÓN DEL DSS	104
FIGURA 2.13 RELACIÓN INTENSIDAD/CAPACIDAD EN CONDICIONES IDEALES	110
FIGURA 2.14 PANTALLA DE INICIO DEL FREWAY. DATOS DE ENTRADA	113
FIGURA 2.15 PANTALLA PARA LA INTRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN NUEVA	113
FIGURA 2.16 PANTALLA 1. DESCRIPCIÓN DE LA SECCIÓN POR ANALIZAR	114
FIGURA 2.17 PANTALLA 2. DESCRIPCIÓN DE VOLÚMENES	114
FIGURA 2.18 PANTALLA 3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA VÍA	115
FIGURA 2.19 PANTALLA QUE SE MUESTRA EN CASO DE DESEAR EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA VÍA	115

FIGURA 2.20	EN CASO DE NO DESEAR EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD EL USUARIO DEBE PROPORCIONAR DICHO DATO, ENTONCES APARECE LA PANTALLA QUE SE MUESTRA	116
FIGURA 2.21	PANTALLA 4. VALORES DE COSTOS DEL COMBUSTIBLE ASI COMO EL VALOR DEL TIEMPO DE VIAJE PARA EL USUARIO	116
FIGURA 2.22	PROCESO BÁSICO DE COLAS	121
FIGURA 2.23	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SIMULACIÓN DEL PROGRAMA dQUEUE	124
FIGURA 2.24	PANTALLA INICIAL DEL PROGRAMA ROADSIDE	131
FIGURA 2.25	EN LA PANTALLA SE MUESTRAN LOS VALORES DE LA RELACIÓN ÍNDICE DE SEVERIDAD VERSUS COSTO. CON LAS CUALES SE OBTENDRÁN LOS COSTOS FINALES DE PROYECTO	132
FIGURA 2.26	PANTALLA DE TRABAJO	133
FIGURA 2.27	GRÁFICA DE LA CARRETERA EN ESTUDIO: LONGITUD, ANCHO DE ACOTAMIENTO Y ANCHO DE CAMELLÓN	137
FIGURA 2.28	COMPONENTES DEL PASSER II-90	144
FIGURA 2.29	PANTALLA DE PRESENTACIÓN DEL PASSER II-90	145
FIGURA 2.30	MENÚ PRINCIPAL DEL PROGRAMA PASSER II-90	146
FIGURA 2.31	MENÚ DE ENTRADA DE DATOS	146
FIGURA 2.32	PANTALLA DE TRABAJO PARA DATOS DE ENTRADA	147
FIGURA 2.33	CONFIGURACIÓN QUE SE PRESENTA PARA PROPORCIONAR LOS DATOS DE CADA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA DE LA ARTERIA	148
FIGURA 2.34	PANTALLA PARA INTRODUCIR LAS FASES DE CADA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA DE LA ARTERIA	148
FIGURA 2.35	MENÚ DE EDICIÓN DEL PASSER II-90	149
FIGURA 2.36	MENÚ DE SALIDA DEL PASSER II-90	149
FIGURA 2.37	PANTALLA DE SIMULACIÓN CON "LEART"	150
FIGURA 2.38	EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE DECISIÓN PARA SELECCIÓN MODAL UTILIZÁNDOSE MODELO LOGIT JERÁRQUICO. ÁRBOL CON DOS NIVELES JERÁRQUICOS	179

FIGURA 2.39	EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE DECISIÓN PARA SELECCION MODAL UTILIZANDOSE MODELO LOGIT JERÁRQUICO. ÁRBOL CON TRES NIVELES JERÁRQUICOS	179
FIGURA 2.40	LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	188
FIGURA 2.41	VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE UN SIG EN LA PLANEACIÓN, ADMINISTRACIÓN E INVESTIGACIÓN EN EL TRANSPORTE	190
FIGURA 2.42	PANTALLA PARA ABRIR ARCHIVOS EN TransCAD	193
FIGURA 2.43	PANTALLA DE ETIQUETAS	194
FIGURA 2.44	LOCALIZACIÓN DE LA LISTA DE "CAPAS" ACTIVA EN TransCAD	195
FIGURA 2.45	PANTALLA PARA MODIFICAR EL ESTILO DE LA "CAPA" DE ZONAS	195
FIGURA 2.46	PANTALLA PARA SALVAR EL ARCHIVO DE TRABAJO	196
FIGURA 2.47	VENTANA DE DATOS DE LAS ZONAS DE FLINTBURY	197
FIGURA 2.48	PANTALLA DE COLORES PARA LAS "CAPAS"	198
FIGURA 2.49	VENTANA PARA ABRIR ARCHIVOS CORRESPONDIENTE A LA INFORMACION DE CALLES DE FLINTBURY	198
FIGURA 2.50	VENTANA DE DATOS DE LAS CALLES EN FLINTBURY	199
FIGURA 2.51	VENTANA DE ENLACE PARA LAS CALLES DE FLINTBURY Y LOS DATOS CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE ESTUDIO	200
FIGURA 2.52	PANTALLA DE ASIGNACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO QUE CIRCUA EN LAS CALLES DE FLINTBURY	201
FIGURA 2.53	MAPA DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO EN FLINTBURY	201
FIGURA 2.54	PANTALLA DE "CAPAS" DONDE SE ADICIONARÁ LA "CAPA" DE RUTAS DE AUTOBÚS	202
FIGURA 2.55	PANTALLA DE "CAPAS" CON LA "CAPA" DE RUTAS DE AUTOBUSES	203
FIGURA 2.56	PANTALLA DE BANDAS PARA RUTAS DE AUTOBÚS	204
FIGURA 2.57	CAJA DE DIÁLOGO DE ZONA GEOGRÁFICA CUBIERTA POR LAS RUTAS DE AUTOBÚS	204

FIGURA 2.58	VENTANA DE DATOS DE LAS ÁREAS DE SERVICIO CUBIERTAS POR LAS RUTAS DE AUTOBÚS	205
FIGURA 2.59	CAJA DE DIÁLOGO LOCALIZACIÓN POR DIRECCIONES	206
FIGURA 2.60	CAJA DE DIÁLOGO PARA ELEGIR EL ESTILO DEL LOCALIZADOR DE DIRECCIONES PARTICULARES DE LAS PERSONAS ENTREVISTADAS	206
FIGURA 2.61	VENTANA DE DATOS DEL ESTUDIO REALIZADO A LOS USUARIOS DEL SERVICIO DE AUTOBÚS	207
FIGURA 2.62	VENTANA DE DATOS DE LAS ESTADÍSTICAS DEL ESTUDIO REALIZADO A LOS USUARIOS DE LAS RUTAS DE AUTOBÚS	208
FIGURA 2.63	CAJA DE DIÁLOGO SELECCIONAR POR LOCALIZACIÓN	209
FIGURA 2.64	PANTALLA PARA TRABAJAR CON EL ÁREA SELECCIONADA DENTRO DE LAS 0.25 MILLAS	209
FIGURA 2.65	VENTANA DE DATOS DE LAS ESTADÍSTICAS DEL ESTUDIO DE USUARIOS QUE VIVEN DENTRO DE LAS 0.25 MILLAS CERCANAS AL SISTEMA DE AUTOBÚS	210
FIGURA 2.66	MATRIZ DE TIEMPOS DE ESPERA	211
FIGURA 2.67	HISTOGRAMA DE TIEMPOS DE ESPERA	211
FIGURA 2.68	CAJA DE DIÁLOGO PARA ADICIONAR INFORMACIÓN A LA PÁGINA DE INTEGRACIÓN DE INFORMACION	212
FIGURA 2.69	PÁGINA DE INTEGRACIÓN CON LA INFORMACIÓN DEL TRÁNSITO EN FLINTBURY	214
FIGURA 2.70	VENTANA PARA MODIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO	216
FIGURA 2.71	VENTANA DE "CAPAS" PARA ACTIVAR LA "CAPA" DE NODOS DE FLINTBURY	217
FIGURA 2.72	MAPA CON LOS NODOS DE FLINTBURY	217
FIGURA 2.73	VENTANA DE SELECCIÓN POR CONDICIÓN	218
FIGURA 2.74	MATRIZ ORIGEN-DESTINO	219
FIGURA 2.75	VENTANA PARA CREAR UNA RED DE TRABAJO	220
FIGURA 2.76	PANTALLA PARA MINIMIZAR RUTAS MÚLTIPLES EN TIEMPO DE VIAJE	221

FIGURA 2.77	MÍNIMOS TIEMPOS DE VIAJE ENTRE CENTROIDES DE FLINTBURY	221
FIGURA 2.78	VENTANA DE CONTENIDOS DEL ARCHIVO DE LA MATRIZ	222
FIGURA 2.79	PANTALLA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA RED DE TRABAJO	223
FIGURA 2.80	MÍNIMOS TIEMPOS DE VIAJE ENTRE CENTROIDES EN CONDICIONES DE MANIFESTACIÓN	223
FIGURA 2.81	VENTANA DE ARCHIVO PARA COMBINAR MATRICES	224
FIGURA 2.82	BARRA DE HERRAMIENTAS DONDE SE LOCALIZAN LAS MATRICES ACTIVAS	225
FIGURA 2.83	VENTANA DE ETIQUETAS DE MATRICES	225
FIGURA 2.84	VENTANA DE CLASE DE MATRIZ	226
FIGURA 2.85	CONTENIDO DEL ARCHIVO DE MATRICES	226
FIGURA 2.86	PANTALLA DE FÓRMULA	227
FIGURA 2.87	VENTANA DE CARACTERÍSTICAS DE LAS MATRICES (PARA CONFIGURAR LA MATRIZ DE RESULTADOS)	228
FIGURA 2.88	MATRIZ DE RESULTADOS (EN TOTAL EXISTEN 2772 PERSONAS-HORAS EXTRA DE VIAJE DEBIDAS A LA PRESENCIA DE UNA MANIFESTACIÓN)	228
FIGURA 2.89	ESQUEMA GENERAL DE TRABAJO DE LOS PAQUETES COMPUTACIONALES	229
FIGURA 3.1	PROCESO DE PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE	234

## RESUMEN

El transporte es un factor fundamental en la cohesión social y económica de cualquier urbe moderna, esto lo convierte en un instrumento básico en la planeación del desarrollo y en una actividad estratégica para el país. En este sentido, las aplicaciones de las computadoras forman una parte integral del proceso de planificación del transporte y redes viales. La solución de los diferentes modelos en los procesos de simulación pueden ser calibrados, completa y satisfactoriamente, sólo con el uso de computadoras.

La primera aplicación de las computadoras al proceso de planificación de un sistema de transporte, fue relativa a la tabulación de la información recopilada en estudio de campo. Para el año de 1962 el proceso de planeación disponía de un paquete completo de programas aplicados a modelos de distribución y asignación, así como para los análisis de datos completos. La gran capacidad de almacenamiento asegura que las redes viales complejas, puedan ser estudiadas con relativa facilidad.

El proceso de planeación utilizando computadoras no solo incluye el análisis de datos de estudios de campo y la estimación de la demanda para la realización de viajes, sino que pueden realizarse evaluaciones de sistemas de transporte alternativos, con el propósito de jerarquizar los diferentes proyectos.

La clasificación de los programas de cómputo empleados en Transporte, se pueden dividir en función del problema a solucionar: *Programas para análisis de datos de campo, Programas para generación de viajes, Programas para distribución de viajes, Programas para repartición de viajes en los modos de transporte, Programas para asignación de tránsito*

Las aplicaciones recientes para el modelaje en la planeación del transporte urbano con base en computadoras personales incluye: Trabajos nuevos o revisiones minuciosas sobre enfoques para análisis de impacto local, los modelos de hojas para cálculo electrónico, permiten al analista introducir datos de uso de suelo directamente, los modelos de pronóstico para la demanda de viajes regionales a gran escala también pueden ser usados para análisis de impacto local dividiendo las zonas grandes en zonas más pequeñas y agregando más arcos a la red en la vecindad inmediata al lugar en estudio. Actualmente existen pocas combinaciones de modelos de transportación con sistema de información geográfica. Los modelos de interacción transporte- uso de suelo pueden ser de un gran uso para los países en proceso de desarrollo que experimentan rápidas urbanizaciones donde los recursos financieros son escasos y las inversiones para utilidad pública y transporte colectivo pueden conducir a expansiones urbanas inapropiadas a lo largo de las rutas. En este contexto, el objetivo de este documento es el de analizar el uso de paquetería de transporte para determinar el área de aplicación más conveniente, ya que, mediante el manejo de herramientas de cómputo se facilita la toma de decisiones en proyectos de transporte, así como, es posible planear una gama de soluciones factibles a un problema de transporte. En el presente trabajo se muestra el uso de algunos paquetes empleados en la planeación del transporte, entre los cuales se encuentran HCM/Cinema, SIDRA, HCS, dQUEUE, FREWAY, DSS, UBC, PASSER II-90, TRANSCAD, MODE y ROADSIDE.

Los problemas más importantes para la utilización de los modelos para la planeación del transporte son de orden práctico y no teórico. Son escasos los organismos que requieren o utilizan los modelos de planificación del transporte y a nivel académico es necesario un mayor esfuerzo para difundir el conocimiento en este campo. La paquetería de transporte en el presente trabajo se

clasificará en : modelos para la evaluación de proyectos de transporte, de generación de viajes, de simulación, para la planeación del transporte, para el diseño de corredores, para la toma de decisiones acerca de reinversiones en la infraestructura del transporte, para la evaluación del impacto de congestiones en vías rápidas urbanas, y finalmente para el diseño de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas aplicados al transporte urbano

Uno de los aspectos importantes a considerar es que todos los paquetes mencionados facilitan el trabajo del planeador del transporte, pero más aun, mejoran la toma de decisiones, ya que permiten comparar varias opciones de solución de manera más precisa y rápida, evitando que el tiempo que antes se consumía en grandes cálculos, ahora se utilice en implementar más posibles soluciones a un problema y de este modo elegir la mejor

Es importante recalcar que cada paquete debe ser usado para el área para la que fue diseñado y emplear parámetros de diseño obtenidos de fuentes confiables para poder mejorar la planeación de un proyecto, aunque precisamente, como se detalla en este trabajo, uno de los problemas más importantes para desarrollar un adecuado proyecto de transporte es la falta de información suficiente, pero sobre todo confiable.

Finalmente, es necesario considerar que las herramientas de cómputo son de gran ayuda para el planeador de un sistema de transporte, pero nunca sustituirán el sentido común y experiencia del planeador al desarrollar un proyecto.



---

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

En muchas partes del mundo el desplazamiento de personas y bienes resulta en un problema con el que toda la población debe convivir día a día. Las grandes ciudades han crecido rápidamente con poca planeación, lo que ha dado paso a que los sistemas viales no puedan satisfacer la demanda generada provocando congestión extrema durante las horas de mayor circulación y los múltiples problemas asociados con ella.

Lo que constituye un hecho indiscutible es que la sociedad actual se basa en el traslado de personas y bienes de un lugar a otro (transporte). Este hecho ha posibilitado el intercambio comercial que, a su vez, es la base del progreso económico. No es posible concebir el estilo de vida actual sin un sistema de transporte que permita la movilidad necesaria para trabajar y aprovechar mejor el tiempo.

Pero la transportación es una actividad que, así como satisface una necesidad, implica un costo expresado en unidades monetarias (medible) y en impacto social (difícil de cuantificar). El costo que es posible cuantificar con relativa facilidad es el referido a las inversiones en infraestructura, en equipo e instalaciones, en mantenimiento, en costos de operación y en tiempos de traslado.

La urbe moderna no podría existir si no hubiera transporte de personas, ya que el transporte es el movimiento de personas y bienes en los medios empleados para este propósito. En un principio, la gente tuvo que moverse por sus propios medios -caminando o a lomos de animales-, en este momento, las ciudades fueron sólo acumulamientos, a menudo desordenados, de edificaciones; caseríos donde la actividad social y los intercambios económicos ocurrían dentro de esquemas monocelulares apenas interconectados. Con el paso del tiempo, se piensa que a la ciudad moderna la erigió el automóvil, así, el nuevo vehículo modificó la forma de movilización ciudadano. Pero al nivel del grupo social, las ciudades las consolidó el transporte.

Entonces el transporte ha desarrollado: al hombre, la sociedad y la urbe que han crecido juntos; juntos han disfrutado de la vitalidad que otorga un buen transporte y, juntos también, han padecido el efecto desarticulador e inmovilizante de los transportes deficientes.

La importancia del transporte en la integración de la sociedad radica en:

- El desarrollo de una sociedad depende con mucho del número de contactos que puedan ocurrir entre sus participantes. La compra-venta diaria de alimentos, vestido y medicinas; las

transacciones financieras; la educación, o la actividad cultural, requiere de una continuada y estrecha relación entre los individuos.

- La disponibilidad oportuna del mercado laboral depende totalmente de los transportes. Si la masa trabajadora - obreros, empleados o mano de obra libre - no accede fácilmente a los lugares de trabajo, la economía tiende a degradarse.
- Lo social, lo recreativo, lo emergente y hasta lo ocasional está sujeto a la efectividad de los transportes.

Entonces el transporte de personas no es sólo una actividad más, cuya efectividad puede subordinarse al estado de ánimo de los conductores de vehículos o a la mayor o menor seriedad con que el personal de ruta encare su trabajo. El desempeño de los transportes, quierase o no, es bastante trascendente y, en último análisis, la apreciación personal de las cosas por parte de quien transporta es lo que tiene menor importancia; el transportista es un profesional y como tal deberá comportarse.

La inconformidad de quienes sufren de un mal transporte, por modestos que sean, es justificable; nadie puede aceptar con buen ánimo que se le trate mal cuando, por lo demás, se está pagando por un servicio

El transporte de personas, aun circunscrito a la sola ciudad, presenta variantes que deben reconocerse y comprenderse para evitar confusiones que se reviertan contra quien presta el servicio o contra el público. Así aunque con mucha frecuencia se tratan de forma similar, las modalidades urbana y suburbana del transporte poseen características distintas que han de tomarse en cuenta en el momento de fijar los parámetros operativos. Algunas de ellas son:

- a) En cuanto a las frecuencias de operación, en las zonas urbanas deben programarse servicios permanentes dentro del horario hábil y sólo sujetos a las variaciones que se observen en la hora de demanda máxima y en las horas valle. En ciertos horarios, aun si la demanda fuera exigua, deberá programarse un servicio mínimo que atienda esos viajes que se apartan del movimiento masivo de la jornada.
- b) En cambio, los servicios suburbanos pueden ser básicamente distintos. Es probable que no sean necesarios todo el día, sino sólo durante los horarios de llegada y de retorno de la gente - respectivamente por la mañana y por la tarde - pero en esos lapsos es posible que se acumule una demanda de magnitud desusada y poco frecuente en los transportes urbanos. Mientras más amplia sea el área de captación del servicio, más crecerá la dimensión de los picos de demanda

- suburbana, y más crítica será la duración de los trayectos. Ambas cosas habrá de tomarlas en cuenta
- c) En cuanto a la dimensión y a la capacidad de los vehículos de cada caso, en el servicio urbano pueden requerirse una proporción mayor de unidades medianas o chicas, con tareas orientadas a la recolección y a la distribución de pasaje, y en buena medida con una función alimentadora de los transportes típicamente masivos.
  - d) Por su parte, en los servicios suburbanos habrá una mayor tendencia al empleo de unidades grandes, para transportar grandes volúmenes también en menos tiempo.
  - e) Tocante al uso o revolvencia de los espacios; es decir, al número de veces que se utiliza cada lugar en los vehículos de transporte; en el servicio urbano esa revolvencia - a la que suele llamársele Factor de Renovación (FR) - es grande, por lo que las unidades pueden emplearse con una gran eficiencia.
  - f) Por el contrario, el usuario que proviene de los suburbios rara vez se apea en el trayecto: la mayoría de los viajes son de extremo a extremo reduciendo al FR casi a su valor unitario. Como eso tiene mucho que ver con la economía del servicio- las tarifas incluidas- se entenderá la importancia que tiene comprender dicha situación.
  - g) Finalmente, en lo que se refiere a la infraestructura y a la permanencia de recorridos, las unidades urbanas se desplazan sobre trayectos que barren las zonas consolidadas de la ciudad. En cambio, es muy frecuente que los transportes suburbanos deban atender zonas con asentamientos nuevos o de reciente creación. Esto es importante e influye mucho en la calidad esperada de servicio y en la magnitud e importancia de sus instalaciones.

Como se observa, en no pocos aspectos los dos servicios son radicalmente diferentes, por lo que las condiciones que fijan los parámetros de operación también lo serán. No deben entonces uniformizarse los criterios del manejo operativo, ni mucho menos entremezclar arbitrariamente los dos tipos de servicio en los trayectos. De hecho esto sí se practica, en aquellos trazados que comparten zona urbana y zona suburbana, no es raro que con el ánimo de simplificar - o sin advertirlo siquiera - se proyecten servicios con vehículos y frecuencias parejas. Quienes sufren los efectos negativos de tales diseños son el público, que sabe ni porqué tal o cual servicio es malo y el propio concesionario, quien tampoco sabe ni por dónde se le escapa el dinero.

En este sentido, es importante reconocer la necesidad de planes organizadores entre el transporte urbano y suburbano para integrarlos de manera conveniente y que el servicio que presten sea el más adecuado para el usuario, que sea eficiente y eficaz.

En cuanto a los servicios foráneos son radicalmente otra cosa. Sus diferencias son tan notorias que a casi nadie se le ocurriría utilizar un vehículo o programar un servicio del tipo foráneo para satisfacer una demanda urbana o viceversa. En ellos se dan también agrupamientos heterogéneos de concesionarios, pero, en lo que compete a la operación y al tipo de vehículo, casi siempre hay más disciplina y unidad. Y referente al usuario promedio, el hecho de tener que recurrir sólo ocasionalmente a la transportación de tipo foránea o de largo recorrido, le lleva a juzgar de modo también distinto los conceptos y modalidades del transporte: tarifa, horarios, tipo de vehículo, etc.

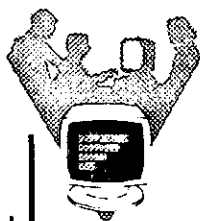
Lo anteriormente mencionado constituye el entorno general del transporte, en este contexto surge la necesidad de planear los sistemas de transporte futuros y mejorar los ya existentes, si para realizar la planeación del transporte se emplean herramientas de informática, se facilita la tarea e inclusive se mejora, ya que es posible simular las mejoras que se desean implementar en gabinete, para conocer el comportamiento que se va a presentar en la realidad.

En este trabajo se presentan algunas herramientas para la planeación del transporte, de aquí que el objetivo de esta tesis es *analizar el uso de paquetería de transporte para determinar el área de aplicación más conveniente, ya que, mediante el manejo de herramientas de cómputo se facilita la toma de decisiones en proyectos de transporte, así como, es posible plantear una gama de soluciones factibles a un problema de transporte.*

En cuanto al contenido, primero se presenta una descripción de algunos programas empleados en la planeación del transporte, el procedimiento que se utilizó para realizar la descripción, es iniciando con el desarrollo de los antecedentes de cada programa, es decir, se da un respaldo teórico de cada uno para comprender mejor su uso, posteriormente, se muestra el ámbito de aplicación de los programas, y finalmente se hace una comparación de los paquetes de aplicación similar y se dan recomendaciones de uso de cada uno de ellos.

En el siguiente capítulo se realiza la clasificación de los paquetes presentados anteriormente, así como aspectos importantes en la Planeación del Transporte, ya que en cada una de estas etapas es posible la aplicación de paquetería de cómputo para facilitar cada una de las etapas y tomar la mejor decisión.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones como resultado del uso de los programas para la planeación del transporte.



---

## **CAPÍTULO 2**

### **DESCRIPCIÓN DE LA PAQUETERÍA EN EL LABORATORIO DE TRANSPORTE DE LA DEPFI**

## **CAPÍTULO 2**

### **DESCRIPCIÓN DE LA PAQUETERÍA EN EL LABORATORIO DE TRANSPORTE DE LA DEPTI**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo se describirá el uso de la paquetería empleada en la planeación del transporte relacionada con la planeación, evaluación y diseño de sistemas de transporte, determinación de la conveniencia o no de invertir en infraestructura de transporte, así como aspectos relacionados con la implementación de mejoras para sistemas de transporte ya existentes. Además de describir el uso del programa, se señala su campo de aplicación, un ejemplo de aplicación y los antecedentes necesarios para entender el sistema.

#### **2.2 PRESENTACIÓN DE LA PAQUETERÍA**

A continuación se hace una descripción de algunos paquetes empleados para la planeación de los sistemas de transporte.

### **2.2.1 HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE (HCS)**

#### **2.2.1.1 ANTECEDENTES**

El Manual de Capacidad de Carreteras fue originalmente publicado en 1950 por el entonces Bureau of Public Roads como una guía para el dimensionamiento y el análisis de la circulación de las infraestructuras del transporte. El Manual de Capacidad vigente actualmente fue desarrollado por el Comité de Carreteras y Calidad de Servicio del Transportation Research Board (Junta de Investigación del Transporte) de los Estados Unidos de América, constituye un avance más en el creciente campo del conocimiento sobre los procedimientos de análisis de capacidad en calles y carreteras, a partir de las investigaciones realizadas por diversos profesionales.

Los procedimientos y metodologías de este manual emanan de una amplia gama de investigaciones empíricas desarrolladas desde mediados de la década de los sesenta. Los procedimientos reflejan la

---

experiencia operativa en Norte América, aunque en el caso de México se pueden considerar algunos factores en forma similar, inclusive los procedimientos de diseño sugeridos por el Manual de Capacidad son usados en México para conocer la capacidad de la infraestructura de Transporte.

## **2.2.1.2 INTRODUCCIÓN**

El principal objetivo del Manual de Capacidad es el análisis de la capacidad, que es la estimación de la máxima cantidad de tránsito que puede aceptar una estructura dada. Las estructuras para la circulación vial generalmente tienen un rendimiento pobre en el entorno de la capacidad, y raramente se proyectan o planean para operar en este régimen. El análisis de capacidad se concibe también para estimar la máxima cantidad de tránsito al que puede dar servicio una instalación manteniendo unas calidades operativas dadas.

Por lo tanto, el análisis de capacidad es un conjunto de procedimientos utilizados para estimar la aptitud de las infraestructuras para soportar el tránsito vehicular en un entorno determinado de condiciones operativas. Proporciona unas herramientas para el análisis y mejora de las estructuras existentes, así como para el planeamiento y proyecto de las futuras.

La definición de los criterios operativos se aborda por medio de los *niveles de servicio*. Para cada tipo de instalación se definen los dominios de los distintos entornos de las condiciones operativas, que se relacionan con las cantidades de tráfico a las que puede dar servicio cada nivel.

El primer capítulo del Manual de Capacidad define los conceptos básicos para el análisis de capacidad y visualiza en términos generales las características del tránsito. Se comenta el contenido del Manual y se explica brevemente cómo deberá usarse e interpretarse. Algunos de estos temas clave se analizan a continuación.

### ***2.2.1.2.1 Concepto de Capacidad***

El Manual de Capacidad define capacidad como "... el valor de flujo máximo que puede esperarse, en forma razonable, que pase por un punto o un tramo uniforme de carril o calzada bajo condiciones prevalecientes del camino, del tránsito y de las condiciones de control...".

La mayoría de los análisis del Manual de Capacidad están con base en valores de flujo para el periodo de máxima demanda durante 15 minutos, dentro de la hora de interés, que usualmente es la

hora de máxima demanda. Los volúmenes horarios totales se usan solo en casos excepcionales, donde el analista dé como opción el uso de volúmenes horarios y con base en ellos se obtienen los valores de flujo. Esto permite la localización de períodos cortos, que trabajan a capacidad o sobresaturados, lo que puede dar lugar a congestionamientos que dilaten mucho en dispersarse.

#### *2.2.1.2.2 Concepto de Nivel de Servicio*

La definición de Nivel de Servicio es también un concepto familiar. Un Nivel de Servicio se enuncia como "... una medida cualitativa que define condiciones operacionales dentro de la circulación vial, o su percepción por el conductor y/o usuarios...". En estas condiciones se define generalmente por "... medidas tales como velocidad y tiempo de recorrido, libertad de maniobra, interrupción del tránsito, confort y comodidad y seguridad. ...".

En resumen, el Manual de Capacidad contiene varias recomendaciones para el uso del mismo:

- (a) El Manual de Capacidad no es una norma. El Transportation Research Board committee on Highway Capacity and Quality of Service no es un organismo que se dedique a la preparación de normas. El Manual de Capacidad define niveles de servicio en forma meramente descriptiva. No recomienda niveles mínimos de aceptabilidad.
- (b) El uso más potente de los procedimientos para el análisis de capacidad es el relativo al de análisis de opciones. Proporciona al ingeniero la capacidad para evaluar diferentes opciones de solución que pueden darse a un problema, ya sea revisando la geometría, el tránsito y los parámetros de control. Los procedimientos del manual pueden pronosticar la operación relativa resultante de diferentes planteamientos. Con la incorporación de programas para microcomputadora el ingeniero estará libre de cálculos laboriosos y le dará libertad para crear y probar más opciones de proyecto y control para un problema dado.
- (c) Una solución generada por análisis de capacidad no implica la realización de cualquier plan o proyecto. El manual puede dar una solución que indica la necesidad de una autopista de 6 carriles para mantener un nivel de servicio D. Esto no quiere decir que el nivel de servicio D sea requerido. La toma de decisiones se hará sobre la base de muchos factores, entre los cuales están los económicos y los impactos ambientales.
- (d) El Manual de Capacidad no minimiza ni afecta en ninguna forma la necesidad de aplicar un buen criterio ingenieril. Es más, permite incrementar la información para sustentar tales criterios. El ingeniero deberá atender a ideas creativas que formen parte de la planificación y de las soluciones de proyecto. El ingeniero deberá formar juicios complejos con base en un rango de factores, los



cuales incluyen, pero no exclusivamente limitados a ellos, capacidad y consideraciones operacionales.

El Capítulo 2 del Manual de Capacidad da una revisión de varias características del tránsito que afecta o forman las bases del análisis de capacidad. Están incluidas en el Capítulo:

1. Volúmenes Máximos Observados y Valores de Flujo
2. Características de los Volúmenes
  - a) Variaciones temporales
  - b) Variaciones espaciales
  - c) Composición del tránsito
  - d) Impactos por el estado del tiempo
3. Características de la Velocidad
4. Relaciones de Velocidad-Flujo-Densidad, para condiciones de circulación continua
5. Características del Espaciamiento y el Intervalo
6. Intervalo de saturación y tiempo perdido bajo condiciones de circulación discontinua

Cada procedimiento en el Manual está basado en algún conjunto calibrado de características del tránsito para un tipo de vía pública en particular. Estas, en general, representan razonablemente promedios nacionales que pueden variar de lugar a lugar de acuerdo a los hábitos de manejo locales. El capítulo 2 proporciona una apreciación informativa de la clase y grado de variación que puede esperarse para un rango de características y la capacidad de las vías públicas

En el presente documento se muestra el uso de un paquete que emplea los criterios de diseño señalados en el Manual de Capacidad de 1985, desde segmentos básicos de autopista (capítulo 3 del Manual de Capacidad) hasta el diseño peatonal (capítulo 13), convirtiéndose en una herramienta de gran utilidad para facilitar los cálculos y mejorar la toma de decisiones.

### **2.2.13 HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE (HCS)**

El Highway Capacity Software (HCS) fue desarrollado en base a los procedimientos del Manual de Capacidad de 1985.

Antes de dar el uso del programa, se dará una breve referencia, así como los datos más importantes de diseño señalados por el Manual de Capacidad y utilizados para alimentar al HCS.

En cuanto a consideraciones generales, en los capítulos del Manual de Capacidad relacionados con segmentos básicos de autopista, entrecruzamientos y rampas, los procedimientos presentados tratan solamente las características aisladas de los segmentos considerados. Los procedimientos asumen:

1. Buenas condiciones del pavimento
2. Inexistencia de incidentes de tránsito
3. Buenas condiciones meteorológicas

El HCS muestra al entrar un menú principal, el cual incluye las siguientes opciones:

1. Segmentos básicos de autopista
2. Áreas de entrecruzamiento
3. Rampas e intersecciones de rampas
4. Carreteras Multicarril
5. Carreteras de dos carriles
6. Análisis de segmentos compuestos
7. Intersecciones reguladas por semáforos
8. Intersecciones sin semáforos
9. Arterias urbanas y suburbanas
0. Transporte público
- A. Peatones

### 2.2.1.3.1 SEGMENTOS BÁSICOS DE AUTOPISTA

#### 2.2.1.3.1.a ANTECEDENTES TEÓRICOS

Se puede definir una autopista como una instalación vial de calzadas separadas cada una con dos o más carriles dedicada exclusivamente al tránsito de automóviles y teniendo un control total de los accesos y de las salidas.

La autopista es el único tipo de carretera que proporciona un flujo completamente continuo. No existen interrupciones externas a la circulación, tales como intersecciones semaforizadas o controladas por señales de ALTO. El acceso y la salida desde la carretera se produce únicamente en los ramales, que están generalmente proyectados para permitir las maniobras de confluencia y

bifurcación a altas velocidades, y por lo tanto, minimizando las alteraciones al tránsito de la vía principal.

Debido a estas características, las condiciones operativas se deben fundamentalmente a las interacciones entre los vehículos de la corriente, y las características geométricas de la autopista. Las operaciones también quedan afectadas por condiciones ambientales, tales como el clima, las condiciones del pavimento, y/o presencia de incidentes de tránsito.

En este capítulo se enuncian los procedimientos que relacionan las condiciones de circulación probables de una autopista con las condiciones geométricas y del tránsito que existen durante un periodo definido en un segmento específico de ella. Asimismo, se detallan los procedimientos para el análisis de circulación, dimensionamiento y planeación de segmentos básicos de una autopista.

#### 2.2.1.3.1.b DEFINICIÓN

Un segmento básico de una autopista es una sección que no se ve afectada ni por movimientos de confluencia o bifurcación en ramales cercanos ni por movimientos de trenzado (*FIGURA 2.1*).

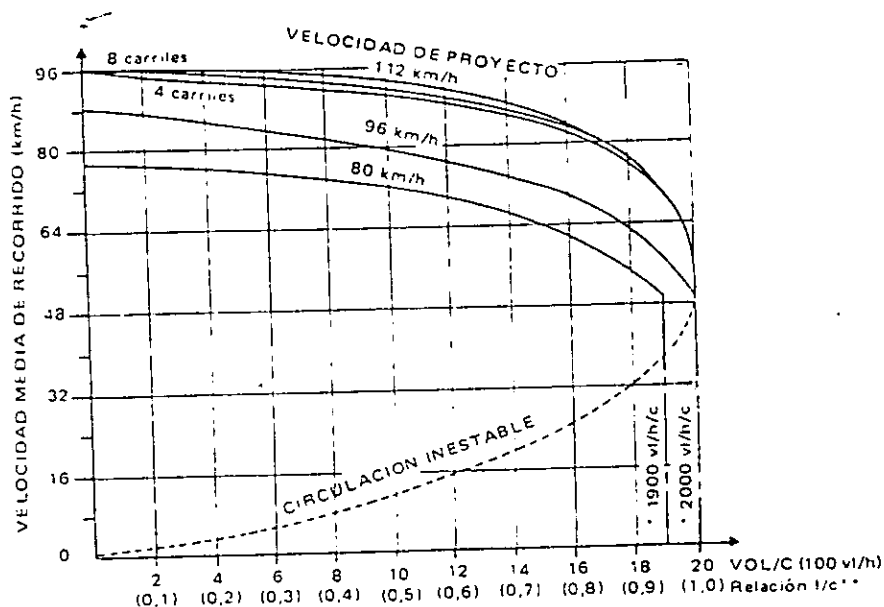


*FIGURA 2.1* SEGMENTO BÁSICO DE AUTOPISTA

#### 2.2.1.3.1.c NIVELES DE SERVICIO

Las características operativas de una autopista contemplan un amplio campo de intensidades para los cuales la velocidad es relativamente constante. Esto quiere decir que la velocidad por sí sola no es una medida del comportamiento a través de la cual se puedan definir adecuadamente los niveles de servicio.

Aunque la velocidad es una de las mayores preocupaciones de los conductores en relación con la calidad del servicio, la libertad de maniobra y la proximidad a otros vehículos son parámetros de la misma importancia. Estas otras cualidades están directamente relacionadas con la densidad de la corriente de tránsito de la autopista. Es más, la intensidad aumenta para densidades crecientes en todo el dominio de flujo estable (*FIGURA 2.2*).



**FIGURA 2.2 RELACIONES ENTRE LA DENSIDAD Y LA INTENSIDAD EN CONDICIONES IDEALES**

Por estas razones, se utiliza la densidad como parámetro definitorio de los niveles de servicio en los segmentos básicos de autopista. En la **TABLA 2.1** se muestran los valores de densidad para definir los distintos niveles de servicio (NS). En ella v/km/c significa vehículos/kilómetro/carril, que es la unidad en la que normalmente se expresa la densidad (número de vehículos que ocupan una longitud determinada de carril o carretera promediado en el tiempo) aunque también es posible expresarla en vehículos por kilómetro.

**TABLA 2.1 VALORES DE DENSIDAD PARA DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO**

Nivel de Servicio	Densidad (v/km/c)
A	7
B	12
C	19
D	26
E	42
F	≥42

Estas cifras son los valores límite y representan las densidades máximas permitidas dentro del nivel de servicio correspondiente. El límite del NS-E de 42 v/km/c es el que generalmente se ha detectado como densidad crítica para la cual se produce en general la capacidad. Esto corresponde a una velocidad media de recorrido de 48 km/h y una capacidad de 2 000 v/h/c para velocidades de proyecto de 112 y 96 km/h.

### **2.2.1.3.1.d USO DEL PROGRAMA**

Al entrar a esta opción, primero se inicia un nuevo problema (opción 1), después el programa pide datos para identificar la información (opción 2), como son datos referentes a la sección, analista, tiempo de análisis, fecha de análisis y otra información. Posteriormente (opción 3) se indica el tipo de terreno que se tiene, ya sea a nivel, ondulado, montañoso u alguna otra opción.

El siguiente menú (opción 4) es el referente a los datos de volumen, carriles, nivel de servicio y relación V/C. Después (opción 5) se alimentan los datos de factores de ajuste, donde se pide el tránsito típico que circula por la vía, % de camiones, autobuses y vehículos de recreo, velocidad de diseño, factor de hora pico, factor del conductor, ancho de carriles, si existen obstrucciones laterales y distancia desde la línea del pavimento hasta la obstrucción, o ancho de acotamiento.

La siguiente opción (opción 6) permite almacenar los datos del problema y finalmente la opción 7 da los resultados de los cálculos que se realizan con los datos que se han proporcionado.

A continuación se presenta un ejemplo de segmento básico de autopista:

En segmento básico de autopista se analizó una sección. El Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) se obtuvo a partir de aforos realizados en la zona de estudio. Con los datos de entrada se obtiene un nivel de servicio C.

TDPA	PHF	Carriles			% C	%B	Velocidad Km/h	Cond
		Número	Ancho	Obstr.				
2850	0.95	3	3.60	0.30	5	2	113	1

TDPA - Tránsito Diario Promedio Anual

PHF - Factor de Hora Pico

C - camiones

B - autobuses

Cond - Factor del conductor

Analizando el comportamiento de la vía con estas características se deduce que el nivel de servicio es adecuado para el funcionamiento de la vialidad, ya que un nivel de servicio C proporciona

operaciones en régimen estable, pero los flujos se aproximan al dominio en el cual pequeños incrementos en la intensidad ocasionan graves deterioros en el servicio. En este nivel de servicio el conductor puede empezar a experimentar un incremento notorio en la tensión debido a la necesidad de una vigilancia adicional para poder operar con seguridad. Aunque el nivel de servicio que se presenta se puede considerar como bueno, es posible mejorar su funcionamiento. Una forma de evitar que el conductor empiece a experimentar un incremento en su tensión y que el nivel de servicio se empiece a deteriorar, inclusive se puede mejorar la circulación de la vialidad, es disminuyendo en las horas pico la presencia de vehículos pesados. Se realizó nuevamente el análisis evitando la entrada de autobuses a la vialidad y disminuyendo el acceso de camiones, ésto propició una mejora en el nivel de servicio, obteniéndose un nivel de servicio B. De este modo se mejora el nivel de servicio y no se realiza ninguna inversión en la infraestructura. Este tipo de decisiones deben considerarse, ya que invertir en el mejoramiento de una vialidad es problemático y si es posible desviar el tránsito pesado a las vialidades laterales.

Los datos con los que se obtiene una mejora en el nivel de servicio de C a B, fueron:

TDPA	PHF	Carriles			% C	%B	Velocidad Km/h	Cond
		Número	Ancho	Obstr.				
2850	0.95	3	3.60	0.30	2	0	113	1

TDPA = Transito Diario Promedio Anual  
 PHF = Factor de Hora Pico  
 C = camiones  
 B = autobuses  
 Cond = Factor del conductor

De los resultados que da el HCS, se observa que con el cambio de las condiciones, la velocidad se mantiene constante (57 mph), pero la densidad es menor al mejorar el nivel de servicio, ésto quiere decir que el "gap" entre vehículos es mayor y además el conductor siente una mayor seguridad al manejar, así mismo, la relación volumen/capacidad (V/C) se mejora en el nivel de servicio B, reduciendo la posibilidad de llegar a la capacidad. Aunque es necesario cuidar el tránsito pesado para poder seguir manteniendo un nivel de servicio aceptable.

### COMPARACIÓN DE RESULTADOS

ELEMENTO	NIVEL DE SERVICIO C	NIVEL DE SERVICIO B
Velocidad (mph)	57	57
Relación V/C	0.55	0.53
Densidad (p/m/l)	19	18

1985 HCM: BASIC FREEWAY SEGMENT

\*\*\*\*\*

FACILITY SECTION..... EJEMPLO SEGMENTO BASICO DE AUTOPISTA  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 17:00-18:00  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-04-97  
 OTHER INFORMATION.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

A) ADJUSTMENT FACTORS

-----  
 PERCENTAGE OF TRUCKS..... 5 (TYPICAL - 200 #/HP)  
 PERCENTAGE OF BUSES ..... 2  
 PERCENTAGE OF RECREATIONAL VEHICLES.. 0  
 DESIGN SPEED (MPH)..... 70  
 PEAK HOUR FACTOR..... .95  
 DRIVER POPULATION FACTOR..... 1 (WEEKDAY/COMMUTER)  
 LANE WIDTH (FT)..... 12  
 OBSTRUCTIONS..... ONE SIDE  
 DISTANCE (FT) FROM ROADWAY EDGE..... 1

B) CORRECTION FACTORS

TERRAIN TYPE	T	B	R	HV	w	p
LEVEL	1.7	1.5	1.6	0.96	0.95	1.00

C) OPERATIONAL ANALYSIS RESULTS

\*\*\*\*\*

NO. OF LANES..... 3  
 INPUT VOLUME..... 2850  
 V/C RATIO..... .55  
 LEVEL OF SERVICE.... C  
 SPEED (mph)..... 57  
 DENSITY (pcpmp1).... 19

1985 HCM: BASIC FREEWAY SEGMENT

\*\*\*\*\*

FACILITY SECTION..... EJEMPLO SEGMENTO BASICO DE AUTOPISTA  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 17:00-18:00  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-04-97  
 OTHER INFORMATION.... MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO

A) ADJUSTMENT FACTORS

-----  
 PERCENTAGE OF TRUCKS..... 2 (TYPICAL - 200 #/HP)  
 PERCENTAGE OF BUSES ..... 0  
 PERCENTAGE OF RECREATIONAL VEHICLES.. 0  
 DESIGN SPEED (MPH)..... 70  
 PEAK HOUR FACTOR..... .95  
 DRIVER POPULATION FACTOR..... 1 (WEEKDAY/COMMUTER)  
 LANE WIDTH (FT)..... 12  
 OBSTRUCTIONS..... ONE SIDE  
 DISTANCE (FT) FROM ROADWAY EDGE..... 1

B) CORRECTION FACTORS

TERRAIN TYPE	T	B	R	HV	w	p
LEVEL	1.7	1.5	1.6	0.99	0.95	1.00

C) OPERATIONAL ANALYSIS RESULTS

\*\*\*\*\*

NO. OF LANES..... 3  
 INPUT VOLUME..... 2850  
 V/C RATIO..... .53  
 LEVEL OF SERVICE.... B  
 SPEED (mph)..... 57  
 DENSITY (pcpmp1).... 18



## 2.2.1.3.2 ÁREAS DE ENTRECruzAMIENTO

### 2.2.1.3.2.a ANTECEDENTES TEÓRICOS

El trenzado se define como el entrecruzamiento de dos o más corrientes de tránsito que circulan en el mismo sentido a lo largo de un tramo de longitud significativa de carretera, sin la intervención de instrumentos de control del tránsito. Las áreas de trenzado se forman cuando existe una zona de confluencia seguida de cerca por una de divergencia o cuando a un ramal de entrada le sigue de inmediato uno de salida, y ambos se unen mediante un carril auxiliar.

Las zonas de trenzado requieren una gran intensidad de maniobras de cambio de carril, ya que los conductores deben acceder a los carriles adecuados al punto de salida que desean. Por ello, el tránsito en una zona de trenzado, se ve sometido a una turbulencia que excede a la normalmente presente en las secciones básicas de autopista.

Las zonas de trenzado pueden existir en cualquier tipo de carretera: autopistas, carreteras multicarril, de dos carriles, o arterias. Sin embargo, suelen darse con mayor frecuencia en los sistemas de autopistas, y la investigación más reciente se ha centrado en estas zonas de trenzado.

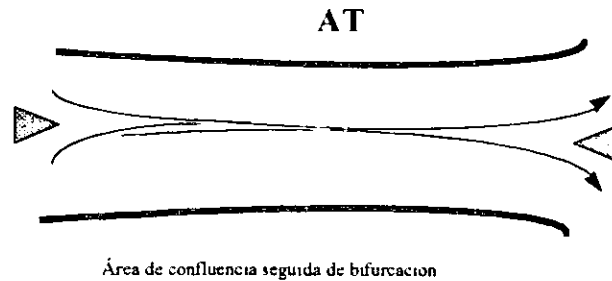
### 2.2.1.3.2.b USO DEL PROGRAMA

Al entrar a esta opción, primero se inicia un nuevo problema (opción 1), después el programa pide datos para identificar la información (opción 2), como son datos referentes a la sección, analista, tiempo de análisis, fecha de análisis y otra información. Posteriormente (opción 3) se indica el tipo de terreno que se tiene, ya sea a nivel, ondulado, montañoso o alguna otra opción.

El siguiente menú (opción 4) es el referente a los datos característicos del entrecruzamiento, es decir al tipo de entrecruzamiento que se va a analizar (se puede ver en el Manual de Capacidad de Carreteras, 1985) número de carriles, longitud de la sección y número de carriles en el entrecruzamiento, dependiendo del tipo que sea. Después (opción 5) se alimentan los datos de volúmenes que pasan por el área de entrecruzamiento, así como los que no pasan por la misma. En la opción 6 se alimentan los factores de ajuste, es decir, los datos para la estimación de los factores de ajuste por % de camiones, autobuses y vehículos de recreo, velocidad de diseño, factor de hora pico, factor del conductor, ancho de carriles, si existen obstrucciones laterales y distancia desde la línea del pavimento hasta la obstrucción, o ancho de acotamiento.

La siguiente opción (opción 7) permite almacenar los datos del problema y finalmente la opción 8 da los resultados de los cálculos que se realizan con los datos que se han proporcionado.

El ejemplo que se muestra es la determinación del nivel de servicio de un área de entrecruzamiento



**FIGURA 2.3 EJEMPLO DE ÁREA DE ENTRECruzAMIENTO (ÁREA DE CONFLUENCIA SEGUIDA DE BIFURCACIÓN)**

Para el análisis del área de entrecruzamiento se eligió una zona donde se analizó la circulación de norte a sur, en la hora pico en esta zona se presentan conflictos que hacen problemático el entrecruzamiento. El TDPA se obtuvo a partir de aforos realizados en la zona de estudio. Con los datos de entrada se obtiene un nivel de servicio C en las vías que no pasan por el entrecruzamiento y en la zona de entrecruzamiento se obtuvo un nivel de servicio E. Estos resultados quieren decir que el funcionamiento en las arterias fuera del entrecruzamiento es relativamente adecuado, aunque es necesario cuidar algunos factores como tránsito pesado para evitar que el nivel de servicio empeore; en cuanto a la zona de entrecruzamiento, se puede observar que su funcionamiento se encuentra en la capacidad, por lo tanto, es necesario realizar mejoras para evitar que se presenten accidentes por contar con un nivel de servicio tan inestable. Los datos de entrada del proyecto son:

TDPA		PHF	Carriles			% C	%B	Velocidad Km/h	Cond
F	W		Número	Ancho	Obstr.				
1850	530	0.95	4	3.60	0.30	5	3	113	1
1350	850								

TDPA: Tránsito Diario Promedio Anual  
 PHF: Factor de Hora Pico  
 C: camiones  
 B: autobuses  
 Cond: Factor del conductor  
 F: tránsito en la vía rápida  
 w: tránsito en el entrecruzamiento

Analizando el comportamiento de la vía con estas características se pueden plantear algunas alternativas de solución:

- a) Reducir el tránsito pesado, al analizar esta solución se observó que el nivel de servicio en el entrecruzamiento no mejoró, entonces reducir el tránsito pesado en este caso no mejora el nivel de servicio
- b) Reducir los volúmenes que se presentan en el entrecruzamiento. Como los volúmenes que entran al área de entrecruzamiento provienen de la vía rápida, una forma de aliviar estos flujos es proporcionando al usuario de la vía una rampa tanto de entrada como de salida, con lo cual la incorporación de los vehículos a la vía rápida se da desde antes y no se presenta tanto conflicto en la zona de entrecruzamiento. Con estas mejoras se observó que el nivel de servicio (NS) en el entrecruzamiento mejora un poco a un nivel de servicio D. Si se quiere mejorar el nivel de servicio en ésta zona reduciendo aun más los volúmenes, entonces lo mejor sería eliminar el entrecruzamiento, ya que daría servicio a muy pocos vehículos.
- c) Otra opción es aumentar el número de carriles, de tal modo que el entrecruzamiento se realice en forma más libre, con mayor área de desenvolvimiento de los vehículos, pero esto ocasiona necesariamente invertir en la vía.

Los datos con los que se obtiene una mejora en el nivel de servicio de E a D, fueron:

TDPA		PHF	Carriles			% C	%B	Velocidad Km/h	Cond
F	W		Número	Ancho	Obstr.				
1850	300	0.95	4	3.60	0.30	5	2	113	1
1350	700								

TDPA Tránsito Diario Promedio Anual  
 PHF Factor de Hora Pico  
 C Camiones  
 B autobuses  
 Cond Factor del conductor  
 F tránsito en la vía rápida  
 w tránsito en el entrecruzamiento

De los resultados que da el HCS, se observa que con el cambio de las condiciones, la velocidad mejora notablemente de una velocidad de 36 mph a 41 mph en el entrecruzamiento, es decir, que casi se mantiene constante la velocidad tanto en la vía rápida como en el entrecruzamiento, es decir, que la intensidad de los volúmenes es menor en el nivel de servicio D que en el E.

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS**

ELEMENTO	ZONA DE LA VIALIDAD		ZONA DE LA VIALIDAD	
	F	W	F	W
Velocidad (mph)	48	36	48	41
VR	0.30	0.30	0.24	0.24
R	0.38	0.38	0.30	0.30
Nivel de Servicio	C	E	C	D

1985 HCM: WEAVING AREAS

PAGE 1

\*\*\*\*\*

FACILITY SECTION..... EJEMPLO AREA DE ENTRECruzAMIENTO  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 19:00-20:00  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-04-1997  
 OTHER INFORMATION.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

A) ADJUSTMENT FACTORS

-----  
 PERCENTAGE OF TRUCKS..... 5 (TYPICAL - 200 #/HP)  
 PERCENTAGE OF BUSES..... 3  
 PERCENTAGE OF RECREATIONAL VEHICLES... 0  
 PEAK HOUR FACTOR..... .95  
 DRIVER POPULATION FACTOR..... 1 (WEEKDAY/COMMUTER)  
 LANE WIDTH (FT)..... 12  
 OBSTRUCTIONS ON ONE SIDE  
 DISTANCE FROM ROADWAY EDGE (FT)..... 1

B) CORRECTION FACTORS

-----

TERRAIN TYPE	E T	E B	E R	f HV	f w	f p
LEVEL	1.7	1.5	1.6	0.95	0.93	1.00

C) INPUT VOLUMES

-----

VOL	(vph)	(pcph)	DESCRIPTION
V 1	1,850	2,198	is the nonweaving vehicles on the freeway
V 2	530	629	is the down weaving vehicles
V 3	850	1,010	is the up weaving vehicles
V 4	1,350	1,604	is the ramp-to-ramp nonweaving vehicles

D) ANALYSIS RESULTS

-----  
 WEAVE TYPE..... A  
 NO. OF LANES..... 4  
 LENGTH OF SECTION..... 1000  
 NO. OF MAINLINE LANES..... 2  
 (Upstream of Weave Section)

	LOS	SPEED
	***	*****
WEAVING VEHICLES	E	36 mph
NONWEAVING VEHICLES	C	48 mph

OPERATION OF WEAVING AREA IS CONSTRAINED

\*\*\*\*\*

	ANALYZED	MAXIMUM
	*****	*****
WEAVING VOLUME (VW) ..	1,640	1,800
VOLUME RATIO (VR) ...	0.30	0.35
WEAVING RATIO (R) ....	0.38	0.50

1985 HCM: WEAVING AREAS

PAGE 1

\*\*\*\*\*

FACILITY SECTION..... EJEMPLO AREA DE ENTRECruzAMIENTO  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 19:00-20:00  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-04-1997  
 OTHER INFORMATION.... MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO

A) ADJUSTMENT FACTORS

-----  
 PERCENTAGE OF TRUCKS..... 5 (TYPICAL - 200 #/HP)  
 PERCENTAGE OF BUSES..... 2  
 PERCENTAGE OF RECREATIONAL VEHICLES... 0  
 PEAK HOUR FACTOR..... .95  
 DRIVER POPULATION FACTOR..... 1 (WEEKDAY/COMMUTER)  
 LANE WIDTH (FT)..... 12  
 OBSTRUCTIONS ON ONE SIDE  
 DISTANCE FROM ROADWAY EDGE (FT)..... 1

B) CORRECTION FACTORS

-----  

TERRAIN TYPE	E T	E B	E R	f HV	f w	f p
LEVEL	1.7	1.5	1.6	0.96	0.93	1.00

C) INPUT VOLUMES

-----  

VOL	(vph)	(pcph)	DESCRIPTION
V 1	1,850	2,188	is the nonweaving vehicles on the freeway
V 2	300	354	is the down weaving vehicles
V 3	700	827	is the up weaving vehicles
V 4	1,350	1,596	is the ramp-to-ramp nonweaving vehicles

D) ANALYSIS RESULTS

-----  
 WEAVE TYPE..... A  
 NO. OF LANES..... 4  
 LENGTH OF SECTION..... 1000  
 NO. OF MAINLINE LANES..... 2  
 (Upstream of Weave Section)

	LOS	SPEED
WEAVING VEHICLES	D	41 mph
NONWEAVING VEHICLES	C	48 mph

OPERATION OF WEAVING AREA IS UNCONSTRAINED

\*\*\*\*\*

	ANALYZED	MAXIMUM
WEAVING VOLUME (VW) ..	1,182	1,800
VOLUME RATIO (VR) ....	0.24	0.35
WEAVING RATIO (R) ....	0.30	0.50

### 2.2.1.3.3 RAMPAS E INTERSECCIONES DE RAMPAS

#### 2.2.1.3.3.a ANTECEDENTES TEÓRICOS

Un ramal puede definirse como un tramo de calzada con la función exclusiva de proporcionar una conexión entre dos carreteras.

Un ramal se compone de tres elementos geométricos básicos:

1. La intersección ramal-autopista
2. El tronco del ramal
3. La intersección ramal-calle

Una intersección ramal-autopista se proyecta generalmente para que los movimientos de confluencia o bifurcación a alta velocidad interfieran mínimamente la circulación de un carril adyacente de la autopista. Las características geométricas de las intersecciones ramal-autopista son variables. Ciertos elementos tales como la posible existencia de carriles de aceleración/desaceleración, su longitud, el ángulo de convergencia o divergencia, la pendiente relativa entre la autopista y el ramal, y otros varios pueden afectar al funcionamiento del ramal.

Una intersección ramal-autopista es una zona donde se produce una competencia por el espacio entre dos circulaciones. La demanda de la autopista corriente arriba a la zona de confluencia entra en competencia con la demanda del tránsito del ramal de acceso. Generalmente la demanda del ramal de acceso se genera localmente, si bien las calles colectoras y arteriales pueden atraer al ramal vehículos de orígenes más alejados. El flujo de una autopista corriente arriba del ramal está compuesto por demandas de una gran variedad de orígenes situados corriente arriba.

En la zona de confluencia, los vehículos del ramal de acceso tratan de encontrar agujeros, o "intervalos" huecos en la corriente circulatoria del carril adyacente de la autopista. Puesto que la mayoría de los ramales se encuentran en el lado derecho de la vía, el carril de la autopista más directamente afectado es el derecho, designándole aquí como carril.

A medida que el flujo del ramal de acceso aumenta, los vehículos que entran afectan a la distribución del tránsito entre los carriles de la autopista puesto que la circulación cambia de carril para evitar la

turbulencia y los conflictos en la zona de confluencia. Es una situación dinámica con interacción entre los flujos, influyendo la circulación del ramal de acceso de manera importante en la operación del conjunto

Un ramal funcionará en forma eficaz cuando se proyecten correctamente todos sus elementos, las intersecciones con las autopistas y/o las calles y su tronco. Es importante destacar que un fallo de cualquiera de estos elementos, provoca un efecto negativo en la circulación de la totalidad del ramal. O lo que es más grave puede también extenderse y afectar a las vías que conecta.

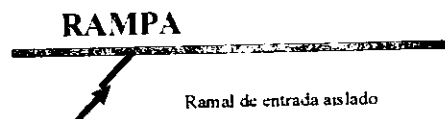
#### **2.2.1.3.3.b USO DEL PROGRAMA**

Al entrar a esta opción, primero se inicia un nuevo problema (opción 1), después el programa pide datos para identificar la información (opción 2), como son datos referentes a la sección, analista, tiempo de análisis, fecha de análisis y otra información. Posteriormente (opción 3) se indica el tipo de rampa por analizar (definidas en el Manual de Capacidad de Carreteras, 1985).

En el siguiente menú (opción 4) se introducen los datos relativos al tipo de terreno en el que se encuentra la vialidad. Después (opción 5) se alimentan los datos de volúmenes que pasan por la vía rápida, así como el volumen de la rampa. En la opción 6 se alimentan los factores de ajuste y carriles, es decir, los datos para la estimación de los factores de ajuste por % de camiones en la vía rápida, factor de hora pico, % de camiones en la rampa, número de carriles en la vía rápida y velocidad de diseño.

La siguiente opción (opción 7) permite almacenar los datos del problema y finalmente la opción 8 da los resultados de los cálculos que se realizan con los datos que se han proporcionado.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación:



**FIGURA 2.4 EJEMPLO DE RAMPAS (RAMAL DE ENTRADA AISLADO)**

Para el análisis del área de la rampa se eligió una zona con una rampa de entrada con un carril de acceso. Se consideró el mismo TDPA del segmento básico de autopista, ya que es una continuación

de dicha vía y éste se obtuvo a partir de una aproximación del tránsito que pasa por la vía. Con los datos de entrada se obtiene un nivel de servicio C en la vía rápida y en la rampa. Para mejorar el funcionamiento de la rampa se prohibió la entrada de camiones por la rampa en las horas pico, para evitar congestionamientos, ya que en esta zona en las horas pico la cola que se forma en la rampa tiene una longitud aproximada de 7 vehículos, de los cuales la mayor parte son vehículos pesados, y también se redujo el porcentaje de vehículos en la vía rápida a 2%, esta solución mejora el nivel de servicio de la rampa de C a B.

Los datos de entrada del proyecto fueron :

TDPA		PHF	Carriles			% C	%B	Velocidad Km/h	Cond
F	R		Número	Ancho	Obstr.				
2850	600	0.95	3	3.60	0.30	5	3	113	1

TDPA: Tránsito Diario Promedio Anual  
 PHF: Factor de Hora Pico  
 C: camiones  
 B: autobuses  
 Cond: Factor del conductor  
 F: tránsito en la vía rápida  
 R: tránsito en la rampa

Se puede mejorar el nivel de servicio ampliando la rampa a 2 carriles, pero esto requiere invertir en infraestructura, pero antes se observa que adecuando el % de vehículos pesados en la vía se mejora notablemente el funcionamiento de la rampa.

Asimismo, se reduce el tránsito por la rampa de 600 a 300, implementando una rampa aguas arriba de esta zona, con lo cual el tránsito se distribuye en una forma más homogénea.

Los datos con los que se obtiene una mejora en el nivel de servicio de C a B, fueron :

TDPA		PHF	Carriles			% C	%B	Velocidad Km/h	Cond
F	R		Número	Ancho	Obstr.				
2850	300	0.95	3	3.60	0.30	2	0	113	1

TDPA: Tránsito Diario Promedio Anual  
 PHF: Factor de Hora Pico  
 C: camiones  
 B: autobuses  
 Cond: Factor del conductor  
 F: tránsito en la vía rápida  
 R: tránsito en la rampa

De los resultados que da el HCS, se observa que con el cambio de las condiciones, los volúmenes de la vía rápida y de la rampa se reducen notablemente, además esto implica que los vehículos pueden circular a una mayor velocidad y que el "gap" es también mayor, lo cual reduce la cantidad de accidentes.



1985 HCM:RAMP ANALYSIS

PAGE 1

\*\*\*\*\*

FACILITY LOCATION.... EJEMPLO RAMPAS  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 17:00-18:00  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-04-1997  
 OTHER INFORMATION.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

A) ADJUSTMENT FACTORS

-----  
 PERCENTAGE OF TRUCKS..... 5 (Typical - 200 #/HP)  
 PEAK HOUR FACTOR..... .95  
 HIGHWAY DESIGN SPEED (mph)..... 70  
 (BUSES AND RV'S ARE CONSIDERED AS TRUCKS)

LEVEL TERRAIN

B) INPUT INFORMATION

-----  
 NO. OF LANES ON FREEWAY : 3 (per direction)

ANALYSIS RAMP CHARACTERISTICS:

\*\*\*\*\*

- (1) RIGHT-HAND RAMP.
- (2) ONE LANE RAMP.

	UPSTREAM RAMP *****	FREEWAY *****	ANALYSIS RAMP *****	DOWNSTREAM RAMP *****
VOLUME	N.A.	2850	600	N.A.
% TRUCKS	N.A.	5	3	N.A.
RAMP TYPE	N.A.	N.A.	ON	N.A.
DISTANCE	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

1985 HCM:RAMP ANALYSIS

PAGE 2

\*\*\*\*\*

C) RAMP ANALYSIS RESULTS

-----  
 TRUCK PRESENCE IN LANE 1: 49 % OF FREEWAY TRUCKS

RAMP ANALYZED ALONE USING FIGURE I.5- 6

	V1 ****	Vr ****	Vf *****
VPH	575	600	2850
ET	1.7	1.7	1.7
Fhv	0.92	0.98	0.97
PHE	0.95	0.95	0.95
PCPH	658	644	3093

---

CHECKPOINT	VOLUME	LOS
*****	*****	***
FREEWAY:	3737	C
MERGE:	1302	C

IDENTIFYING INFORMATION

-----  
FACILITY LOCATION.... EJEMPLO RAMPAS  
TIME AND DATE..... 17:00-18:00 ; 12-04-1997  
OTHER INFORMATION.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

1985 HCM:RAMP ANALYSIS

PAGE 1

\*\*\*\*\*

FACILITY LOCATION.... EJEMPLO RAMPAS  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 17:00-18:00  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-04-1997  
 OTHER INFORMATION.... MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO

A) ADJUSTMENT FACTORS

-----  
 PERCENTAGE OF TRUCKS..... 2 (Typical - 200 #/HP)  
 PEAK HOUR FACTOR..... .95  
 HIGHWAY DESIGN SPEED (mph)..... 70  
 (BUSES AND RV'S ARE CONSIDERED AS TRUCKS)

LEVEL TERRAIN

B) INPUT INFORMATION

-----  
 NO. OF LANES ON FREEWAY : 3 (per direction)

ANALYSIS RAMP CHARACTERISTICS:

\*\*\*\*\*

- (1) RIGHT-HAND RAMP.
- (2) ONE LANE RAMP.

	UPSTREAM RAMP *****	FREEWAY *****	ANALYSIS RAMP *****	DOWNSTREAM RAMP *****
VOLUME	N.A.	2850	300	N.A.
% TRUCKS	N.A.	2	0	N.A.
RAMP TYPE	N.A.	N.A.	ON	N.A.
DISTANCE	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

1985 HCM:RAMP ANALYSIS

PAGE 2

\*\*\*\*\*

C) RAMP ANALYSIS RESULTS

-----  
 TRUCK PRESENCE IN LANE 1: 49 % OF FREEWAY TRUCKS

RAMP ANALYZED ALONE USING FIGURE I.5- 6

	Vl ****	Vr ****	Vf *****
VPH	575	300	2850
ET	1.7	1.7	1.7
Fhv	0.97	1.00	0.99
PHF	0.95	0.95	0.95
PCPH	624	316	3030

HCS

CHECKPOINT	VOLUME	LOS
*****	*****	***
FREEWAY:	3346	C
MERGE:	940	B

IDENTIFYING INFORMATION

-----  
FACILITY LOCATION... EJEMPLO RAMPAS  
TIME AND DATE..... 17:00-18:00 ; 12-04-1997  
OTHER INFORMATION... MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO

## 2.2.1.3.4 CARRETERAS MULTICARRILES

### 2.2.1.3.4.a ANTECEDENTES TEÓRICOS

El análisis de las carreteras multicarril varía del de las autopistas por que las primeras no cuentan con separación de sentidos o carecen de un control total de accesos, o ambas cosas. Estas carreteras están presentes en una gran variedad de emplazamientos, desde los entornos rurales típicos con densidades bajas a las zonas suburbanas, donde la densidad del desarrollo urbano es mayor, y en las que también aumenta la fricción vehicular originada entre otras razones por los movimientos de giro de los vehículos.

Las carreteras multicarril operan en régimen libre entre los puntos donde se producen las interrupciones predeterminadas de la circulación. Dicho régimen, sin embargo, no es tan eficaz como es el caso en las autopistas, debido a las distintas fuentes de fricción, que se presentan en este tipo de vías, tales como :

1. Los vehículos se incorporan y abandonan la calzada para acceder a las plazas de estacionamiento, a otras vías, a intersecciones sin semáforos y a otros puntos : estos movimientos pueden implicar movimientos de giro a la derecha o a la izquierda, produciendo los últimos un impacto negativo mucho mayor sobre el flujo.
2. En las carreteras multicarril sin separación de sentidos, la fricción que ocasionan los vehículos del sentido contrario también provoca un efecto negativo sobre el flujo : impacto que desaparece en las carreteras multicarril con separación de sentidos.
3. El impacto visual del desarrollo urbano circundante con fachada a la carretera influye en el comportamiento del conductor y contribuye a que aquélla sea menos eficaz que las autopistas de características similares.

El nivel de estas interferencias varía ampliamente en función del desarrollo urbanístico de la zona a la que da servicio la carretera multicarril. Los factores que determinan el grado de dichas interferencias son el tipo y densidad del uso del suelo a lo largo de la calzada.

**2.2.1.3.4.b USO DEL PROGRAMA**

La pantalla correspondiente al análisis de carreteras multicarriles se diferencia de los tópicos que analiza el HCS, en la presentación de las pantallas de datos, ya que es un poco más dinámica. La estructura de la pantalla cuenta con ventanas de archivo, edición, correr, ver, opciones, salir y de ayuda.

Para empezar a alimentar los datos de un problema es necesario iniciar con el menú de edición, donde se da la información referente al tipo de terreno y al tránsito de la vía, que son los únicos datos que pide, ya que cuando se entra a la opción de "run", se calcula inmediatamente el nivel de servicio de la vía y los parámetros de ajuste empleados. En la opción de "view" se ve el resultado de los calculos realizados con "run", los factores de ajuste y es posible imprimir los resultados y finalmente con "quit" se sale de la opción de análisis de carreteras multicarriles.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación :

Considérese un tramo de carretera multicarril con las siguientes características :

VOLUMEN (VPH)		PHF	Carriles			Tipo de División	Velocidad mph	Long.
D1	D2		Número	Obstr.	%C			
1000	1200	0.90	3	d1 : 6 ft d2 : 4 ft	d1 : 1% d2 : 2%	D	45	1400

TDPA : Transito Diario Promedio Anual

PHF : Factor de Hora Pico

C : vehiculos pesados

**TIPO DE TERRENO**

DIRECCIÓN 1			DIRECCIÓN 2		
Segmento	Longitud	Pendiente	Segmento	Longitud	Pendiente
1	500.00	2.00	1	600.00	3.00
2	300.00	1.00	2	300.00	-1.00
3	600.00	-3.00	3	500.00	-2.00

El nivel de servicio que se obtiene del análisis de la vía es A, lo cual significa que el funcionamiento de la vía se da en condiciones favorables, es necesario mantener la vía en este funcionamiento, implementando medidas de mantenimiento frecuentes, así como evitar que incremente el tránsito pesado por la vía.

HCS: Multilane Highways Release 2.2

\*\*\*\*\*

File Name ..... TES1.HC7  
 Facility Section..... EJEMPLO CARRETERAS MULTICARRIL  
 From/To..... SECC1-SECC3  
 Analyst..... MIRIAM TELLEZ  
 Time of Analysis..... 15:00-16:00  
 Date of Analysis..... 12/10/97  
 Other Information.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

A. Adjustment Data	Direction 1	Direction 2
Volume	1000	1200
Percentage of Trucks and Buses	1.0	2.0
Percentage of Recreational Vehicles	0.0	0.0
Ideal Free-Flow Speed	45.0	45.0
Peak-Hour Factor or Peak 15 Minutes	0.90	0.90
Lane Width	12.0	12.0
Access Points per Mile	5.0	4.0
Distance from Roadway Edge	6.0	4.0
Type of Median	D	D

B. Adjustment Factors

Terrain Type	E		F		F		F
	T	R	HV	M	LW	LC	A
LEVEL	1.50	1.20	1.00	0.00	0.00	1.30	1.30
	1.50	1.20	0.99	0.00	0.00	1.70	1.00

C. Level of Service Results

	Direction 1	Direction 2
Service Flow Rate (Vp)	372	449
Average Passenger Car Speed (mph)	43	42
Free Flow Speed (mph)	43	42
Density (pcpmp1)	9	11
Level of Service (LOS)	A	A

### 2.2.1.3.5 CARRETERAS DE DOS CARRILES

#### 2.2.1.3.5.a ANTECEDENTES TEÓRICOS

Una carretera de dos carriles puede definirse como una calzada que tiene un carril para cada sentido de la circulación. El adelantamiento a vehículos más lentos requiere utilizar el carril del sentido opuesto siempre que la distancia de visibilidad y los intervalos de la circulación en sentido opuesto lo permitan. A medida que aumentan la intensidad de circulación y/o las restricciones geométricas, disminuye la posibilidad de adelantar, dando lugar a la formación de columnas en la circulación. Los conductores están sujetos a demoras en estas columnas, debido a la imposibilidad de adelantar

Las carreteras de dos carriles representan el mayor kilometraje de las redes nacionales de carreteras. Se usan para una variedad de funciones en todas las áreas geográficas y satisfacen una amplia gama de necesidades de la circulación. Las consideraciones sobre la calidad de su funcionamiento deben contemplar simultáneamente toda esta disparidad de cometidos.

La función principal de las carreteras importantes de dos carriles, utilizadas como arterias primarias que conectan núcleos generadores de tráfico, o como conexiones primarias en las redes de carreteras nacional y estatal, es proporcionar una movilidad eficiente. Estas carreteras tratan de satisfacer viajes de larga distancia, comerciales y de recreo, y pueden tener tramos de muchos kilómetros a través del medio rural, sin interrupciones debidas al control de la circulación. Para estas carreteras son deseables el mantenimiento sostenido de altas velocidades y escasas demoras por adelantamientos.

Muchas carreteras rurales pavimentadas de dos carriles cumplen básicamente una función de accesibilidad. Proporcionan acceso, en cualquier condición atmosférica, a una zona, frecuentemente con bajos volúmenes de circulación. La principal consideración a tener en cuenta consiste en proporcionar accesibilidad a un coste razonable. La alta velocidad no es la característica esencial, aunque sea beneficiosa. La demora, manifestada por la formación de columnas, y la utilización de la capacidad son las medidas más representativas de la calidad del servicio.



Las carreteras de dos carriles sirven también como zonas panorámicas y de recreo donde debe contemplarse y disfrutarse del paisaje sin interrupción del tránsito y sin demoras. Es de desear una carretera segura, pero ni se espera ni se desea la circulación a alta velocidad.

Pequeños tramos de carretera de dos carriles con altos volúmenes de circulación sirven a veces de conexión entre dos carreteras multicarril o entre centros urbanos. Las condiciones de circulación para estos tramos cortos suelen ser mejores de lo que cabría esperar para tramos más largos, y las expectativas de los conductores respecto a la calidad del servicio son normalmente mejores que para los tramos largos.

Por estas razones en las carreteras de dos carriles se utilizan tres parámetros para describir la calidad del servicio:

1. Velocidad media de recorrido
2. Porcentaje de demora en tiempo
3. Utilización de la capacidad

La velocidad media de recorrido representa la movilidad de las carreteras de dos carriles y se define como la longitud del segmento de carretera que se considera, dividida por el tiempo medio de recorrido de todos los vehículos que recorren el segmento en ambos sentidos durante un determinado lapso de tiempo.

El porcentaje de demora en tiempo representa ambas funciones de movilidad y accesibilidad, y se define como el valor medio del porcentaje de demora en tiempo que sufren todos los vehículos al viajar en columnas como consecuencia de la imposibilidad de adelantar.

La utilización de la capacidad representa la función de accesibilidad y se define como la relación entre la intensidad de la demanda y la capacidad de la carretera.

Los criterios que definen el nivel de servicio utilizan los tres parámetros anteriores, considerándose el porcentaje de demora en tiempo como la medida esencial de la calidad del servicio. La velocidad y la utilización de la capacidad se consideran medidas secundarias.

**2.2.1.3.5.b USO DEL PROGRAMA**

Al entrar a esta opción, primero se inicia un nuevo problema (opción 1), después el programa pide datos para identificar la información (opción 2), como son datos referentes a la sección, analista, tiempo de análisis, fecha de análisis y otra información. Posteriormente (opción 3) se indica el tipo de terreno que se tiene, ya sea a nivel, ondulado, montañoso u alguna otra opción

El siguiente menú (opción 4) es el referente a los datos característicos de las carreteras de dos carriles, como son el porcentaje de zonas de no paso y el volumen en vehículos por hora. En la opción 5 se alimentan los factores de ajuste, es decir, los datos para la estimación de los factores de ajuste por % de camiones, autobuses y vehículos de recreo, velocidad de diseño, factor de hora pico, distribución direccional, ancho de carriles y ancho de acotamiento.

La siguiente opción (opción 6) permite almacenar los datos del problema y finalmente la opción 7 da los resultados de los cálculos que se realizan con los datos que se han proporcionado.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación :

Se tiene una carretera de dos carriles con las siguientes características :

TDPA	PHF	Carriles			% C	%B	Velocidad mph	DD
		% zonas de no rebase	Ancho	Obstr.				
1000	1	50	12	6	5	4	60	50/50

TDPA Transito Diario Promedio Anual

PHF Factor de Hora Pico

C camiones

B autobuses

DD distribución direccional

Con estos datos el nivel de servicio obtenido es D, es decir, el funcionamiento de la vía se encuentra cerca de la capacidad, por lo cual es necesario realizar mejoras para evitar la saturación de la vía y en la medida de lo posible mejorar el nivel de servicio. En este caso es posible disminuir el porcentaje de vehículos pesados, inclusive el mismo programa indica los flujos de servicio necesarios para mejorar el nivel de servicio y obtener hasta un NS A.

1985 HCM:TWO-LANE HIGHWAYS

\*\*\*\*\*

FACILITY LOCATION.... EJEMPLO APLIC. CARR. DE DOS CARRILES  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 15:00-16:00  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-10-1997  
 OTHER INFORMATION.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

A) ADJUSTMENT FACTORS

-----

PERCENTAGE OF TRUCKS.....	5
PERCENTAGE OF BUSES.....	4
PERCENTAGE OF RECREATIONAL VEHICLES.....	0
DESIGN SPEED (MPH).....	60
PEAK HOUR FACTOR.....	1
DIRECTIONAL DISTRIBUTION (UP/DOWN).....	50 / 50
LANE WIDTH (FT).....	12
USABLE SHOULDER WIDTH (AVG. WIDTH IN FT.)...	6
PERCENT NO PASSING ZONES.....	50

B) CORRECTION FACTORS

-----  
 LEVEL TERRAIN

LOS	E T	E B	E R	f w	f d	f HV
A	2	1.8	2.2	1	1	.92
B	2.2	2	2.5	1	1	.91
C	2.2	2	2.5	1	1	.91
D	2	1.6	1.6	1	1	.93
E	2	1.6	1.6	1	1	.93

C) LEVEL OF SERVICE RESULTS

-----

INPUT VOLUME (vph): 1000  
 ACTUAL FLOW RATE: 1000

LOS	SERVICE FLOW RATE	V/C
A	233	.09
B	535	.21
C	916	.36
D	1564	.6
E	2607	1

**2.2.1.3.6 INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS****2.2.1.3.6.a ANTECEDENTES TEÓRICOS**

La intersección regulada por semáforos es una de las situaciones más complejas en el sistema circulatorio. El análisis de intersecciones reguladas por semáforos debe considerar una amplia variedad de condiciones prevalecientes, incluida la cantidad y la distribución del tránsito rodado, composición del mismo, características geométricas y los detalles de la señalización de la intersección. La metodología de este capítulo se centra en la determinación del nivel de servicio para condiciones prevalecientes conocidas o en proyecto, pero presenta alternativas de cálculo para la determinación de otras variables usando un nivel de servicio asumido o deseado.

En la intersección regulada por semáforos hay que añadir un elemento adicional dentro del concepto de capacidad: la distribución del tiempo. Un semáforo esencialmente distribuye el tiempo entre movimientos circulatorios conflictivos que pretenden utilizar el mismo espacio físico. La manera en cómo se distribuya el tiempo tiene un impacto significativo en el funcionamiento de la intersección y en la capacidad de la misma y de sus accesos.

La capacidad se evalúa en términos de la relación entre la intensidad de la demanda y la capacidad (relación  $I/c$ ), mientras que el nivel de servicio se evalúa en base a la demora media de parada por vehículo ( $g/c$ ).

Los semáforos modernos otorgan el tiempo de muchas maneras, desde la modalidad más sencilla de tiempos prefijados (tiempos fijos) y dos fases hasta la más compleja de tipo multifase.

Generalmente se emplean los siguientes términos para describir las operaciones semaforicas.

- (a) Ciclo, cualquier secuencia completa de indicaciones o mensajes de un semáforo.
- (b) Duración de ciclo, el tiempo total que necesita el semáforo para completar un ciclo, expresado en segundos, se representa con el símbolo  $C$ .
- (c) Fase, la parte de un ciclo que se da a cualquier combinación de movimientos de tránsito que tienen derecho a pasar simultáneamente durante uno o más intervalos.
- (d) Intervalo, un periodo durante el cual todas las indicaciones semaforicas permanecen constantes.
- (e) Tiempos de cambio, los intervalos "amarillo" más el "todo rojo" que tienen lugar entre las fases para permitir evacuar la intersección antes de que movimientos contrapuestos se pongan en marcha; se expresa con el símbolo  $Y$  y se mide en segundos.

- (f) Tiempo de verde. el tiempo dentro de una fase dada, durante la cual la indicación "verde" esta a la vista; expresado con el simbolo  $G_i$  (para la fase  $i$ ) y en segundos.
- (g) Tiempo perdido. el tiempo durante el cual la intersección no está efectivamente utilizada por ningún movimiento; estos tiempos ocurren durante el intervalo de cambio (durante el cual la intersección se evacúa) y al principio de cada fase cuando los primeros autos de la cola sufren retrasos en el arranque.
- (h) Tiempo de verde efectivo. el tiempo durante una fase dada que está efectivamente disponible para los movimientos permitidos, generalmente se considera como el tiempo verde más el intervalo de cambio menos el tiempo perdido para la fase en cuestión; expresada en segundos y representada con el simbolo  $g_i$  (para la fase  $i$ ).
- (i) Proporción de verde. la proporción de verde efectivo en relación a la duración del ciclo, denotada con el simbolo  $g_i/C$  (para la fase  $i$ ).
- (j) Rojo efectivo. el tiempo durante el cual no se permite la circulación a un movimiento dado o un conjunto de movimientos; es la duración del ciclo menos el tiempo verde efectivo para una fase específica, expresado en segundos y simbolizado con  $r_i$ .

La capacidad en las intersecciones se define para cada acceso. La capacidad del acceso en las intersecciones es la máxima intensidad de circulación (para el acceso en cuestión) que puede atravesar la intersección en las condiciones prevalecientes del tráfico, la carretera y la señalización. Generalmente, la intensidad de circulación se mide o proyecta para un periodo de 15 minutos y la capacidad se determina en vehículos por hora.

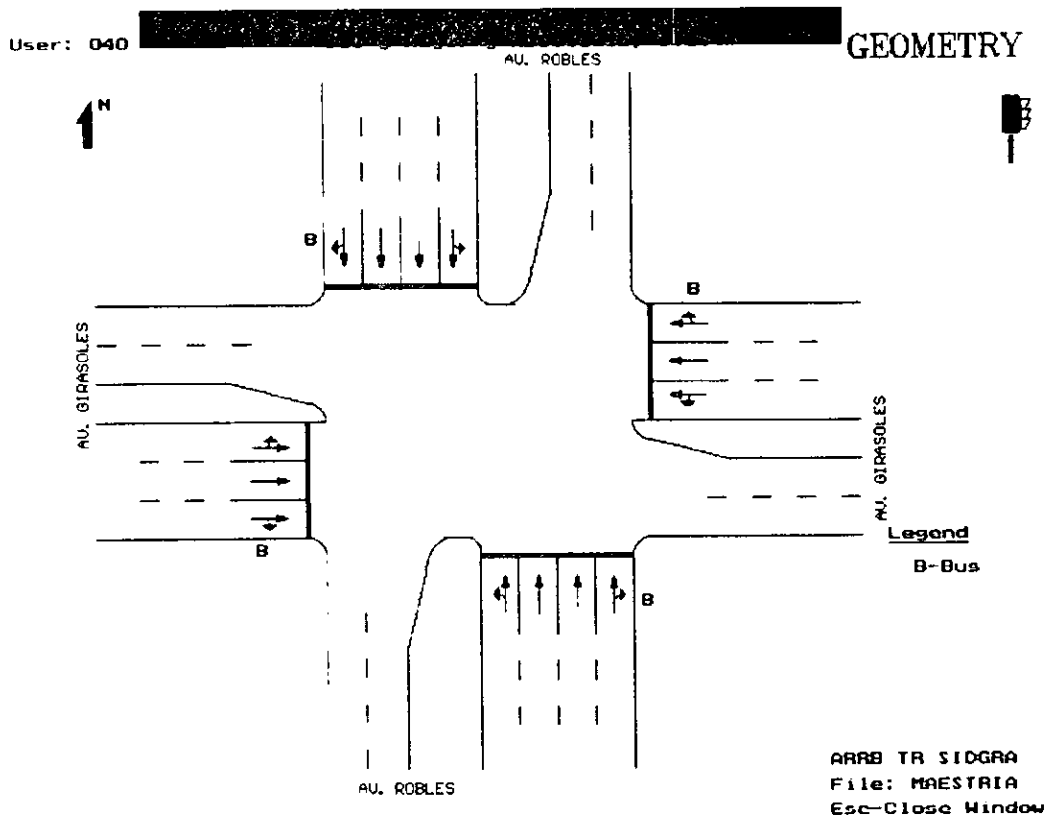
La capacidad en las intersecciones reguladas por semáforo se basa en el concepto de saturación e intensidad de saturación. La intensidad de saturación se define como la máxima intensidad de circulación que puede circular por un acceso de una intersección o grupo de carriles dado en las condiciones de tránsito y de la carretera prevalecientes, suponiendo que el acceso o el grupo de carriles tenga un 100% de tiempo real disponible como tiempo de verde efectivo. La intensidad de saturación se representa con el símbolo  $s_i$  y se expresa en unidades de vehículos por hora de tiempo de verde efectivo ( $v/hv$ ).

### 2.2.1.3.6.b USO DEL PROGRAMA

La pantalla correspondiente al análisis de intersecciones reguladas por semáforos se diferencia de los tópicos que analiza el HCS, en la presentación de las pantallas de datos, ya que es un poco más dinámica. La estructura de la pantalla cuenta con ventas de archivo, edición, correr, ver, opciones, salir y de ayuda. Para empezar a alimentar los datos de un problema es necesario iniciar con el menú de edición, donde se da la información referente a los volúmenes de tránsito en la vía y a los tiempos. En la ventana donde se dan las características del tránsito que circula en la intersección, se debe dar la información referente a la sección, la geometría de la sección (número de carriles por dirección y ancho de carril, pendiente), volúmenes de tránsito que van de una dirección a otra (información obtenida de los aforos), factor de hora pico, porcentaje de vehículos pesados, si existen o no zonas de estacionamiento, peatones, si el semáforo es posible que sea activado por los peatones. En la ventana de tiempos, se dibujan las fases del semáforo, se indican los tiempos de verde, de ámbar y de rojo para calcular la longitud del ciclo. Una vez alimentada toda la información referente a la intersección, se elige la opción de "run", donde se presentan varias opciones, la primera permite calcular el nivel de servicio de la intersección, la capacidad y flujo de saturación. En la opción de "view" se ve el resultado de los cálculos realizados con "run", los factores de ajuste y es posible imprimir los resultados y finalmente con "quit" se sale de la opción de análisis de intersecciones semaforizadas.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación:

Sea la intersección mostrada en la **FIGURA 2.5**, con su geometría correspondiente, se determinará el nivel de servicio.



**FIGURA 2.5 EJEMPLO DE INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA**

Los volúmenes por carril, así como el factor de hora pico, ancho de carril, % de vehículos pesados, tipo de arribo, así como otros datos de entrada, se muestran en la primera página de la corrida del programa.

Como se puede observar, el análisis de la intersección da un nivel de servicio C, lo cual se puede considerar como un buen funcionamiento de la intersección. Aun es posible mejorar el nivel de servicio de la intersección modificando los tiempos de ciclo, realizando cambios en la geometría de la intersección aumentando un carril o reduciendo el acceso de los vehículos pesados a la intersección. En este caso, sería conveniente, si no es posible implementar alguna de estas medidas, continuar manteniendo el nivel de servicio prevaeciente.

HCM: SIGNALIZED INTERSECTION SUMMARY

Highway Capacity Software

Center for Microcomputers in Transportation

Streets: (N-S) AV. ROBLES (E-W) AV. GIRASOLES  
 Analyst: MIRIAM File Name: TESIS.HC9  
 Area Type: CBD 12-10-97 1 HR.  
 Comment: CAPACIDAD SITUACION ACTUAL

	Northbound			Southbound			Eastbound			Westbound		
	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
No. Lanes	1	3	<	1	3	<	1	2	<	2	1	<
Volumes	68	416	253	180	372	41	37	43	79	237	82	223
PHF or PK15	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Lane Width	12.0	12.0		12.0	12.0		12.0	12.0		12.0	12.0	
Grade			0			0			0			0
% Heavy Veh	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Parking	(Y/N)	N		(Y/N)	N		(Y/N)	N		(Y/N)	N	
Bus Stops			40			35			17			36
Con. Peds			20			20			20			20
Ped Button	(Y/N)	N		(Y/N)	N		(Y/N)	N		(Y/N)	N	
Arr Type	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
RTOR Vols			200			41			79			180
Prop. Share	0		0	0		0	0		0	0		0
Prop. Prot.												
Assign Perm	0			0			0			0		

Signal Operations

Phase Combination	1	2	3	4	5	6	7	8
NB Left		*			EB Left	*		
Thru		*			Thru	*		
Right		*			Right	*		
Peds					Peds			
SB Left			*		WB Left		*	
Thru		*			Thru	*		
Right		*			Right	*		
Peds					Peds			
EB Right					NB Right			
WB Right					SB Right			
Green		25.0P	20.0P		Green	17.0P	16.0P	
Yellow/A-R		3.0	3.0		Yellow/A-	3.0	3.0	
Lost Time		3.0	3.0		Lost Time	3.0	3.0	
Cycle Length:	90.0 secs Phase combination order: #5 #6 #1 #2							

Intersection Performance Summary

Lane	Group:	Adj Sat	v/c	g/C	Delay	LOS	Approach:
Mvmts	Cap	Flow	Ratio	Ratio			Delay LOS
NB	L	339	1524	0.21	0.22	21.8	C 20.6 C
	TR	1235	4447	0.44	0.28	20.5	C
SB	L	339	1524	0.56	0.22	25.2	D 21.4 C
	TR	1270	4571	0.34	0.28	19.8	C
EB	L	271	1524	0.14	0.18	23.7	C 23.3 C
	TR	585	3099	0.08	0.19	22.8	C
WB	L	525	2951	0.47	0.18	25.8	D 26.2 D
	TR	244	1292	0.54	0.19	26.9	D

Intersection Delay = 22.3 sec/veh Intersection LOS = C  
 Lost Time/Cycle, L = 12.0 sec Critical v/c(x) = 0.499



HCS: Signalized Intersection Version 2.3 05-24-1998 1

Center For Microcomputers In Transportation  
 University of Florida  
 512 Weil Hall  
 Gainesville, FL 32611-2083 (904) 392-0378

Streets: (N-S) AV. ROBLES (E-W) AV. GIRASOLES  
 Analyst: MIRIAM File Name: TESIS.HC9  
 Area Type: CBD 12-10-97 1 HR.  
 Comment: CAPACIDAD SITUACION ACTUAL

Traffic and Roadway Conditions

	Northbound			Southbound			Eastbound			Westbound		
	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
No. Lanes	1	3	<	1	3	<	1	2	<	2	1	<
Volumes	68	416	253	180	372	41	37	43	79	237	82	223
PHF or PK15	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Lane Width	12.0	12.0		12.0	12.0		12.0	12.0		12.0	12.0	
Grade		0			0			0			0	
% Heavy Veh	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Parking	(Y/N)	N		(Y/N)	N		(Y/N)	N		(Y/N)	N	
Bus Stops			40			35			17			36
Con. Peds			20			20			20			20
Ped Button	(Y/N)	N		(Y/N)	N		(Y/N)	N		(Y/N)	N	
Arr Type	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
RTOR Vols			200			41			79			180

Signal Operations

Phase Combination	1	2	3	4	5	6	7	8
NB Left		*			EB Left		*	
Thru	*				Thru	*		
Right	*				Right	*		
Peds					Peds			
SB Left			*		WB Left		*	
Thru	*				Thru	*		
Right	*				Right	*		
Peds					Peds			
EB Right					NB Right			
WB Right					SB Right			
Green	25.0P	20.0P			Green	17.0P	16.0P	
Yellow/A-R	3.0	3.0			Yellow/A-	3.0	3.0	
Lost Time	3.0	3.0			Lost Time	3.0	3.0	

Cycle Length: 90.0 secs Phase combination order: #5 #6 #1 #2

HCS: Signalized Intersection Version 2.3 05-24-1998 2  
 =====  
 Streets: (N-S) AV. ROBLES (E-W) AV. GIRASOLES  
 Analyst: MIRIAM File Name: TESIS.HC9  
 Area Type: CBD 12-10-97 1 HR.  
 Comment: CAPACIDAD SITUACION ACTUAL  
 =====

Volume Adjustment Worksheet

Direction/ Mvt	Mvt Vol	PHF	Adj Vol	Lane Grp	Lane Grp Vol	No. Ln	Lane Util Fact	Growth Fact	Adj Grp Vol	Prop LT	Prop RT
NB											
Left	68	0.95	72	L	72	1	1.000	1.000	72	1.00	0.00
Thru	416	0.95	438	TR	493	3	1.100	1.000	542	0.00	0.11
Right	253	0.95	55								
SB											
Left	180	0.95	189	L	189	1	1.000	1.000	189	1.00	0.00
Thru	372	0.95	392	TR	392	3	1.100	1.000	431	0.00	0.00
Right	41	0.95	0								
EB											
Left	37	0.95	39	L	39	1	1.000	1.000	39	1.00	0.00
Thru	43	0.95	45	TR	45	2	1.050	1.000	47	0.00	0.00
Right	79	0.95	0								
WB											
Left	237	0.95	249	L	249	2	1.000	1.000	249	1.00	0.00
Thru	82	0.95	86	TR	132	1	1.000	1.000	132	0.00	0.35
Right	223	0.95	46								

Saturation Flow Adjustment Worksheet

Direction /LnGrp	Ideal Sat Flow	No. Lns	f W	f HV	f G	f p	f BB	f A	f RT	f LT	Adj Sat Flow
NB											
L	1800	1	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.95	1524
TR	1800	3	1.00	0.99	1.00	1.00	0.94	0.90	0.98	1.00	4447
SB											
L	1800	1	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.95	1524
TR	1800	3	1.00	0.99	1.00	1.00	0.95	0.90	1.00	1.00	4571
EB											
L	1800	1	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.95	1524
TR	1800	2	1.00	0.99	1.00	1.00	0.97	0.90	1.00	1.00	3099
WB											
L	1800	2	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.92	2951
TR	1800	1	1.00	0.99	1.00	1.00	0.85	0.90	0.95	1.00	1292

HCS: Signalized Intersection Version 2.3 05-24-1998 3  
 =====  
 Streets: (N-S) AV. ROBLES (E-W) AV. GIRASOLES  
 Analyst: MIRIAM File Name: TESIS.HC9  
 Area Type: CBD 12-10-97 1 HR.  
 Comment: CAPACIDAD SITUACION ACTUAL  
 =====

Capacity Analysis Worksheet

Direction /LnGrp	Adj Flow Rate (v)	Adj Sat Flow Rate (s)	Flow Ratio (v/s)	Green Ratio (g/C)	Lane Group Capacity (c)	v/c Ratio
NB						
L	72	1524	0.047	0.222	339	0.213
TR	542	4447	0.122	0.278	1235	0.439 *
SB						
L	189	1524	0.124	0.222	339	0.558 *
TR	431	4571	0.094	0.278	1270	0.339
EB						
L	39	1524	0.026	0.178	271	0.144
TR	47	3099	0.015	0.189	585	0.080
WB						
L	249	2951	0.084	0.178	525	0.475 *
TR	132	1292	0.102	0.189	244	0.541 *
				Sum (v/s) critical =	0.432	
Lost Time/Cycle, L = 12.0 sec				Critical v/c(x) =	0.499	

Level of Service Worksheet

Direction /LnGrp	v/c Ratio	g/C Ratio	Lane Group Cap	Delay d 1	Delay d 2	Prog Fact	Lane Grp Delay	Lane Grp LOS	Delay By App	LOS By App
NB										
L	0.21	0.222	339	21.7	0.0	1.00	21.8	C	20.6	C
TR	0.44	0.278	1235	20.3	0.2	1.00	20.5	C		
SB										
L	0.56	0.222	339	23.6	1.6	1.00	25.2	D	21.4	C
TR	0.34	0.278	1270	19.7	0.1	1.00	19.8	C		
EB										
L	0.14	0.178	271	23.7	0.0	1.00	23.7	C	23.3	C
TR	0.08	0.189	585	22.8	0.0	1.00	22.8	C		
WB										
L	0.47	0.178	525	25.3	0.5	1.00	25.8	D	26.2	D
TR	0.54	0.189	244	25.1	1.9	1.00	26.9	D		
				Intersection Delay =	22.3 sec/veh	Intersection LOS =		C		

**2.2.1.3.7 INTERSECCIONES SIN SEMÁFOROS****2.2.1.3.7.a ANTECEDENTES TEÓRICOS**

El Manual de Capacidad de Carreteras de 1985, presenta en este apartado una metodología para el diseño de intersecciones reguladas mediante señales de ALTO, en dos accesos, y de CEDA EL PASO. Estos procedimientos no son aplicables para el análisis de las intersecciones reguladas con una señal de ALTO en los cuatro accesos, o de aquellas otras que no cuentan con regulación alguna. Puesto que el procedimiento se basa en la utilización de los huecos, o intervalos existentes en la corriente principal, por los vehículos que cruzan o giran a través de dicha corriente, se requiere que la prioridad de paso se encuentre claramente asignada, y que los movimientos que buscan los intervalos permanezcan inalterados. En las intersecciones sin ninguna regulación o en aquellas otras que se regulan con un ALTO en los cuatro accesos, cada movimiento busca huecos en las otras corrientes conflictivas, originando un proceso de selección bastante diferente al de aquellas otras intersecciones cuya regulación se efectúa mediante señales de ALTO, en dos accesos, y de CEDA EL PASO.

Las intersecciones sin semáforos constituyen la inmensa mayoría de las intersecciones a nivel de cualquier sistema viario. En estas intersecciones se utilizan las señales de ALTO y CEDA EL PASO para asignar la prioridad de paso a una de las calles. Esta asignación fuerza al conductor de la calle regulada a seleccionar juiciosamente los intervalos en la corriente de circulación de la calle principal a través de los cuales se realizan las maniobras de cruce o giro. Así pues, la capacidad de los accesos controlados depende de dos factores:

1. La distribución de los intervalos en la corriente de circulación de la calle principal
2. Del juicio de los conductores para seleccionar los intervalos a través de los cuales realizarán las maniobras deseadas.

Los procedimientos de cálculo dependen de ambos factores: la distribución de los intervalos en las corrientes conflictivas, y el comportamiento de los conductores en la aceptación de intervalos en dichas intersecciones.

### **2.2.1.3.7.b USO DEL PROGRAMA**

Al entrar a esta opción, primero se inicia un nuevo problema (opción 1), después el programa pide datos para identificar la información (opción 2), como son datos referentes a la velocidad promedio en la vía principal de la intersección, factor de hora pico, densidad de población de la zona donde se encuentra la intersección, nombre de las calles N-S y E-W, nombre del analista, tiempo de análisis, fecha de análisis y otra información. Posteriormente (opción 3) se da información relativa a la configuración de la intersección y al tipo de control, es decir, se indica si se trata de una intersección tipo “+” o tipo “T”, la dirección de la calle principal (es decir, aquella cuya circulación no se encuentra restringida por ningún señalamiento ni de ALTO, ni de CEDA EL PASO), así como el tipo de control, ya sea señalamiento de ALTO, CEDA EL PASO, o ambos.

En el siguiente menú (opción 4) se introducen los datos relativos al volumen de tránsito que pasa por la intersección en cada dirección. Después (opción 5) se alimentan los datos de la geometría de la intersección, es decir, el número de carriles por aproximación a la intersección, así como el tipo de movimientos que se presentan en los carriles que se encuentran controlados por el señalamiento. En la opción 6 se alimentan los factores de ajuste y carriles, es decir, los datos para la estimación de los factores de ajuste por % de camiones (el programa indica que si se conoce la composición vehicular en la intersección, es posible calcular el nivel de servicio sin conocer el dato, en este caso el programa lo calculará para la capacidad de la intersección), radio de curvatura de la banqueta para vueltas derechas, por carril de aceleración (en caso de existir) y pendiente.

La siguiente opción (opción 7) permite almacenar los datos del problema y finalmente la opción 8 da los resultados de los cálculos que se realizan con los datos que se han proporcionado.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación:

Consideré una intersección sin semáforos, con señalamientos de ALTO en la dirección N-S, la intersección es tipo “+”, la velocidad promedio de recorrido es de 30 mph, un factor de hora pico de 1, y una densidad de 150 000 hab/mill<sup>2</sup>, los volúmenes de tránsito se muestran en la primera página de la ejecución del programa.

Como se puede observar, de los resultados, el nivel de servicio de la vía principal es A, lo cual quiere decir que esta vía ofrece un servicio muy conveniente para los usuarios. En cuanto al nivel de

servicio en la dirección N-S se observa que es un poco deficiente. Lo anterior debido a que los volúmenes que circulan sin restricción son altos, por lo cual el conductor que pasa por la vialidad N-S debe tener precaución y por lo tanto se pueden presentar algunas colas de espera. una forma de mejorar el funcionamiento de esta vía es semaforizando la intersección, y así se da un rango un poco mayor de circulación a la vía N-S.

1985 HCM: UNSIGNALIZED INTERSECTIONS

Page - 1

\*\*\*\*\*

IDENTIFYING INFORMATION

AVERAGE RUNNING SPEED, MAJOR STREET.. 30  
 PEAK HOUR FACTOR..... 1  
 AREA POPULATION..... 150000  
 NAME OF THE EAST/WEST STREET..... WALNUT  
 NAME OF THE NORTH/SOUTH STREET..... ELM  
 NAME OF THE ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 DATE OF THE ANALYSIS (mm/dd/yy)..... 12-09-199  
 TIME PERIOD ANALYZED..... 8:00-9:00  
 OTHER INFORMATION.... EJEMPLO DE APLIC. INTERSECCION SIN SEMAFOROS

INTERSECTION TYPE AND CONTROL

INTERSECTION TYPE: 4-LEG  
 MAJOR STREET DIRECTION: EAST/WEST  
 CONTROL TYPE NORTHBOUND: STOP SIGN  
 CONTROL TYPE SOUTHBOUND: STOP SIGN

TRAFFIC VOLUMES

	EB	WB	NB	SB
LEFT	33	66	44	11
THRU	250	300	132	110
RIGHT	50	100	55	28

NUMBER OF LANES AND LANE USAGE

	EB	WB	NB	SB
<del>LANES</del>	2	2	2	2

ADJUSTMENT FACTORS

Page - 2

	PERCENT GRADE	RIGHT TURN ANGLE	CURB RADIUS (ft) FOR RIGHT TURNS	ACCELERATION LANE FOR RIGHT TURNS
EASTBOUND	0.00	90	20	N
WESTBOUND	0.00	90	20	N
NORTHBOUND	0.00	90	20	N
SOUTHBOUND	0.00	90	20	N

VEHICLE COMPOSITION

	% SU TRUCKS AND RV'S	% COMBINATION VEHICLES	% MOTORCYCLES
EASTBOUND	0	0	0
WESTBOUND	0	0	0
NORTHBOUND	0	0	0
SOUTHBOUND	0	0	0

CRITICAL GAPS

	TABULAR VALUES (Table 10-2)	ADJUSTED VALUE	SIGHT DIST. ADJUSTMENT	FINAL CRITICAL GAP
MINOR RIGHTS				
NB	5.50	5.50	0.00	5.50
SB	5.50	5.50	0.00	5.50
MAJOR LEFTS				
EB	5.50	5.50	0.00	5.50
WB	5.50	5.50	0.00	5.50
MINOR THROUGHES				
NB	6.50	6.50	0.00	6.50
SB	6.50	6.50	0.00	6.50
MINOR LEFTS				
NB	7.00	7.00	0.00	7.00
SB	7.00	7.00	0.00	7.00

IDENTIFYING INFORMATION

NAME OF THE EAST/WEST STREET..... WALNUT  
 NAME OF THE NORTH/SOUTH STREET.... ELM  
 DATE AND TIME OF THE ANALYSIS..... 12-09-199 ; 8:00-9:00 49  
 OTHER INFORMATION.... EJEMPLO DE APLIC. INTERSECCION SIN SEMAFOROS



CAPACITY AND LEVEL-OF-SERVICE

MOVEMENT	FLOW-RATE v (pcph)	POTEN-TIAL	ACTUAL	SHARED		RESERVE		LOS
		CAPACITY c (pcph) P	MOVEMENT CAPACITY c (pcph) M	CAPACITY c (pcph) SH	CAPACITY c (pcph) SH	CAPACITY c = c - v R SH	CAPACITY c = c - v R SH	
MINOR STREET								
NB LEFT	48	223	143		143		94	E
THROUGH	145	325	297	>	297	>	152	D
RIGHT	61	943	943	>	372 943	>	167 882	D A
MINOR STREET								
SB LEFT	12	214	119		119		107	D
THROUGH	121	339	311	>	311	>	190	D
RIGHT	31	890	890	>	358 890	>	206 859	C A
MAJOR STREET								
EB LEFT	36	700	700		700		664	A
WB LEFT	73	790	790		790		717	A

IDENTIFYING INFORMATION

NAME OF THE EAST/WEST STREET..... WALNUT  
 NAME OF THE NORTH/SOUTH STREET.... ELM  
 DATE AND TIME OF THE ANALYSIS..... 12-09-199 ; 8:00-9:00  
 OTHER INFORMATION.... EJEMPLO DE APLIC. INTERSECCION SIN SEMAFOROS

**2.2.1.3.8 ARTERIAS URBANAS Y SUBURBANAS****2.2.1.3.8.a ANTECEDENTES TEÓRICOS**

Las arterias urbanas y suburbanas son calles semaforizadas que dan servicio esencialmente al tránsito de paso y, como función secundaria, proporcionan acceso a propiedades colindantes. A efectos del Manual de Capacidad de Carreteras de 1985, se las define como vías con un espaciamiento de intersecciones semaforizadas igual o inferior a 3 km, y movimientos de giro en las intersecciones que, generalmente, no exceden el 20% de los volúmenes totales de la circulación. El desarrollo comercial a lo largo de las arterias puede ser intenso, produciendo fricciones en el tránsito que, generalmente, limitan la velocidad deseada por los conductores.

Dentro del sistema vial de transporte urbano por carretera, las calles arteriales constituyen una clase intermedia limitada por un lado por las calles colectoras y las calles céntricas, y por el otro por las carreteras multicarril suburbanas y las carreteras rurales. Las diferencias se determinan, principalmente, por su función, y por el carácter e intensidad del desarrollo comercial colindante.

Las calles colectoras proporcionan tanto acceso terrestre como servicio de circulación al movimiento dentro de las zonas residenciales, comerciales e industriales. Su función de acceso es más importante que la de las arterias y, a diferencia de éstas, su circulación no siempre se halla regulada por los semáforos.

Las calles céntricas suelen ser vías con semáforos que, a menudo se asemejan a las arterias. Sin embargo, su función principal no es la de acomodar la circulación de paso, sino la de proporcionar acceso a los comercios del lugar a los vehículos ligeros, autobuses de transporte colectivo y camiones. Los movimientos de giro en las intersecciones céntricas suelen ser superiores al 20% del tránsito total, puesto que el flujo del centro urbano abarca una cantidad importante de movimiento que circula dando vueltas dentro de la zona.

En las calles céntricas son habituales el elevado número de conflictos peatonales, y las obstrucciones de carril causadas por la parada de taxis, autobuses, camiones, y por el estacionamiento y salida del mismo, de vehículos, que crean turbulencia en la circulación. La función de las calles céntricas

puede variar de acuerdo con la hora del día y, por dicha razón, algunas calles centricas, estratégicamente ubicadas son convertidas en arterias durante las horas de tránsito punta.

Las carreteras suburbanas multicarril y las carreteras rurales difieren de las arterias suburbanas en los siguientes aspectos: (1) el desarrollo comercial colindante no es tan intenso, (2) la densidad de accesos no es tan elevada y, (3) las intersecciones con semáforos están separadas más de 3 km. Estas condiciones dan como resultado un menor número de conflictos de circulación, un flujo mas fluido y la eliminación de la estructuración en columnas asociada a la circulación arterial.

Entre las arterias urbanas y suburbanas se incluyen las arterias multicarril de calzadas separadas, y de una sola calzada, las arterias bidireccionales de dos carriles y las unidireccionales.

#### **2.2.1.3.8.b USO DEL PROGRAMA**

Al entrar a esta opción, primero se inicia un nuevo problema (opción 1), después el programa pide la descripción de la arteria (opción 2), como son datos referentes a la arteria, clase de arteria de acuerdo con su función y categoría de proyecto (Manual de Capacidad de Carreteras, 1985), número de segmentos de la arteria e información adicional que se desee proporcionar. Posteriormente (opción 3) se proporciona la información relativa a las demoras en las intersecciones de la arteria, como son longitud del ciclo, información por grupo de carriles (relación  $g/C$ ,  $v/c$  y capacidad), así como el factor de progresión (definido en el Manual de Capacidad de Carreteras, 1985).

El siguiente menú (opción 4) da los resultados de los cálculos que se realizan con los datos que se han proporcionado (nivel de servicio de la arteria)

Finalmente, en la opción 5 es posible almacenar los datos del problema.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación:

Considérese una arteria urbana con 4 segmentos, una longitud de ciclo de 100 seg. y con los datos de entrada proporcionados en la primera página de corrida del programa.

De los resultados se puede observar que la arteria se encuentra funcionando en la capacidad, por lo cual es necesario implementar mejoras en la vía para que el funcionamiento ésta sea el conveniente. Una posible solución consiste en modificar los tiempos de ciclo de los semáforos. También se muestra el mejoramiento del nivel de servicio.

1985 HCM: URBAN AND SUBURBAN ARTERIALS

Page-1

\*\*\*\*\*

ARTERIAL DESCRIPTION

-----  
 NAME OF THE ARTERIAL FACILITY..... EJEMPLO DE APLIC. DE ARTERIAS  
 ARTERIAL CLASS OF THE FACILITY..... 1  
 NUMBER OF SEGMENTS ON THE ARTERIAL.. 4  
 OTHER INFORMATION..... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

ARTERIAL SUMMARY OF INTERSECTION DELAY ESTIMATES

SEQ.	CYCLE LEN.	FOR LANE GROUP WITH THROUGH MOVEMENT:			INITIAL STOP DELAY	PROGRESSION FACTOR (TABLE 11-6)	ADJ. STOP DELAY	INT LOS	EST. APP. DELAY
		g/C	v/c	CAPACITY					
1	100.0	0.570	0.930	930	26.1	1.00	26.1	D 33.9	
2	100.0	0.570	0.894	1044	21.5	1.00	21.5	C 28.0	
3	100.0	0.620	0.921	650	26.2	1.00	26.2	D 34.0	
4	100.0	0.670	0.868	700	17.8	1.00	17.8	C 23.2	

COMPUTATION OF ARTERIAL LEVEL OF SERVICE WORKSHEET

Page-2

SEG.	SEGMENT LENGTH (ft mi)	ART. CLASS	FREE FLOW (mph)	RUNNING TIME (sec.) (TABLE 11-3)	INT. APP. DELAY (sec)	OTHER DELAY (sec)	SUM OF TIME (sec)	SEG. SPD. (mph)	SEG. LOS
1	150	1	40	3.3	33.9	0.0	37.2	2.7	F
2	150	1	40	3.3	28.0	0.0	31.2	3.3	F
3	150	1	40	3.3	34.0	0.0	37.3	2.7	F
4	150	1	40	3.3	23.2	0.0	26.5	3.9	F

Grand Sum of Time = 132.16 sec.      Average Speed = 3.1  
 Grand Sum of Length = 0.11 mi.      Overall LOS = F

IDENTIFYING INFORMATION

-----  
 NAME OF THE ARTERIAL FACILITY..... EJEMPLO DE APLIC. DE ARTERIAS  
 OTHER INFORMATION..... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

\*\*\*\*\*

ARTERIAL DESCRIPTION

-----  
 NAME OF THE ARTERIAL FACILITY..... EJEMPLO DE APLIC. DE ARTERIAS  
 ARTERIAL CLASS OF THE FACILITY..... 1  
 NUMBER OF SEGMENTS ON THE ARTERIAL.. 4  
 OTHER INFORMATION..... MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO

ARTERIAL SUMMARY OF INTERSECTION DELAY ESTIMATES

SEQ.	CYCLE LEN.	FOR LANE GROUP WITH			INITIAL STOP DELAY	PROGRESSION FACTOR (TABLE 11-6)	ADJ. STOP DELAY	INT LOS	EST. APP. DELAY
		g/C	v/c	CAPACITY					
1	100.0	0.900	0.930	930	13.5	1.00	13.5	B	17.5
2	100.0	0.900	0.894	1044	9.1	1.00	9.1	B	11.9
3	100.0	0.900	0.921	650	15.6	1.00	15.6	C	20.3
4	100.0	0.900	0.868	700	9.7	1.00	9.7	B	12.6

COMPUTATION OF ARTERIAL LEVEL OF SERVICE WORKSHEET

SEG.	SEGMENT LENGTH (ft mi)	ART. CLASS	FREE FLOW (mph)	RUNNING TIME (sec.) (TABLE 11-3)	INT. APP. DELAY (sec)	OTHER DELAY (sec)	SUM OF TIME (sec)	SEG. SPD. (mph)	SEG. LOS
1	2000	1	40	36.8	17.5	0.0	54.4	25.1	C
2	2000	1	40	36.8	11.9	0.0	48.7	28.0	C
3	2000	1	40	36.8	20.3	0.0	57.1	23.9	C
4	2000	1	40	36.8	12.6	0.0	49.4	27.6	C

Grand Sum of Time = 209.63 sec.      Average Speed 26.0  
 Grand Sum of Length = 1.52 mi.      Overall LOS = C

IDENTIFYING INFORMATION

-----  
 NAME OF THE ARTERIAL FACILITY..... EJEMPLO DE APLIC. DE ARTERIAS  
 OTHER INFORMATION..... MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO

**2.2.1.3.9 TRANSPORTE PÚBLICO****2.2.1.3.9.a ANTECEDENTES TEÓRICOS**

Las soluciones aportadas por los sistemas de gestión del transporte a los problemas del transporte urbano, han ido interesándose cada vez más en las características de la capacidad en viajeros de las instalaciones de transporte, además de las características de la capacidad en vehículos de cada modo de transporte en particular. El razonamiento subyacente en este enfoque es que, aunque tanto los autobuses como los tranvías precisan más superficie de calle por vehículo que los coches privados, sin embargo aquéllos transportan un número mucho mayor de viajeros que éstos, siendo este hecho mucho más acusado en las horas punta. En consecuencia, el transporte público emerge como una forma importante de incrementar el número de personas transportadas por los sistemas de transporte urbano.

Los vehículos de transporte colectivo soportan un número importante y proporción de viajes de personas en las horas punta hacia el interior y el exterior del centro urbano, a lo largo de muchas autopistas urbanas, calles arteriales y calles locales del centro urbano.

El concepto de capacidad del transporte colectivo es más complejo, y a la vez más impreciso que el de su homónimo de carreteras: hace referencia a un doble movimiento, esto es, de personas y vehículos: depende de las dimensiones del vehículo de transporte colectivo así como de su frecuencia de circulación; y refleja la interacción entre la concentración de circulación de pasajeros y el flujo de vehículos. Depende, además de la política de circulación establecida por la empresa gestora del transporte colectivo, que generalmente especifica las frecuencias del servicio y el límite de plazas admisible. En consecuencia es preciso adaptar previamente, e incluso ampliar, los conceptos aplicados a la capacidad de carreteras.

**2.2.1.3.9.b USO DEL PROGRAMA**

Al entrar a esta opción, primero se piden datos para identificar la información (opción 1), como son datos referentes a la sección, analista, tiempo de análisis, fecha de análisis y otra información. Posteriormente (opción 2) se da información sobre la parada de autobús (relación g/C, tiempo de espera entre cada autobús, tiempo perdido adicional y tiempo de avance de los vehículos).

En la opción 3 se hacen cálculos y se obtiene la información referente a la capacidad del carril de autobús (relación  $g/c$ , factor de reducción de la eficiencia, número de pasajeros que entran y/o salen por la puerta delantera y/o trasera, así como el tiempo de servicio para entrar y salir del vehículo).

En el siguiente menú (opción 4) se reciben datos relativos al cálculo de la capacidad de transporte de pasajeros.

Después (opción 5) es posible almacenar los datos del problema y finalmente la opción 6 da la opción de imprimir el informe de resultados del problema.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación:

Considérese una ruta de transporte colectivo con una relación  $g/C$  de 0.5, un tiempo de espera entre vehículos de 30 seg., un tiempo adicional perdido de 12 seg., un tiempo de entrada al vehículo de 10 seg., uno de salida de 5 seg. por la puerta del frente y 5 seg. por la puerta de atrás y un promedio de 30 pasajeros dentro del vehículo. Determine la capacidad de la ruta.

Observando los resultados del problema, se puede considerar que la capacidad de la ruta es adecuada, aunque es necesario prever un posible crecimiento en la demanda del mismo.

1985 HCM:TRANSIT CAPACITY

\*\*\*\*\*

FACILITY SECTION..... EJEMPLO DE TRANSITO PUBLICO  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 8:00-9:00  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-09-1997  
 OTHER INFORMATION.... CALCULO DE LA CAPACIDAD

A) PASSENGER CAR EQUIVALENT OF BUSES:

-----  
 FOR BUSES STOPPING IN MOVING LANE:  
 G/C RATIO..... .5  
 DWELL TIME (sec)..... 30  
 ADDITIONAL LOST TIME (sec).. 12  
 VEHICLE HEADWAY (sec)..... 2

PCE (BUSES)..... 10.5

B) BUS LINE AND PERSON CAPACITY:

-----  
 INPUT DATA:  
 G/C RATIO: .5  
 REDUCTIVE EFFICIENCY FACTOR: .833  
 CLEARANCE TIME (sec): 12  
 PEOPLE SERVICE TIME  
 DOOR IN OUT (secs)  
 -----  
 FRONT: 10 5 IN: 3.5  
 BACK: 5 OUT: 1.9  
 DEFINE HEAVY: > 10 => FACTOR: 1.2  
 AREA: CBD  
 PASSENGERS ON BUS (Average): 30

1) RESULTS OF BUS LINE CAPACITY:

\*\*\*\*\*  
 MINIMUM HEADWAY (sec): 68  
 CAPACITY (Buses/hr) : 39

2) RESULTS OF PERSON CAPACITY OF ROUTE:

\*\*\*\*\*  
 BOARDING CAPACITY (Pass./Hr): 390  
 PERSON CAPACITY OF ROUTE : 1170



**2.2.1.3.10.a ANTECEDENTES TEÓRICOS**

En el análisis de capacidad de vías urbanas el desplazamiento de los peatones puede llegar a representar una de las variables principales, es más, las características peatonales son un factor muy importante a considerar en el proyecto y operación de los sistemas de transporte. Los movimientos de masas tienen lugar principalmente en actos públicos, en las inmediaciones y dentro de las terminales de transporte colectivo, edificios de gran altura, centros comerciales, cines, estadios, estacionamientos públicos y otros generadores importantes de viajes. Todo estudio de transporte y de tráfico multimodal debe analizar la seguridad de los peatones, así como los modelos de desplazamiento y la conveniencia de la circulación para los mismos.

La concentración de movimientos de peatones en esquinas y pasos para peatones los convierte en tramos de circulación críticos tanto para la red vial urbana como para la peatonal. Una esquina o un paso de peatones abarrotados de personas afectan no sólo a la comodidad de los peatones sino que también pueden producir demoras en los movimientos de giro de los vehículos, y por lo tanto reducir la capacidad de la intersección y calles confluentes.

Los principios para el análisis de la circulación peatonal son análogos a los establecidos para los vehículos. Las relaciones fundamentales entre velocidad, intensidad y densidad también son semejantes. A medida que la intensidad y la densidad de una corriente de circulación peatonal aumentan desde régimen libre a otras condiciones más desfavorables, disminuyen la velocidad y la facilidad de movimientos. Cuando la densidad peatonal excede un nivel crítico entonces la velocidad y la intensidad toman valores erráticos y rápidamente disminuyen.

La circulación peatonal se ve afectada por las reducciones de la anchura efectiva de las aceras debido a distintos elementos del "mobiliario" urbano, tales como parquímetros, elementos de alumbrado, buzones postales y cubos de basura, sufriendo además las interrupciones ocasionadas por los semáforos. Los ciclos de los semáforos también propician la formación de colas de peatones cuando esperan en las esquinas, y como consecuencia disminuye la capacidad de circulación de las mismas, obligando a concentrarse a los pacientes peatones en pelotones aun más densos.

El concepto de nivel de servicio (NS), inicialmente utilizado para definir distintos grados de comodidad de circulación en carreteras, también es aplicable a las instalaciones para peatones. Con esta concepción, los factores que denotan la comodidad, tales como facultad de circular a la velocidad deseada, sortear a otros peatones más lentos y evitar situaciones de conflicto con otros viandantes, se relacionan con la densidad e intensidad peatonales. Este concepto también es aplicable en forma de grados de aglomeración en zonas de formación de colas, como pueden ser las esquinas, andenes de transporte colectivo, y otras zonas de espera.

#### **2.2.1.3.10.b USO DEL PROGRAMA**

Al entrar a esta opción, primero se piden datos para identificar la información (opción 1), como son datos referentes a la sección, analista, tiempo de análisis, fecha de análisis y otra información. El siguiente menú (opción 2) permite analizar el funcionamiento de las banquetas o zonas para transeúntes en una intersección. Se alimentan los volúmenes de caminantes que circulan de una esquina a otra a través de las banquetas, así como el ancho de las mismas y con estos datos se obtiene el nivel de servicio de la vía peatonal, como de la circulación del pelotón.

En la opción 3 se analiza el comportamiento peatonal en las esquinas, se deben dar los volúmenes de peatones, la geometría de la intersección, en caso de existir señalización (semáforo), indicar la longitud del ciclo, así como los tiempos de verde para peatones. También es necesario indicar los anchos de las banquetas o zonas para peatones y finalmente se obtiene la densidad de ellos que se presenta en la esquina y su nivel de servicio correspondiente.

En el siguiente menú (opción 4) se realiza el análisis del comportamiento de las zonas de avance por la vía por los peatones, se deben dar los volúmenes de caminantes, la geometría de la intersección, en caso de existir señalización (semáforo), indicar la longitud del ciclo, así como los tiempos de verde para peatones. También es necesario indicar los anchos de las banquetas o zonas para transeúntes y finalmente se obtiene la densidad de peatones que se presenta en la esquina y su nivel de servicio correspondiente. Un dato adicional es el volumen de peatones que cruza la vía en cada sentido de la intersección.

El siguiente menú (opción 5) permite analizar simultáneamente el comportamiento de las esquinas y de las zonas de cruzamiento peatonal (si ya se alimentaron previamente los apartados anteriores, únicamente es necesario realizar los cálculos correspondientes, ya que la información que se pide es la misma que en los puntos anteriores). El menú 6, permite analizar simultáneamente el comportamiento de los tres primeros apartados, y se obtiene el nivel de servicio de la zona peatonal. En la última opción (menú 7) es posible almacenar los datos del problema, así como imprimir el informe de resultados del problema.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación:

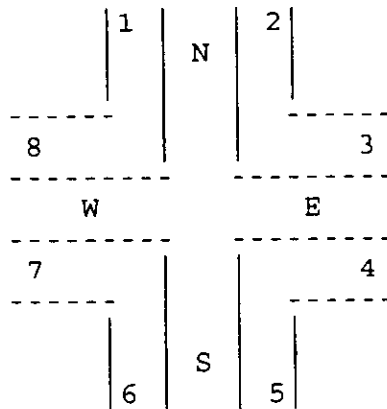
Considérese una intersección con un volumen peatonal de 150 peatones/15 min., que circula de esquina a esquina, el ancho de la banqueta es de 10 ft. El resultado de este análisis, proporciona un NS A para la vía peatonal y un NS B para el pelotón, lo cual significa que el funcionamiento tanto peatonal como de la vía es conveniente y no se genera ningún congestionamiento peatonal y los caminantes pueden circular de forma fluida por la vía.

Para el análisis de una esquina, se considera un volumen peatonal de 100 que va de esquina a esquina de la intersección y un volumen de 50 que circula de acera a acera de la misma intersección, se tienen 10 ft de ancho de banqueta y el tiempo de verde para los peatones es de 27 seg. El NS obtenido con los datos anteriores es de B, esto significa que el comportamiento de la vía es conveniente y no se generan congestionamientos.

En el caso de la zona de cruzado de la vía, también se presenta un NS B, lo cual denota que en general el comportamiento de la intersección es el adecuado, ya que permite el flujo libre de peatones, sin que se formen congestionamientos ni demoras.

FACILITY LOCATION.... EJEMPLO DE APLICACION DE PEATONES  
 ANALYST..... MIRIAM TELLEZ  
 TIME OF ANALYSIS..... 8:30-9:30  
 DATE OF ANALYSIS..... 12-09-1997  
 OTHER INFORMATION.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

A) INTERSECTION SCHEMATIC



B) WALKWAY ANALYSIS

WALKWAY	INPUT DATA		ANALYSIS RESULTS			
	15-MINUTE PEDESTRIAN VOLUMES (TWO-WAY)	EFFECTIVE WALKWAY WIDTH (FEET)	AVERAGE WALKWAY (p/m/f) *	LOS	PLATOON (p/m/f) *	LOS
1	150	10	1	A	5	B
2	150	10	1	A	5	B
3	150	10	1	A	5	B
4	150	10	1	A	5	B
5	150	10	1	A	5	B
6	150	10	1	A	5	B
7	150	10	1	A	5	B
8	150	10	1	A	5	B

\* (p/m/f) = Pedestrians/Minute/Foot

C) CORNER ANALYSIS

15-MINUTE PEDESTRIAN VOLUMES (VOLS. ARE OUTBOUND FROM CORNER)		SIDEWALK FLOW
FROM 1->2:	100	2<->3: 50
FROM 2->1:	100	4<->5: 50
FROM 3->4:	100	6<->7: 50
FROM 4->3:	100	1<->8: 50
FROM 5->6:	100	
FROM 6->5:	100	
FROM 7->8:	100	
FROM 8->7:	100	

CORNER LOCATION	RADII (Ft.)	XWALK LOCATION	TIME (Sec)	
NORTHEAST	10	NORTH	27	
SOUTHEAST	10	EAST	27	
SOUTHWEST	10	SOUTH	27	
NORTHWEST	10	WEST	27	CYCLE LENGTH: 60

WALKWAY	ACTUAL WALKWAY WIDTH (Feet)	WALKWAY	ACTUAL WALKWAY WIDTH (Feet)
1	15	5	15
2	15	6	15
3	15	7	15
4	15	8	15

CORNER LEVEL OF SERVICE RESULTS:  
\*\*\*\*\*

CORNER LOCATION	SQ.FT. PER PEDESTRIAN	LOS
NORTHEAST	97	B
SOUTHEAST	97	B
SOUTHWEST	97	B
NORTHWEST	97	B

IDENTIFYING INFORMATION

-----  
 FACILITY LOCATION.... EJEMPLO DE APLICACION DE PEATONES  
 TIME AND DATE..... 8:30-9:30 ; 12-09-1997  
 OTHER INFORMATION.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO  
 1985 HCM:PEDESTRIANS PAGE 3  
 \*\*\*\*\*

D) CROSSWALK ANALYSIS

-----  
 15-MINUTE PEDESTRIAN VOLUMES  
 (VOLS. ARE OUTBOUND FROM CORNER)

FROM 1->2:	100	FROM 5->6:	100
FROM 2->1:	100	FROM 6->5:	100
FROM 3->4:	100	FROM 7->8:	100
FROM 4->3:	100	FROM 8->7:	100

LOCATION	CURB->CURB STREET WIDTH (Ft.)	XWALK WIDTH (Ft.)	CONFLICTING VEHICLE VOL. WITH PEDS (Veh/Cycle)	PED GREEN TIME (Sec)
NORTH	50	16	0	27
EAST	50	16	0	27
SOUTH	50	16	0	27
HCS WEST	50	16	0	27

LEVEL OF SERVICE RESULTS:

Highway Capacity Software

	WITHOUT VEHICLES *****		WITH VEHICLES *****		MAXIMUM SURGE *****	
	SQ.FT. PER PEDESTRIAN	LOS	SQ.FT. PER PEDESTRIAN	LOS	SQ.FT. PER PEDESTRIAN	LOS
NORTH	130	A	130	A	76	B
EAST	130	A	130	A	76	B
SOUTH	130	A	130	A	76	B
WEST	130	A	130	A	76	B

IDENTIFYING INFORMATION

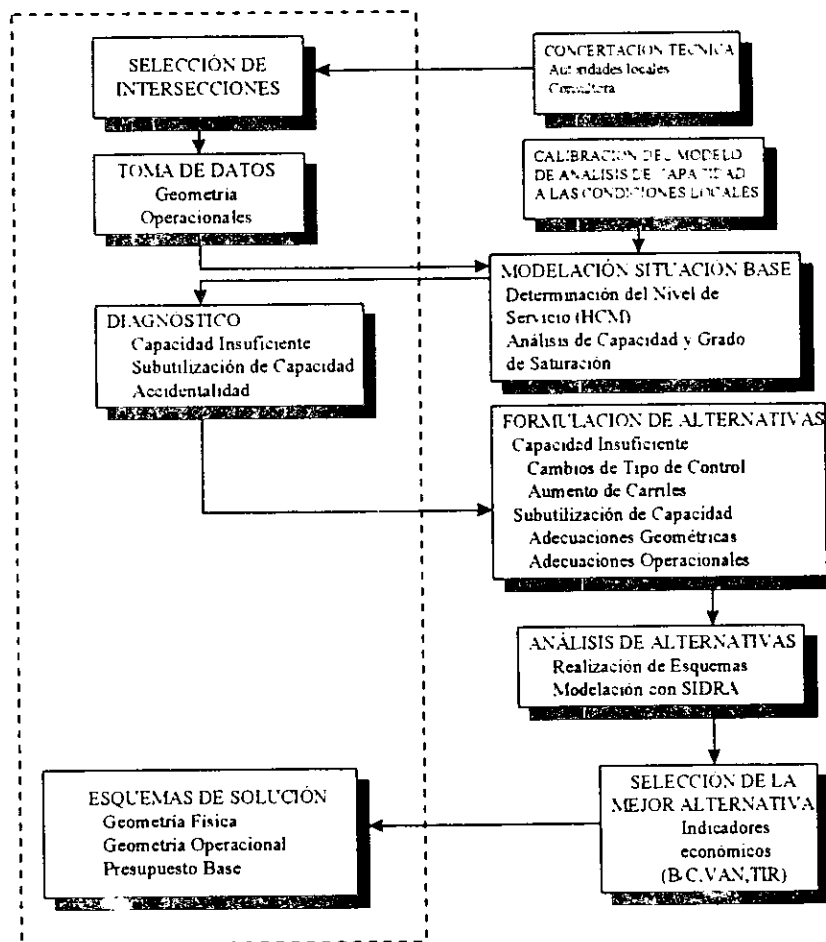
-----  
 FACILITY LOCATION.... EJEMPLO DE APLICACION DE PEATONES  
 TIME AND DATE..... 8:30-9:30 ; 12-09-1997  
 OTHER INFORMATION.... CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

## 2.2.2 SIGNALISE (AND UNSIGNALISED) INTERSECTION DESIGN AND RESEARCH AID (SIDRA)

### 2.2.2.1 INTRODUCCIÓN

Los ingenieros encargados de la gestión del tránsito diariamente se ven involucrados en la resolución de problemas en intersecciones. Las intersecciones en las ciudades son la principal fuente de conflictos vehiculares, representados por demoras, congestión y accidentes. Las mejoras en el diseño y la operación de las intersecciones reducen los costos para el usuario (demoras y accidentes).

En la **FIGURA 2.6** se presenta el procedimiento general para el análisis de intersecciones. Destaca el aprovechamiento de herramientas computacionales que permitan evaluar alternativas y la toma de decisiones.



**FIGURA 2.6 PROCESO GENERAL DE ANÁLISIS DE INTERSECCIONES CRÍTICAS**

Existen en el mercado gran variedad de programas computacionales que facilitan el análisis de intersecciones (SIDRA, HCS, ARCADY, PICADY, SIGSIGN, etc.). No obstante, al igual que con cualquier aplicación computarizada, su utilización debe ser cuidadosa. La solidez teórica, aplicabilidad, adaptabilidad y facilidad de uso son algunas de las características que deben examinarse en la selección de los programas.

Se presentan a continuación de manera general las ventajas que ofrece en la toma de decisiones la modelación de las intersecciones, apoyados con el programa SIDRA (Signalised & Unsignalised Intersection Design and Research Aid).

#### **2.2.2.2 DATOS GENERALES**

El SIDRA ha sido desarrollado por la Australian Road Research Board (ARRB) como una ayuda para el diseño y evaluación de intersecciones aisladas controladas con:

- Semáforos
- Glorietas
- Alto
- Alto en todos los accesos
- Ceda el paso

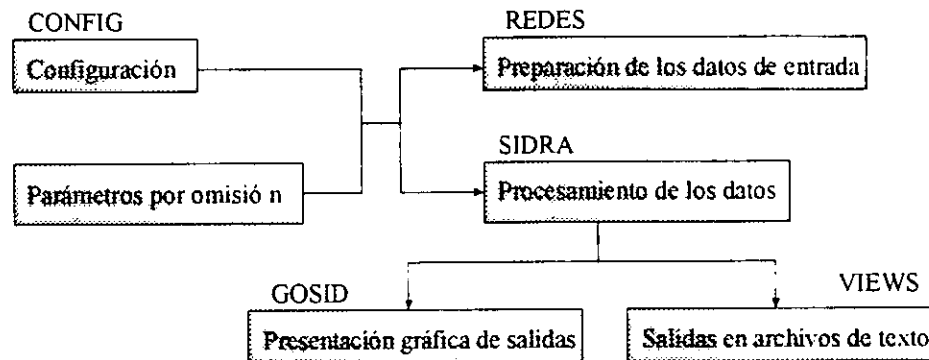
Para las intersecciones semaforizadas, el SIDRA tiene implementado el modelo analítico desarrollado por Akcelik. Para las intersecciones de prioridad y glorietas los modelos corresponden a adaptaciones del HCM-94. En términos generales el SIDRA se puede usar principalmente para:

- ☉ Estimar la capacidad y características de desempeño, tales como demoras, longitud de cola, tasa de detenciones así como consumo de combustibles, emisiones y costos de operación en intersecciones.
- ☉ Analizar alternativas de diseño, estrategias de fases y tiempos de semáforos hasta la optimización.
- ☉ Estimar la vida útil de los diseños
- ☉ Diseñar disciplinas de usos de carriles
- ☉ Diseñar longitudes de carriles cortos
- ☉ Analizar el efecto de vehículos pesados en el desempeño de las intersecciones



- ☉ Analizar casos complicados de carriles compartidos, giros con oposicion, carriles cortos antes y después del cruce
- ☉ Determinar tiempos de semáforos para arreglos complejos
- ☉ Analizar condiciones de sobresaturación de intersecciones (teoria de colas y demoras independientes del tiempo)

El modo general del SIDRA está representado en la **FIGURA 2.7**.



**FIGURA 2.7 CONFIGURACIÓN DEL SIDRA**

### 2.2.2.3 RECOPIACIÓN E INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA ALIMENTACIÓN DEL SIDRA

El programa para modelación de intersecciones SIDRA, requiere la información básica de la intersección: Características geométricas tales como : configuración general (ramas) número y ancho de carril por acceso y distancia a intersecciones cercanas por acceso. Por otro lado, las características operacionales tales como : tiempo de ciclo, volúmenes vehiculares, flujo de saturación, diagramas de fases con tiempos de verde y ámbar. En el caso de intersecciones sin semaforizar se requiere conocer de qué tipo de intersección se trata, ya sea glorieta, con señalamiento de alto o ceda el paso. Tanto en intersecciones semaforizadas como sin semaforizar es necesario conocer el flujo de peatones (en caso de que exista).

#### 1. Datos Geométricos

- Configuración general (ramas)
- Carriles (número y ancho de cada acceso)
- Disciplina de carriles
- Longitud de carriles cortos

- Anchos de camellón
- Pendientes por acceso
- Distancias a intersecciones cercanas por acceso

## 2. Datos Operacionales

### Volúmenes Vehiculares

- Periodo de aforo (16 horas 6 :00-22 :00)
- Movimientos vehiculares

### Medición de tiempos de semáforo

- Ciclo
- Tiempo de verde
- Tiempo de cambio o ámbar
- Intervalo
- Tiempo perdido
- Tiempo de verde efectivo
- Rojo efectivo

## 2.2.2.4 MEDICIÓN DE FLUJOS DE SATURACIÓN

### *Interpretación de Colas*

El levantamiento de esta información, no corresponde a datos para alimentar el SIDRA, sin embargo, es de suma importancia para la calibración del modelo.

La cola se interpreta como el número de vehículos que se acumulan en un carril, donde éstos realizan alto total durante el tiempo de rojo correspondiente a la fase de estudio. Para la calibración del modelo, es suficiente la medición de colas cuando menos en dos de los accesos de la intersección en donde se presentan las longitudes de cola mayores.

El método para realizar el levantamiento de las colas es diferente en una intersección semaforizada que en una intersección no semaforizada. En una intersección semaforizada, el conteo será por cada fase correspondiente al acceso que se está estudiando, y para una intersección no semaforizada, los

conteos serán por minuto. El tiempo en que se deben realizar los conteos, será igual al tiempo en que se realice el aforo de movimiento direccional.

### **2.2.2.5 EJEMPLO DE APLICACIÓN DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS**

Para el análisis de la intersección semaforizada se eligió un cruce ubicado en la Av. Girasoles y Av. Robles (esta intersección se analizó también en el HCS) para verificar su funcionamiento, al realizar el análisis, se obtuvo un nivel de servicio D en la intersección, es decir, el funcionamiento de la vía se encuentra tendiendo a la capacidad, por lo cual es necesario revisar y corregir el nivel de funcionamiento actual.

Las mejoras que se pueden realizar para adecuar el funcionamiento de la bocacalle fueron primeramente en los tiempos de ciclo y en las fases, el SIDRA proporciona una herramienta en la cual modificando estos dos aspectos, mejora el nivel de servicio, con lo cual se obtiene un nivel de servicio de la intersección de C, que es bueno, aunque es posible mejorar aun más el funcionamiento, modificando la geometría, aumentando un carril más, pero esto ocasionaría realizar inversión en la infraestructura. Otra solución consiste en reducir el porcentaje de vehículos pesados o evitar que circulen en el cruce en horas pico.

En la *FIGURA 2.8* se muestran los movimientos permitidos con los que cuenta la intersección.

En la *FIGURA 2.9* se muestran las fases que se programaron para la intersección, es necesario mencionar que pueden existir varias combinaciones de funcionamiento de la misma, pero se debe elegir la que proporcione un buen nivel de servicio en la intersección, pero sobre todo, aquella que no genere ninguna clase de conflictos en la vía.

En la *FIGURA 2.10* se indica la geometría de la embocadura, así como los volúmenes con los que se realizó el diseño de la misma.

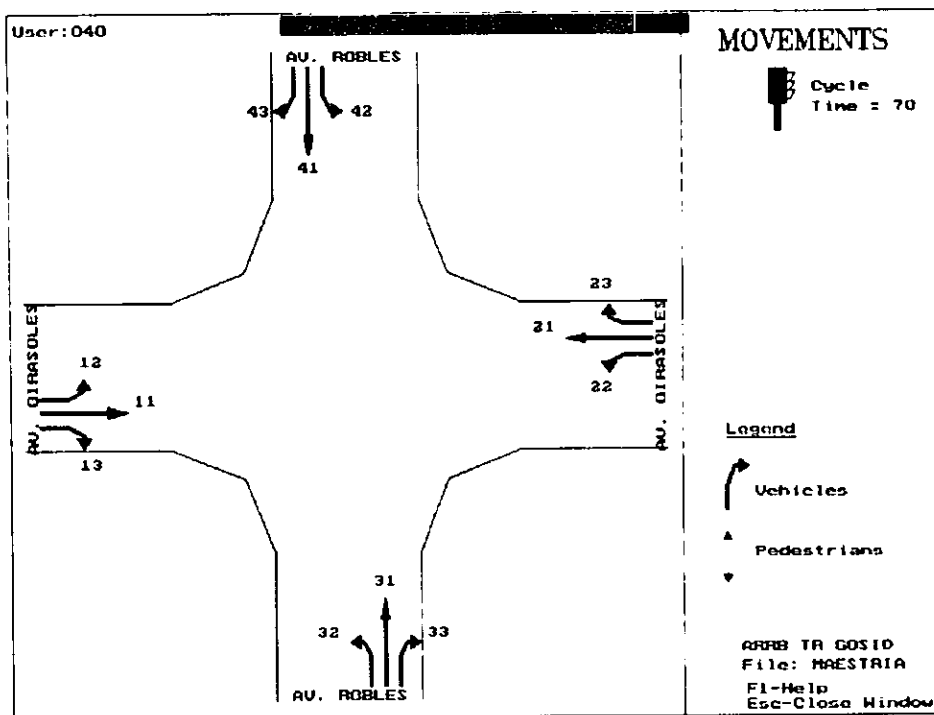
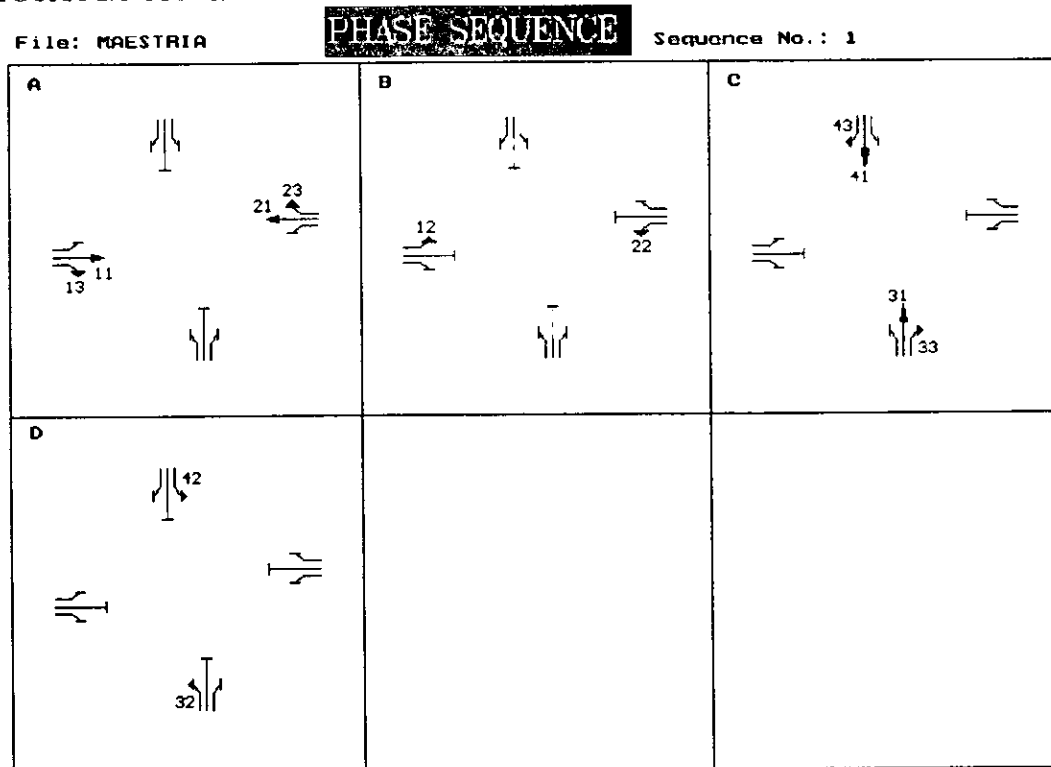


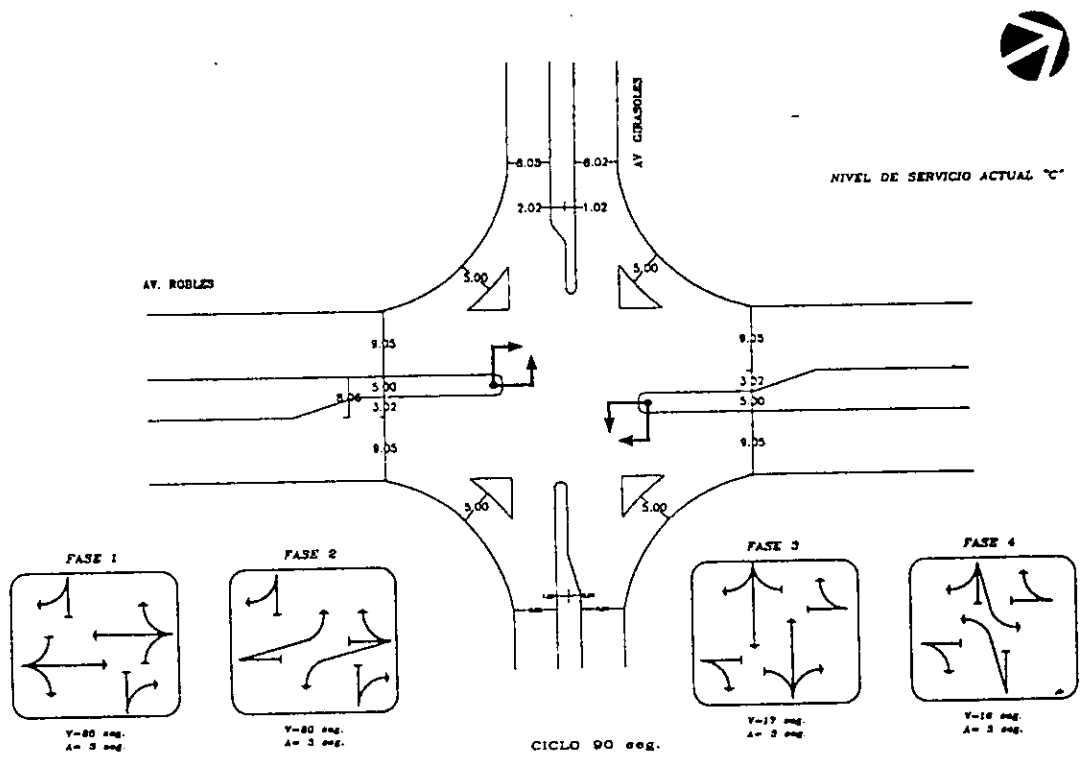
FIGURA 2.8 MOVIMIENTOS PERMITIDOS EN LA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA



Press <Esc> to close window

FIGURA 2.9 FASES DE LA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA

CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LA INTERSECCION



VOLUMENES DIRECCIONALES

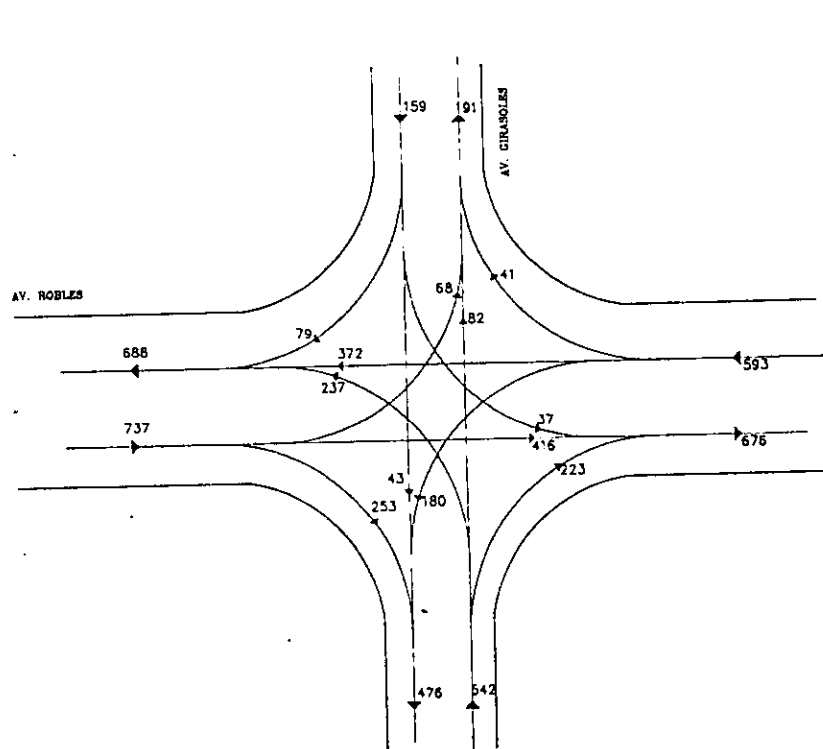


FIGURA 2.10 CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LA INTERSECCIÓN Y VOLÚMENES DIRECCIONALES



Input phase sequence: A B C D  
 Output phase sequence: A B C D

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

Intersection No.: 1  
 Cycle Time = 90

Table S.6 - INTERSECTION PERFORMANCE

Total Flow (veh/h)	Total Delay (veh-h/h)	Aver. Delay (sec)	Prop. Queued	Eff. Stop Rate	Perf. Index	Aver. Speed (km/h)
2138	26.11	44.0	0.927	0.85	148.96	27.4

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

Intersection No.: 1  
 Cycle Time = 90

Table S.7 - LANE PERFORMANCE

Lane No.	Mov No.	Effective Red and Green Times (sec)				Arv Flow (veh/h)	Cap (veh/h)	Deg. Satn x	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	Queue		Shrt Lane (m)
		R1	G1	R2	G2						95% (vehs)	Back (m)	
West: AV. GIRASOLES													
1 L	12, 11	69	21	0	0	249	411	0.606	37.6	0.00	11.6	90	
2 T	11	64	26	0	0	87	533	0.163	23.9	0.62	4.0	31	
3 R	11, 13	64	26	0	0	235	391	0.601	36.0	0.82	10.8	84	
South: AV. ROBLES													
1 L	32, 31	73	17	0	0	190	332	0.571	40.5	0.00	9.5	74	
2 T	31	72	18	0	0	155	370	0.418	32.0	0.75	7.7	60	
3 T	31	72	18	0	0	155	370	0.418	32.0	0.75	7.7	60	
4 TR	31, 33	72	18	0	0	126	301	0.418	34.2	0.79	6.5	51	
East: AV. GIRASOLES													
1 L	22, 21	69	21	0	0	39	409	0.095	31.5	0.00	2.0	16	
2 T	21	64	26	0	0	45	534	0.084	23.3	0.58	2.2	17	
3 R	21, 23	64	26	0	0	83	425	0.195	30.2	0.75	3.9	31	
North: AV. ROBLES													
1 L	42, 41	73	17	0	0	71	82	0.871	88.1	0.00	4.7	36	
2 T	41	72	18	0	0	219	370	0.592	35.1	0.79	10.6	82	
3 T	41	72	18	0	0	219	370	0.592	35.1	0.79	10.6	82	
4 R	41, 43	72	18	0	0	266	266	1.000	97.1	1.33	18.0	139	

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

Intersection No.: 1  
 Cycle Time = 90

Table S.10 - MOVEMENT CAPACITY AND PERFORMANCE SUMMARY

Mov No.	Mov TYP	Arv Flow (veh)	Total Cap. (veh)	Lane Util	Deg. Satn	Eff. Grn		Aver. Delay	Eff. Stop Rate	95% Back of Queue	Perf. Index
						1st	2nd				

	/h)	/h)	(%)	x	Grn	Grn	(sec)	(veh)	
West: AV. GIRASOLES					Signalise (and unsignalised) Intersection Design and Research Aid				
12 L	249	411	100	0.606	21*		37.6 0.82	11.6	16.55
11 T	87	533	27	0.163	26		23.9 0.62	4.0	4.94
13 R	235	391	99	0.601	26*		36.0 0.82	10.8	15.32
South: AV. ROBLES									
32 L	190	332	100	0.572	17		40.5 0.81	9.5	12.90
31 T	392	938	73	0.418	18		32.5 0.74	7.7	25.00
33 R	43	103	73	0.418	18		34.2 0.79	6.5	2.79
East: AV. GIRASOLES									
22 L	39	409	49	0.095	21		31.5 0.69	2.0	2.37
21 T	45	534	43	0.084	26		23.3 0.58	2.2	2.51
23 R	83	425	100	0.195	26		30.2 0.75	3.9	4.97
North: AV. ROBLES									
42 L	71	82	87	0.870	17*		88.1 1.01	4.7	6.14
41 T	438	740	59	0.592	18		35.1 0.79	10.6	28.80
43 R	266	266	100	0.999*	18*		97.1 1.33	18.0	26.67

\* Maximum degree of saturation, or critical green periods

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES  
MIRIAM

\* MAESTRIA

Intersection No.: 1  
Cycle Time = 90

Table S.12A - FUEL CONSUMPTION, EMISSIONS AND COST - TOTAL

Mov No.	Fuel Total L/h	Cost Total \$/h	HC Total kg/h	CO Total kg/h	NOX Total kg/h	CO2 Total kg/h	Lead Total kg/h
INTERSECTION:	272.8	1198.88	0.933	25.74	0.843	679.7	0.00000

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES  
MIRIAM

\* MAESTRIA

Intersection No.: 1  
Cycle Time = 90

Table S.15 - CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE (HCM STYLE)

Mov No.	Mov Typ	Green Time Ratio (g/C)	Total Flow (veh/h)	Total Cap. (veh/h)	Deg. of Satn (v/c)	Aver. Delay (sec)	LOS
		1st grn	2nd grn				
West: AV. GIRASOLES							
12 L		0.233*	249	411	0.606	37.6	D
11 T		0.289	87	533	0.163	23.9	C
13 R		0.289*	235	391	0.601	36.0	C
			571	1336	0.606	34.9	C
South: AV. ROBLES							
32 L		0.189	190	332	0.572	40.5	D
31 T		0.200	392	938	0.418	32.5	C
33 R		0.200	43	103	0.418	34.2	C
			625	1373	0.572	35.0	D
East: AV. GIRASOLES							
12 L		0.233	39	409	0.095	31.5	C
21 T		0.289	45	534	0.084	23.3	C
23 R		0.289	83	425	0.195	30.2	C
			167	1368	0.195	28.6	C

SIDRA



North: AV. ROBLES

			82 Signs (And unsig)	88 A	Intersection Design and Research Aid
42 L	0.189*	71	438	740	0.592 35.1 D
41 T	0.200		266	266	0.999* 97.1 F
43 R	0.200*		775	1088	0.999 61.2 E
ALL VEHICLES:		2138	5164	0.999	44.0 D
INTERSECTION:		2138	5164	0.999	44.0 D

Level of Service calculations are based on delay (HCM criteria).

\* Maximum v/c ratio, or critical green periods

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

Intersection No.: 1  
Cycle Time = 90

Table D.1 - LANE DELAYS

Lane No.	Mov No.	Deg. Satn x	Delay (seconds/veh)								Geom dg	Overall d
			Analytical 1st dml	Model 2nd dm2	Total dm	Acc. Dec. dn	Queu -ing dq	Ratio dm/di	Stopd (Idle) di			
West: AV. GIRASOLES												
1 L	12, 11	0.606	30.8	2.4	33.2	5.5	27.7	1.20	27.7	4.4	37.6	
2 T	11	0.163	23.9	0.0	23.9	6.3	17.6	1.36	17.6	0.0	23.9	
3 R	11, 13	0.601	27.5	2.4	30.0	4.1	25.8	1.16	25.8	0.0	36.0	
South: AV. ROBLES												
1 L	32, 31	0.571	33.2	2.3	35.5	5.2	30.2	1.17	30.2	5.0	40.5	
2 T	31	0.418	31.4	0.6	32.0	7.5	24.6	1.30	24.6	0.0	32.0	
3 T	31	0.418	31.4	0.6	32.0	7.5	24.6	1.30	24.6	0.0	32.0	
4 TR	31, 33	0.418	31.4	0.7	32.2	6.3	25.9	1.24	25.9	0.0	34.2	
East: AV. GIRASOLES												
1 L	22, 21	0.095	27.1	0.0	27.1	4.7	22.3	1.21	22.3	4.4	31.5	
2 T	21	0.084	23.3	0.0	23.3	6.2	17.2	1.36	17.2	0.0	23.3	
3 R	21, 23	0.195	24.1	0.0	24.2	3.6	20.6	1.17	20.6	0.0	30.2	
North: AV. ROBLES												
1 L	42, 41	0.871	31.1	51.9	83.1	4.9	78.2	1.12	74.2	5.0	88.1	
2 T	41	0.592	32.7	2.4	35.1	7.8	27.3	1.29	27.3	0.0	35.1	
3 T	41	0.592	32.7	2.4	35.1	7.8	27.3	1.29	27.3	0.0	35.1	
4 R	41, 43	1.000	36.0	55.0	91.0	4.5	86.5	1.12	81.0	0.0	97.1	

dn is average stop-start delay for all vehicles queued and unqueued

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

Intersection No.: 1  
Cycle Time = 90

Table D.3 - LANE QUEUES

Lane No.	MOY SIDRA No	Deg. Satn x	Ovrfl. Queue No	Average			Percentile			Queue Stor. Ratio
				Nb1	Nb2	Nb	90%	95%	98%	

West: AV. GIRASOLES										
1 L	12, 0.606	0.0	6.1	0.0	6.1	10.1	11.6	13.1	0.09	Signalise (and unsignalised) Intersection Design and Research Aid
11										
2 T	11	0.163	0.0	1.8	0.0	1.8	3.2	4.0	4.8	0.03
3 R	11,	0.601	0.0	5.6	0.0	5.6	9.3	10.8	12.3	0.08
13										
outh: AV. ROBLES										
1 L	32,	0.571	0.0	4.8	0.0	4.8	8.1	9.5	10.9	0.07
31										
2 T	31	0.418	0.0	3.7	0.0	3.7	6.5	7.7	9.0	0.06
3 T	31	0.418	0.0	3.7	0.0	3.7	6.5	7.7	9.0	0.06
4 TR	31,	0.418	0.0	3.1	0.0	3.1	5.4	6.5	7.7	0.05
33										
East: AV. GIRASOLES										
1 L	22,	0.095	0.0	0.8	0.0	0.8	1.6	2.0	2.5	0.02
21										
2 T	21	0.084	0.0	0.9	0.0	0.9	1.7	2.2	2.6	0.02
3 R	21,	0.195	0.0	1.7	0.0	1.7	3.2	3.9	4.7	0.03
23										
North: AV. ROBLES										
1 L	42,	0.871	0.4	1.7	0.4	2.1	3.8	4.7	5.6	0.04
41										
2 T	41	0.592	0.0	5.5	0.0	5.5	9.2	10.6	12.1	0.08
3 T	41	0.592	0.0	5.5	0.0	5.5	9.2	10.6	12.1	0.08
4 R	41,	1.000	2.4	7.5	2.9	10.4	16.3	18.0	19.6	0.14
43										

Values printed in this table are back of queue.

--- End of SIDRA Output ---

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

Intersection No.: 1

SIDRA US Highway Capacity Manual (1994) Version  
Cycle-----

\* Basic Parameters:

Intersection Type: Signalised - Pretimed  
Driving on the right-hand side of the road  
SIDRA US Highway Capacity Manual (1994) Version  
Input data specified in Metric units  
Default Values File No. 10  
Peak flow period (for performance): 15 minutes  
Unit time (for volumes): 60 minutes (Total Flow Period)  
Specified performance measure for "best" cycle time in variable run -  
Delay

Delay definition: Overall delay,  
Geometric delay included

Delay formula: Highway Capacity Manual

Level of Service based on: Delay (HCM)

Queue definition: Back of queue, 95th\_Percentile

\* No. of Main (Timing-Capacity) Iterations = 1

Comparison of last two iterations:

Difference in intersepacity = 0.0 %

Largest difference in eff. green times = 0 secs  
(max. value for stopping = 0 secs)

\* The lower limit specified for this program-determined  
variable cycle time run was less than the minimum cycle time.  
The lower limit was increased accordingly.

\* If an "optimum" cycle time solution is adopted for "practical" application,  
ensure that vehicle-actuated settings reflect this solution in real life.

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

Intersection No.: 1  
Cycle Time = 70

Table S.3 - INTERSECTION PARAMETERS

Critical Movements: 13, 12, 43, 42

L= 34 Y= 0.373 U= 0.415 T= 63.0

Cycle Time:

Minimum	Maximum	Practical	Chosen
60	120	60	70

(Variable cycle times: Program-determined)

Degree of Saturation (Highest) = 0.759  
Practical Spare Capacity (Lowest) = 19 %  
Total Vehicle Flow = 2138  
Total Vehicle Capacity (all lanes) = 5402

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

SIDRA  
Intersection No.: 1

Table S.4 - PHASE INFORMATION

Phase Change Times: 0, 18, 34, 55  
 Phase Green Times: 15, 13, 18, 12  
 : 1

Input phase sequence: A B C D  
 Output phase sequence: A B C D

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES  
 MIRIAM

\* MAESTRIA

Intersection No.: 1  
 Cycle Time = 70

Table S.6 - INTERSECTION PERFORMANCE

Total Flow (veh/h)	Total Delay (veh-h/h)	Aver. Delay (sec)	Prop. Queued	Eff. Stop Rate	Perf. Index	Aver. Speed (km/h)
2138	17.34	29.2	0.909	0.80	124.85	30.7

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES  
 MIRIAM

\* MAESTRIA

Intersection No.: 1  
 Cycle Time = 70

Table S.7 - LANE PERFORMANCE

Lane No.	Mov No.	Effective Red and Green Times (sec)				Arv Flow (veh/h)	Cap (veh/h)	Deg. Satn x	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	Queue		Shrt Lane (m)
		R1	G1	R2	G2						95% Back (vehs)	(m)	
West: AV. GIRASOLES													
1 L	12, 11	56	14	0	0	249	352	0.707	36.2	0.00	10.2	79	
2 T	11	54	16	0	0	87	422	0.206	21.9	0.66	3.5	27	
3 R	11, 13	54	16	0	0	235	309	0.760	40.5	0.97	10.2	79	
South: AV00													
		7.9	61										
2 T	31	51	19	0	0	155	502	0.308	20.4	0.68	5.8	45	
3 T	31	51	19	0	0	155	502	0.308	20.4	0.68	5.8	45	
4 TR	31, 33	51	19	0	0	126	408	0.308	22.5	0.77	4.9	38	
East: AV. GIRASOLES													
1 L	22, 21	56	14	0	0	39	351	0.111	27.3	0.00	1.7	13	
2 T	21	54	16	0	0	45	422	0.107	21.4	0.62	1.9	14	
3 R	21, 23	54	16	0	0	83	336	0.247	28.2	0.76	3.5	27	
North: AV. ROBLES													
1 L	42, 41	57	13	0	0	71	105	0.678	43.2	0.00	3.3	26	
2 T	41	51	19	0	0	219	502	0.436	21.6	0.72	8.0	62	
3 T	41	51	19	0	0	219	502	0.436	21.6	0.72	8.0	62	
4 R	41, 43	51	19	0	0	266	361	0.737	36.1	0.95	10.9	84	

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES  
 MIRIAM

\* MAESTRIA

Intersection No.: 1  
 Cycle Time = 70

Signalise (and unsignalised) Intersection Design and Research Aid

Table S.10 - MOVEMENT CAPACITY AND PERFORMANCE SUMMARY

Mov No.	Mov Typ	Arv Flow (veh)	Total Cap. (veh)	Lane Util	Deg. Satn	Eff. Grn		Aver. Delay	Eff. Stop Rate	95% Back of Queue	Perf. Index
						1st	2nd				
West: AV. GIRASOLES											
12	L	249	352	93	0.707	14*		36.2	0.90	10.2	15.70
11	T	87	422	27	0.206	16		21.9	0.66	3.5	4.67
13	R	235	309	100	0.759*	16*		40.5	0.97	10.2	15.41
South: AV. ROBLES											
32	L	190	327	100	0.581	13		33.5	0.81	7.9	11.53
31	T	392	1273	53	0.308	19		20.9	0.68	5.8	20.82
33	R	43	140	53	0.308	19		22.5	0.77	4.9	2.34
East: AV. GIRASOLES											
22	L	39	351	45	0.111	14		27.3	0.70	1.7	2.18
21	T	45	422	43	0.107	17	16	28.2	0.76	3.5	4.70
North: AV. ROBLES											
42	L	71	105	92	0.678	13*		43.2	0.85	3.3	4.52
41	T	438	1004	59	0.436	19		21.6	0.72	8.0	23.77
43	R	266	361	100	0.736	19*		36.1	0.95	10.9	16.85

\* Maximum degree of saturation, or critical green periods

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES  
 MIRIAM  
 Intersection No.: 1  
 Cycle Time = 70

\* MAESTRIA

Table S.12A - FUEL CONSUMPTION, EMISSIONS AND COST - TOTAL

Mov	Fuel	Cost	HC	CO	NOX	CO2	Lead
INTERSECTION:	257.6	1084.38	0.858	24.90	0.815	642.0	0.00000

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES  
 MIRIAM  
 Intersection No.: 1  
 Cycle Time = 70

\* MAESTRIA

Table S.15 - CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE (HCM STYLE)

Mov No.	Mov Typ	Green Time Ratio (g/C)		Total Flow (veh/h)	Total Cap. (veh/h)	Deg. of Satn (v/c)	Aver. Delay	LOS (sec)		
		1st	2nd							
		grn	grn							
		386Y		12 L		0.200*	249	352	0.707	36.2
11	T	0.229		87	422	0.206	21.9		C	
13	R	0.229*		235	309	0.759*	40.5		D	
				571	1084	0.759	35.8		C	
South: AV. ROBLES										
32	L	0.186		190	327	0.581	33.5		C	
31	T	0.271		392	1273	0.308	20.9		C	
33	R	0.271		43	140	0.308	22.5		C	



	11									0.0	
2 T	11	0.206	21.9	0.0	21.9	6.9	15.0	1.46	15.0	0.0	21.9
3 R	11, 13	0.760	25.2	9.2	34.4	4.5	15.0	1.46	15.0	0.0	21.9
										6.0	

South: AV. ROBLES

1 L	32, 31	0.581	26.0	2.5	28.5	5.2	23.3	1.23	23.2	5.0	33.5
						13.6	1.50	13.6	0.0	20.4	
3 T	31	0.308	20.3	0.2	20.4	6.8	13.6	1.50	13.6	0.0	20.4
4 TR	31, 33	0.308	20.3	0.2	20.5	5.8	14.7	1.39	14.7	0.0	22.5
										6.0	

East: AV. GIRASOLES

1 L	22, 21	0.111	22.9	0.0	22.9	4.9	18.0	1.27	18.0	4.4	27.3
										0.0	
2 T	21	0.107	21.3	0.0	21.4	6.7	14.7	1.45	14.7	0.0	21.4
3 R	21, 23	0.247	22.1	0.1	22.2	3.9	18.3	1.21	18.3	0.0	28.2
										6.0	

North: AV. ROBLES

1 L	42, 41	0.678	24.4	13.8	38.2	4.9	33.3	1.21	31.6	5.0	0
2 T	41	0.436	21.1	0.5	21.6	7.1	14.5	1.49	14.5	0.0	21.6
3 T	41	0.436	21.1	0.5	21.6	7.1	14.5	1.49	14.5	0.0	21.6
4 R	41, 43	0.737	23.2	6.8	30.1	4.4	25.7	1.23	24.5	0.0	36.1
										6.0	

dn is average stop-start delay for all vehicles queued and unqueued

CAPACIDAD INTERSECCION AV.GIRASOLES/AV. ROBLES

\* MAESTRIA

MIRIAM

Intersection No.: 1  
Cycle Time = 70

Table D.3 - LANE QUEUES

Lane No.	Mov No.	Deg. Satn	Ovrfl. Queue	Average			Percentile			Queue Stor.
West: AV. GIRASOLES										
1 L	12, 11	0.707	0.1	5.1	0.2	5.3	8.8	10.2	11.7	0.08
2 T	11	0.206	0.0	1.5	0.0	1.5	2.8	3.5	4.2	0.03
3 R	11, 13	0.760	0.3	4.8	0.4	5.2	8.7	10.2	11.6	0.08
South: AV. ROBLES										
1 L	32, 31	0.581	0.0	3.8	0.0	3.8	6.6	7.9	9.1	0.06
2 T	31	0.308	0.0	2.6	0.0	2.6	4.7	5.8	6.8	0.04
3 T	31	0.308	0.0	2.6	0.0	2.6	4.7	5.8	6.8	0.04
4 TR	31, 33	0.308	0.0	2.2	0.0	2.2	3.9	4.9	5.8	0.04
East: AV. GIRASOLES										
2 T	21	0.107	0.0	0.8	0.0	0.8	1.5	1.9	2.3	0.01
3 R	21, 23	0.247	0.0	1.5	0.0	1.5	2.8	3.5	4.2	0.03
North: AV. ROBLES										
1 L	42, 41	0.678	0.1	1.3	0.1	1.4	2.7	3.3	4.0	0.03
T	41	0.436	0.0	3.9	0.0	3.9	6.7	8.0	9.3	0.06
3 T	41	0.436	0.0	3.9	0.0	3.9	6.7	8.0	9.3	0.06
4 R	41, 43	0.737	0.2	5.3	0.3	5.7	9.4	10.9	12.4	0.08

SIDRA

Values printed in this table are back of queue.

Signalise (and unsignalised) Intersection Design and Research Aid

CAPACIDAD INTERSECCION AV. GIRASOLES/AV. RUBLEZ  
SUMMARY FOR VARIABLE CYCLE TIME

MAESTRIA

Cycle Time (sec)	Total Veh. Cap.	Intersn Deg. of Satn	Prac. Spare Cap.	Aver. Delay (sec)	Stop Rate	Longest Queue (veh)	Perf. Index	FUEL Tot. (L/h)
60	4838	0.922	-2	30.3	0.85	12.1	123.2	259.9
70	5402	0.759	19	29.2	0.80	10.9	124.8	257.6
80	5664	0.707	27	31.4	0.78	11.5	130.4	259.3
90	5078	0.822	9	39.4	0.84	14.1	144.2	268.2
100	5032	0.867	4	44.1	0.85	15.5	153.3	273.0
110	4561	0.880	2	50.9	0.87	17.4	165.0	280.2
120	4216	1.319	-32	98.0	0.97	24.0	211.6	327.1

--- End of SIDRA Ou



## 2.2.2.6 EJEMPLO DE APLICACIÓN DE INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS

En este caso, se presenta la ejecución de un ejemplo de diseño de una glorieta, de una intersección con señalamiento de ALTO y otra con señalamiento de CEDA EL PASO.

En los resultados del procesamiento, en las primeras páginas se muestran los datos de entrada del programa y posteriormente el nivel de servicio que se presenta en el funcionamiento de la vía.



	2	Dominant	720	2.00	0.632	3.28	2.22
Right	2	Dominant	720	2.00	0.632	3.28	2.22

Signalise (and unsignalised) Intersection Design and Research Aid

E Exiting flow for slip lane traffic

Two-Lane Roundabout (4-Way) with a Slip Lane  
 Heavy vehicle, exiting flow and oversaturation effects  
 Intersection No.: Roul  
 Roundabout

\* ROUND1 \*

Table S.3 - INTERSECTION PARAMETERS

Degree of Saturation (Highest)	=	1.119
Practical Spare Capacity (Lowest)	=	-24 %
Total Vehicle Flow	=	4157
Total Vehicle Capacity (all lanes)	=	5005

Two-Lane Roundabout (4-Way) with a Slip Lane  
 Heavy vehicle, exiting flow and oversaturation effects  
 Intersection No.: Roul  
 Roundabout

\* ROUND1 \*

Table S.6 - INTERSECTION PERFORMANCE

Total Flow (veh/h)	Total Delay (veh-h/h)	Aver. Delay (sec)	Prop. Queued	Eff. Stop Rate	Perf. Index	Aver. Speed (km/h)
1157	51.23	44.4	0.816	1.75	194.62	29.0

Two-Lane Roundabout (4-Way) with a Slip Lane  
 Heavy vehicle, exiting flow and oversaturation effects  
 Intersection No.: Roul  
 Roundabout

\* ROUND1 \*

Table S.7 - LANE PERFORMANCE

Lane No.	Mov No.	Arv Flow (veh/h)	Cap (veh/h)	Deg. Satn x	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	Queue 95% Back (vehs)	Short Lane (m)
South: South Approach								
1 L	1	429	645	0.665	18.7	1.11	7.5	48
2 TR	2, 3	533	477	1.117	144.8	3.75	51.8	335
East: East Approach								
1 LT	4, 5	487	512	0.951	38.3	1.72	18.7	114
2 TR	5, 6	599	630	0.951	37.0	1.78	21.0	128
North: North Approach								
1 LT	SIDRA 7,	571	607	0.940	33.7	1.62	19.0	119

2 TR 8, 654 696 0.940 35.0 1.70 21.3 133  
9

Signalise (and unsignalised) Intersection Design and Research Aid

West: West Approach

1 LT 10, 413 673 0.615 18.2 0.98 5.8 38  
11  
TR 11, 471 766 0.615 18.6 0.97 6.0 40  
12

Two-Lane Roundabout (4-Way) with a Slip Lane  
Heavy vehicle, exiting flow and oversaturation effects  
Intersection No.: Roul  
Roundabout

\* ROUND1 \*

Table S.10 - MOVEMENT CAPACITY AND PERFORMANCE SUMMARY

Mov No.	Mov Typ	Arv Flow (veh/h)	Total Cap. (veh/h)	Lane Util (%)	Deg. Satn x	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	95% Back of Queue (veh)	Perf. Index
South: South Approach									
1 L	(Und)	429	645	100	0.665	18.7	1.11	7.5	12.15
2 T		355	318	100	1.116	144.8	3.75	51.8	39.22
3 R		178	159	100	1.119*	144.8	3.75	51.8	19.76
East: East Approach									
4 L		85	89	100	0.955	38.3	1.72	18.7	3.82
5 T		765	804	100	0.951	37.7	1.75	21.0	34.24
6 R		236	248	100	0.952	37.0	1.78	21.0	10.55
North: North Approach									
7 L		147	156	100	0.942	33.7	1.64	19.0	6.08
8 T		814	866	100	0.940	34.3	1.66	21.3	34.19
9 R		264	281	100	0.940	35.0	1.70	21.3	11.30
West: West Approach									
10 L		70	114	100	0.614	18.2	0.98	5.8	1.83
11 T		634	1032	100	0.614	18.4	0.97	6.0	16.68
12 R		180	293	100	0.614	18.6	0.97	6.0	4.79

\* Maximum degree of saturation

Two-Lane Roundabout (4-Way) with a Slip Lane  
Heavy vehicle, exiting flow and oversaturation effects  
Intersection No.: Roul  
Roundabout

\* ROUND1 \*

Table S.12A - FUEL CONSUMPTION, EMISSIONS AND COST - TOTAL

Mov No.	Fuel Total L/h	Cost Total \$/h	HC Total kg/h	CO Total kg/h	NOX Total kg/h	CO2 Total kg/h	Lead Total kg/h
INTERSECTION:	399.1	2262.00	1.443	55.76	1.969	989.2	0.03193

SIDRA

Two-Lane Roundabout (4-Way) with a Slip Lane

\* ROUND1 \*

## Roundabout

Table S.15 - CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE (HCM STYLE)

Mov No.	Mov Typ	Total Flow (veh /h)	Total Cap. (veh /h)	Deg. of Satn (v/c)	Aver. Delay	LOS (sec)
South: South Approach						
1	L (Und)	429	645	0.665	18.7	B
2	T	355	318	1.116	144.8	F
3	R	178	159	1.119*	144.8	F
		962	1122	1.119	88.6	F
East: East Approach						
4	L	85	89	0.955	38.3	C
5	T	765	804	0.951	37.7	C
6	R	236	248	0.952	37.0	C
		1086	1141	0.955	37.6	C
North: North Approach						
7	L	147	156	0.942	33.7	C
8	T	814	866	0.940	34.3	C
9	R	264	281	0.940	35.0	C
		1225	1303	0.942	34.4	C
West: West Approach						
10	L	70	114	0.614	18.2	B
11	T	634	1032	0.614	18.4	B
12	R	180	293	0.614	18.6	B
		884	1439	0.614	18.4	B
ALL VEHICLES:		4157	5005	1.119	44.4	D
INTERSECTION:		4157	5005	1.119	44.4	D

Level of Service calculations are based on delay (HCM criteria).

\* Maximum v/c ratio, or critical green periods

--- End of SIDRA Output ---

Rahmi Akcelik Registered User No. 1  
Time and Date of Analysis 15:31:02 15/08/96

Stop-sign controlled T-junction (Major road: East-West)  
single-lane approaches  
Intersection No.: STP3  
Stop Sign Controlled Intersection

\* STOP3W \*

## RUN INFORMATION

## \* Basic Parameters:

Intersection Type: Unsignalised - Two-Way Stop Control  
Driving on the left-hand side of the road  
Input data specified in Metric units  
Default Values File No. 1  
Peak flow period (for performance): 30 minutes  
Unit time (for volumes): 60 minutes (Total Flow Period)  
Delay definition: Overall delay,  
Geometric delay included  
Delay formula: SIDRA standard  
Level of Service based on: Delay (HCM)  
Queue definition: Back of queue, 95th Percentile

Stop-sign controlled T-junction (Major road: East-West)  
Single-lane approaches  
Intersection No.: STP3  
Stop Sign Controlled Intersection

\* STOP3W \*

Table S.3 - INTERSECTION PARAMETERS

Degree of Saturation (Highest)	=	0.631
Practical Spare Capacity (Lowest)	=	27 %
Total Vehicle Flow	=	1555
Total Vehicle Capacity (all lanes)	=	4110

Stop-sign controlled T-junction (Major road: East-West)  
Single-lane approaches  
Intersection No.: STP3  
Stop Sign Controlled Intersection

\* STOP3W \*

Table S.6 - INTERSECTION PERFORMANCE

Total Flow (veh/h)	Total Delay (veh-h/h)	Aver. Delay (sec)	Prop. Queued	Eff. Stop Rate	Perf. Index	Aver. Speed (km/h)
1555	4.04	9.3	0.429	0.51	42.17	52.5

Stop-sign controlled T-junction (Major road: East-West)  
Single-lane approaches  
Intersection No.: STP3  
~~SIDRA~~ Stop Sign Controlled Intersection

\* STOP3W \*

Table S.7 - LANE PERFORMANCE

Lane No.	Mov No.	Arv		Deg. Satn x	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	Queue		Short Lane (m)
		Flow (veh/h)	Cap (veh/h)				95% Back (vehs)	Back (m)	
South: Side Street									
1 LR	1, 2	389	618	0.629	21.5	1.24	7.1	42	
East: Major Road East									
1 LT	4, 5	555	1912	0.290	3.8	0.00	0.0	0	
West: Major Road West									
1 TR	11	611	1580	0.387	6.6	0.25	5.1	31	

Stop-sign controlled T-junction (Major road: East-West)  
 Single-lane approaches  
 Intersection No.: STP3  
 Stop Sign Controlled Intersection

\* STOP3W \*

Table S.10 - MOVEMENT CAPACITY AND PERFORMANCE SUMMARY

Mov No.	Mov Typ	Arv Flow (veh/h)	Total Cap. (veh/h)	Lane Util (%)	Deg. Satn x	Aver. Delay (sec)	Eff. Stop Rate	95% Back of Queue (veh)	Perf. Index
South: Side Street									
1 L		278	442	100	0.629	21.5	1.29	7.1	10.68
2 R		111	176	100	0.631*	21.5	1.24	7.1	4.22
East: Major Road East									
4 L		222	765	100	0.290	3.8	0.68	0.0	5.35
5 T		333	1147	100	0.290	3.8	0.00	0.0	6.66
West: Major Road West									
11 TR		611	1580	100	0.387	6.6	0.25	5.1	15.26

\* Maximum degree of saturation

Stop-sign controlled T-junction (Major road: East-West)  
 Single-lane approaches  
 Intersection No.: STP3  
 Stop Sign Controlled Intersection

\* STOP3W \*

Table S.12A - FUEL CONSUMPTION, EMISSIONS AND COST - TOTAL

Mov No.	Fuel Total L/h	Cost Total \$/h	HC Total kg/h	CO Total kg/h	NOX Total kg/h	CO2 Total kg/h	Lead Total kg/h
<del>SIDRA</del>							
INTERSECTION:	162.0	799.73	0.520	16.26	0.723	405.1	0.01296

Stop-sign controlled T-junction (Major Road, East West)

Single-lane approaches

Intersection No.: STP3

Stop Sign Controlled Intersection

Table S.15 - CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE (HCM STYLE)

Mov No.	Mov Typ	Total Flow (veh /h)	Total Cap. (veh /h)	Deg. of Satn (v/c)	Aver. Delay	LOS (sec)
South: Side Street						
1	L	278	442	0.629	21.5	B
2	R	111	176	0.631*	21.5	B
		389	618	0.631	21.5	B
East: Major Road East						
4	L	222	765	0.290	3.8	A
5	T	333	1147	0.290	3.8	A
		555	1912	0.290	3.8	A
West: Major Road West						
11	TR	611	1580	0.387	6.6	A
		611	1580	0.387	6.6	A
ALL VEHICLES:		1555	4110	0.631	9.3	A
INTERSECTION:		1555	4110	0.631	9.3	A

Level of Service calculations are based on delay (HCM criteria).

\* Maximum v/c ratio, or critical green periods

--- End of SIDRA Output ---



## 2.2.3 HCM CINEMA

### 2.2.3.1 GENERALIDADES

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos creados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el amarillo y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso, alternadamente a las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

Originalmente, los primeros semáforos, instalados en Londres en 1968, fueron accionados a mano y sólo constituían una extensión mecánica del brazo del agente de tránsito. El primer semáforo eléctrico instalado en los Estados Unidos tuvo lugar en 1914 en Cleveland, y en 1917 en Salt Lake City se introduce la interconexión de semáforos. En México, en 1924 se instalaron los primeros semáforos mecánicos constituidos por un tubo con dos letreros en forma de cruz, que decían Adelante y Alto, y en 1932 fueron puestos al servicio los primeros semáforos eléctricos (*Cal y Mayor, 1994*).

### 2.2.3.2 INTRODUCCIÓN

El HCM Cinema es un programa que sirve al igual que el HCS y SIDRA para analizar el funcionamiento de una intersección semaforizada, utilizando los criterios del Manual de Capacidad de 1985.

El HCM/Cinema emplea una herramienta más amigable que la de los programas anteriores para diseño de intersecciones semaforizadas, ya que en ésta actúan gráficas apropiadas para las intersecciones hechas por las computadoras para una capacidad y niveles de servicio, es decir, es posible simular el funcionamiento de una intersección mediante animación. Con el poder de las gráficas y la animación en las imágenes se puede capacitar y observar cómo se están diseñando las nuevas intersecciones y cual será su función.

### 2.2.3.3 FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA

Las principales características que contiene el HCM/Cinema son:

- 1.-Amigable, utiliza una serie de datos de entrada que se manejan fácilmente.
- 2.-Inmediatamente se captura la regeneración de cada una de las figuras.
- 3.-Paso por paso sobre la línea son guiados hacia el software.
- 4.-El menú format elimina lo necesario del conocimiento que requiera cada computadora.
- 5.-Los caracteres que aparecen en pantalla son grabados en el disco duro.
- 6.-TRAF-NETSIM es una simulación de operaciones de tránsito.
- 7.-Presenta una animación de la simulación del tránsito en movimiento.
- 8.-Contiene una opción de realzar y de utilizar la productividad.

El HCM/Cinema automáticamente dibuja los diagramas de las intersecciones o registra los datos en nuestras entradas. Cada cambio que se introduce inmediatamente tiene una respuesta y a la vez se va verificando conforme a nuestras especificaciones. Por default tiene bastantes valores que se pueden modificar en el proceso de entrada de datos.

El menú de manejo utiliza guías para cada situación que pueda usar en el HCM/Cinema para una mejora en el tiempo, al igual que el SIDRA.

El HCM/Cinema contiene el TRAF-NETSIM, el cual es un simulador del modelo de tránsito. El HCM permite prevenirlo, con el fin de tener una mejor eficiencia. Este incluye: caminos de velocidad para viajar, retornos, consumos de combustibles y emisión de contaminantes. En conclusión, el simulador contiene datos que se pueden ver en una animación de tránsito así como los movimientos en los trazos de las intersecciones.

Con este sistema de animación se pueden identificar los problemas de circulación, los cuales se pueden analizar con el HCM; también se pueden señalar los efectos de las operaciones de tránsito. La animación además despliega un estudio imprevisto del impacto del flujo vehicular. Cuando se imprimen los resultados del estudio, es posible contar con un reporte de consumo de combustible por tipo de vehículo y además la cantidad de emisiones contaminantes (hidrocarburos, óxido de carbono y Nox) por automóvil que circule en la intersección.

En cada pantalla son importantes las guías y tomar en cuenta las instrucciones de los mensajes. El ejemplo de aplicación que se considera es el mismo que se revisó en el caso de intersecciones semaforizadas con el HCS y SIDRA.

A continuación se muestra el resultado del problema al procesarlo en HCM/CINEMA.

ANALYST: MIRIAM TELLEZ ANALYSIS DATE: 12-10-97  
 ANALYSIS PERIOD: A.M. CASE: INTER1

LANES		GEOMETRY: MOVEMENTS SERVICED BY LANE AND LANE WIDTHS (FT)					
App	Outbnd	Lane 1	Lane 2	Lane 3	Lane 4	Lane 5	Lane 6
EB	3	L 12.0	T 12.0	TR 12.0			
WB	3	L 12.0	T 12.0	TR 12.0			
NB	4	L 12.0	T 12.0	T 12.0	R 12.0		
SB	4	L 12.0	T 12.0	T 12.0	R 12.0		

Data	EAST			WEST			NORTH			SOUTH		
	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
Mvt Vol (vph)	237	82	223	37	43	79	180	372	41	68	416	253
PHF	.95	.95	.95	.95	.95	.95	.95	.95	.95	.95	.95	.95
%Hvy Vehicles	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
RTOR Vol (vph)		0			0			0			0	
Peds/Hour		20			20			20			20	
Arrival Type		3			3			3			3	
% Grade		0			0			0			0	
Parkers/Hour		0			0			0			0	
Buses/Hour		17			36			40			35	

SIGNAL SETTINGS: PHASE:	PRETIMED					OPERATIONAL ANALYSIS			CYCLE LENGTH: 90		PED ONLY
	1	2	3	4	5	6	7	8			
EB	TP	L									
WB	TP	L									
NB			TP	L							
SB			TP	L							
GREEN	17	16	25	20	0	0	0	0	0	0	0
YELLOW	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0
RED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOST TIME PER PHASE:				3.0 SEC		LOST TIME PER CYCLE:				12.0 SEC	

App	Lane Group	CAPACITY ANALYSIS RESULTS (HCM PROCEDURE)					LOS	APPROACH:		
		Cap (vph)	v/c Ratio	g/c Ratio	Lane Group	v/s Ratio		Delay (sec/veh)	Delay (sec/veh)	LOS
EB	L	271	.92	.18	L	.16	51.8	E	37.9	D
	TR	517	.65	.19	TR	.12	27.7	D		
WB	L	271	.14	.18	L	.03	23.7	C	23.8	C
	TR	504	.27	.19	TR	.05	23.8	C		
NB	L	339	.56	.22	L	.12	25.2	D	21.9	C
	T	891	.46	.28	T	.13	20.8	C		
	R	314	.14	.28	R	.04	18.6	C		
SB	L	339	.21	.22	L	.05	21.8	C	25.6	D
	T	891	.52	.28	T	.14	21.3	C		
	R	322	.83	.28	R	.23	34.1	D		

NETSIM Results for Case: INTER1					AV. GIRASOL / AV. ROBLES	
ANALISIS DEL NIVEL DE SERVICIO					A.M.	Version 2.0
APP	Group	Avg Lane Storage (veh)	Avg Speed (mph)	Worst Lane (% of Peak)	Spillback in	
EB	L	3	8.2	.8		
	TR	9	4.3	.8		
	All	12	5.3	.8		
WB	L	1	9.3	.8		
	TR	2	6.2	.8		
	All	3	6.8	.8		
NB	L	2	9.4	.8		
	T	4	10.6	.8		
	R	0	13.7	.8		
	All	6	10.4	.8		
SB	L	0	8.8	.8		
	T	5	10.2	.8		
	R	6	5.0	.8		
	All	11	7.3	.8		
	Intersect.	32	7.2			

NETSIM Results for Case: INTER1				AV. GIRASOL /AV. ROBLES		
ANALISIS DEL NIVEL DE SERVICIO				A.M.		Version 2.0
Fuel Consumption						
	Gallons			Miles Per Gallon		
	Autos	Trucks	Buses	Autos	Trucks	Buses
EB	2.0	.1	.1	7.9	4.1	3.0
WB	.3	.0	.2	11.2	.8	5.0
NB	1.4	.0	.1	12.3	5.9	8.7
SB	2.1	.0	.2	9.9	6.0	5.1
All	5.8	.2	.7	9.9	4.7	5.5
Auto Pollutant Emissions (Grams/Mile-Hour)						
	HC	CO	NOX			
EB	158.3	2189.5	344.3			
WB	27.0	341.0	53.1			
NB	112.2	1590.7	296.9			
SB	170.3	2512.0	407.7			
All	116.9	1650.5	275.5			

## 2.2.4 UNILINK BENEFIT COST

### UBC

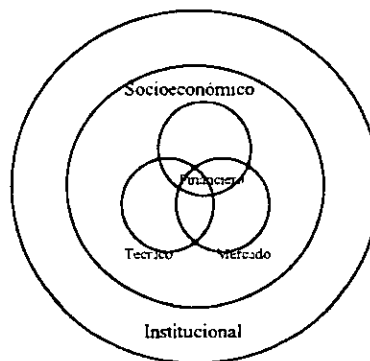
#### 2.2.4.1 ANTECEDENTES

Para la comprensión del presente documento, es necesario contar con algunos conceptos previos, los cuales se dan a continuación:

Un proyecto es un conjunto de elementos relacionados lógicamente, tecnológicamente y cronológicamente que se ejecutan en un periodo determinado, que tiene como objetivo resolver un problema, cubrir una necesidad o aprovechar una oportunidad. Un proyecto tiene costos y beneficios que pueden ser identificados.

Un proyecto integra información de mercado, técnica, financiera, económica, legal, e institucional, que proporciona los fundamentos requeridos para la toma de decisiones respecto a la conveniencia de llevar a cabo una inversión.

En términos esquemáticos la dependencia entre los diversos componentes de un proyecto se puede conceptualizar de la siguiente manera:



**FIGURA 2.11 COMPONENTES DE UN PROYECTO**

Los estudios requeridos para evaluar la viabilidad de una inversión se llevan a cabo a través de un proceso de *aproximaciones sucesivas* que se conoce como el ciclo del proyecto. El concepto de evaluación de proyectos se refiere a la utilización de herramientas analíticas que permiten valorar si cada una de las etapas del ciclo del proyecto justifica su realización. Cuando se evalúa un proyecto hay que tener en cuenta los siguientes conceptos: evaluación sin proyecto, evaluación del proyecto,

evaluación con el proyecto y análisis sin proyecto. En adición, la evaluación se puede desarrollar desde el punto de vista financiero y económico.

Evaluación sin proyecto: la evaluación sin proyecto comprende el análisis y proyección de las operaciones actuales.

Evaluación del proyecto: determina la rentabilidad de las inversiones (nuevas, ampliación o reemplazo) teniendo en cuenta su monto, los ingresos, los costos y los gastos incrementales asociados con el proyecto.

Evaluación con el proyecto: la influencia del proyecto en las operaciones actuales es la base para conocer la capacidad del promotor para acceder a un determinado nivel de financiamiento.

Tomando como base los beneficios y costos del proyecto y su influencia en las operaciones actuales, se procede a consolidar la información, por lo que ésta no puede ser la simple suma de las proyecciones sin proyecto y del proyecto.

Análisis sin proyecto: consiste en el planteamiento de una alternativa de bajo costo que permita mejorar la situación actual, a través de mejoras administrativas, optimización de la infraestructura, instalaciones o equipos con los que se cuenta.

Evaluación Financiera (privada): determina la rentabilidad del proyecto, comparando los costos y beneficios obtenidos a lo largo de su vida útil. Al considerar los costos y beneficios monetarios se utilizan precios del mercado.

La evaluación privada de proyectos supone que la riqueza (el dinero) constituye el principal interés del inversionista. Para comparar los flujos monetarios se utiliza la tasa de interés que se puede obtener o debe pagarse por los fondos.

Evaluación Económica (social): la evaluación económica de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; para este fin se utilizan precios sociales.

Para que un proyecto sea rentable, a valor presente los beneficios deben ser mayores a los costos. Si se toma la relación entre estos, se concluye que aquellos proyectos con una relación mayor que uno



deben ser aceptados. Al efectuarse el cociente entre los beneficios y los costos se obtiene un número puro o índice, el cual permitirá clasificar proyectos independientes de acuerdo a dicho índice.

#### **2.2.4.2 INTRODUCCIÓN**

UBC es un programa para estimar los costos de proyectos de autopistas y el alcance de los beneficios que se pueden obtener con el mismo.

Los proyectos carreteros pueden incluir caminos, puentes, viaductos u otra estructura relativa al funcionamiento de la carretera. También se incluye la posibilidad de mejorar estructuras ya construidas (como islas de frenado).

Inicialmente los costos se miden en términos de tiempos de recorrido, tiempos de rodado, y reducción de accidentes, relaciones basadas en el tránsito actual.

Los costos se calculan para el caso en el cual el proyecto no se ha realizado (es decir, que aun no se construye) y para el caso en el cual el proyecto es hipotéticamente no realizado (es decir, cuando el proyecto ya se ha construido y se quieren realizar mejoras). Los beneficios se calculan sustrayendo el costo de construcción desde el costo de no construcción.

Es programa usa capacidad y volumen para estimar el número de accidentes que se pueden evitar si el proyecto se lleva a cabo. El número de accidentes evitados se convierte en un valor monetario (en dólares) de manera que el beneficio del proyecto, en términos de reducción de accidentes, es medido objetivamente.

La salida final del UBC es un sólo número, el cual indica si el proyecto se debe implementar, si el número es menor que uno, el proyecto no debe llevarse a cabo.

#### **2.2.4.3 DATOS REQUERIDOS**

Primero, se debe elegir el área por mejorar, el criterio para seleccionar el área que se va a mejorar incluye: qué analizar, el mejoramiento de un proyecto carretero se realiza por el programa por carril. Los datos del carril que se requieren son volumen de tránsito, velocidad, superficie de rodamiento, capacidad y porcentaje de vehículos pesados. Contar con los datos estimados a futuro de los datos del carril, así como las condiciones del proyecto en caso de llevarse a cabo y también en caso de que no se construya.

Una vez elegida el área por analizar y tener los datos de pronóstico, la información que se va introduciendo es:

1. Nombre del operador (menos de 51 caracteres)
2. Nombre del archivo de datos (no más de 6 caracteres)

#### *Características de los carriles*

1. Número de carriles
2. Longitud de carril en millas
3. Superficie de rodamiento: tierra, grava o pavimento
4. Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA)
5. Porcentaje de vehículos pesados
6. Velocidad, en millas/hr
7. Número de accidentes en el carril en el año de análisis
8. Capacidad en términos de Tránsito promedio diario

Los puntos 4 a 7 deben conocerse para el año base y los años futuros, y los puntos 2 a 6 y 8 deben conocerse para el caso de construcción y no construcción del proyecto.

Para actualizar la tabla de costos con la que cuenta el programa es necesario conocer lo siguiente:

1. Índice de precios al consumidor
2. Índice de precios al productor

#### **2.2.4.4 USO DEL PROGRAMA**

El usuario puede elegir, opcionalmente, ver primero las indicaciones de uso del programa o iniciar con la alimentación del mismo.

El uso del programa es sencillo, ya que éste va guiando la forma en la que se deben ir introduciendo los datos. Cuando aparece la frase "I para interrumpir" es la oportunidad para interrumpir el proceso de alimentación de la información e inmediatamente el programa da la opción de guardar lo que se ha vaciado en el programa en un archivo de datos. Al guardar la información en un archivo, es posible continuar posteriormente con el llenado de datos.

Una vez que se ha terminado de vaciar la información, aparece el menú principal con las siguientes opciones:

- (a) C= Calcular. Esta opción no es necesaria después de que se han cambiado algunos datos originales de entrada.
- (b) E = Edit. Esta opción sirve para corregir cualquier error que se haya tenido al introducir los datos.
- (c) K=keep. Estación opción se emplea cuando se desea correr nuevamente los datos de un proyecto con información diferente de costos (o volumen, capacidad, longitud, porcentaje de camiones, etc.). El archivo de datos del proyecto se guardará en el disco.
- (d) P= Print, imprimir.
- (e) Q= quit, salir.
- (f) R= recall, obtener un archivo que se ha guardado antes.

#### **22.45 DETALLES DE USO DE UBC**

Cuando se desea cambiar los datos en el UBC en algunas áreas. Primero, es necesario usar el menú de edición de la siguiente manera:

- (a) A = datos del proyecto ( se refiere a los datos de la construcción del proyecto)
- (b) B = se refiere al cambio de datos para la situación en la cual la no construcción del proyecto es planeada.
- (c) E = cambio de los datos económicos
- (d) P= regresar, cuando todos los cambios deseados se han realizado, al elegir P se regresa al menú principal y es posible recalcular con los datos nuevos.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación del programa.

beta test

rb

08:55:12

Construction Cost = \$1,425,000  
 Total Length, miles = 3.000 Now, 3.000 After.  
 NOBUILD Total Time, hours = 0.067 Now, 0.067 After  
 BUILD Total Time, hours = 0.055 Now, 0.055 After  
 Total Accidents = 6 Now, 12 After.  
 Accident Reduction = 0 Now, 8 After, in 2008  
 1 Links, Entered by RFB  
 Before Traffic Input

Lnk	Rd	Car	Link	AADT		Capa-	% Trucks	Speed		Accidents	
#	Srf	Tk	Length	Base	Final	city	Base	Futr	m/h	Now	End
										B	F
										B	F

NOBUILD

1	P	B	3.000	6,645	13,525	14,000	14	15	45	45	6	12	
Total			3.000 miles							Accidents		6	12

BUILD

1	P	B	3.000	6,645	13,525	17,000	14	15	55	55	0	8	
Total			3.000 miles							Reduction in Accidents		0	8

Benefit/Cost. File BCT1 On IBM Disk

beta test

Page 2

rb

08:55:13

Construction Cost = \$1,425,000  
 Total Length, miles = 3.000 Now, 3.000 After.  
 NOBUILD Total Time, hours = 0.067 Now, 0.067 After  
 BUILD Total Time, hours = 0.055 Now, 0.055 After  
 Total Accidents = 6 Now, 12 After.  
 Accident Reduction = 0 Now, 8 After, in 2008  
 1 Links, Entered by RFB  
 Economic Analysis

## ECONOMIC INPUT

Current Year = 1988 Forecast Year = 2008

Project COST = \$1,425,000

Year of Cost Estimate = 1988

Inflation Rate = 7 %

Project LIFE = 20 Years

PROJECT BENEFITS ( - (minus) = cost (bad)

CURRENT YEAR REDUCED OPERATING COSTS = -\$97,780

REDUCED TRAVEL TIME COSTS = \$341,136

TOTAL OPERATING + TRAVEL TIME BENEFITS \$243,355

Present Worth of Project Benefit ( 20 years), = \$3,623,835

Present Worth of Project Cost ( 1988 ), = \$1,331,776

NET Present Worth of Project = \$2,292,059

BENEFIT / COST RATIO = 2.72

GOOD. THE END.

## 2.2.5 DECISION SUPPORT SYSTEM DSS

### 2.2.5.1 INTRODUCCIÓN

México está enfrentando un importante problema de modernización y refuerzo de carreteras, que se superpone a las necesidades de la conservación normal de una red del orden de los 303 262 km (*Programa de Desarrollo 1995-2000*). Estos requerimientos de modernización y refuerzo, que afectan de momento a unos 45 000 km, de la zona más ocupada de la red, se deben a la existencia de carreteras construidas hace más de 30 años, en las que se utilizaron materiales de dudosa calidad con abundante presencia de arcillas. Como consecuencia del progreso general del país, esta fracción de la red ha desarrollado un tránsito importante, ya que la red atiende 98.5% del movimiento doméstico de pasajeros y más del 85% del de carga terrestre, y por ello plantea un problema de resolución urgente.

El sistema DSS estima beneficios desde varios aspectos de mejoramiento de propuestas, calcula el valor económico de los beneficios y costos. Este programa constituye una herramienta útil para estimar la conveniencia de realizar un proyecto, así como de elegir entre una serie de opciones de mejoramiento de las vías.

El DSS se creó para ser usado por los profesionales encargados de la planeación y evaluación de proyectos de mejoramiento de carreteras.

### 2.2.5.2 CONFIGURACIÓN DEL DSS

El sistema DSS tiene 4 componentes, ilustrados en la *FIGURA 2.12*.

El componente principal, el proyecto de evaluación, se divide en dos partes debido a las limitaciones de memoria del software. Estas partes son: MAINDSS y PRINTDSS. MAINDSS es altamente interactivo: aquí se describe el proyecto, costos y efectos. El programa calcula varias medidas del proyecto, incluyendo el valor económico de los costos, flujos de capital por año y estimación de beneficios. La segunda parte de los componentes principales, PRINTDSS, se usa únicamente si el usuario quiere imprimir el reporte del proyecto.

El programa "view" sirve para revisar el archivo del proyecto salvado en MAINDSS, también es posible revisar el resumen de resultados e imprimir el mismo.

PROG es un programa para tomar datos de una serie de proyectos y encontrar el programa de inversión óptimo para dar un presupuesto. PROG puede acomodar más de 50 proyectos.

El programa final es INTALL.DSS el cual permite modificar los valores que se tienen por default de los parámetros usados por el sistema como son porcentaje de consumo de combustible, costos de accidentes y valores de tiempo de viaje.

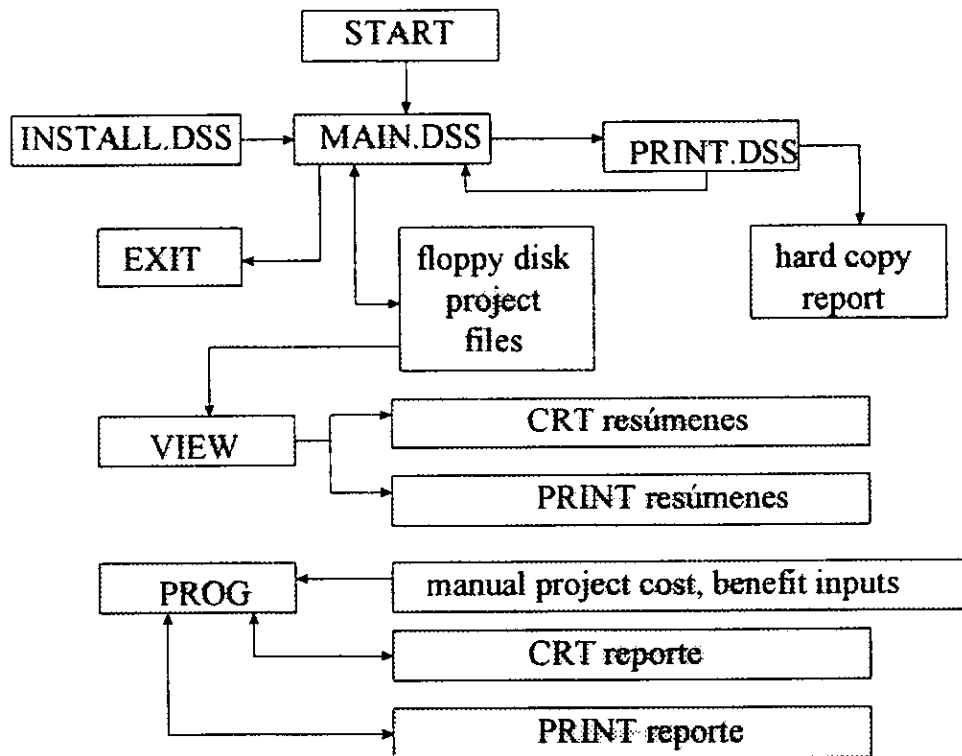


FIGURA 2.12 CONFIGURACIÓN DEL DSS

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación del programa.

*Decision Support System*

~~PROJECT EVALUATION REPORT~~

TIME: 12:02:54

PROJECT LOCATION: Wilmette Avenue, Greenbay to Ridge

PROPOSED ACTION: resurface and modernize lighting

=====

PROJECT CHARACTERISTICS AND COSTS

LENGTH, MILES: 2.00      PROJECT LIFE, YRS: 15      1985 AADT: 18,500  
 OPENS IN: 1987      ANNUAL TRAFFIC GROWTH: 1.50%      END YEAR VOLUME: 23,828  
 DISCOUNT RATE: 10.0%

COST ITEM	FIRST YEAR PAID	ITEM LIFE	ACTUAL AMOUNT	ANNUALIZED WORTH	PRESENT WORTH
DESIGN	1985	15	\$85,000	\$11,175	\$85,000
R-O-W	0	0	\$0	\$0	\$0
CONSTRUCTION	1986	15	\$650,000	\$85,458	\$650,000
MAINTENANCE	1987	1	-\$3,000	-\$3,300	-\$25,100
OPERATION	1987	1	-\$4,000	-\$4,400	-\$33,467
OTHER	0	0	\$0	\$0	\$0
OTHER	0	0	\$0	\$0	\$0
TOTAL				\$88,933	\$676,433

CASH FLOW ANALYSIS

INFLATION RATE: 3.5%      \*LOCAL\* SHARE: 10.0%

YEAR	INFLATED COST	*LOCAL* SHARE	OTHER SHARE
1985	\$85,000	\$8,500	\$76,500
1986	\$650,000	\$65,000	\$585,000
1987	-\$7,000	-\$700	-\$6,300
1988	-\$7,000	-\$700	-\$6,300
1989	-\$6,755	-\$676	-\$6,080
1990	-\$6,501	-\$650	-\$5,851
1991	-\$6,239	-\$624	-\$5,615
1992	-\$5,967	-\$597	-\$5,371
1993	-\$5,686	-\$569	-\$5,118
1994	-\$5,395	-\$540	-\$4,856
1995	-\$5,094	-\$509	-\$4,585
1996	-\$4,782	-\$478	-\$4,304
1997	-\$4,460	-\$446	-\$4,014
1998	-\$4,126	-\$413	-\$3,713
1999	-\$3,780	-\$378	-\$3,402
2000	-\$3,423	-\$342	-\$3,080
2001	-\$3,052	-\$305	-\$2,747
2002	-\$2,669	-\$267	-\$2,402
TOTAL	\$653,070	\$65,307	\$587,763



ECONOMIC COST ALLOCATION

VEHICLE TYPE	PERCENT OF TRAFFIC	COST WEIGHT (E.G., PCE'S)	WTD. COST PER VEHICLE-MILE
AUTOS	90.0%	1.0	\$0.0026
LIGHT TRUCKS	8.0%	2.0	\$0.0052
HEAVY TRUCKS	2.0%	3.5	\$0.0090

BENEFIT ANALYSIS

PEAK PERIOD PERCENTAGE: 25.0%

CROSS STREET TRAFFIC: 4,000

TIME SAVINGS BENEFITS  
 MAINLINE TRAFFIC

	CURRENT TRAVEL TIMES	EXPECTED TRAVEL TIMES	TRAVEL TIME SAVINGS
PEAK SPEED	6.0 20.0	5.5 22.0	0.5
OFF PEAK SPEED	5.0 24.0	4.8 25.0	0.2
OVERALL	5.3	5.0	0.3

TIME SAVINGS BENEFITS  
 CROSS STREET TRAFFIC

	CURRENT TRAVEL TIMES	EXPECTED TRAVEL TIMES	TRAVEL TIME SAVINGS
PEAK	0.5	0.5	0.0
OFF PEAK	0.5	0.5	0.0
OVERALL	0.5	0.5	0.0

	AUTOS	LIGHT TRUCKS	HEAVY TRUCKS
VALUE OF TIME	\$2.50	\$5.00	\$7.50
PRESENT WORTH OF TIME SAVING	\$636,157	\$113,095	\$42,410

~~Wilmette Avenue, Greenbay to Ridge~~  
resurface and modernize lighting

FUEL COST SAVINGS

	AUTOS	LIGHT TRUCKS	HEAVY TRUCKS
FLEET AVERAGE MILES/GALLON:	16.30	12.90	5.70
FLEET AVG IDLE CONSUMPTION, GAL/HR	0.50	0.70	2.00
FUEL PRICE: \$1.30 FLOW CONDITIONS: UNINTERRUPTED, >30 MPH			

PRESENT WORTH FUEL COST SAVINGS			
AUTOS	LIGHT TRUCKS	HEAVY TRUCKS	TOTAL
\$53,135	\$13,085	\$11,439	\$77,658

ACCIDENT COST SAVINGS  
ACCIDENT HISTORY

YEAR		FATAL ACCIDENTS	INJURY ACCIDENTS	PDO ACCIDENTS	AADT
1	TOTAL	0	4	8	18,000
	day	0	1	3	
	night	0	3	5	
2	TOTAL	0	6	7	18,500
	day	0	2	4	
	night	0	4	3	
3	TOTAL	0	9	11	18,500
	day	0	3	6	
	night	0	6	5	

ACCIDENT TYPE	PERCENT OF ACCIDENTS ELIMINATED			INJURIES	PDOs
	TOTAL	FATALS			
TOTAL	10.0	0.0		0.0	0.0
day	0.0	0.0		0.0	0.0
night	40.0	0.0		0.0	0.0

	ACCIDENT RATES		
	FATALS	INJURIES	PDOs
PRESENT RATE	0.000	1.420	1.943
PROJECTED RATE	0.000	0.928	1.399
[PER MILLION VEHICLE MILES. FATALS, PER 100 MILLION]			
COST/ACCIDENT	\$350,000	\$5,000	\$1,000
PRESENT WORTH OF ACCIDENT SAVING	\$0	\$291,257	\$64,44E

Wilmette Avenue, Greenbay to Ridge  
resurface and modernize lighting

## ECONOMIC EVALUATION SUMMARY

ITEM	ANNUALIZED WORTH	PRESENT WORTH	% TOTAL BENEFIT
COST	\$88,933	\$676,433	
TIME SAVINGS	\$104,083	\$791,662	64.6%
FUEL COST SAVINGS	\$10,210	\$77,658	6.3%
ACC. COST SAVINGS	\$46,766	\$355,706	29.0%
TOTAL BENEFIT	\$161,059	\$1,225,025	100.0%
NET WORTH	\$72,125	\$548,592	
BENEFIT/COST RATIO	1.81		

With costs as shown, benefits MAY DECREASE -44.78% to bring B/C down to 1.0.

With benefits as shown, costs MAY INCREASE 81.10% to bring B/C down to 1.0.

## 2.2.6 FREEWAY DELAY CALCULATION PROGRAM (FREWAY)

### 2.2.6.1 INTRODUCCIÓN

El tiempo de viaje es el factor más importante que define la calidad del servicio de transporte. FREWAY es un programa desarrollado para estimar los impactos anuales que generan las congestiones en las autopistas urbanas en términos de viajes congestionados, demoras al automovilista y exceso en el consumo de combustible (causado por las deficiencias geométricas y tránsito pesado). El programa corre en PC y usa datos generalmente disponibles para el ingeniero de tránsito. Es particularmente usado como una herramienta de análisis de las alternativas de mejoramiento.

### 2.2.6.2 DATOS REQUERIDOS

Requiere datos de entrada por cada sección de vía rápida por ser analizada, ésto incluye :

- Longitud de la sección
- Número de carriles
- Tránsito diario promedio anual (TDPA)
- Factor K ( porcentaje del TDPA que ocurre durante la hora pico)
- Factor direccional de la hora pico
- Ancho de acotamiento

Además, los datos de anchos de carril y porcentaje de vehiculos pesados son necesarios si el usuario desea que el programa calcule la capacidad de la sección. Alternativamente, la capacidad de la sección puede ser proporcionada por el usuario.

### 2.2.6.3 METODOLOGÍA DEL PROGRAMA

El programa toma datos de entrada sobre volúmenes de tránsito diario promedio y el tránsito hora pico que caracteriza cada categoría de cada sección de la vía rápida, por lo cual el programa estima la congestión que impacta diariamente.

FALTA PAGINA

No. 110

Los costos totales atribuibles a las demoras recurrentes y al exceso de consumo de combustible y a las demoras no recurrentes se estiman por el programa usando como datos los valores de tiempo de viaje del automovilista (vehículo por hora) y el costo del combustible por galón. Los valores del tiempo de viaje del automovilista que se dan por default corresponden a octubre de 1985, los cuales se pueden actualizar usando el índice de precios al consumidor

#### 2.2.6.1 PROCESANDO EL PROGRAMA

FREWAY es un programa que no necesita otros archivos para procesarse. Se puede copiar en el disco duro o ejecutarlo directamente del disco flexible. Para empezar el programa, coloque el cursor en el lugar donde se encuentre localizado el paquete y posteriormente, escriba FREWAY. Algunas definiciones clave son:

1. Tránsito Promedio Anual (TDPA). Es el tránsito promedio sobre la vía, en ambas direcciones, en día normal.
2. Factor K. Es el porcentaje del TDPA que ocurre durante la hora pico (en la mañana o en la tarde)
3. Factor direccional. Este es una división direccional del tránsito de la hora pico. El porcentaje más alto es el que se considera (ej., una repartición 60/40 podría ser introducida como 60).

El TDPA se multiplica por el Factor K y a su vez se multiplica por el Factor Direccional dado por el volumen direccional en la hora pico.

En el primer menú (*FIGURA 2.14*) se da la posibilidad de elegir de dónde provienen los datos de entrada. Es posible leer un archivo previamente creado o se puede iniciar la introducción de nuevos datos (más de 20 secciones en cada archivo). Una vez elegida cualquiera de las dos opciones anteriores, todas las variables en memoria son establecidas, excepto los costos que se tienen por default por combustible y tiempo.

#### 2.2.6.5 INTRODUCCIÓN DE DATOS

##### 1. General

Cuando se elige la opción de introducir nuevos datos, aparece un nuevo menú (*FIGURA 2.15*). Los datos se separan en 4 pantallas diferentes, en las cuales aparecen diferentes opciones sobre el nuevo menú de datos para alimentar el programa. En el final de cada pantalla, es posible reconsiderar un

cambio en los datos. Cuando se contesta "sí" a la pregunta "¿Todo está correcto?", el programa regresará a la siguiente pantalla para continuar aportando datos. Las pantallas se describen a continuación.

**2. Pantalla 1. Descripción de la Sección**

La primera pantalla (*FIGURA 2.16*) pregunta la información para describir a la sección, lo cual incluye nombre de la ruta, longitud de la sección, número de carriles y anchos de acotamiento izquierdo y derecho. Los límites de los datos de entrada al programa se muestran en la *TABLA 2.1*

**TABLA 2.2 LÍMITES SUPERIOR E INFERIOR DE LOS VALORES DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA FREWAY**

CONCEPTO	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Longitud de la sección	0.01	99.9
Número de carriles	1	16
Ancho de acotamiento (izquierdo y derecho)	0	999
TDPA	1	99 999 999
Factor K	1	99
Factor direccional de hora pico	1	100
Ancho de carril	1	16
Porcentaje de camiones	0	99
Valor del tiempo de viaje	0.01	99.99
Valor del combustible	0.01	99.99

**3. Pantalla 2. Descripción de Volúmenes**

La segunda pantalla (*FIGURA 2.17*) se usa para introducir la información relativa a volúmenes, como son el TDPA, Factor K y el factor direccional de hora pico.

**4. Pantalla 3. Cálculo de Capacidad**

La tercera pantalla (*FIGURA 2.18*) es ligeramente diferente, ya que primero pregunta si se desea que el programa calcule la capacidad de la sección. Si se elige que "sí", entonces aparece una pantalla donde se pide el ancho de carril y el porcentaje de camiones (*FIGURA 2.19*). Si no se desea este cálculo, el programa entonces pide el dato de la capacidad direccional de la hora pico (*FIGURA 2.20*).

**5. Pantalla 4. Valores de Combustible y Tiempo**

La pantalla final (*FIGURA 2.21*) muestra los valores que tiene el programa por default de costo de combustible y tiempo de viaje del automovilista. Estos valores pueden cambiarse si el estudio que se realiza tiene diferentes valores.

.....

FREEWAY DELAY PROGRAM  
MAIN MENU

- 1 READ DATA FROM A FILE
- 2 ENTER NEW DATA

SPACE, ARROWS OR NUMBERS  
HIGHLIGHT OPTIONS

PRESS RETURN TO SELECT OPTION  
PRESS ESC TO EXIT PROGRAM

.....

*FIGURA 2.14 PANTALLA DE INICIO DEL FREWAY. DATOS DE ENTRADA*

.....

FREEWAY DELAY PROGRAM  
NEW DATA MENU

- 1 FACILITY DESCRIPTION
- 2 VOLUME DESCRIPTION
- 3 CAPACITY CALCULATION
- 4 VALUES OF FUEL AND TIME
- 5 BEGIN CALCULATIONS

SPACE, ARROWS OR NUMBERS  
HIGHLIGHT OPTIONS

PRESS RETURN TO SELECT OPTION  
PRESS ESC TO GO BACK TO MAIN MENU

.....

*FIGURA 2.15 PANTALLA PARA LA INTRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN NUEVA*



```

.....
*                FACILITY DESCRIPTION                *
.....
* ENTER ROUTE NAME >EJEMPLO APLIC. FREWAY ___<      *
.....
* ENTER SECTION LENGTH: >5.9_<                      *
*           (TO NEAREST 10TH OF A MILE)             *
.....
* ENTER TOTAL NUMBER OF LANES: >8_<                  *
.....
* ENTER RIGHT SHOULDER WIDTH (FEET): >6_<           *
.....
* ENTER LEFT SHOULDER WIDTH (FEET): >6_<           *
.....

```

EVERYTHING OK? ENTER YES OR NO: >\_<

FIGURA 2.16 PANTALLA 1. DESCRIPCIÓN DE LA SECCIÓN POR ANALIZAR

```

.....
*                VOLUME DESCRIPTION                *
.....
* ENTER ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC (AADT): >500000_< *
.....
* ENTER K FACTOR: >25<                               *
.....
* ENTER PEAK HOUR DIRECTIONAL FACTOR: >60_<        *
.....

```

EVERYTHING OK? ENTER YES OR NO: >\_<

FIGURA 2.17 PANTALLA 2. DESCRIPCIÓN DE VOLÚMENES

```
.....  
*          CAPACITY CALCULATION          *  
.....  
* DO YOU WANT THE PROGRAM TO CALCULATE CAPACITY? *  
*          ENTER YES OR NO: >_<          *  
.....
```

FIGURA 2.18 PANTALLA 3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA VÍA

```
.....  
*          CAPACITY CALCULATION          *  
.....  
* DO YOU WANT THE PROGRAM TO CALCULATE CAPACITY? *  
*          ENTER YES OR NO: >y<          *  
  
* ENTER LANE WIDTH IN FEET: >12_<      *  
  
* ENTER PERCENT TRUCKS: >5__<         *  
.....
```

EVERYTHING OK? ENTER YES OR NO: >\_<

FIGURA 2.19 PANTALLA QUE SE MUESTRA EN CASO DE DESEAR EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA VÍA

.....

\* CAPACITY CALCULATION \*

.....

\* DO YOU WANT THE PROGRAM TO CALCULATE CAPACITY? \*

\* ENTER YES OR NO: >N< \*

\* ENTER PEAK HOUR DIRECTIONAL CAPACITY (VEH/HR): >7800\_< \*

.....

EVERYTHING OK? ENTER YES OR NO: >\_<

*FIGURA 2.20 EN CASO DE NO DESEAR EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD EL USUARIO DEBE PROPORCIONAR DICHO DATO, ENTONCES APARECE LA PANTALLA QUE SE MUESTRA*

.....

\* VALUES OF FUEL AND TIME \*

.....

\* ENTER VALUE OF TRAVEL TIME IN DOLLARS AND \*

\* CENTS PER VEHICLE HOUR: >6.25\_< \*

\* ENTER FUEL COST IN DOLLARS AND CENTS: >1.00\_< \*

.....

EVERYTHING OK? ENTER YES OR NO: >\_<

*FIGURA 2.21 PANTALLA 4. VALORES DE COSTOS DEL COMBUSTIBLE ASÍ COMO EL VALOR DEL TIEMPO DE VIAJE PARA EL USUARIO*

#### **2.2.6.6 DESARROLLANDO CALCULOS**

Una vez que ya se ha alimentado el programa, la elección final en el siguiente menú es la número "5 COMENZANDO LOS CÁLCULOS". Esta elección debe hacerse después de que se introdujeron los datos de cada sección. Entonces, el programa hará los cálculos para cada sección y los resultados se almacenan en la memoria. Cuando los cálculos se han hecho, aparece una pantalla donde se da la opción de introducir otra sección o revisar los datos de las secciones. Si se elige revisar los resultados, entonces es posible imprimir éstos, guardar el archivo y continuar introduciendo más secciones o regresar al menú principal e iniciar otro problema.

A continuación se presenta el desarrollo de un ejemplo en el programa. En la primera página se muestran los datos de entrada para realizar cálculos y en la segunda pantalla se obtienen los costos totales por demora y por consumo de combustible.

INPUT REPORT

Freeway Delay Calculation Program

# OF SECT	ROUTE NAME	SECTION LENGTH	# OF LANES	LANE WIDTH	SHOULDER RIGHT	WIDTHS LEFT
1	EJEMPLO APLIC. FREWAY	5.9	8	12	6	6
TOTAL ROUTE LENGTH		5.9				

INPUT REPORT (CONTINUED)

# OF SECT	AADT	K-FACTOR	DIRECTIONAL FACTOR	PERCENT TRUCKS	CAPACITY	DOLLAR TIME	VALUES FUEL
1	500000	25	60	5	7619	\$ 6.25	\$ 1.00

RESULTS

# OF SECT	TOTAL VMT (VEH-MILES)	RECURRING CONGESTED VMT (VEH-MILES)	RECURRING DELAY (VEH-HRS)	EXCESS FUEL (GALLONS)	INCIDENT DELAY (VEH-HRS)
1	1,076,749,820.	713,310,080.	20,970,480.	18,726,388.	68,631,38
TOTALS	1,076,749,820.	713,310,080.	20,970,480.	18,726,388.	68,631,38

RESULTS (CONTINUED)

# OF SECT	COST FOR RECURRING DELAY	COST FOR INCIDENT DELAY	COST FOR EXCESS FUEL	TOTAL COST
1	\$ 131,065,504.00	\$ 428,946,140.00	\$ 18,726,388.00	\$ 578,738,050.0
TOTALS	\$ 131,065,504.00	\$ 428,946,140.00	\$ 18,726,388.00	\$ 578,738,050.0

## 2.2.7 dynamic QUEUEing analysis dQUEUE

### 2.2.7.1 ANTECEDENTES

Antes de iniciar la explicación del uso del paquete se presentan algunos conceptos importantes para el entendimiento de la metodología seguida por el programa:

#### 2.2.7.1.1 Teoría de colas

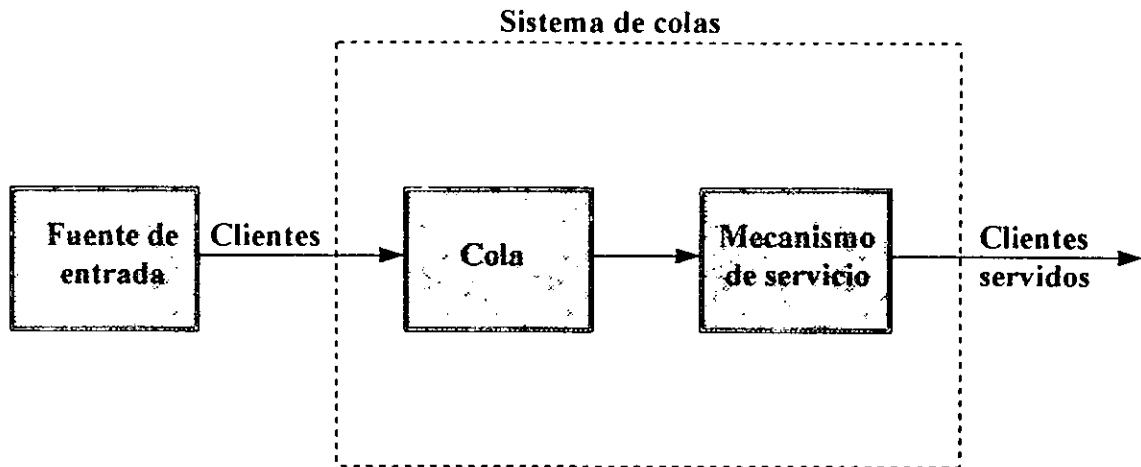
La teoría de colas incluye el estudio matemático de las colas o líneas de espera. La formación de líneas de espera es, por supuesto, un fenómeno común que ocurre siempre que la demanda actual de un servicio excede a la capacidad actual de proporcionarlo. Con frecuencia, en la industria y en otros sitios, deben tomarse decisiones respecto a la cantidad de capacidad que debe proporcionarse. Sin embargo, muchas veces es imposible predecir con exactitud cuándo llegarán las unidades que buscan el servicio y/o cuánto tiempo será necesario para dar ese servicio; es por esto que esas decisiones suelen ser difíciles. Proporcionar demasiado servicio implica costos excesivos. Por otro lado, carecer de la capacidad de servicio suficiente causa colas excesivamente largas en ciertos momentos. Las líneas de espera largas también son costosas en cierto sentido, ya sea por un costo social, por un costo causado por la pérdida de clientes, por el costo de empleados ocioso o por algún otro costo importante. Entonces, la meta final es lograr un balance económico entre el costo de servicio y el costo asociado con la espera por ese servicio. La teoría de colas en sí no resuelve directamente este problema, pero contribuye con información vital que se requiere para tomar las decisiones concernientes prediciendo algunas características sobre la línea de espera como el tiempo de espera promedio.

#### **PROCESO BÁSICO DE COLAS**

El proceso básico supuesto por la mayor parte de los modelos de colas es el siguiente:

Los *clientes* que requieren un servicio se generan a través del tiempo en una *f fuente de entrada*. Estos clientes entran al *sistema* y se unen a una *cola*. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola, para proporcionarle un servicio, mediante alguna regla conocida como *disciplina de servicio*. Luego, se lleva a cabo el servicio requerido por el cliente en un *mecanismo de servicio*,

después de lo cual el cliente sale del sistema de colas. En la **FIGURA 2.22** se da un esquema de este proceso.



**FIGURA 2.22 PROCESO BÁSICO DE COLAS (Hillier y Lieberman, 1997)**

Fuente de entrada (población potencial). Una característica de la fuente de entrada es su tamaño. El tamaño es el número total de clientes que pueden requerir servicio en determinado momento.

Cola. Una cola se caracteriza por el número máximo permisible de clientes que puede admitir.

Disciplina de cola. Se refiere al orden en el que se seleccionan sus miembros para recibir el servicio. Por ejemplo, puede ser: primero en entrar, primero en salir, aleatoria, de acuerdo a algún procedimiento de prioridad o a algún otro orden. La que suponen como normal los modelos de colas es la de primero en entrar, primero en salir.

Tiempo de servicio. Es aquél que transcurre desde el inicio del servicio para un cliente hasta su terminación en una instalación.

### 2.2.7.1.2 Simulación de Monte Carlo

Al realizar una simulación que comprende variables estocásticas es necesario generar una sucesión de números en que los valores sucesivos son aleatorios y tienen la distribución que describe la variable estocástica.

Existen varios dispositivos y técnicas para producir dichas sucesiones. El ejemplo más simple es para una función de distribución de probabilidad discreta en que la elección es entre  $n$  distintos valores, cada uno de los cuales ocurre con igual probabilidad. Una rueda de ruleta que tiene el



mismo número de secciones de distintos valores, o un dado con ese número de caras genera la sucesión. Debido a esta analogía se ha generalizado el término de Monte Carlo con su conexión con los juegos de azar para describir cualquier método de cómputo que utilice números aleatorios. Los métodos de Monte Carlo se utilizan en una extensa diversidad de problemas tales como la evaluación de integrales complicadas, estudios de crecimiento de población y el diseño de reactores nucleares, con frecuencia se describen esos casos como simulaciones de Monte Carlo. El término simulación de sistema significa un cálculo numérico en que los estados sucesivos de un sistema se determinan en el tiempo (*Gordon, 1986*). Muchas simulaciones descritas como simulaciones de Monte Carlo son simulaciones en este sentido, debido a que siguen el desarrollo de un proceso estocástico. Sin embargo, ciertos métodos de Monte Carlo se aplican a problemas que no son intrínsecamente aleatorios; los números aleatorios solo proporcionan una manera conveniente de evaluar una cantidad; por ejemplo, el valor de una integral (representa un área o volumen). El método de Monte Carlo genera al azar las coordenadas de un punto dentro de un espacio y determina si el punto cae dentro del área o volumen definido por la integral. Repitiendo muchas veces el experimento y midiendo la proporción de puntos que caen dentro del área o volumen se obtiene un valor aproximado para la integral.

Hammersley y Handscomb distinguen entre dos tipos de métodos de Monte Carlo definiendo a los métodos probabilísticos aquellos que se aplican a problemas en que un proceso aleatorio es intrínseco, y los otros son deterministas. En la simulación de sistemas se utilizan los primeros.

Una simulación de Monte Carlo requiere sucesiones de números aleatorios que se obtienen de una distribución de probabilidad.

En resumen:

- Simulación es un proceso numérico diseñado para experimentar el comportamiento de cualquier sistema en una computadora digital, a lo largo de la dimensión tiempo. (*Prawda, 1980*).
- La técnica de Monte Carlo es una herramienta utilizada en los procesos de simulación y en los juegos, para seleccionar números aleatorios.

### 2.2.7.2 INTRODUCCIÓN

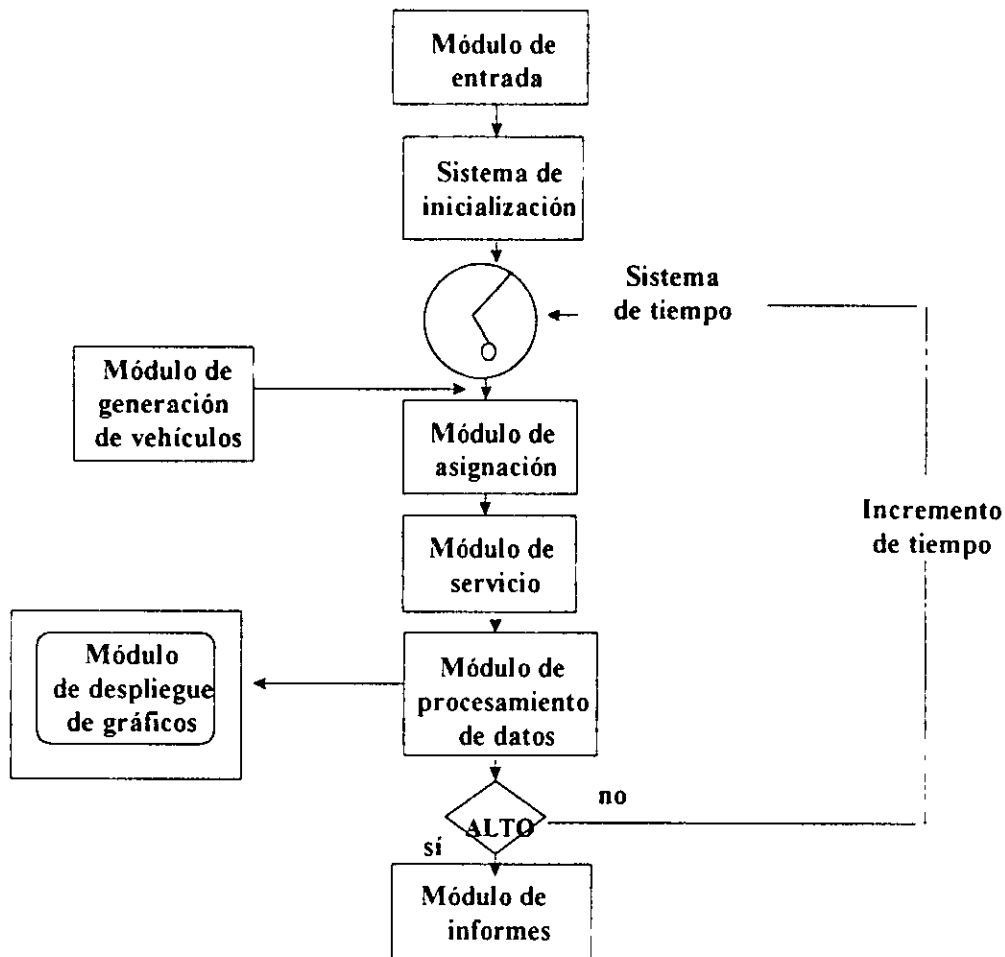
El dQUEUE es un programa que se usa para realizar la simulación de demoras y de formación de colas en casetas de cobro.

Este programa está basado en el modelo de simulación de Monte Carlo, así como en la teoría de flujo de tránsito: simula gráficamente por medio de animación el movimiento de cada vehículo al aproximarse a una caseta de cobro. El usuario puede observar la formación y disipación de las colas de vehículos en el monitor de la computadora. El programa toma en cuenta varios factores que afectan el desarrollo de la cola, entre otros, volúmenes de tránsito, tasas de servicio, maniobras, tipos de operaciones, etc. Durante la simulación se calculan diversas medidas de efectividad tales como retrasos, tamaños de colas, niveles de servicio, etc. A continuación se detalla la metodología y uso del programa.

### 2.2.7.3 METODOLOGÍA DE LA SIMULACIÓN

El dQUEUE (análisis dinámico de demoras) fue desarrollado por el Departamento de Transporte de Florida. Este programa se desarrolló basado en la técnica de simulación de Monte Carlo y la teoría de flujo de tránsito. La simulación del programa gráfica de manera animada cada movimiento vehicular conforme se va aproximando a la caseta. El analista puede observar la formación y disipación de la cola de tránsito en el monitor de la PC. El programa considera algunos factores que afectan el desarrollo de la cola incluyendo los volúmenes de tránsito, tasas de servicio y tipo de operaciones. Durante la simulación el programa calcula algunas medidas de efectividad (MOE) como la demora, demora total, tamaño de la cola, longitud de la cola y vehículos servidos.

Ya que el proceso de simulación es complejo, el sistema está dividido en 7 módulos. La interrelación de estos módulos se muestra en la *FIGURA 2.23*. El módulo de entrada incluye toda la información en la que se basan los cálculos subsecuentes. Se incluyen todos los datos necesarios de la geometría, volúmenes de tránsito y tasas de flujo de servicio.



**FIGURA 2.23 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SIMULACIÓN DEL PROGRAMA *dQUEUE***

Después del módulo de entrada, el sistema inicia la corrida incrementando la tasa. En cada incremento de tiempo, se llaman 5 módulos al proceso de simulación:

*Módulo de generación de vehículos.* Este módulo genera los vehículos que llegan con una curva de distribución probabilística. Este proceso crea la naturaleza estocástica de la llegada del flujo de tránsito.

*Módulo de asignación.* Este módulo asigna cada vehículo a una línea de espera. La asignación se hace en función del tipo de vehículo y la longitud de la cola.

*Módulo de servicio.* Este módulo determina el número de vehículos en espera de ser servidos.

*Módulo de procesamiento de datos.* Este módulo realiza el cálculo de la espera del vehículo desde el módulo de asignación hasta el módulo de servicio. Se acumulan la longitud de la cola y el tiempo de espera.

*Modulo de animación.* Este módulo despliega gráficamente la espera de los vehículos al ir llegando al punto de estudio. Permite un examen visual de la formación y disipación de la cola en el área de estudio

#### **2.2.7.4 PROCESANDO EL dQUEUE**

El dQUEUE es un programa de uso interactivo. Después de que se despliega el "logo" del programa, es necesario contestar una serie de preguntas referentes a la operación del tránsito.

- a) *PANTALLA 1.* se pide la localización del área de estudio. Posteriormente se pide información referente a la fecha y hora de realización del estudio. La información que se proporciona en esta pantalla es para la identificación del problema.
- b) *PANTALLA 2.* en esta pantalla se va pidiendo la siguiente información: tiempo de inicio de la simulación, tiempo que se desea se simule la formación de las colas, volumen de tránsito cada 15 minutos que va llegando a la zona de estudio, número de carriles en la autopista (1-5), número de estaciones de servicio (1 a 7), si existe alguna estación de servicio de paso (es decir, aquellas que cuentan con sistema de medición automático usando tarjeta), vehículos que van siendo servidos por la estación.
- c) *PANTALLA 3.* se pide un número entre 1 y 9999, este número se usará como número generador para iniciar la simulación. En este momento se inicia la simulación y el cálculo de algunas medidas de eficiencia como vehículos que llegan servidos durante el lapso de estudio, longitud de la cola, demora por cada estación de servicio.

A continuación se presenta la corrida de un ejemplo de simulación empleando el programa.

D-QUEUE V1.200: A Dynamic Toll Plaza Queueing Analysis Program

By: Florida State Department of Transportation August, 1990  
 Traffic Engineering  
 Tel: (904)488-4284

Location: EJEMPLO APLIC. DQUEUE. Florida Turnpike  
 Condition: March 1998 PM Peak  
 Date: 05-25-1998

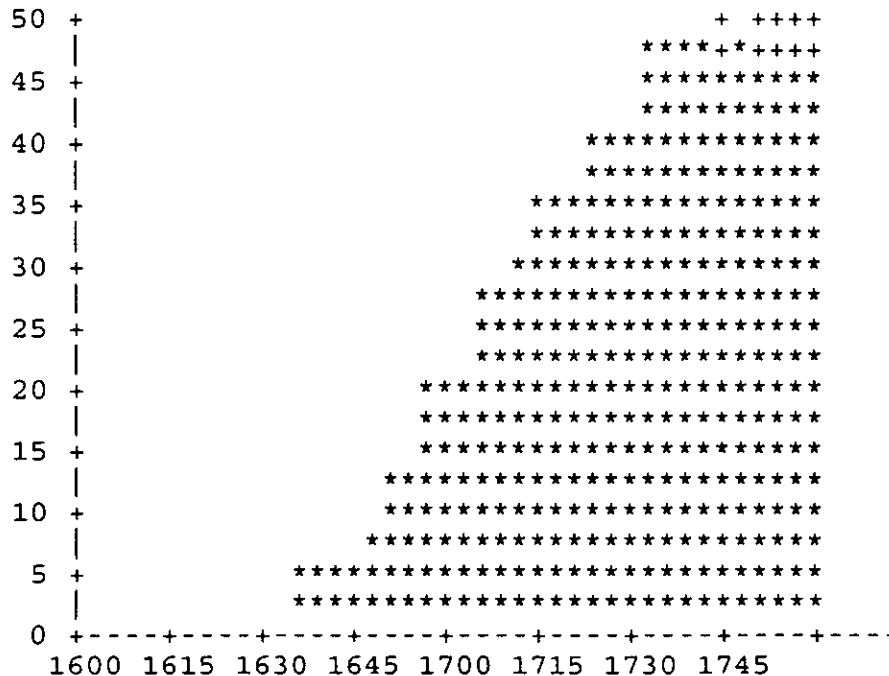
Toll Station Service Rates:

Sta.#1: 474 (Veh/Hr)  
 Sta.#2: 474 (Veh/Hr)  
 Sta.#3: 474 (Veh/Hr)  
 Sta.#4: 474 (Veh/Hr)  
 Sta.#5: 474 (Veh/Hr)  
 Sta.#6: 383 (Veh/Hr)  
 Sta.#7: 383 (Veh/Hr)

No. of Highway Lanes: 3  
 Simulation Random Number SEED: 3571

ANALYSIS PERIOD	1600	1615	1630	1645	1700	1715	1730	1745
	:	:	:	:	:	:	:	:
	1615	1630	1645	1700	1715	1730	1745	1800
VOLUME (15 MIN)	697	645	806	895	843	883	835	799
ARRIVAL (VEH)	694	647	811	890	861	864	847	801
SERVICED (VEH)	682	650	775	783	785	783	785	783
MAX QUEUE (VEH)	3	3	8	23	35	45	54	57
AVE QUEUE (VEH)	2	2	5	15	28	39	49	55
AVE DELAY (SEC/VEH)	11	11	36	115	223	310	389	435

QUEUE SIZE (VEH/LANE)



*d*QUEUE

TIME

OVERALL AVERAGE QUEUE     24 (Veh)  
OVERALL AVERAGE DELAY    191 (Sec/Veh)

## 2.2.8 ROADSIDE

### 2.2.8.1 ANTECEDENTES

Antes de iniciar con la explicación del uso del programa "ROADSIDE", se explicarán algunos elementos importantes para el mejor entendimiento del uso del sistema.

#### 2.2.8.1.1 Evaluación de la factibilidad de un proyecto carretero

Siendo considerado el proyecto de una nueva carretera o autopista como un proyecto de inversión, deberá ser sometido a las evaluaciones de factibilidad correspondientes: técnica, económica y financiera conforme al nivel de desarrollo del proyecto (idea, gran visión, prefactibilidad y factibilidad).

##### *(a) EVALUACIÓN TÉCNICA*

Este tipo de evaluación está más relacionada con la ingeniería civil del proyecto y, en general, casi siempre será técnicamente factible un proyecto. Las dificultades de solución de los problemas técnicos traerán aparejados mayores costos de inversión y posiblemente de operación.

##### *(b) EVALUACIÓN ECONÓMICA*

En esta evaluación los beneficios del proyecto generalmente serán estimados en función de los ahorros que experimentarán los posible usuarios del proyecto debido a la disminución en los costos de operación de los vehículos, lo cual es posible lograr mediante la disminución de las distancias por viajar, o por una velocidad promedio de tránsito superior lo cual repercute en menores consumos de gasolina y en menores costos de operación.

La cuantificación de los beneficios anteriores suele incluir alguna idea sobre los beneficios por reducción en los tiempos de recorrido de los usuarios.

Variaciones de este tipo de evaluación ocurren bajo la consideración de los costos de inversión y de los beneficios a precios de cuenta en lugar de a precios de mercado.

*(c) EVALUACIÓN FINANCIERA*

Esta evaluación somete al proyecto a un mayor número de pruebas respecto a la conveniencia de un proyecto desde el punto de vista de un inversionista privado. Así, esta evaluación puede ser realizada desde el punto de vista del proyecto por sí mismo, o bien, desde el punto de vista de los inversionistas.

Los costos están dados por los costos de inversión, de operación y de mantenimiento cuantificados a precios de mercado, incluyendo los gastos financieros y de impuestos. Los ingresos del proyecto se derivarán de los pagos de cuotas por los usuarios de los diferentes tramos de la autopista proyectada.

*(d) IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE*

La realización del proyecto carretero a lo largo de su trazo traerá diferentes impactos sobre el medio ambiente, por lo que éstos habrán de ser tomados en consideración, así como las medidas para mitigar los efectos de éstos. Las medidas de mitigación se traducirán en mayores costos de inversión y de operación para el proyecto.

**2.2.8.1.2 El Estudio de Mercado**

Al ser conceptualizado un proyecto carretero como un proyecto de inversión, surgirá en forma natural la conveniencia de realizar para el mismo un estudio de mercado que incluirá, entre otras, las secciones típicas de oferta, demanda balance y dimensionamiento del proyecto.

*(a) RAZÓN DE SER DEL PROYECTO*

Es conveniente el establecer claramente la necesidad real o conveniencia del proyecto en cuestión. Este puede derivarse de las necesidades de una mayor y mejor oferta de comunicación entre las zonas que cubrirá el proyecto. En otras ocasiones solamente se deriva de factores políticos.

*(b) OBJETIVOS DEL PROYECTO*

Ligado al punto anterior, también será conveniente establecer claramente el(los) objetivo(s) del proyecto a fin de establecer a qué segmento(s) de mercado de usuarios será orientado principalmente el proyecto.



*(c) DEMANDA*

Por otra parte, es necesario estimar el tamaño del mercado objetivo para el segmento propuesto, es decir, cuál será el número de usuarios potenciales y a qué porcentaje de éste se pretenderá captar para el proyecto.

Esta fase del proyecto estará ligada a la obtención o determinación de aforos o conteos vehiculares, por tipo de vehículo, recientes sobre las carreteras de la red de la cual se pretenderá captar usuarios para el proyecto.

Lo anterior incluye la determinación de la evolución de la demanda en el pasado reciente, a fin de establecer las tendencias de crecimiento de la misma.

*(d) OFERTA ACTUAL Y FUTURA*

La oferta actual está dada por aquellos tramos carreteros existentes o futuros que competirán con el proyecto una vez que éste sea realizado. Son de particular consideración aquellos tramos libres del pago de cuotas.

Parte de la revisión incluirá el establecimiento de las condiciones de la oferta actual, es decir, las condiciones de la topografía y las condiciones del mantenimiento de la superficie de rodamiento sobre la cual se desarrolla actualmente, o a futuro, el tránsito objetivo del proyecto. Algunos indicadores de las características de la oferta actual son, a manera de ejemplo:

- Topografía del terreno: plano, ondulado, montañoso
- Velocidad promedio y tiempo de recorrido, por tipo de vehículo, en tramos seleccionados
- Nivel de servicio
- Cuotas de peaje por tramo
- Seguridad y confort de manejo

*(e) DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO*

Las características actuales y estimadas a futuro de la oferta y de la demanda, así como los objetivos del proyecto, permitirán establecer metas de captación del mercado para el proyecto con las cuales será posible dimensionar el proyecto en su etapa inicial y a futuro: longitud, trazo, sección, pendiente gobernadora, número de carriles.

## 2.2.8.2 INTRODUCCIÓN

El programa "ROADSIDE" es una herramienta de cómputo para la ingeniería de diseño y toma de decisiones en proyectos carreteros. Ayuda al diseñador a seleccionar la alternativa que ofrece mayores beneficios en seguridad a los usuarios, por eso, el principal objetivo del programa es obtener los costos por accidentes, tanto en daños por reparación de la infraestructura dañada en el accidente, como del costo del mismo accidente y con estos datos, considerar por año lo que es necesario pagar para cubrir el costo del proyecto en su vida útil, desde su instalación, mantenimiento, costo de salvamento del proyecto y finalmente considerar los posibles gastos por accidentes y reparación del accidente. "ROADSIDE" es una versión para microcomputadora que emplea el procedimiento de "Costo Efectivo" de la Guía de Diseño de Carreteras de 1988 publicado por la Asociación Americana de Carreteras y Transporte (AASHTO).

## 2.2.8.3 USANDO "ROADSIDE"

El programa se accesa directamente con la palabra ROADSIDE. Entonces el programa lee los archivos de datos y despliega una pantalla inicial donde se muestran los valores básicos y globales de entrada. Estos datos es posible modificarlos, aunque el programa proporciona valores por default que pueden ser empleados por el usuario. En la *FIGURA 2.24* se muestra la pantalla inicial al acceder al programa.

```

1. FATALITY COST      = $ 500,000
2. SEVERE INJURY COST = $ 110,000
3. MODERATE INJURY COST = $ 10,000
4. SLIGHT INJURY COST = $ 3,000
5. PDO LEVEL 2 COST  = $ 2,500
6. PDO LEVEL 1 COST  = $ 500
7. ENCROACHMENT MODEL = ENCRATE * (ADTeff ^ ENC.POWER)
ENCROACHMENTS/MILE/YR
   = 0.0005000 * (ADTeff ^ 1.000000 ) ENCROACHMENTS/MILE/YR
8. ENCROACHMENT ANGLE AT 40 MPH = 17.2 DEGREES
9. ENCROACHMENT ANGLE AT 50 MPH = 15.2 DEGREES
10. ENCROACHMENT ANGLE AT 60 MPH = 13.0 DEGREES
11. ENCROACHMENT ANGLE AT 70 MPH = 11.6 DEGREES
12. LIMITING TRAFFIC VOLUME PER LANE = 10,000 VEHICLES PER DAY
13. SWATH WIDTH = 12 FT.

14. RESET ALL GLOBALS TO DEFAULT STARTUP VALUES.

DO YOU WISH TO CHANGE A PARAMETER VALUE (Y/N)?

```

*FIGURA 2.24 PANTALLA INICIAL DEL PROGRAMA ROADSIDE*

Si no se cuentan con datos acerca de la zona de estudio, es posible emplear los que marca el programa por default, entonces en la siguiente pantalla (*FIGURA 2.25*) que se despliega se muestra la relación del índice de severidad versus costo para información del usuario, ya que con estas relaciones trabajará el programa para obtener los costos finales de proyecto.

SEVERITY INDEX versus COST RELATIONSHIP	
SEVERITY INDEX	COST
0.0	\$ 0
0.5	\$ 500
1.0	\$ 1,375
2.0	\$ 3,135
3.0	\$ 10,295
4.0	\$ 25,350
5.0	\$ 56,535
6.0	\$ 116,555
7.0	\$ 186,150
8.0	\$ 281,720
9.0	\$ 395,500
10.0	\$ 500,000

PRESS ENTER TO CONTINUE

***FIGURA 2.25 EN LA PANTALLA SE MUESTRAN LOS VALORES DE LA RELACIÓN ÍNDICE DE SEVERIDAD VERSUS COSTO, CON LAS CUALES SE OBTENDRÁN LOS COSTOS FINALES DE PROYECTO***

A continuación se muestra la pantalla de trabajo. Todos los datos del proyecto se alimentan en esta pantalla. Para introducir los datos es necesario seleccionar el número correspondiente a la opción a la que se desea acceder, posteriormente aparece una nueva pantalla mostrando los valores que se tienen por default y se pide que se introduzca el nuevo valor del proyecto que se está analizando. Las opciones disponibles para el usuario son:

1. Título
2. Volumen de Tránsito, Tasa de Crecimiento del Tránsito
3. Vialidad Dividida (o no dividida), Número de carriles, Ancho de carril
4. Curvatura, Pendiente

6. Velocidad de Diseño
7. Longitud de la vialidad
8. Frecuencia inicial de colisiones
9. Índices de Severidad
10. Vida útil del proyecto. Tasa de descuento
11. Costo de Instalación del Proyecto
12. Costos por reparación de acotamientos. superficie de rodamiento
13. Costo de Mantenimiento
14. Valor de Salvamento

En la **FIGURA 2.26** se muestra la pantalla de trabajo.

```

1. TITLE  STARTUP VALUES
2. TRAFFIC VOLUME = 0 VPD - TRAFFIC GROWTH = 0.0 % PER YEAR
3. DIVIDED ROADWAY 1 ADJACENT LANE(S) OF WIDTH = 12.0 FT.
4. CURVATURE = 0.0 DEGREES GRADE (PERCENTAGE) = 0.0
5. TRAFFIC BASELINE CURVATURE GRADE USER TOTAL
   VOLUME ENC. FACTOR FACTOR FACTOR ENC.
   ADJACENT 0 0.0000 1.00 1.00 1.00 0.0000
   OPPOSING 0 0.0000 1.00 1.00 1.00 0.0000
6. DESIGN SPEED = 70 MPH ENCROACHMENT ANGLE = 11.6 DEGREES
7. LATERAL (A) = 8 LONGITUDINAL (L) = 200 WIDTH (W) = 1 FT.
8. INITIAL COLLISION FREQUENCY = 0.00000 IMPACTS PER YEAR
   ADJACENT CFT= 0.0000 CF1 = 0.0000 CF2 = 0.0000 CF3 = 0.0000
   OPPOSING CFT= 0.0000 CF4 = 0.0000 CF5 = 0.0000 CF6 = 0.0000
9. SEVERITY INDEX = SU= 0.00 SD= 0.00 CU= 0.00 CD= 0.00 FACE= 0.00
   ACCIDENT COST $ 0 $ 0 $ 0 $ 0 $ 0
   KT = 0.962 KJ = 0.962 CRF = 1.040 KC = 0.962
10. PROJECT LIFE = 1 YEARS DISCOUNT RATE = 4.0 %
11. INSTALLATION COST = $ 0
12. REPAIR COST/ACC $ SU= 0 SD= 0 CU= 0 CD= 0 F= 0
13. MAINTENANCE COST/YR = $ 0
14. SALVAGE VALUE = $ 0
15. PRESENT WORTH = $ 0 ANNUALIZED $ 0
   HIGHWAY DEPT. COST = $ 0 ANNUALIZED $ 0
INPUT ITEM TO CHANGE (1 TO 14) OR FUNCTION KEY PLUS ENTER
1 PRINT 2 STORE 3 RECALL 4 HELP 5 GLOBAL 6 SI v $ 7 DIR 8 SI DEF 9 GRAPH 10 QUIT

```

**FIGURA 2.26 PANTALLA DE TRABAJO**

Cada vez que alguno de los valores numéricos se cambia, el problema se recalcula y se obtienen nuevos resultados.

Los valores y unidades que tienen las opciones que se presentan en la *FIGURA 2.26* se detallan en la *TABLA 2.3*.

**TABLA 2.3 VARIABLES DE LOS DATOS DE ENTRADA**

<b>DATO DE ENTRADA</b>	<b>UNIDAD</b>
Volumen de Tránsito	TDPA por los dos sentidos no dividido (u) dividido (d) un sentido (o)
Tipo de Camino	
Número de carriles	
Ancho de cada carril	pies
Grado de curvatura del camino (promedio)	grados
Pendiente del camino (promedio)	porcentaje
Factor de ajuste por tipo de usuario	
Velocidad de diseño	millas por hora
Longitud de estudio	pies
Ancho de acotamiento	pies
Ancho de protección (en caso de que sea camino dividido)	pies
Índice de Severidad:	
Aguas arriba de la zona de estudio	
Aguas abajo de la zona de estudio	
Aguas arriba de las orillas de la zona de estudio	
Aguas debajo de las orillas de la zona de estudio	
A lo largo de la zona de estudio	
Vida Útil del Proyecto	años
Tasa de descuento	porcentaje
Costo de instalación	dólares
Costo de reparación (por accidente)	dólares
Costo de mantenimiento (por año)	dólares
Valor de Salvamento del proyecto	dólares

A continuación se presentan los elementos de diseño del proyecto:

### *1. Volumen de Tránsito*

El primer paso en el programa es dar el tránsito que se presenta en los dos sentidos de la vía y una tasa estimada anual de crecimiento del tránsito. La tasa de crecimiento del tránsito se da como porcentaje (0 a 10%). Si no se cuenta con alguna guía o con el dato preciso, se sugiere usar una tasa de crecimiento del 2%.

## *2. Tipo de Camino*

El siguiente paso es dar el tipo de camino que se está analizando. Existen 3 opciones: dividido, no dividido, un sentido. También se debe proporcionar el número de carriles y ancho de cada carril debe también darse.

## *3. Factor por el Grado de Curvatura del Camino*

Para las curvas que se presentan del lado derecho del tránsito se consideran positivas y puede considerarse un factor de 2 (máximo) para curvas de 6 grados. Para curvas del lado izquierdo del tránsito se consideran negativas y su factor es de 4 (máximo) para curvas de 6 grados.

## *4. Factor por Pendiente*

Para pendientes negativas en la dirección del tránsito se incrementa la tasa por un factor de 2 a 6%. Para pendientes negativas de 2% o menos no se afecta la tasa básica dada por el programa.

## *5. Velocidad de Diseño*

La velocidad de diseño de el camino se usa para seleccionar la extensión lateral necesaria para una curva. Las velocidades para las curvas utilizadas por el programa son 40, 50, 60 y 70 mph. Para cualquier velocidad de entrada menor a 40 mph, el programa usa 40 mph para el diseño: para la curva diseñada para 50 mph se usan velocidades entre los 40 y 50; la de 60 mph se usa para velocidades entre los 50 y 60 y la de 70 mph para velocidades alrededor de las 60 mph.

## *5. Frecuencia de Colisión*

Usando los datos anteriormente proporcionados, el programa calcula la frecuencia de colisión. El número esperado de colisiones en el área de estudio cada año es una sumatoria de las colisiones presentadas sobre el área de estudio, los lados, entrada y salida de la sección.

## *6. Índice de Severidad*

Para convertir los datos de accidentes a costos, se asigna un índice de severidad (S.I.) a los impactos que se presentan en la zona de estudio. Se usan cuatro valores: impactos dentro de los límites de la zona de estudio, aguas arriba y aguas abajo (para los dos sentidos de tránsito), orillas de la zona de estudio y la superficie total de dicha área.

### 7. Vida útil del proyecto y Tasa de Descuento

La vida útil de un proyecto carretero está en función de la vida usada en el diseño y es un valor de entrada seleccionado por el usuario (para proyectos carreteros se puede considerar una vida útil de 20 años en promedio). Con todos estos valores el programa calcula los factores económicos necesarios para completar el análisis. Si no se cuenta con el dato de tasa de descuento, se puede usar un 4%.

### 8. Costos del Camino

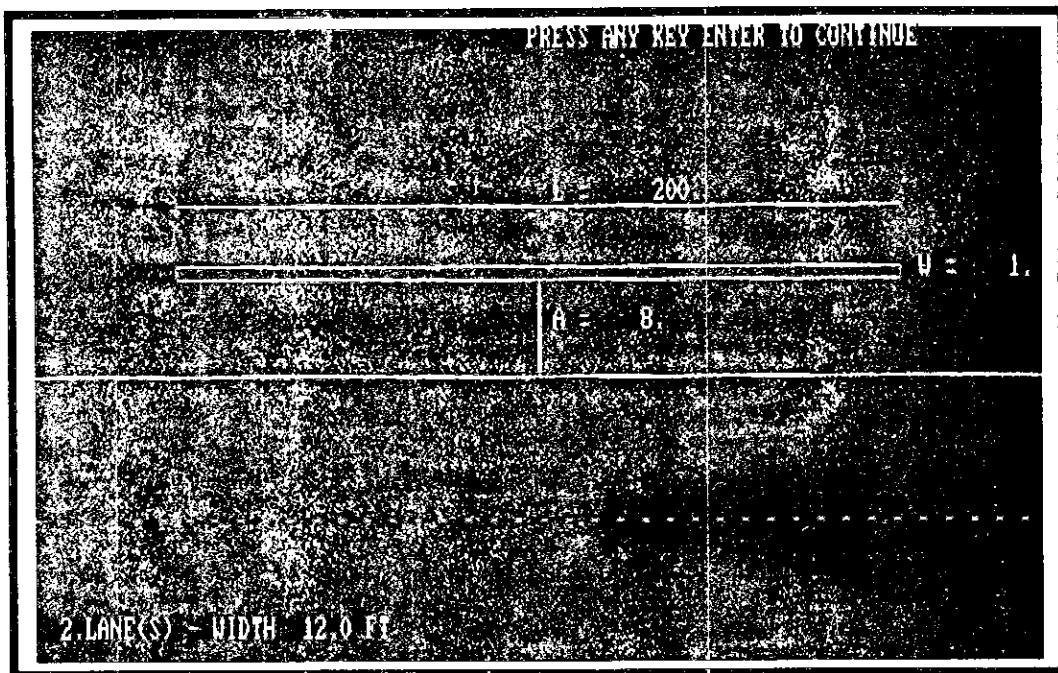
Los costos de instalación, reparación, mantenimiento y salvamento son los datos finales de entrada al programa. Para cada uno de estos elementos se dan el costo presente total y el costo anualizado, los cuales son calculados por el programa. Ésta es la salida del programa, la cual facilita el diseño ingenieril para hacer comparaciones directas entre las diversas alternativas de proyectos, basados en la seguridad para el usuario.

#### 2.2.8.4 TECLAS DE FUNCIONES

Como se puede observar en la *FIGURA 3.26*, en la parte inferior de la pantalla se muestra una serie de opciones que se encuentran asociadas con las teclas de funciones. La acción que realiza cada una de ellas se muestra en la *TABLA 2.4*.

**TABLA 2.4 TECLAS DE FUNCIONES**

Tecla de Función	Acción
F1	Generar una impresión de las variables del problema y los resultados en términos de valor presente y costos anualizados.
F2	Salvar archivo de trabajo. Almacenar las variables y datos básicos de entrada del problema que se esté analizando
F3	Recuperar un archivo previamente almacenado
F4	Accesar al menú de ayuda del programa, el cual contiene información detallada de cada aspecto de ROADSIDE
F5	Opción que permite cambiar los valores básicos de entrada (globales)
F6	Muestra la relación entre el índice de severidad y costo obtenido de los costos de accidentes incluidos en los datos básicos de entrada
F7	Despliega el directorio de los archivos contenidos
F8	Lista el porcentaje de cada tipo de accidente e incluye para cada uno el valor el índice de severidad
F9	Despliega una gráfica de la carretera, de los datos proporcionados en el punto 7 de la pantalla de trabajo ( <i>FIGURA 2.27</i> )
F10	Salir del programa



**FIGURA 2.27 GRÁFICA DE LA CARRETERA EN ESTUDIO: LONGITUD, ANCHO DE ACOTAMIENTO Y ANCHO DE CAMELLÓN**

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación del programa ROADSIDE (los valores básicos de entrada que se consideraron son los que se dan por "default").



## GLOBAL PARAMETERS

1. FATALITY COST = \$ 500,000
2. SEVERE INJURY COST = \$ 110,000
3. MODERATE INJURY COST = \$ 10,000
4. SLIGHT INJURY COST = \$ 3,000
5. PDO LEVEL 2 COST = \$ 2,500
6. PDO LEVEL 1 COST = \$ 500
7. ENCROACHMENT RATE MODEL =  $0.000500 * (ADTeff ^ 1.000000)$   
ENCROACHMENTS PER MILE PER YEAR
8. ENCROACHMENT ANGLE AT 40 MPH = 17.2 DEGREES
9. ENCROACHMENT ANGLE AT 50 MPH = 15.2 DEGREES
10. ENCROACHMENT ANGLE AT 60 MPH = 13.0 DEGREES
11. ENCROACHMENT ANGLE AT 70 MPH = 11.6 DEGREES
12. LIMITING TRAFFIC VOLUME PER LANE = 10,000 VEHICLES PER DAY
13. SWATH WIDTH = 12 FT.

SEVERITY INDEX	COST
0.0	\$ 0
0.5	\$ 500
1.0	\$ 1,375
2.0	\$ 3,135
3.0	\$ 10,295
4.0	\$ 25,350
5.0	\$ 56,535
6.0	\$116,555
7.0	\$186,150
8.0	\$281,720
9.0	\$395,500
10.0	\$500,000

1. TITLE: EJEMPLO APLICACION ROADSIDE
2. INITIAL TRAFFIC VOLUME = 2,850 VEHICLES PER DAY  
 TRAFFIC GROWTH RATE = 5.0 % PER YEAR      DESIGN YEAR ADT = 7,562  
 LIMITING TRAFFIC VOLUME PER LANE = 10,000
3. DIVIDED ROADWAY      LANE(S) OF ADJACENT TRAFFIC = 2.      LANE WIDTH = 12.0 FT.
4. CURVATURE = 0.0 DEGREES      GRADE (PERCENTAGE) = 0.0
5. INITIAL ENCROACHMENT FREQUENCY = 0.0005000 \* (TVeff ^ 1.000000)
- |          | TRAFFIC VOLUME | BASELINE ENC. | CURVATURE FACTOR | GRADE FACTOR | USER FACTOR | TOTAL ENC. |
|----------|----------------|---------------|------------------|--------------|-------------|------------|
| ADJACENT | 1,425          | 0.7125        | 1.00             | 1.00         | 1.0         | 0.7125     |
| OPPOSING | 1,425          | 0.0000        | 1.00             | 1.00         | 1.0         | 0.0000     |
6. DESIGN SPEED = 70 MPH      ENCROACHMENT ANGLE = 11.6      SWATH WIDTH = 12.0
7. LATERAL PLACEMENT (A) = 8. FT.  
 LONGITUDINAL LENGTH (L) = 200. FT.  
 WIDTH OF OBSTACLE = 1. FT.
- |          | ZONE1  | ZONE2  | ZONE3  | ENCROACHMENTS/YEAR |
|----------|--------|--------|--------|--------------------|
| ADJACENT | 0.0007 | 0.0081 | 0.0270 | ENCROACHMENTS/YEAR |
| OPPOSING | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | ENCROACHMENTS/YEAR |
8. INITIAL COLLISION FREQUENCY = 0.019 IMPACTS PER YEAR  
 EXPECTED IMPACTS OVER PROJECT LIFE = 0.658
- |          |             |              |              |              |
|----------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| ADJACENT | CFT= 0.0194 | CF1 = 0.0002 | CF2 = 0.0036 | CF3 = 0.0157 |
| OPPOSING | CFT= 0.0000 | CF4 = 0.0000 | CF5 = 0.0000 | CF6 = 0.0000 |
9. SEVERITY INDEX = 1.00      1.00      2.00      2.00      3.00
- |  | SIDEUP | SIDEDOWN | UP CORNER | DOWN CORNER    | FACE      |
|--|--------|----------|-----------|----------------|-----------|
| ACCIDENT COST = \$                               | 1,375  | \$ 1,375 | \$ 3,135  | \$ 3,135       | \$ 10,295 |
| INITIAL COST/YEAR IMPACTS WITH UPSTREAM SIDE     |        |          |           | OF HAZARD = \$ | 0         |
| INITIAL COST/YEAR IMPACTS WITH DOWNSTREAM SIDE   |        |          |           | OF HAZARD = \$ | 0         |
| INITIAL COST/YEAR IMPACTS WITH UPSTREAM CORNER   |        |          |           | OF HAZARD = \$ | 11        |
| INITIAL COST/YEAR IMPACTS WITH DOWNSTREAM CORNER |        |          |           | OF HAZARD = \$ | 0         |
| INITIAL COST/YEAR IMPACTS WITH FACE              |        |          |           | OF HAZARD = \$ | 161       |
| TOTAL INITIAL ACCIDENT COST = \$                 |        |          |           |                | 173.      |
10. PROJECT LIFE = 20 YEARS      DISCOUNT RATE = 4.0 %  
 KT = 13.590      KJ = 0.456      CRF = 0.074      KC = 21.614
11. COST OF INSTALLATION = \$4,500,000.
12. COST OF REPAIR \$ SU= 5000      SD= 5000      CU= 5000      CD= 5000      F= 10000
13. MAINTENANCE COST PER YEAR = \$ 450,000.
14. SALVAGE VALUE = \$ 45,000.
15. TOTAL PRESENT WORTH = \$%10,602,633.      ANNUALIZED \$ 780,160.  
 HIGHWAY DEPARTMENT COST = \$%10,598,901.      ANNUALIZED \$ 779,886.
- |                     |              |               |          |
|---------------------|--------------|---------------|----------|
| INSTALLATION COST = | \$4,500,000. | ANNUALIZED \$ | 331,118. |
| REPAIR COST =       | \$ 3,792.    | ANNUALIZED \$ | 1379.    |
| MAINTENANCE COST =  | \$6,115,647. | ANNUALIZED \$ | 450,000. |

SALVAGE VALUE	=	\$ 20,537.	ANNUALIZED	<del>ROADSIDE</del>	11.
ACCIDENT COST	=	\$ 3,732.	ANNUALIZED	\$	275.

## 2.2.9 PROGRESSION ANALYSIS AND SIGNAL SYSTEM EVALUATION ROUTINE PASSER II-90

### 2.2.9.1 ANTECEDENTES

#### 2.2.9.1.1 Sistemas de Semáforos

Un sistema de control de tránsito es un conjunto de métodos, técnicas, y equipos usados para coordinar el flujo de tránsito dentro de un área definida o a lo largo de una vialidad. El objetivo principal de un sistema de tránsito es el de proveer un movimiento continuo del tránsito a través de intersecciones semaforizadas con un mínimo de demoras. Este objetivo se logra proporcionando a cada semáforo un plan de tiempos apropiado que también trabaje en conjunto con todas las intersecciones semaforizadas del sistema. Los planes de tiempos indicados consisten de las siguientes partes:

- *Ciclo del sistema*: una longitud de ciclo específico que se adopta para todo el sistema
- *Reparto de Tiempos*: a cada intersección semaforizada del sistema se le asigna un reparto de tiempo que depende de la demanda de tránsito. El reparto de tiempos se refiere a la porción del ciclo que se le asigna a cada fase.
- *Desfase*: a cada intersección del sistema se le asigna un desfase que se relaciona con el inicio de verde en la intersección en particular con la base de tiempo en la intersección con el controlador maestro. El desfase, indicado en segundos, también controla la velocidad a la cual el tránsito puede viajar de intersección en intersección sin detenerse.

Las longitudes de ciclo, los repartos de tiempo y desfases pueden variar proporcionando diferentes planes de demandas variables. Por lo general, los sistemas de semáforos deben tener diferentes planes de tiempo para diferentes horas del día.

#### 2.2.9.1.2 Tipos de Sistemas de Control de Semáforos

Existen diversos métodos y equipos que conforman un sistema de control de tránsito por semáforos. Por lo general, la mayoría de los sistemas están comprendidos entre los que se mencionan a continuación:

- (a) Sistemas no interconectados: los desfases de los controladores esclavos locales con respecto al controlador base son asignados manualmente en cada controlador. Una vez que se establece la

coordinación, el movimiento del tránsito de manera progresiva depende de la habilidad de cada controlador en las intersecciones individuales de mantener los tiempos apropiados.

- (b) **Sistemas Coordinados de Tiempo Base:** este tipo de sistema ofrece coordinación sin necesidad de interconectar físicamente los controladores. Los controladores de tiempo base son relojes muy precisos que pueden ser programados para contener diversos planes de tiempo de acuerdo a la hora del día, día de la semana, incluyendo días de fiesta. La coordinación se mantiene asegurando que todos los controladores tengan exactamente la misma hora.
- (c) **Sistemas Interconectados de Tiempo Fijo:** este sistema utiliza el mismo tipo de equipo descrito anteriormente para sistemas no interconectados, con la diferencia que en este caso están interconectados por medio de cables de semáforos. El número de planes de tiempo disponibles depende del número de desfases y el número de repartos de tiempo que permita el sistema. Un controlador dentro del sistema actúa como controlador maestro y actúa como el coordinador de tiempo para los otros controladores del sistema.
- (d) **Sistemas Dinámicos:** por lo general, este es un sistema interconectado de controladores de tiempo fijo que utiliza un controlador maestro que especifica la longitud del ciclo y los desfases requeridos. Se colocan detectores dentro del sistema para muestrear los volúmenes de tránsito-direcciones para determinar cual de las longitudes de ciclo disponible debería estar en operación. El controlador maestro debe ser un computador.
- (e) **Sistemas Actuados e Interconectados:** por lo general este es un sistema pequeño que consiste de dos o más controladores actuados con uno que trabaja como el maestro del sistema. La capacidad de este tipo de sistemas para desfases es limitada. El controlador maestro puede ser flexible a la demanda o a una combinación de relojes de tiempo.
- (f) **Sistemas de Control de Semáforos por medio de Computadores Digitales:** este es el más sofisticado de los sistemas de control de semáforos. Usa un computador digital para controlar, operar y supervisar el sistema de control de semáforos. Se dispone de planes de tiempo que pueden ser arreglados de diversas formas dependiendo de necesidades específicas. El sistema consiste en una computadora central, una red de comunicaciones (cableado, teléfono, radio o combinación), y equipo de campo (controladores, detectores, etc.)

### **2.2.9.1.3 Tiempos para Sistemas de Semáforos Simples**

Sistemas de semáforos de tiempo fijo se consiguen en los centros de ciudades o en arterias de grandes ciudades. Los patrones de tiempos para este tipo de sistema pueden ser catalogados como simultáneos, alternados o progresivos.

- (a) **Sistemas Simultáneos:** en este tipo de sistema, todos los semáforos a lo largo de una calle dan la misma indicación al mismo tiempo. Por lo general, este tipo de sistemas no es recomendado porque reduce la capacidad, incrementa la velocidad, o detiene gran parte del tránsito. Su uso es adecuado sólo donde la distancia entre intersecciones son muy cortas, todas las intersecciones son semaforizadas y el volumen de tránsito en las calles principales es tan alto que requiere de la mayoría del verde.
- (b) **Sistemas Alternados:** en este tipo de sistema, un grupo de semáforos da indicaciones alternas a una determinada calle al mismo tiempo. Este tipo de sistemas tiene aplicaciones limitadas porque requiere un reparto del ciclo del 50%-50% que puede ser ineficiente para algunas intersecciones. Este tipo de sistema es adecuado para áreas centrales donde la distancia entre intersecciones es constante y las cuadras son completamente cuadradas, consiguiéndose en esos casos progresiones en todas las direcciones.
- (c) **Sistemas Progresivos:** Hay dos tipos de sistemas progresivos: simples y flexibles. El sistema progresivo simple es aquel en el cual las caras de los semáforos controlan las indicaciones de verde de acuerdo a un programa de tiempo predeterminado de manera que permita que un grupo de vehículos (pelotón o columnas), se mueva continuamente a una tasa de velocidad predeterminada, que puede variar en diversas partes del sistema.

Los sistemas progresivos flexibles permiten que los intervalos en cada instalación de semáforos se ajusten a los requerimientos de los volúmenes de tránsito en la intersección y que los inicios del verde en semáforos diversos pueden ser independiente para obtener una eficiencia máxima en la intersección en particular.

## **2.02 INTRODUCCIÓN**

PASSER II-90 es una herramienta para el análisis progresivo de un sistema de semáforos. PASSER II es un programa para arterias. El PASSER II-90 fue desarrollado por el Departamento de Transporte de Texas y la Administración Federal de Caminos (Federal Highway Administration-FHWA).

El PASSER II-90 es una herramienta útil para la ingeniería de tránsito en la optimización de la coordinación del sistema de semáforos arterial para reducir demoras, altos y, por lo tanto, consumo de combustible.

2.2.9.3 USANDO EL PROGRAMA PASSER II-90

El sistema PASSER II-90 tiene elementos esenciales para poder usar el sistema. El paquete contiene un menú (llamado PASSETUP).

2.2.9.3.1 Sistema PASSER II-90

El programa PASSER II-90 contiene los componentes que se muestran en la FIGURA 2.28

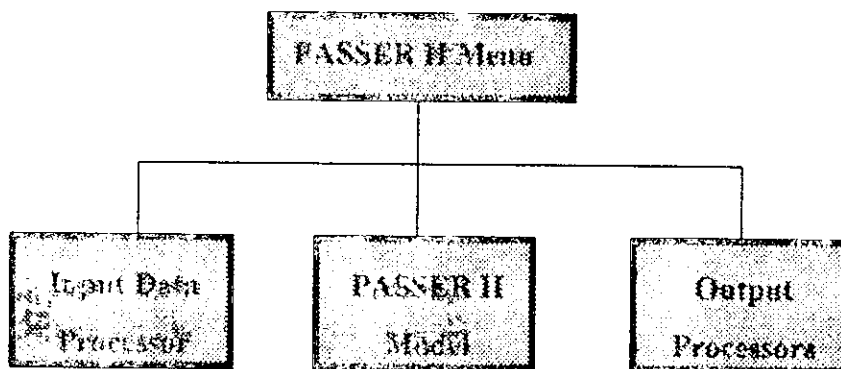


FIGURA 2.28 COMPONENTES DEL PASSER II-90

PASSER II-90 usa 3 tipos de archivos para realizar sus operaciones: archivos de control, archivos ejecutables y archivo para datos de entrada y salida.

2.2.9.3.2 Archivos de Control

El PASSER II controla las operaciones del sistema con dos archivos tipo batch (TABLA 2.5):

1. PASSER 2.BAT: corre el menú PASSER II y el procesador entrada/salida
2. NEXTDO.BAT: corre el PASSER II y anima la simulación del programa

TABLA 2.5 ESTRUCTURA DE LOS ARCHIVOS DEL SISTEMA PASSER II

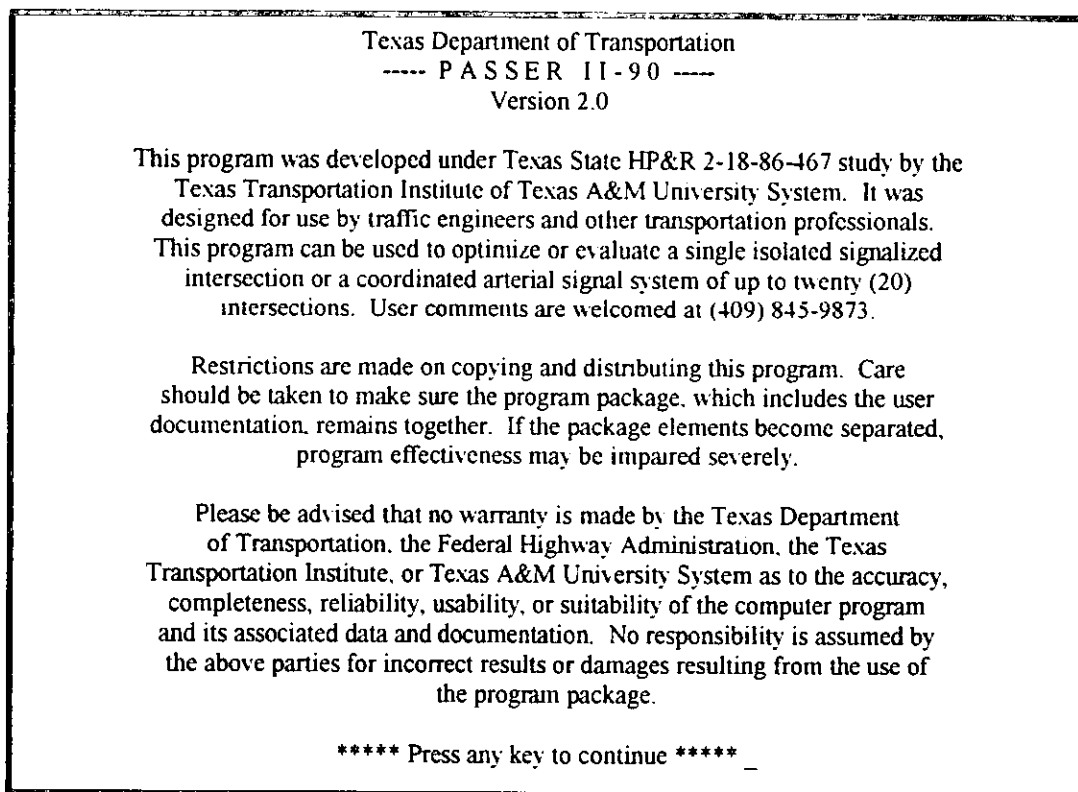
ARCHIVOS TIPO BATCH	CONFIGURACIÓN	EJECUTABLES	ARCHIVOS DE ENTRADA	ARCHIVOS DE SALIDA	AYUDA
PASSER 2.BAT	HARDDISK.DAT	PASSETUP.EXE	DATA	DATA.OUT	MENU
NEXTDO.BAT	*.BGI	P290AI.EXE	PHASER.DAT	SCRATCH.DAT	
	IOSPEC.DAT	LEART.EXE		ARTDATA	
				DATA.GDP	

Algunos archivos de configuración y del menú de ayuda también se usa. Estos archivos son:

1. HARDDISK.DAT: contiene las rutas de los archivos del programa PASSER II. Se inicializa cuando el paquete se instala.
2. \*.BGI: Intefase gráfica utilizada para el modelo de simulación.
3. IOSPEC.DAT: define el nombre de la ruta para salvar el problema en uso.
4. MENU: es el archivo de ayuda para el procesador de entrada/salida.

### 2.2.9.3.3 Ejecución del Programa

El menú del programa PASSER II despliega un menú y ejecuta opciones específicas del menú que seleccione el usuario. Para correr el programa, escriba PASSER21. Cuando se entra al programa, aparece una pantalla de presentación del sistema. La siguiente pantalla presenta en forma breve quién desarrolló el sistema, así como las restricciones de uso del mismo (*FIGURA 2.29*).



**FIGURA 2.29 PANTALLA DE PRESENTACIÓN DEL PASSER II-90**

Posteriormente, se presenta el menú principal (*FIGURA 2.30*), en el cual únicamente es necesario elegir una de las opciones para acceder a ella. La primera opción es para abrir un nuevo archivo e iniciar el análisis de un nuevo problema. Al iniciar un nuevo problema aparece una pantalla de



menú de entrada (*FIGURA 2.31*), en la cual se pueden ir alimentando los datos de tránsito, fases y datos adicionales, posteriormente aparece la pantalla de trabajo de los datos de la arteria en estudio (*FIGURA 2.32*), en ella se piden los datos básicos de la intersección como son número de intersecciones en el corredor, datos de identificación del problema, longitud del ciclo.

La segunda opción del menú principal permite cargar un archivo de datos con el que se ha trabajado previamente.

```
Texas Department of Transportation
----- P A S S E R  I I - 9 0 -----
Version 2.0

-- Main Menu --

1. Input new data.
2. Read old data from disk.

- A:\DATA loaded. -

3. Edit data.
4. Store data on disk.
5. Print current input data.
6. Run PASSER II-90.
7. Go to Output Menu.
8. Quit.

Which item do you choose? 1_
```

*FIGURA 2.30 MENÚ PRINCIPAL DEL PROGRAMA PASSER II-90*

```
Texas Department of Transportation
----- P A S S E R  I I - 9 0 -----
Version 2.0

-- Input Menu --

1. Input New Traffic data.
2. Input Embedded data.
3. Input Phaser data.

Which item do you choose? (Press <ESC> for main menu.) 1_
```

*FIGURA 2.31 MENÚ DE ENTRADA DE DATOS*

```

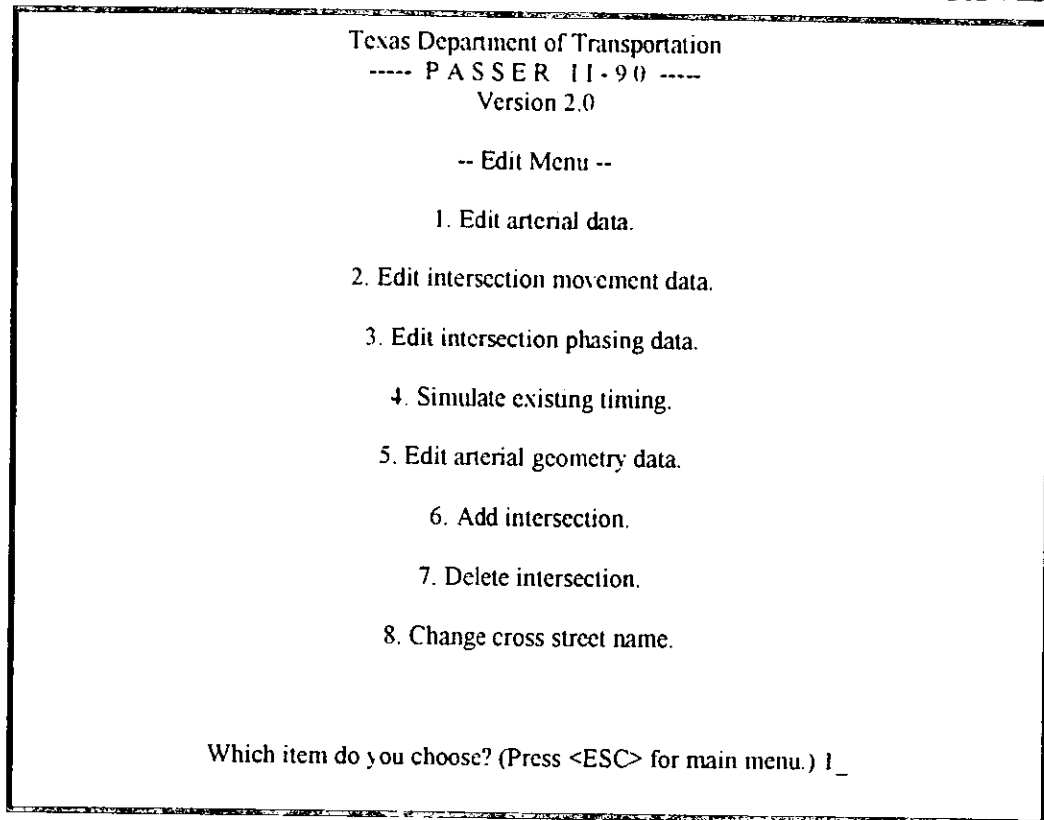
+--[F2]-----+-----+<ESC>--+
          PASSER II-90 Arterial Data
-----+-----+-----+
Run Number      : 1   City Name   : EJEMPLO
Number of Intersections : 4   Arterial Name : Skillman Avenue
District Number  : 18   Date      : 05/08/98
-----+-----+-----+
Lower Cycle Length : 85 | T/S Scales | Movement #2 "A" Direction : 1 |
Upper Cycle Length : 95 |-----|-----|
                   | X : 40 | 1 = North 3 = East 0 = None |
Cycle Increment   : 5 | Y : 2000 | 2 = South 4 = West
-----+-----+-----+
          Output Level : 0 | Progression Options
-----+-----+-----+
0 = Output All Pages | Progression Band
1 = Error Exit - Cover & Error Pages | Speed Variation (Y/N) : Y |
2 = Less Input Data Echo |-----|-----|
3 = Less Input Echo and Best Soln | Minimum "A" Band Split : 0 % |
4 = Simple - Cover, Pin.Set, T/S | 0 = Two-Way Volume Weighted
5 = Debug - All Pages, Variables | 1 = One-Way Progression in "B" |
-----+-----+-----+
Best Solution Format | 2-97 = Min "A" Direction Split
(0 or 1) : 0 | 1 = AAP P2 | 98 = One-Way Street Option
          (0 or 1) : 0 | 99 = One-Way Progression in "A" |
-----+-----+-----+
  
```

FIGURA 2.32 PANTALLA DE TRABAJO PARA DATOS DE ENTRADA

Una vez llenados los datos de entrada, aparecen una serie de pantallas donde se debe indicar la configuración de cada intersección que se encuentra dentro de la arteria en estudio y para ello aparece una pantalla como la que se muestra en la FIGURA 2.33, donde se dan los datos de cada intersección, ya que se dio la información de todas las intersecciones, se debe dar la información referente a las fases permitidas en cada intersección (FIGURA 2.34).

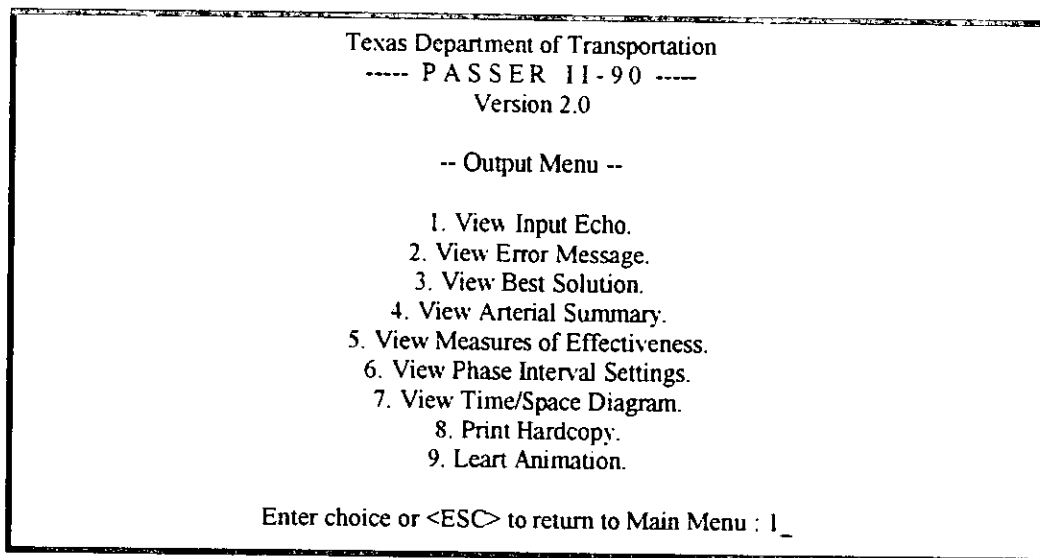
En la opción 3 es posible modificar los datos con los que se ha trabajado, cuando se elige esta opción aparece la pantalla de edición (FIGURA 2.35), en la cual se permite cambiar información por cada intersección, adicionar una intersección a la arteria, borrar alguna intersección, modificar los datos de fases y movimientos.





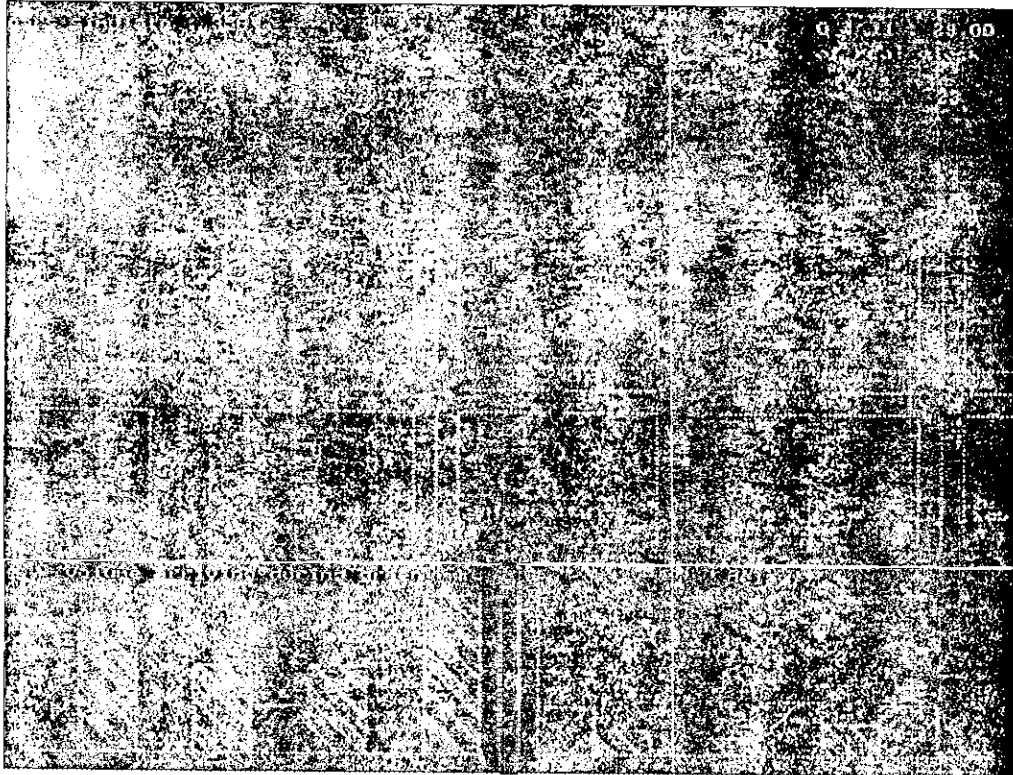
**FIGURA 2.35 MENÚ DE EDICIÓN DEL PASSER II-90**

Una vez que se le proporcionan al programa todos los datos del sistema de semáforos en estudio, entonces es necesario guardar los datos para poder entrar al menú de salida, que es donde se dan los resultados del análisis de la arteria, únicamente para acceder a esta opción es necesario elegir el número 7 y se presentará una pantalla como la que se muestra en la **FIGURA 2.36**.



**FIGURA 2.36 MENÚ DE SALIDA DEL PASSER II-90**

En el menú de salida, es posible ver la mejor solución a la arteria, los datos iniciales, medidas de efectividad, diagrama tiempo/espacio e imprimir los resultados del estudio. Además tiene la opción de presentar una vista animada del comportamiento de la arteria, lo cual facilita la toma de decisiones en el caso de contar con varios proyectos para establecer en un área determinada. En la **FIGURA 2.37** se muestra un ejemplo de la pantalla que se muestra cuando se elige la opción de "LEART".



**FIGURA 2.37 PANTALLA DE SIMULACIÓN CON "LEART"**

A continuación se muestran las salidas de un ejemplo de un corredor llamado Skillman Avenue, al cual corresponde el diagrama de "LEART" mostrado en la **FIGURA 2.37**.

(COVER)

DECEMBER 93                      PASSER II-90                      VERSION 2.0  
                                    MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM

Dallas                      Skillman Avenue                      DISTRICT 18 04/01/98                      RUN NO. 1

- PROGRESSION MODE.
- SPEED VARIATION.

\*\*\*\* INPUT DATA SUMMARY \*\*\*\*

NUMBER OF INTERSECTIONS	LOWER CYCLE LENGTH	UPPER CYCLE LENGTH	CYCLE INCREMENT
4	85	95	5
MASTER INTERSECTION	REFERENCE INTERSECTION	REFERENCE POINT	SYSTEMWIDE LOST TIME
1	1	BEGIN	4.0

(EMBED.DAT)

DECEMBER 93                      PASSER II-90  
                                    MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM                      VERSION 2.0

TRAFFIC CONTROL TYPE:	LEFT TURN SNEAKERS:	DELAY UNIT:
PRETIMED OPERATION	2.0 VEHICLES	TOTAL DELAY
IDEAL SATURATION FLOW:	PHASE LOST TIME:	LOS DELAY CRITERIA:
1900 PCPHGPL	4.0 SECONDS	A - 6.5 SECS/VEH
ANALYSIS PERIOD:	LEFT TURN PHASING:	B - 19.5 SECS/VEH
15 MINUTES	APPROACH-BASED	C - 32.5 SECS/VEH
		D - 52.0 SECS/VEH
		E - 78.0 SECS/VEH
		F - 78.0 SECS/VEH

PERMITTED LEFT TURN MODEL: (6) TTI MODEL

MODEL COEFFICIENTS: VO = Opp Sat Flow (vph) = 1750  
                          T = LT Critical Gap (sec) = 4.5  
                          H = LT Headway (sec) = 2.5

(INPUT.DATA)

DECEMBER 93                      PASSER II-90                      MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM                      VERSION 2.0

\*\*\*\*\* INPUT DATA CONTINUED \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\* INTERSECTION 1            Mockingbird  
 DISTANCE 0 TO 1            SPEED            DISTANCE 1 TO 0            SPEED  
           0. FT                    0. MPH                    0. FT                    0. MPH

A SIDE QUEUE CLEARANCE                      B SIDE QUEUE CLEARANCE  
           0 SECS    0 SECS

ARTERIAL PERMISSIBLE PHASE SEQUENCE			CROSS ST PHASE SEQUENCE		
DUAL LEFTS	(1+5)	WITH OVERLAP	LT 3 LEADS	(3+8)	
DUAL THRUS	(2+6)	WITH OVERLAP	WITH OVERLAP		
LT 5 LEADS	(2+5)	WITH OVERLAP			
LT 1 LEADS	(1+6)	WITH OVERLAP			

		ARTERIAL STREET					CROSS STREET			
PHASE	(NEMA)	5 [5]	6	1 [5]	2	3 [5]	4	7 [5]	8	
VOLUMES	(VPH)	88	1114	51	431	240	568	43	1560	
SAT FLOW RATE	(VPHG)	1700	3500	1700	2701	1700	5250	1700	5250	
MINIMUM PHASE	(SEC)	10	21	10	21	10	16	10	16	





(INPUT.DATA)

DECEMBER 93 PASSER II-90 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM VERSION 2.0

\*\*\*\* INPUT DATA CONTINUED \*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\* INTERSECTION 3 Lovers Lane  
 DISTANCE 2 TO 3 SPEED DISTANCE 3 TO 2 SPEED  
 1663. FT 32. MPH 1663. FT 36. MPH

A SIDE QUEUE CLEARANCE B SIDE QUEUE CLEARANCE  
 0 SECS 0 SECS

ARTERIAL PERMISSIBLE PHASE SEQUENCE	CROSS ST PHASE SEQUENCE
DUAL LEFTS (1+5) WITH OVERLAP	DUAL LEFTS (3+7)
DUAL THRUS (2+6) WITH OVERLAP	WITH OVERLAP
LT 5 LEADS (2+5) WITH OVERLAP	
LT 1 LEADS (1+6) WITH OVERLAP	

PHASE	(NEMA)	ARTERIAL STREET					CROSS STREET			
		5[5]	6	1[5]	2	3[5]	4	7[5]	8	
VOLUMES	(VPH)	70	2052	21	407	54	227	100	877	
SAT FLOW RATE	(VPHG)	1700	5250	1700	5250	1700	5250	1700	5250	
MINIMUM PHASE	(SEC)	10	21	10	21	10	21	10	21	



(ART.SUMY)

DECEMBER 93                      PASSER II-90                      VERSION 2.0  
                                    MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM

Dallas                      \*\*\*\* BEST PROGRESSION SOLUTION SUMMARY \*\*\*\*                      RUN NO. 1  
                                    Skillman Avenue                      DISTRICT 18 04/01/98

CYCLE LENGTH = 95 SECS                      (MAXIMIN CYCLE = 99 SECS)  
EFFICIENCY = .40                      (GREAT PROGRESSION)  
ATTAINABILITY = 1.00                      (INCREASE MIN. THROUGH PHASE)

BAND A = 37 SECS                      AVERAGE SPEED = 32 MPH  
BAND B = 38 SECS                      AVERAGE SPEED = 36 MPH

NOTE: ARTERIAL PROGRESSION EVALUATION CRITERIA

-----  
EFFICIENCY    0.00 - 0.12 - "POOR PROGRESSION"  
                  0.13 - 0.24 - "FAIR PROGRESSION"  
                  0.25 - 0.36 - "GOOD PROGRESSION"  
                  0.37 - 1.00 - "GREAT PROGRESSION"  
  
ATTAINABILITY 1.00 - 0.99 - "INCREASE MIN THRU PHASE"  
                  0.99 - 0.70 - "FINE-TUNING NEEDED"  
                  0.69 - 0.00 - "MAJOR CHANGES NEEDED"



(BEST.SOLN)

DECEMBER 93                      PASSER II-90  
 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM                      VERSION 2.0

\*\*\*\* BEST SOLUTION.... NEMA PHASE DESIGNATION \*\*\*\*

\*\*\* INT.            1            .0 SEC OFFSET            ART    ST PHASE SEQ IS LT 5 LEADS            (2+5)  
 Mockingbird       .0 %    OFFSET            CROSS ST PHASE SEQ IS LT 3 LEADS            (3+8)

	ARTERIAL STREET				CROSS STREET				
CONCURRENT PHASES	2+5	2+6	1+6	TOTAL	3+8	4+8	4+7	TOTAL	
PHASE TIME (SECS)	10.1	27.5	10.8	48.4	25.7	10.9	10.0	46.6	
PHASE TIME (%)	10.6	28.9	11.4	50.9	27.1	11.5	10.5	49.1	
----- MEASURES OF EFFECTIVENESS -----									
PHASE (NEMA)	5[5]	6	1[5]	2	3[5]	4	7[5]	8	
PHASE DIRECTION	EBLTPR	WBTHRU	WBLTPR	EBTHRU	NBLTPR	SBTHRU	SBLTPR	NBTHRU	
PHASE TIME (SEC)	10.1	38.3	10.8	37.6	25.7	20.9	10.0	36.6	
V/C-RATIO	.81	.88	.42	.45	.62	.61	.40	.87	
LEVEL OF SERVICE	D	E	A	A	B	B	A	E	
DELAY (SECS/VEH)	73.5	31.9	44.0	23.9	35.6	37.1	44.5	33.6	
LEVEL OF SERVICE	E	C	D	C	D	D	D	D	
QUEUE (VEH/LANE)	3.8	10.7	1.4	5.0	5.6	4.3	1.2	10.5	
STOPS (STOPS/HR)	109.	1086.	46.	391.	205.	521.	40.	1479.	
TOTAL INTERSECTION DELAY					FUEL CONSUMPTION		MINIMUM DELAY CYCLE		
33.79 SECS/VEH					83.90 GAL/HR		97 SECS		

(BEST.SOLN)

DECEMBER 93                      PASSER II-90  
 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM                      VERSION 2.0

\*\*\*\* BEST SOLUTION CONTINUED.... NEMA PHASE DESIGNATION \*\*\*\*

\*\*\* INT.        2    29.9 SEC OFFSET        ART    ST PHASE SEQ IS DUAL LEFTS        (1+5)  
 University    31.5 %    OFFSET        CROSS ST PHASE SEQ IS DUAL THRU    (4+8)

CONCURRENT PHASES	ARTERIAL STREET				CROSS STREET			
	1+5	1+6	2+6	TOTAL	4+8	3+8	3+7	TOTAL
PHASE TIME (SECS)	10.1	.0	63.9	74.0	21.0	.0	.0	21.0
PHASE TIME (%)	10.6	.0	67.3	77.9	22.1	.0	.0	22.1
----- MEASURES OF EFFECTIVENESS -----								
PHASE (NEMA)	5[5]	6	1[5]	2	3[1]	4	7[1]	8
PHASE DIRECTION	EBLTPR	WBTHRU	WBLTPR	EBTHRU	NBLTPM	SBTHRU	SBLTPM	NBTHRU
PHASE TIME (SEC)	10.1	63.9	10.1	63.9	.0	21.0	.0	21.0
V/C-RATIO	.54	.67	.10	.17	.00	.24	.00	.71
LEVEL OF SERVICE	A	B	A	A		A		C
DELAY (SECS/VEH)	48.5	3.9	41.9	5.3	.0	33.4	.0	41.0
LEVEL OF SERVICE	D	A	D	A		D		D
QUEUE (VEH/LANE)	1.7	4.1	.3	1.6	.0	1.7	.0	5.5
STOPS (STOPS/HR)	57.	548.	10.	97.	0.	101.	0.	317.
TOTAL INTERSECTION DELAY	FUEL CONSUMPTION				MINIMUM DELAY CYCLE			
12.00 SECS/VEH	42.43 GAL/HR				69 SECS			

(BEST.SOLN)

DECEMBER 93 PASSER II-90 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM VERSION 2.0

\*\*\*\* BEST SOLUTION CONTINUED.... NEMA PHASE DESIGNATION \*\*\*\*

\*\*\* INT. 3 .6 SEC OFFSET ART ST PHASE SEQ IS LT 5 LEADS (2+5)  
 Lovers Lane .6 % OFFSET CROSS ST PHASE SEQ IS DUAL LEFTS (3+7)

	ARTERIAL STREET				CROSS STREET				
CONCURRENT PHASES	2+5	2+6	1+6	TOTAL	3+7	3+8	4+8	TOTAL	
PHASE TIME (SECS)	10.0	38.5	11.5	60.0	11.3	2.7	21.0	35.0	
PHASE TIME (%)	10.5	40.5	12.1	63.2	11.9	2.8	22.1	36.8	
----- MEASURES OF EFFECTIVENESS -----									
PHASE (NEMA)	5[5]	6	1[5]	2	3[5]	4	7[5]	8	
PHASE DIRECTION	EBLTPR	WBTHRU	WBLTPR	EBTHRU	NBLTPR	SBTHRU	SBLTPR	NBTHRU	
PHASE TIME (SEC)	10.0	50.0	11.5	48.5	14.0	21.0	11.3	23.7	
V/C-RATIO	.65	.81	.16	.17	.30	.24	.77	.81	
LEVEL OF SERVICE	B	D	A	A	A	A	C	D	
DELAY (SECS/VEH)	55.1	16.8	41.0	14.5	39.6	33.5	63.5	39.9	
LEVEL OF SERVICE	E	B	D	B	D	D	E	D	
QUEUE (VEH/LANE)	2.3	8.5	.5	2.0	1.4	1.7	3.7	7.0	
STOPS (STOPS/HR)	74.	1890.	18.	366.	46.	205.	113.	831.	
TOTAL INTERSECTION DELAY					FUEL CONSUMPTION		MINIMUM DELAY CYCLE		
25.25 SECS/VEH					91.94 GAL/HR		87 SECS		



(BEST.SOLN)

DECEMBER 93 PASSER II-90 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM VERSION 2.0

\*\*\*\* BEST SOLUTION CONTINUED.... NEMA PHASE DESIGNATION \*\*\*\*

\*\*\* INT. 4 49.5 SEC OFFSET ART ST PHASE SEQ IS LT 1 LEADS (1+6)  
 Southwest 52.1 % OFFSET CROSS ST PHASE SEQ IS DUAL LEFTS (3+7)

	ARTERIAL STREET				CROSS STREET			
	1+6	2+6	2+5	TOTAL	3+7	3+8	4+8	TOTAL
CONCURRENT PHASES								
PHASE TIME (SECS)	10.0	36.3	10.0	56.3	10.0	5.3	23.4	38.7
PHASE TIME (%)	10.5	38.2	10.5	59.3	10.5	5.6	24.6	40.7
----- MEASURES OF EFFECTIVENESS -----								
PHASE (NEMA)	5[5]	6	1[5]	2	3[5]	4	7[5]	8
PHASE DIRECTION	EBLTPR	WBTHRU	WBLTPR	EBTHRU	NBLTPR	SBTHRU	SBLTPR	NBTHRU
PHASE TIME (SEC)	10.0	46.3	10.0	46.3	15.3	23.4	10.0	28.7
V/C-RATIO	.24	.89	.13	.30	.38	.39	.79	.88
LEVEL OF SERVICE	A	E	A	A	A	A	C	E
DELAY (SECS/VEH)	42.5	30.8	42.3	12.5	39.4	33.1	70.2	49.8
LEVEL OF SERVICE	D	C	D	B	D	D	E	D
QUEUE (VEH/LANE)	.7	13.0	.4	2.9	1.9	3.0	3.4	11.5
STOPS (STOPS/HR)	23.	1349.	13.	421.	66.	126.	101.	429.
TOTAL INTERSECTION DELAY					FUEL CONSUMPTION			
32.27 SECS/VEH					45.57 GAL/HR			
					MINIMUM DELAY CYCLE			
					99 SECS			

(ART.MOE)

DECEMBER 93                      PASSER II-90  
MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM                      VERSION 2.0

\*\*\*\* TOTAL ARTERIAL SYSTEM PERFORMANCE \*\*\*\*

Dallas                      Skillman Avenue                      DISTRICT 18 04/01/98                      RUN NO. 1

CYCLE LENGTH = 95 SECS                      BAND A = 37 SECS                      BAND B = 38 SECS  
AVERAGE PROGRESSION SPEED - BAND A = 32 MPH                      BAND B = 36 MPH

.40 EFFICIENCY                      1.00 ATTAINABILITY

AVERAGE INTERSECTION DELAY                      TOTAL SYSTEM DELAY                      TOTAL NUMBER VEHICLES  
27.0 SECS/VEH                      96.3 VEH-HR/HR                      12861.

TOTAL SYSTEM FUEL CONSUMPTION                      TOTAL SYSTEM STOPS                      MAXIMIN CYCLE  
263.83 GAL/HR                      11078. STOPS                      99 SECS

(ART.MOE)

DECEMBER 93

PASSER II-90  
MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM

VERSION 2.0

EFFICIENCY VERSUS CYCLE LENGTH

	CYCLE LENGTH	CUMULATIVE EFFICIENCY
	85	.33
	90	.38
	95	.40
BEST SOLUTION	95	.40

(PIN.SET)

DECEMBER 93 PASSER II-90 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM VERSION 2.0

\*\*\*\* SUMMARY OF PASSER II-90 BEST SIGNAL TIMING SOLUTION \*\*\*\*

Dallas Skillman Avenue DISTRICT 18 04/01/98 RUN NO. 1

CYCLE = 95. SECONDS SPLIT = 1 2 3. OFFSET = 1 2 3.

DEFAULT(1) : SAME MASTER & SYS INT, OFFSET TO BEGINNING OF MAIN STREET GREEN  
 MAST INT = 1 SYS INT = 1 SYS OFFSET = .0 REF MOVMT = 0 REF PNT = BEGIN

INTRSC 1 : Mockingbird COORD PHASE : 0 OFFSET : .0 SEC : 0.%

\*-[MASTER AND SYSTEM INTERSECTION]

DUAL-RING PHASE #	5	6	1	2	3	4	7	8
PHASE SPLIT (SEC)	10.1	38.3	10.8	37.6	25.7	20.9	10.0	36.6
PHASE SPLIT (%)	11.%	40.%	11.%	40.%	27.%	22.%	11.%	39.%
PHASE REVERSAL	--	--	2	1	--	--	8	7
LEFT TURN	LEAD	--	LAG	--	LEAD	--	LAG	--
CONCURRENT PHASES	2+5	2+6	1+6	3+8	4+8	4+7	MAIN	CROSS
DURATION (SEC)	10.1	27.5	10.8	25.7	10.9	10.0	48.4	46.6
CYCLE COUNT (SEC)	.0	10.1	37.6	48.4	74.1	85.0	.0	48.4
CYCLE COUNT (%)	0.%	11.%	40.%	51.%	78.%	89.%	0.%	51.%

(PIN.SET)

DECEMBER 93                      PASSER II-90                      VERSION 2.0  
                                     MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM

\*\*\*\* SUMMARY OF PASSER II-90 BEST SIGNAL TIMING SOLUTION \*\*\*\*  
 Dallas                      Skillman Avenue                      DISTRICT 18 04/01/98                      RUN NO. 1

CYCLE = 95. SECONDS                      SPLIT = 1 2 3.                      OFFSET = 1 2 3.

DEFAULT(1) : SAME MASTER & SYS INT, OFFSET TO BEGINNING OF MAIN STREET GREEN  
 MAST INT = 1 SYS INT = 1 SYS OFFSET = .0 REF MOVMT = 0 REF PNT = BEGIN

INTRSC 2 : University                      COORD PHASE : 0 OFFSET : 29.9                      SEC : 31.%

DUAL-RING PHASE #	5	6	1	2	3	4	7	8
PHASE SPLIT (SEC)	10.1	63.9	10.1	63.9	.1	21.0	.1	21.0
PHASE SPLIT (%)	11.%	67.%	11.%	67.%	0.%	22.%	0.%	22.%
PHASE REVERSAL	--	--	--	--	4	3	8	7
LEFT TURN	LEAD	--	LEAD	--	LAG	--	LAG	--

CONCURRENT PHASES	1+5	1+6	2+6	4+8	3+8	3+7	MAIN	CROSS
DURATION (SEC)	10.1	.0	63.9	21.0	.0	.0	74.0	21.0
CYCLE COUNT (SEC)	29.9	40.0	40.0	8.9	29.9	29.9	29.9	8.9
CYCLE COUNT ( % )	31.%	42.%	42.%	9.%	31.%	31.%	31.%	9.%

(PIN.SET)

DECEMBER 93 PASSER II-90 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM VERSION 2.0

\*\*\*\* SUMMARY OF PASSER II-90 BEST SIGNAL TIMING SOLUTION \*\*\*\*

Dallas Skillman Avenue DISTRICT 18 04/01/98 RUN NO. 1

CYCLE = 95. SECONDS SPLIT = 1 2 3. OFFSET = 1 2 3.

DEFAULT(1) : SAME MASTER & SYS INT, OFFSET TO BEGINNING OF MAIN STREET GREEN  
 MAST INT = 1 SYS INT = 1 SYS OFFSET = .0 REF MOVMT = 0 REF PNT = BEGIN

INTRSC 3 : Lovers Lane COORD PHASE : 0 OFFSET : .6 SEC : 1.%

DUAL-RING PHASE #	5	6	1	2	3	4	7	8
PHASE SPLIT (SEC)	10.0	50.0	11.5	48.5	14.0	21.0	11.3	23.7
PHASE SPLIT (%)	11.%	53.%	12.%	51.%	15.%	22.%	12.%	25.%
PHASE REVERSAL	--	--	2	1	--	--	--	--
LEFT TURN	LEAD	--	LAG	--	LEAD	--	LEAD	--

CONCURRENT PHASES	2+5	2+6	1+6	3+7	3+8	4+8	MAIN	CROSS
DURATION (SEC)	10.0	38.5	11.5	11.3	2.7	21.0	60.0	35.0
CYCLE COUNT (SEC)	.6	10.6	49.1	60.6	71.9	74.6	.6	60.6
CYCLE COUNT ( % )	1.%	11.%	52.%	64.%	76.%	79.%	1.%	64.%

(PIN.SET)

DECEMBER 93                      PASSER II-90  
 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM                      VERSION 2.0

\*\*\*\* SUMMARY OF PASSER II-90 BEST SIGNAL TIMING SOLUTION \*\*\*\*  
 Dallas                      Skillman Avenue                      DISTRICT 18 04/01/98                      RUN NO. 1

CYCLE = 95. SECONDS                      SPLIT = 1 2 3.                      OFFSET = 1 2 3.

DEFAULT(1) : SAME MASTER & SYS INT, OFFSET TO BEGINNING OF MAIN STREET GREEN  
 MAST INT = 1 SYS INT = 1 SYS OFFSET = .0 REF MOVMT = 0 REF PNT = BEGIN

INTRSC 4 : Southwest                      COORD PHASE : 0 OFFSET : 49.5                      SEC : 52.%

DUAL-RING PHASE #	5	6	1	2	3	4	7	8
PHASE SPLIT (SEC)	10.0	46.3	10.0	46.3	15.3	23.4	10.0	28.7
PHASE SPLIT (%)	11.%	49.%	11.%	49.%	16.%	25.%	11.%	30.%
PHASE REVERSAL	6	5	--	--	--	--	--	--
LEFT TURN	LAG	--	LEAD	--	LEAD	--	LEAD	--
CONCURRENT PHASES	1+6	2+6	2+5	3+7	3+8	4+8	MAIN	CROSS
DURATION (SEC)	10.0	36.3	10.0	10.0	5.3	23.4	56.3	38.7
CYCLE COUNT (SEC)	49.5	59.5	.8	10.8	20.8	26.1	49.5	10.8
CYCLE COUNT ( % )	52.%	63.%	1.%	11.%	22.%	27.%	52.%	11.%

(PIN.SET)

DECEMBER 93 PASSER II-90 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM VERSION 2.0

\*\*\*\* SUMMARY OF PASSER II-90 BEST SIGNAL TIMING SOLUTION \*\*\*\*

Dallas Skillman Avenue DISTRICT 18 04/01/98 RUN NO. 1

CYCLE = 95. SECONDS SPLIT = 1 2 3. OFFSET = 1 2 3.

DEFAULT(2) : SAME MASTER & SYS INT, OFFSET TO BEGINNING OF NEMA PHASE 2  
 MAST INT = 1 SYS INT = 1 SYS OFFSET = .0 REF MOVMT = 2 REF PNT = BEGIN

INTRSC 1 : Mockingbird COORD PHASE : 2 OFFSET : .0 SEC : 0.0%  
 \*- [MASTER AND SYSTEM INTERSECTION]

DUAL-RING PHASE #	5	6	1	2	3	4	7	8
PHASE SPLIT (SEC)	10.1	38.3	10.8	37.6	25.7	20.9	10.0	36.6
PHASE SPLIT (%)	11.0%	40.0%	11.0%	40.0%	27.0%	22.0%	11.0%	39.0%
PHASE REVERSAL	--	--	2	1	--	--	8	7
LEFT TURN	LEAD	--	LAG	--	LEAD	--	LAG	--
CONCURRENT PHASES	2+5	2+6	1+6	3+8	4+8	4+7	MAIN	CROSS
DURATION (SEC)	10.1	27.5	10.8	25.7	10.9	10.0	48.4	46.6
CYCLE COUNT (SEC)	.0	10.1	37.6	48.4	74.1	85.0	.0	48.4
CYCLE COUNT (%)	0.0%	11.0%	40.0%	51.0%	78.0%	89.0%	0.0%	51.0%





(PIN.SET)

DECEMBER 93                      PASSER II-90  
 MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM                      VERSION 2.0

\*\*\*\* SUMMARY OF PASSER II-90 BEST SIGNAL TIMING SOLUTION \*\*\*\*  
 Dallas                      Skillman Avenue                      DISTRICT 18 04/01/98                      RUN NO. 1

CYCLE = 95. SECONDS                      SPLIT = 1 2 3.                      OFFSET = 1 2 3.

DEFAULT(2) : SAME MASTER & SYS INT, OFFSET TO BEGINNING OF NEMA PHASE 2  
 MAST INT = 1 SYS INT = 1 SYS OFFSET = .0 REF MOVMT = 2 REF PNT = BEGIN

INTRSC 3 : Lovers Lane                      COORD PHASE : 2 OFFSET : .6                      SEC : 1.%

DUAL-RING PHASE #	5	6	1	2	3	4	7	8
PHASE SPLIT (SEC)	10.0	50.0	11.5	48.5	14.0	21.0	11.3	23.7
PHASE SPLIT (%)	11.%	53.%	12.%	51.%	15.%	22.%	12.%	25.%
PHASE REVERSAL	--	--	2	1	--	--	--	--
LEFT TURN	LEAD	--	LAG	--	LEAD	--	LEAD	--
CONCURRENT PHASES	2+5	2+6	1+6	3+7	3+8	4+8	MAIN	CROSS
DURATION (SEC)	10.0	38.5	11.5	11.3	2.7	21.0	60.0	35.0
CYCLE COUNT (SEC)	.6	10.6	49.1	60.6	71.9	74.6	.6	60.6
CYCLE COUNT (%)	1.%	11.%	52.%	64.%	76.%	79.%	1.%	64.%



PASSER II-90

DECEMBER 93

MULTIPHASE ARTERIAL PROGRESSION PROGRAM

VERSION 2.0

RUN NO 1 DISTRICT 18 Skillman Avenue 04/01/98 CYCLE = 95 SECONDS  
 HORIZONTAL SCALE 1 INCH = 40 SECS (1 inch = 10 characters)  
 VERTICAL SCALE 1 INCH = 3326 FEET (1 inch = 6 lines)

```

INT 4 I
Southwe I//          \\XXXXXXXXX /          \\XXXXXXXXX//          \\XXXXXXX
 49.5S I
        I
        I
INT 3 I
Lovers I//XXXXXXXXXX\\ /XXXXXXXXXX\\ //XXXXXXXXXX\\
.6S I
INT 2 I
Univers IXX  ===XXXXXXXXXXXXXXXXX X  ===XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  ===XXXXXXXXXXXXXXXXX
29.9S I
        I
        I
        I
INT 1 I
Mocking I//XXXXXXX\\ /XXXXXXX\\ //XXXXXXX\\
0.0S
  
```

/A/

32 MPH  
37 SECOND BAND

36 MPH  
38 SECOND BAND

=== DUAL LEFTS (1+5)  
/// LT 5 LEADS (2+5)

XXX DUAL THRU (2+6)  
\\ \ LT 1 LEADS (1+6)

## 2.2.10 WORK TRIP MODE CHOICE ESTIMATION MODEL (MODE CHOICE)

### 2.2.10.1 ANTECEDENTES

#### 2.2.10.1.1 Conceptos

La distribución o selección es el paso final del proceso de proyección de la demanda por transporte. Su objetivo es estimar los flujos de cargas o pasajeros entre las parejas de zonas de tráfico, para cada modo de transporte analizado. Después de conocerse la demanda, representada en las matrices de flujos por modo de transporte, se inicia la integración con la oferta, a través del cargamento de la red multimodal de transporte.

Para elaborar las estimaciones, los modelos de distribución (o de selección) modal utilizan información sobre la distribución y características de la demanda y oferta de transportes. Todo funciona como si las matrices de distribución de demanda, para cada tipo de flujo (por ejemplo: motivo de viaje, tipo de producto o clase socioeconómica), fueron "dividas" en otras matrices, una para cada modo disponible para el tipo de flujo considerado. Para cada celda de la matriz, el flujo entre la pareja de zonas correspondientes es atribuido a los distintos modos en función de sus atributos con respecto a este desplazamiento específico.

La etapa de distribución modal tiene un papel central en el proceso de simulación de demanda, ya sea que la mayor parte de las variables de políticas de transporte estén incluidas en estos modelos. Históricamente, fue la etapa que presentó la mayor evolución desde el punto de vista teórico y de aplicación práctica. El propio nombre, distribución modal, refleja un enfoque adoptado hasta la década de los 70's, cuando el análisis era hecho de manera agregada, estimándose la distribución de los flujos totales entre parejas de zonas entre los modos. Más recientemente, se empezaron a estudiar los mecanismos que condicionan la selección del modo de transporte a nivel individual, lo que trajo el desarrollo de los modelos de selección modal (*SEDESOL, 1994*).

#### 2.2.10.1.2 Flujos Cautivos

Un flujo es llamado cautivo de un determinado modo de transporte cuando su realización se hace exclusivamente (o casi) a través de este modo. Distintos motivos pueden hacer un determinado tipo de flujo considerarse cautivo de un modo de transporte. En el caso urbano, el ejemplo clásico es el de personas de escasos recursos, sin acceso al automóvil, cautivas, por lo tanto, del transporte público (éstas podrán, eventualmente, tener la posibilidad de optar entre modos distintos de

transporte público, en caso de que estén disponibles, dejando, entonces, de considerarse cautivas de un modo). Por otro lado, hay también los que tienen un ingreso tan alto que nunca van a utilizar transporte público, siendo cautivos del automóvil.

En el caso de los flujos cautivos, el análisis de la selección modal es suprimida.

A continuación se analizan diversos temas relacionados al enfoque adoptado para los productos llamados competitivos, es decir, aquellos en donde existen por lo menos dos alternativas de modos de transporte en las cuales es posible hacer el desplazamiento.

### **2.2.10.1.3 Factores que ejercen influencia en la Selección Modal**

La selección del modo de transporte depende de tres conjuntos de características:

- Atributos del desplazamiento
- Atributos del usuario
- Atributos del sistema de transporte

Los atributos más importantes pueden variar, dependiendo si los flujos analizados son de mercancías o de pasajeros. Los atributos de desplazamiento se refieren a las características como las ejemplificadas a continuación:

- Motivo del viaje (ejemplo: trabajo, escuela, compras, diversión)
- Periodo cuando el viaje es hecho
- Destino en la región central
- Frecuencia de los viajes
- Distancia del viaje

Con respecto a los atributos de los usuarios, algunos de los más importantes son los descritos a continuación:

- Tipo de automóviles
- Ingreso familiar o individual
- Nivel cultural
- Estructura familiar

Por último, en cuanto a las características de la oferta de transporte disponible, ellas pueden ser clasificadas en cuantitativas y cualitativas. Entre las cualitativas, se pueden todavía diferenciar atributos con distintos grados de dificultad de medición. Para ilustrar, se pueden señalar las variables continuación:

- Costo del viaje (tarifa del transporte público o de estacionamiento, costo de operación del automóvil)
- Tiempo de viaje en el vehículo
- Tiempo de espera (por transporte público o plaza en el estacionamiento, caminando, haciendo correspondencia)
- Confort y conveniencia
- Seguridad (personal y accidentes)
- Regularidad y confiabilidad
- Accesibilidad

La inclusión de estos factores en la elaboración de los modelos de selección modal está restringida por el tipo, cantidad y calidad de la información disponible para la calibración. Quizá el elemento más restrictivo sea la necesidad de elaborar proyecciones coherentes de las variables, tarea esencial cuando los modelos son utilizados para estimar la demanda futura por transportes. Este hecho reduce significativamente el conjunto de las variables que pueden considerarse en la especificación de los modelos.

La selección de los factores que deben incluirse y excluirse de la formulación exige sensibilidad por parte del responsable por el modelaje así como la comprensión de la importancia del fenómeno estudiado.

Existen varios modelos para realizar la selección modal, entre ellos se encuentran:

- a) Modelos de Selección Discreta
- b) Teoría de la Utilidad Aleatoria
- c) Modelo Logit Multinomial
- d) Modelo Logit Jerárquico

En el presente trabajo, sólo se explicarán los modelos logit, ya que el modelo empleado por el sistema "MODE CHOICE" es de la forma logit.

#### 2.2.10.1.4 Modelo Logit Multinomial

El modelo más conocido y utilizado de selección modal es llamado logit multinomial. Es el producto del cambio de la siguiente expresión de probabilidad:

$$p_m^q = \text{prob} \left\{ \epsilon_k^q \leq \epsilon_m^q + (V_m^q - V_k^q) \right\}, \forall k \in A_q$$

A partir de la hipótesis de que las variables aleatorias  $\epsilon_m^q$  son independientes e idénticamente distribuidas según la distribución Weibull. En este caso, la expresión analítica para las probabilidades de selección está definida por:



$$p_m^q = \frac{\exp(RL.V_m^q)}{\sum_{k \in I_q} [\exp(RL.V_k^q)]}$$

donde:

$p_m^q$ : Probabilidad de un individuo (de la categoría /tipo de flujo) q selecciona el modo de transporte m.

RL: Parámetro de dispersión.

$V_m^q$ : Parte que se puede medir (o sistémica) de la utilidad para el individuo q (o que pertenezca a la categoría Q), función de sus características y atributos que pueden observarse en la alternativa m.

$\epsilon_m^q$ : parte aleatoria de la utilidad que refleja la idiosincrasia o los gustos particulares de cada individuo q, además de los errores de medición y observación de los atributos de la alternativa m

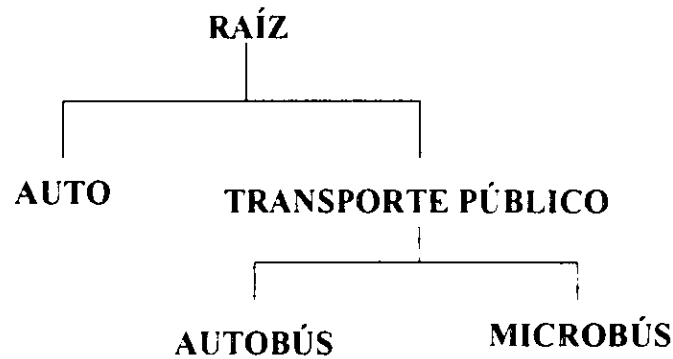
El parámetro RL debe estimarse juntamente con los demás parámetros de la función utilidad.

### 2.2.10.1.5 Modelo Logit Jerárquico

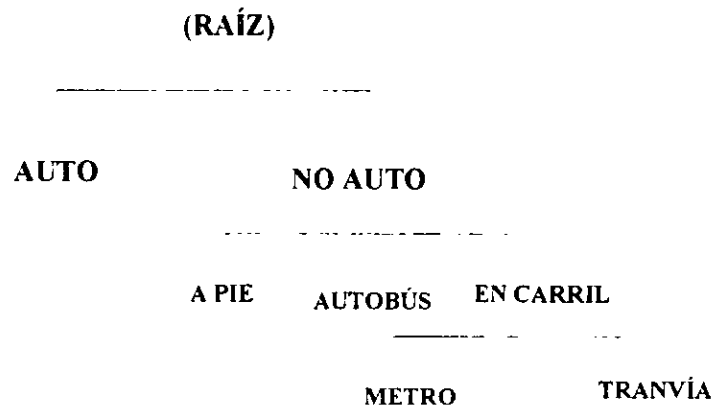
Una de las hipótesis que conduce a la formulación del modelo logit multinomial es la de que las variables aleatorias  $\epsilon_m^q$ , asociadas a cada alternativa, son independientes entre sí. Cuando un subconjunto de alternativas presenta mayor similitud (por ejemplo, modos de transporte público frente al automóvil) esta hipótesis pierde su validez. En estos casos algunas de las propiedades del logit multinomial empiezan a considerarse como problemas.

Para manejar situaciones como ésta, hay una formulación más genérica llamada modelo logit jerárquico o anidado. Su estructura se caracteriza por agrupar los subconjuntos de alternativas correlacionadas (o más semejantes) en un nivel jerárquico o nido. Por ejemplo, modos de transporte público como el ómnibus y el metro pueden constituir un nido.

Cada nido, en su caso, está representado por un "modo compuesto", o supermodo, que compite con los demás modos en un mismo nivel jerárquico. Retomando el ejemplo anterior, el supermodo "transporte público" (compuesto por ómnibus y metro) compite con el automóvil. La **FIGURA 2.38**, enseña la estructura de decisión, semejante a un árbol invertido, adoptada para representar el ejemplo anterior. La **FIGURA 2.39** presenta un ejemplo de estructura de decisión con más modos, más nidos y más niveles jerárquicos.



**FIGURA 2.38 EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE DECISIÓN PARA SELECCIÓN MODAL UTILIZÁNDOSE MODELO LOGIT JERÁRQUICO. ÁRBOL CON DOS NIVELES JERÁRQUICOS**



**FIGURA 2.39 EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE DECISIÓN PARA SELECCIÓN MODAL UTILIZÁNDOSE MODELO LOGIT JERÁRQUICO. ÁRBOL CON TRES NIVELES JERÁRQUICOS**

En la competencia con los demás modos, cada modo compuesto está representado por una utilidad dada por la siguiente expresión (para simplificar, se omite el índice q).

$$V_s = \frac{1}{RL_s} \cdot \ln \left( \sum_{k \in A_s} \exp(RL_s \cdot V_k) \right)$$

donde:

Vs: Utilidad del modo compuesto relativo al nido s

RLs: Parámetro de dispersión asociado al nido s

$V_k$ : utilidad del modo k

$A_s$ : Conjunto de modos (sencillos o compuestos) que componen el nido s

Es importante observar que esta expresión, cuando se evalúa en el nivel jerárquico más alto ("raíz" del árbol de decisión), corresponde a la utilidad compuesta que representa todas las alternativas disponibles (para la categoría/tipo de flujo q). En el caso de la selección modal, este valor puede interpretarse como la utilidad representativa de todos los modos.

Por esta razón, este valor es utilizado en la función de impedancia de la distribución de la demanda para representar el costo generalizado compuesto del desplazamiento entre determinada pareja de zonas, considerando todos los modos que pueden utilizarse. La expresión correspondiente (para cada categoría/tipo de flujo q) es:

$$g_{ij} = \frac{1}{RL_o} \cdot \ln \left( \sum_{k \in A_o} \exp(RL_o \cdot V_{ijk}) \right)$$

donde:

$g_{ij}$ : Costo generalizado compuesto del desplazamiento de la zona i hacia la zona j

$RL_o$ : Parámetro de dispersión asociado a la raíz del árbol de decisión

$V_{ijk}$ : Utilidad (costo generalizado) del modo k en el desplazamiento de la zona i hacia la zona j

$A_o$ : Conjunto de modos (sencillos o compuestos) que componen el nido junto a la raíz del árbol de decisión.

Para llegar a la estimación de la proporción de la demanda que utilizará cada modo de transporte, es necesario considerar la probabilidad de seleccionar sucesivamente los nidos que llevan a un modo sencillo (respetando la jerarquía del árbol de decisiones). En el ejemplo anterior, para estimar la proporción de la demanda que utilizará el ómnibus, es necesario estimar la probabilidad de utilizar (el modo compuesto) transporte público y, además, la probabilidad de seleccionar el ómnibus, una vez establecida la opción del uso del transporte público.

La probabilidad de selección de un modo m (simple o compuesto) pertenece a un nido s del árbol de alternativas (para cada categoría/tipo de flujo) para realizar el desplazamiento entre una determinada pareja de zonas de tráfico i y j se determina por:

$$\theta_{ijm} = \frac{\exp(RL_s \cdot V_{ijm})}{\sum_{k \in A_s} \exp(RL_s \cdot V_{ijk})} = \frac{\exp(RL_s \cdot V_{ijm})}{\exp(RL_s \cdot V_{ijs})}$$

donde:

$p_{jm}$ : Probabilidad de selección de un modo  $m$  (simple o compuesto) perteneciente al nido  $s$   
 $V_{ijs}$  Utilidad del modo compuesto correspondiente al nido  $s$  en el desplazamiento de la zona  $i$  para la zona  $j$

La probabilidad de utilizar un modo simple  $k$  se calcula respetándose la jerarquía de modos compuestos superiores en el árbol de alternativas y puede expresarse por:

$$p_{yk} = \text{prod}_s (\theta_{ys})$$

donde  $s$  es el conjunto de modos compuestos jerárquicamente superiores, en el camino del modo  $k$ .

En el caso del modelo logit simple (en el que todos los modos colocados en un mismo nido) se verifica la igualdad:

$$P_{ym} = \theta_{ym}$$

### 2.2.10.2 INTRODUCCIÓN

El "MODE CHOICE" es un modelo de estimación de viajes de trabajo, basado en la técnica para la estimación de los modos de transporte para los viajes de trabajo. El modelo considera tres modos: viajar solo en automóvil, automóvil compartido y transporte público. El modelo estima estas opciones basándose en atributos de los viajes poblacionales (ingreso por familia, contar con auto propio, etc.) y también considera atributos de las elecciones de viaje disponibles (tiempo de viaje, costo, etc.).

El modelo tiene una forma "logit". Los atributos de cada modo son establecidos por el modelo, y la utilidad relativa de cada modo se estima en función de los modos existentes en el mercado. El modelo fue calibrado originalmente basado en datos de varias ciudades.

### 2.2.10.3 DATOS REQUERIDOS

El modelo requiere un moderado nivel de datos de viaje de la población y de las opciones de viaje disponibles. Para mejorar la precisión en los resultados obtenidos, los datos deberán ser agrupados en subgrupos por modo de transporte. Un subgrupo de viaje se define usualmente geográficamente (trabajadores viviendo en el área, trabajando en el centro, por ejemplo), pero es posible elegir otra forma de división. Un gran número de subgrupos (cada uno relativamente pequeño) incrementará la exactitud del estudio, pero también requiere de un mayor esfuerzo para producir los datos requeridos por el modelo.

Los datos socioeconómicos necesarios para alimentar el modelo se muestran en la **TABLA 2.6**.

**TABLA 2.6 DATOS SOCIOECONÓMICOS PARA ALIMENTAR EL MODE CHOICE**

<b>Subgrupos poblacionales</b>	Número de trabajadores en el subgrupo de viaje en un día de la semana promedio (laboral).
<b>Tamaño Promedio de Familia</b>	Número promedio de personas por familia en el subgrupo. Este dato se puede determinar con el censo de población (se da un valor de 3.2 por default en la hoja de trabajo). En México se considera que el número de personas por familia promedio es de 5.5.
<b>Ingreso por familia</b>	Ingreso promedio anual de las familias en el subgrupo. Este dato se debe proporcionar en dólares. Por default el sistema usa un valor de \$25 000.
<b>Automóviles por familia</b>	El número promedio de pasajeros por auto (no se incluyen camionetas pick-up y motocicletas) propiedad de cada familia. Por default se utiliza un valor de 1.5
<b>Conductores por familia</b>	El número promedio de conductores por familia. Esta variable no está disponible en los reportes censales. Si esta información específica no está disponible, entonces para obtenerlo es posible dividir el número de personas entre 18 y 65 años entre el número de familias.
<b>Principal sostén económico</b>	Este dato es la proporción de los trabajadores en el subgrupo, los cuales son el principal sostén económico de sus familias. Por default se usa un valor de 0.75.

Para cada modo (viajar sólo en el automóvil, automóvil compartido, transporte público), es necesario estimar cierto atributo de nivel de servicio. Para estimar este atributo es necesario obtener ciertos datos mostrados en la **TABLA 2.7**.

**TABLA 2.7 DATOS NECESARIOS PARA ESTIMAR EL NIVEL DE SERVICIO POR MODO**

<b>Distancia</b>	Distancia, en millas, desde la casa al trabajo. Es la misma para todos los modos.
<b>Tiempo dentro del vehículo</b>	Tiempo requerido "dentro del vehículo" (automóvil o autobús) para viajar desde la casa al trabajo. En minutos. Varía por modo.
<b>Tiempo fuera del vehículo</b>	Tiempo que se consume caminando en el estacionamiento o parada de autobús, o esperando a que llegue el autobús o automóvil compartido -- "tiempo fuera del vehículo"--. En minutos. Varía por modo.
<b>Costo de Estacionamiento</b>	Costo diario del estacionamiento. Se emplea el mismo valor para viajes en automóvil sólo y para viajes en automóvil compartido.
<b>Tarifa del Autobús</b>	Tarifa de autobús para el subgrupo en cuestión. Incluye costos de transferencia, si se presentan.
<b>Viaje a la Zona Centro de la ciudad</b>	Esta es una variable opcional, se elige 1 si el viaje de trabajo del subgrupo de desde o hacia la zona centro de la ciudad, para otra opción de viaje se elige 0.
<b>Costo/Milla del Automóvil</b>	Costo promedio por viaje en automóvil. Este incluye gasolina, aceite, mantenimiento, pero no costos fijos. Se utiliza el mismo valor para todos los subrupos. El valor por default que sugiere el sistema es de \$0.08.
<b>Tamaño del automóvil compartido</b>	Tamaño del automóvil compartido. Se usa un valor por default de 2.3.

#### **2.2.10.4 INTRODUCCIÓN DE DATOS EN LA HOJA DE TRABAJO**

Esta sección asume que el usuario está familiarizado con alguna hoja de cálculo (de preferencia lotus 1-2-3 o excel). El formato de la hoja de trabajo que proporciona el sistema se encuentra en el archivo llamado "MODECH\_T". Hay una segunda copia llamada "BACKUP\_T" en caso de que accidentalmente se dañe el primer archivo.

Cuando se abre el archivo MODECH\_T, se observan una serie de celdas, las cuales pueden ser llenadas por el usuario. En la hoja de trabajo, la columnas representan varios subgrupos de viaje. Y los renglones representan variables. Simplemente introduzca cada variable para cada subgrupo. Note que la última columna representa los totales para todos los subgrupos. No intente dar datos en esta columna, ya que estos valores los calculará el sistema.

#### **2.2.10.5 INTERPRETANDO LOS RESULTADOS**

Cuando ya se ha terminado de dar los datos de entrada (o se quieren ver los resultados) presione la tecla F9, y la hoja de trabajo se actualizará. El cálculo de los modos y número de viajes por modo se muestran en los renglones 131-138. Es conveniente tener los resultados en forma gráfica.

En cuanto a las gráficas, se preparan 3 gráficas. La hoja de trabajo de gráficas se llama "ALL\_SHARES". Este es una gráfica de barras la cual tiene 3 barras (correspondientes a los 3 modos) para cada subgrupo y para el total de subgrupos. Esta gráfica se puede ver presionando F10. Las otras dos gráficas también están disponibles. Una es una gráfica de pastel (llamada "TOTAL\_PIE") la cual muestra la distribución de los 3 modos en el área total y la otra es una gráfica de barras para transporte público únicamente por cada subgrupo y el total (llamada "TRANSIT\_SHARE"). Para ver cada una de estas gráficas se deben usar los comando gráficos empleados en la primera gráfica.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación del sistema MODE CHOICE.

Subgroup ID:		1	2	3	4	5
Transit (TR) Utility						
OVTT	Coeff: OVTTr (RT):	90	90	0	0	0
	DIST:	1	1	1	1	1
	-0.1599 OVTT/DIST	90.000	90.000	0.000	0.000	0.000
	UTILov:	-14.391	-14.391	0.000	0.000	0.000
IVTT	-0.01535 IVTTtr (RT):	160	140	0	0	0
	UTILiv:	-2.456	-2.149	0.000	0.000	0.000
CCST	Coeff: OPTCtr:	6.00Pts	6.00Pts	6.00Pts	0.00Pts	0.00Pts
	INCOME:	12500	25000	50000	25000	25000
	-28.84 OPTC/INC	0.0480	0.0240	0.0120	0.0000	0.0000
	UTILc:	-1.384	-0.692	-0.346	0.000	0.000
UTILtr	SUBTOTAL	-18.231	-17.232	-0.346	0.000	0.000
Calculation of Exponentials for Logit Equation.						
EXP's	DA	0.000	0.000	0.017	2.231	2.231
	SR	0.000	0.000	0.014	0.628	0.628
	TR	0.000	0.000	0.707	1.000	1.000
	Sum	0.000	0.000	0.738	3.860	3.860
Summary of Results						
Estimated Mode Shares	Drive Alone	0.0%	3.2%	2.3%	57.8%	57.8%
	Shared Ride	41.4%	96.6%	1.9%	16.3%	16.3%
	Transit	58.6%	0.2%	95.9%	25.9%	25.9%
Estimated Round Trips	Drive Alone	0	19	10	0	0
	Shared Ride	290	580	8	0	0
	Transit	410	1	431	0	0
	TOTAL	700	600	449	0	0

```

*****
 6           7           8           TOTAL
*****
=====

-----
      0           0           0      66.857143
      1           1           1           1
 0.000      0.000      0.000      66.857
-----
 0.000      0.000      0.000      -10.690
-----
      0           0           0           112
 0.000      0.000      0.000      -1.719
-----
 0.00Pts    0.00Pts    0.00Pts    6.00Pts
 25000      25000      25000      26428.571
 0.0000     0.0000     0.0000     0.0227
-----
 0.000      0.000      0.000      -0.655
-----
 0.000      0.000      0.000      -13.064
=====

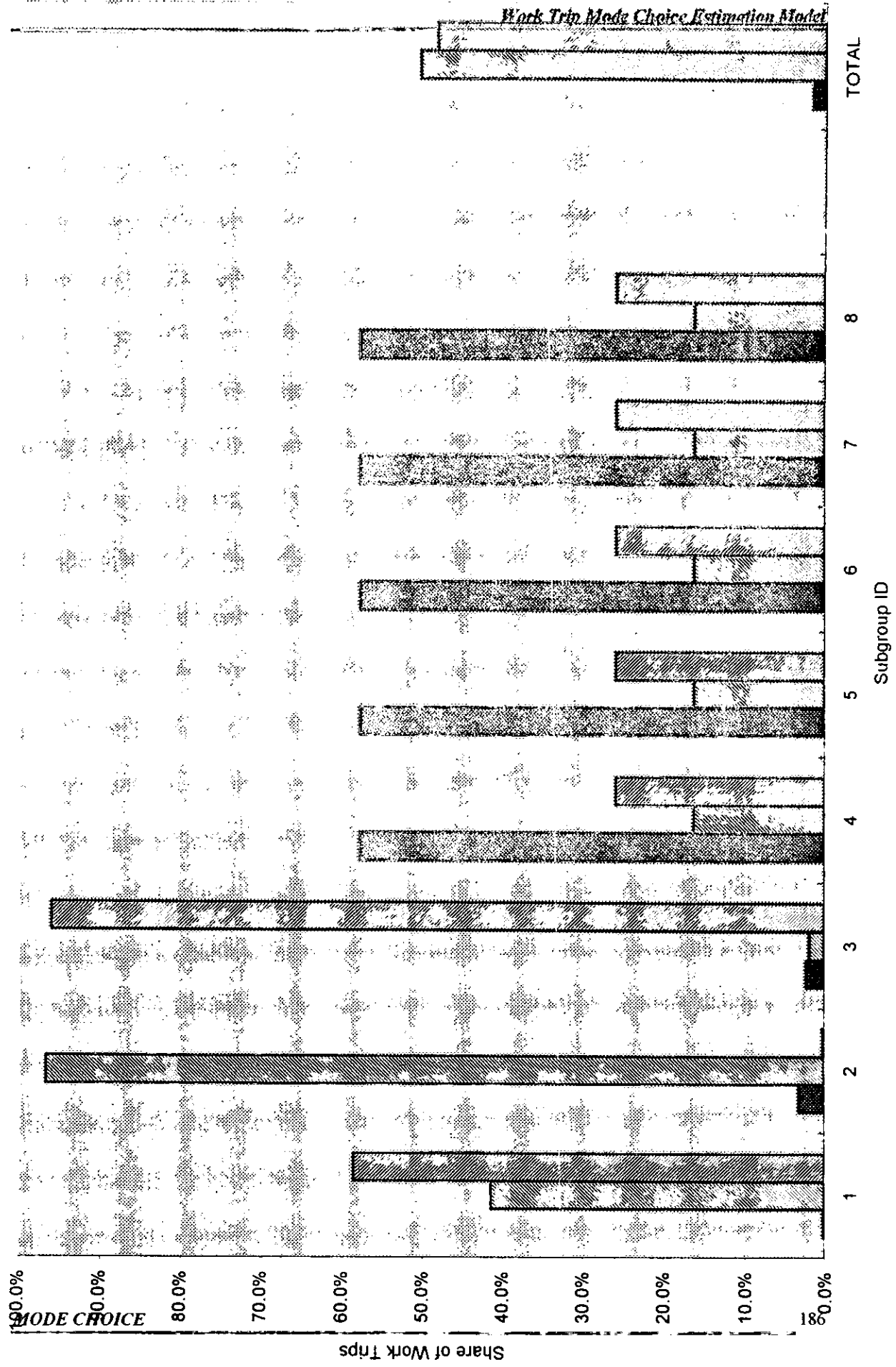
-----
 2.231      2.231      2.231      0.000
 0.628      0.628      0.628      0.000
 1.000      1.300      1.000      0.000
 3.860      3.860      3.860      0.000
=====

-----
 57.8%      57.8%      57.8%      1.7%
 16.3%      16.3%      16.3%      50.2%
 25.9%      25.9%      25.9%      48.1%

      0           0           0           29
      0           0           0           878
      0           0           0           842
      0           0           0           1749
=====
  
```



Work Trip Mode Choice Analysis  
Mode Shares by Subgroup



Drive Alone Carpool Transit

## 2.2.11 TRANSPORTATION GIS SOFTWARE TRANSCAD

### 2.2.11 ANTECEDENTES

El transporte como actividad humana y medio que posibilita la articulación e integración regional, así como el intercambio de bienes e ideas entre poblaciones, es por naturaleza un fenómeno geográfico dada su clara expresión territorial: de aquí que, la dimensión espacial del transporte sea inobjetable y adquiera la categoría de elemento fundamental en los procesos de planeación, en la formulación de proyectos de inversión y además aparezca como uno de los criterios básicos en los análisis que sustentan la resolución del tomador de decisiones.

La implicación geográfica del transporte obliga necesariamente al análisis espacial. La heterogeneidad de variable que deben considerarse, la interrelación de éstas y la expresión cartográfica de las mismas hacen del análisis espacial una actividad compleja y laboriosa.

El acelerado desarrollo alcanzado por la tecnología computacional, no sólo en lo que respecta a su componente de equipo, sino también en la diversidad de campos de aplicación a los que se ha abierto, ofrece actualmente una herramienta diseñada específicamente para facilitar y apoyar las tareas relacionadas con el análisis espacial, conocida como Sistemas de Información Geográfica, cuyas cualidades principales son:

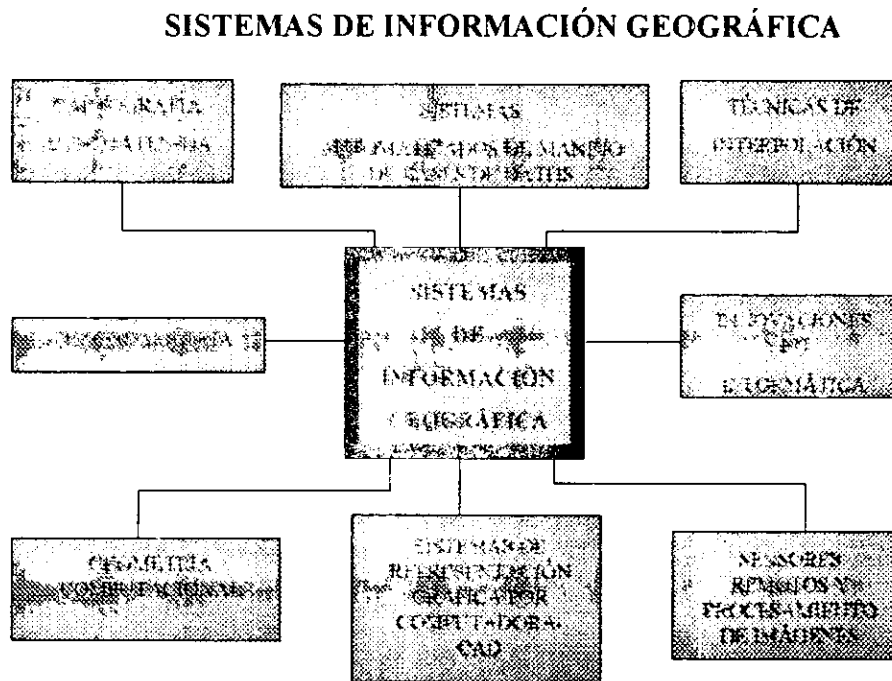
- Capacidad de registro geográfico de variables
- Manejo integrado de informaciones diversas
- Representación gráfica de resultados en distintos formatos, incluido el cartográfico

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son fundamentalmente instrumentos técnicos de capacidades múltiples, diseñados y habilitados en primera instancia para inventariar información geográfica, la cual a su vez alimenta las funciones de análisis con que están equipados los SIG, para finalmente, convertirse en herramientas útiles a las labores de administración (*Cowen, 1988*).

Las posibilidades de los SIG de manipular datos geográficos, les permite estudiar procesos territoriales, realizar análisis de tendencias y elaborar proyecciones, insumos todos los necesarios para las labores de planeación y administración en una gran diversidad de sectores y actividades económicas y sociales, como por ejemplo, la dotación de servicios básicos (agua, electricidad, drenaje, teléfono), la organización espacial de los servicios de educación y salud, la distribución de

áreas comerciales y la ubicación de mercados potenciales, la identificación de nuevas rutas de transporte o necesidades de inversión en nuevos caminos, etc.

Ligados en sus orígenes al manejo de grandes bases de datos y a la cartografía automatizada, el concepto actual de los sistemas de información geográfica ha desbordado esos propósitos al ofrecer además sus capacidades de manejo y análisis de la información. Si bien, los SIG son resultado de la conjunción de desarrollos paralelos en varias disciplinas y técnicas relacionadas con el procesamiento de datos espaciales (*FIGURA 2.40*), como herramienta técnica desarrollada en el campo del quehacer geográfico, los SIG han destacado con el tiempo por el hecho de facilitar las tareas básicas de análisis, integración y síntesis de los procesos espaciales, características de la Geografía.



**FIGURA 2.40 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**  
(Burrough, 1987)

Como sistemas diseñados para el procesamiento y análisis de datos, los SIG proporcionan facilidades de acceso, organización, selección, integración y actualización de diversas series de datos con ahorros considerables de tiempo y a bajo costo. No obstante, sus ventajas como herramienta tecnológica específica se asocian al hecho de manejar datos geográficos, cuya referencia espacial conduce a la caracterización y diferenciación del territorio haciendo posible la

predicción de procesos y patrones espaciales, atributos que ligados a la capacidad de representación de estos sistemas, amplían aun más el panorama de ventajas de utilización de los SIG.

La evolución de los SIG ha dependido en buena medida, tanto de los avances técnicos alcanzados en diversas áreas de la ingeniería de sistemas, como de los logrados en materia de su propia conceptualización, formulación adecuada de objetivos y en el terreno de la demostración de su utilidad práctica, en campos tales como el manejo de recursos naturales, administración de servicios (agua, drenaje, electricidad, etc.), planeación de actividades económicas, entre otras.

Históricamente, el primer SIG nace a principios de los años 60's en Canadá (Canada Geographical Information System, CGIS) como respuesta a los problemas de competencia por el uso del suelo que dicho país enfrentaba. Desde su etapa inicial, el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica se vinculó principalmente al sector gubernamental en instituciones y entidades de los Estados Unidos, Canadá, Gran Bretaña y Suecia, entre otros, que contaban ya en esos primeros años con sistemas propios diseñados para mejorar la administración regional del territorio, aunque la realidad es que en la mayoría de los casos estuvieron subutilizados.

Para el caso particular del Sector Transporte existen un número considerable de sistemas gráficos, útiles como herramientas de trabajo para necesidades específicas, pero que no deben confundirse en ningún momento confundirse sistema de Información Geográfica.

Los SIG son por definición sistemas abiertos de entrada, procesamiento y salida de información con características particulares derivadas de cada uno de sus componentes, los cuales interactúan para hacer posible el funcionamiento global del sistema.

Los programas de cómputo o software de los SIG varían en la capacidad, diversidad y alcance de sus funciones y suelen recurrir a técnicas que cambian de acuerdo a las características de operación derivadas principalmente del tipo de registro y de estructuración de las bases de datos.

Los SIG surgen como valiosos instrumentos de apoyo a todas aquellas labores que llevan implícitas en su ejecución, la necesidad del análisis geográfico de los elementos o variables que el problema o la actividad en cuestión comprenda, los cuales, en el caso del transporte no son pocos, ya que por naturaleza es un fenómeno geográfico dada su clara expresión territorial. La clave para emplear un SIG y obtener de él efectividad y resultados satisfactorios (*Petzold y Freund, 1990*), estriba en la identificación acertada de su aplicación, la cual deberá tener como característica primordial, la necesidad del análisis geográfico (*FIGURA 2.41*).

**INTEGRACIÓN DE DATOS**

Facilidad otorgada por el empleo de un sistema común de referencia, tanto para información directamente relacionada con las vías de comunicación, como de aquella otra que hace posible análisis más amplios (datos demográficos, económicos, de uso del suelo, geología, pendientes, etc.)

**REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LOS DATOS**

Muestra en forma gráfica (representación cartográfica) la distribución y/o comportamiento de los datos en el territorio, lo cual permite una mayor comprensión del problema en cuestión.

**ANÁLISIS INNOVADOR**

Ofrece nuevas formas de observar viejos problemas al combinar modelos de: "que hay sí" y proporcionando respuestas a preguntas complejas y multidimensionales en forma rápida.

**FIGURA 2.41 VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE UN SIG EN LA PLANEACIÓN, ADMINISTRACIÓN E INVESTIGACIÓN EN EL TRANSPORTE**

"Lo que distingue a un SIG de una base tradicional de datos, es que los atributos de éstos, están asociados a un objeto topológico (punto, línea, polígono) y registran una ubicación geográfica precisa" (Simkowitz, 1988). La utilización de relaciones espaciales, propuesta explícitamente por los SIG, agrega un nivel de "inteligencia" a las bases de datos en transporte, hasta el momento subestimado.

**2.2.11.2 INTRODUCCIÓN**

TransCAD es un revolucionario sistema para la administración y análisis de información de transporte. TransCAD permite visualizar todos los tipos de transporte relacionados con sus datos geográficos en una forma más amigable.

TransCAD combina una serie de elementos para facilitar el mapeo digital, la administración de datos geográficos y la presentación con herramientas gráficas para proyectos de transporte, investigación de operaciones y modelos estadísticos. TransCAD tiene aplicaciones para todos los tipos de datos de transporte y para todos los modos de transporte, es ideal para construir sistemas de información en transporte y sistemas de soporte de decisiones.

TransCAD es un Sistema de Información Geográfica utilizado en la solución de problemas de transporte, ya que provee un conjunto integrado de algoritmos más recientes, para resolver problemas analíticos en la planeación, manejo y operación de los transportes urbanos. Este paquete también es una plataforma adecuada para el desarrollo de sistemas de apoyo en la toma de decisiones con aplicaciones al transporte.

El TransCAD como SIG, es una base de datos que integra una serie de herramientas geográficas. La técnica que los SIG utilizan consiste de datos geo-relacional, asociado con un conjunto de información geográfica en forma de planos/mapas con base a los datos digitales. Entre la información que los SIG proporcionan está:

- Tipos de ocupación de suelo (representación de áreas densas, medianas y poco densas)
- Áreas servidas y no servidas por el transporte público

Estos paquetes combinan informaciones de fotografías aéreas, mapas, videos, imágenes de satélite, censos y levantamientos topográficos. Las principales aplicaciones en diversos campos son:

- La realización de proyectos de investigación
- La administración de recursos
- La planificación de nuevas actividades

Para todo esto se requiere de un sistema de cómputo que construya, ordene, manipule y represente los datos de acuerdo con su posición en un plano o en el espacio. Para el caso del transporte público algunas aplicaciones son: administración de la construcción, planeación de los transportes, ingeniería del tránsito, planeación urbana, distribuciones logísticas, operaciones de tráfico, tasas vehiculares (privados, prioridad a los servicios de emergencia, entre otros).

### 2.2.11.3 USO DEL PAQUETE TransCAD


En esta sección se explicará el uso del paquete de manera paralela al desarrollo de un problema (dividido en 3 etapas) basado en una ciudad hipotética llamada Flintbury. Durante la explicación de la serie de pasos para resolver el problema, se practicarán y se explicarán paso a paso el uso de las características más importantes del TransCAD.

#### 2.2.11.3.1 ETAPA 1. PATRONES DE VIAJE EN FLINTBURY

En la primera etapa de uso del programa se usará TransCAD para hacer, salvar e imprimir un mapa de Flintbury que muestra los modos de transporte existentes en la zona y los volúmenes de tránsito. Primero se creará una vista general del mapa de la ciudad. Entonces se adicionarán los datos de los modos de transporte existentes, y los datos de volúmenes de tránsito.

##### (a) Creando la Vista General del Mapa

Primero es necesario iniciar el paquete haciendo doble click en el icono de TransCAD. El primer paso para crear una vista general del mapa de la ciudad es necesario que se cuente con un archivo geográfico de la ciudad que se desea analizar (de preferencia debe tener extensión .cdf, aunque es posible emplear los mapas del INEGI). A continuación se enumeran los pasos a seguir:

1. Elegir *File-Open* o hacer click  en la barra de herramientas.
2. Aparece la pantalla de *Abrir Archivo* (FIGURA 2.42), en donde en la opción de *Tipo de Archivo* es necesario elegir *Archivo Geográfico*.
3. Elegir del *folder Tutorial* desde la *lista de directorios* (para el presente ejemplo, se emplearán bases de datos que ya proporciona el programa, pero para realizar el análisis de cualquier ciudad es necesario contar tanto con los mapas topográficos, con divisiones políticas, con localización de las rutas de transporte existentes en la zona; así como bases de datos estadísticas relacionadas con datos de los sistemas de transporte y usuarios como son longitudes de las rutas y distancias de tramos y entre paradas, hora de llegada de las unidades, a nivel de paradas importantes, terminales, puntos de control o sección de máxima demanda, carga que se presenta en la sección de máxima demanda, por periodos de servicio (hora de máxima demanda y hora valle), demanda total de viajes o ascensos pagados totales, velocidad comercial y de operación, por ruta y entre puntos de control, ingreso a nivel de ruta, ascensos por tipo de tarifa, en caso de existir alguna diferenciación, ascensos y descensos de usuarios a nivel parada, índice de transbordos entre rutas, características y actividades del usuario, tales como: edad, sexo, ocupación, actitudes hacia el nivel de servicio, ingreso, tenencia

y disponibilidad del automóvil, puntos generadores, entre otros; patrones de viaje del usuario, tales como: origen y destino, puntos atractores, variaciones horarias, distribución modal y frecuencia de viajes, entre otros aspectos; condiciones físicas, tales como: número de carriles, pendientes, semáforos, número, diseño y espaciamiento de paradas, entre otros aspectos; aspectos relacionados a las condiciones del tránsito, como lo son: nivel de servicio, estacionamiento, áreas de carga y descarga y cruces peatonales, entre otros aspectos).

4. Seleccionar el archivo FL\_ZONE.CDF
5. Presionar OK.

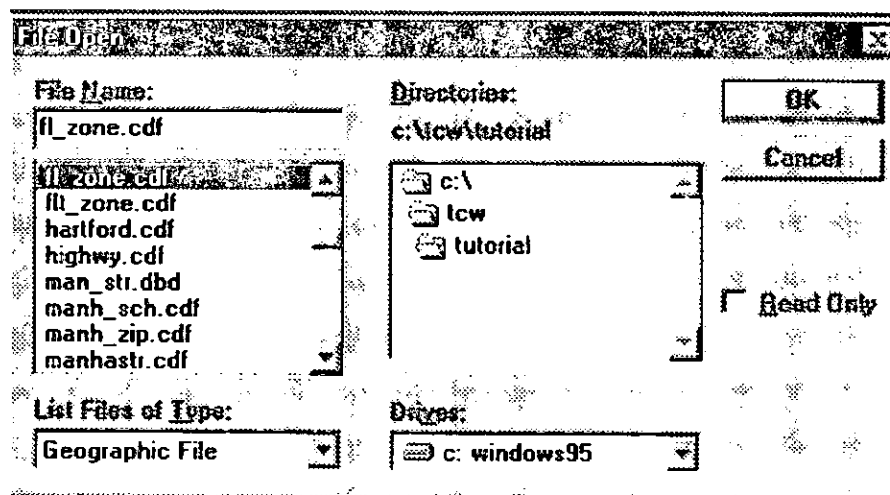



FIGURA 2.42 PANTALLA PARA ABRIR ARCHIVOS EN TransCAD

(b) Etiquetado de Zonas

1. Elegir  en la barra de herramientas.
2. En la pantalla que aparece, FIGURA 2.43, correspondiente a *Etiquetas*, se elige el campo ZONA desde la primera lista que aparece.
3. En las opciones de TAMAÑO y TIPO DE LETRA, es posible modificar el tipo de letra y el tamaño de la misma que sea del gusto del usuario para trabajar, asimismo, es posible modificar el ESTILO de la letra y el COLOR en las siguientes opciones. Una vez elegidas las opciones anteriores, se elige el botón OK.



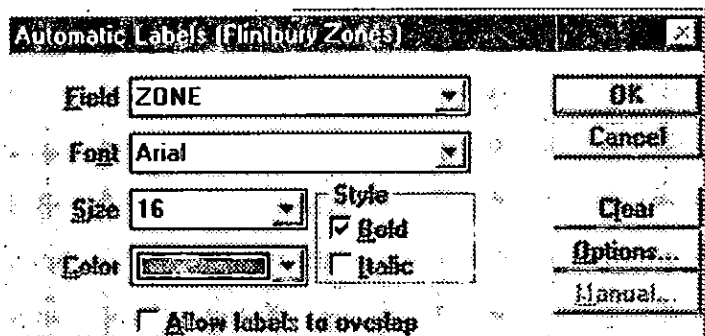



FIGURA 2.43 PANTALLA DE ETIQUETAS

Una vez elegidas el formato de las etiquetas, así como que se deseaba etiquetar las zonas, TransCAD dibuja el mapa, desplegando a la vez el número de identificación de cada zona.

#### (c) Adicionar las calles de la ciudad al mapa

1. Seleccionar *Mapa-“Capas”* o elegir  en la barra de herramientas.
2. Al trabajar con TransCAD, es posible trabajar al mismo tiempo con varias “capas” que contienen información diferente relacionada con la misma ciudad, en la ventana que aparece es posible visualizar las diferentes secciones con las que se está trabajando, así como adicionar nuevas “capas” de trabajo o de borrar alguna existente e inclusive de ocultarlas para que permanezcan desactivadas mientras no sean utilizadas. En el caso del ejemplo, para adicionar una “capa” relacionada con las calles de la ciudad, se elige el botón *Adicionar “Capa”*.
3. Para poder contar con esta “capa” de trabajo, es necesario contar con un archivo que contenga la red de calles con las que cuenta la ciudad. En este ejemplo se seleccionará el archivo geográfico llamado FL\_ST.CDF desde el folder de tutorial y presione OK. TransCAD adicionará las “capas” llamadas *Nodos de Flintbury* y *Calles de Flintbury*.
4. Elija el botón *Cerrar*.

TransCAD adicionará las calles de Flintbury al mapa. La “capa” de *Nodos de Flintbury* se encuentra oculta, posteriormente se utilizará. Un mapa puede contener cualquier número de “capas”. Es posible usar la caja de diálogo de “capas” para adicionar “capas” o remover las secciones no necesarias en el mapa, así como controlar el orden en el cual son desplegadas.

#### (d) Cambiar el estilo de las zonas

1. Elegir la “capa” de *Zonas de Flintbury* desde la barra de herramientas localizada en la parte superior de la pantalla donde se listan las “capas” (FIGURA 2.44).

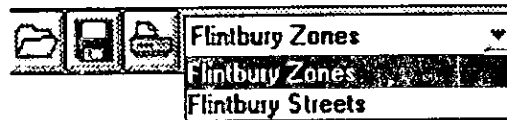



FIGURA 2.44 LOCALIZACIÓN DE LA LISTA DE "CAPAS" ACTIVAS EN TransCAD

2. Elija  en la barra de herramientas. Al elegir esta opción aparece una pantalla (FIGURA 2.45) en la cual es posible modificar la presentación de el mapa, como son el estilo de línea del borde, ancho del borde, color del borde, así como el estilo del relleno de las zonas y el color de relleno. Estas opciones es posible elegir las al gusto del usuario, ya que permiten trabajar en un ambiente más agradable.

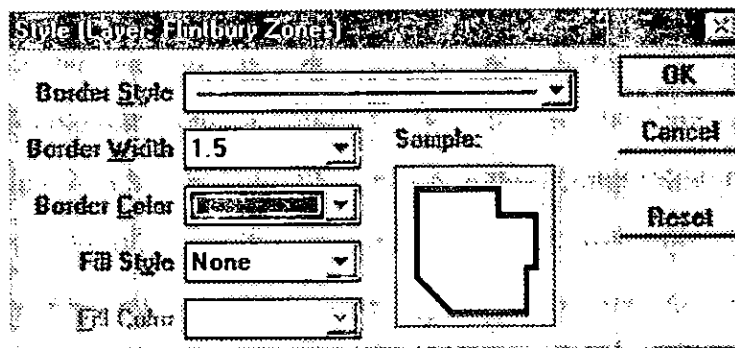



FIGURA 2.45 PANTALLA PARA MODIFICAR EL ESTILO DE LA "CAPA" DE ZONAS


TransCAD dibujará nuevamente el mapa, en esta ocasión, la división de las zonas se verá más claramente. A continuación se adicionará un título al mapa.

**(e) Adicionar el título al mapa**


1. Elegir el botón  en la barra de herramientas para activar la herramienta de texto.
2. En este momento, el cursor toma la forma de cruz "+", presionando el botón izquierdo del mouse es posible arrastrar un rectángulo que se va dibujando, dependiendo del tamaño del que se desee el texto.
3. Una vez que se tiene el cuadro, es posible escribir el título **Flintbury** y presionar *Enter*. En este momento, queda fijo el título que se desee dar al área de trabajo.

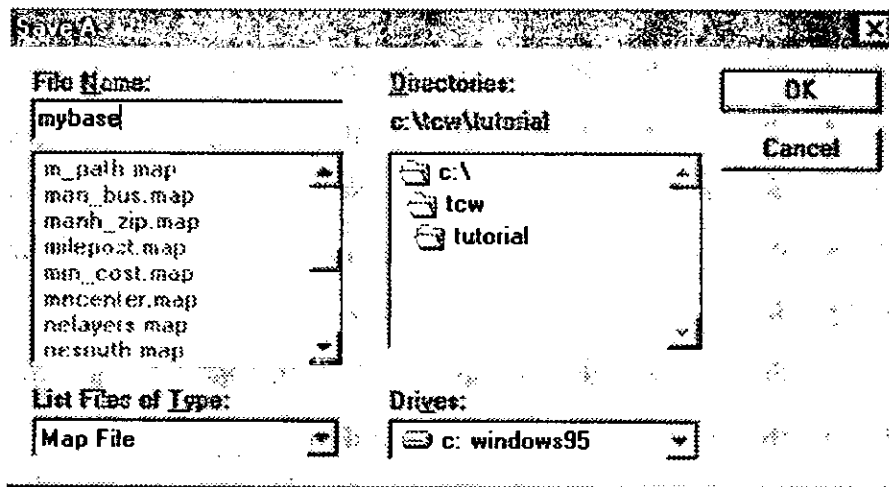
Existen otras herramientas de dibujo en la barra de herramientas para adicionar círculos, rectángulos, rectángulos redondeados, líneas, curvas, formas, bitmaps y símbolos en los mapas. Una vez que se escribe el título, es posible hacerlo más pequeño o grande o moverlo.

**(f) Mover o Cambiar el Tamaño del Título**

1. Seleccionar  en la barra de herramientas para activar la herramienta de puntero.
2. Elegir el título. al realizar esta acción es posible modificar el tamaño del título posicionándose en los cuadros que aparecen alrededor del título. Para cambiar de lugar el título, coloque el cursor en el título y arrastre el mouse a la nueva posición deseada.

**(g) Salvar el trabajo**

1. Elija la opción *Archivo-Salvar* o presiones el botón  en la barra de herramientas (FIGURA 2.46).
2. Escriba el nombre que desee al mapa de archivo y presione el botón OK.




**FIGURA 2.46 PANTALLA PARA SALVAR EL ARCHIVO DE TRABAJO**

TransCAD salva el mapa en un archivo en disco. En este archivo se salvará la vista general del mapa de Flintbury.

Ahora se incluirán los datos referentes a los viajes en Flintbury (zona de estudio) y se verá cómo se puede usar esta información para hacer el mapa un poco más interesante. La “capa” de Zonas de Flintbury contiene datos de cada una de las zonas de Flintbury (para trabajar con esta información, es necesario contar con bases de datos ya incorporadas a cada división política).

**(h) Datos correspondientes a la “capa” de Zonas de Flintbury**


1. Verifique que la “capa” de Zonas de Flintbury se encuentra activa en la barra de herramientas.
2. Presione el botón  en la barra de herramientas.

En este momento, TransCAD despliega los datos cargados en la "capa" de las Zonas de Flintbury en una ventana de datos (*FIGURA 2.47*). Cada renglón en la ventana contiene datos de cada una de las zonas de Flintbury, como por ejemplo población, tipos de empresa existentes en la zona, modos de transporte existentes, entre otros.

ID	AREA	DATA	[DATA:1]	ZONE	POPULATION	[MANUF EMP]	[SERVICE EMP]
18409	95.47	18409	1	1	33773	70	301
10306	92.06	10306	4	4	41953	798	716
8003	118.38	8003	10	10	33175	2533	215
26812	8.24	26812	8	8	33563	10284	764
13546	33.89	13546	11	11	47691	16560	558
16156	74.99	16156	12	12	32438	254	234
21882	7.90	21882	7	7	29804	237	866
22073	4.98	22073	6	6	26661	16040	1301
36315	72.38	36315	3	3	10798	37	40
29569	68.98	29569	2	2	46394	2136	314
33051	55.18	33051	9	9	38001	483	255
24461	15.60	24461	5	5	55181	251	307

*FIGURA 2.47 VENTANA DE DATOS DE LAS ZONAS DE FLINTBURY*

(i) Distribución de los Modos de Transporte existentes en Flintbury

1. Seleccione *Archivo-Cerrar* para cerrar la ventana de datos de las Zonas de Flintbury.
2. Verifique que la "capa" Zonas de Flintbury permanezca activa en la barra de herramientas.
3. Elija la opción *Mapa- Colores* o presione el botón  en la barra de herramientas.
4. Seleccione TRANSIT\_SHARE en la opción de campo (*FIGURA 2.48*). TransCAD llenará automáticamente las otras opciones con los valores que tiene asignados por default, aunque es posible modificar los mismos. Para terminar esta opción presione el botón de OK.

TransCAD toma la información correspondiente a los modos de transporte y dibuja cada zona con diferente color, en función de las diferentes combinaciones de los modos de transporte que es posible utilizar. También es posible incluir en el mapa datos relacionados con los volúmenes de tránsito en cada zona.

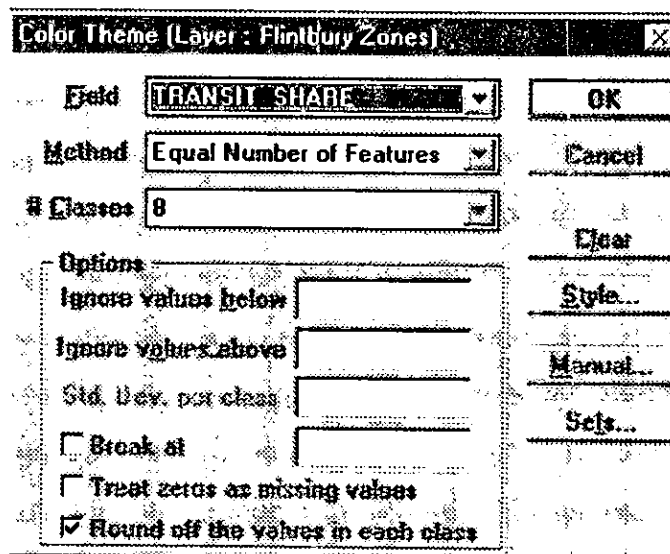



FIGURA 2.48 PANTALLA DE COLORES PARA LAS "CAPAS"

(j) Abrir el Archivo de Información de Calles

1. Seleccione *Archivo-Abrir* o presione  en la barra de herramientas.
2. En la opción de *Tipo de Archivos* seleccione un archivo *Binario de Formato Fijo*.
3. Para el presente problema selecciones el archivo `FL_STDAT.BIN` (FIGURA 2.49) desde el folder de tutorial (para trabajar estos datos en la zona que se desee estudiar, ya se debe contar con esta información previamente). Al terminar, presione OK.

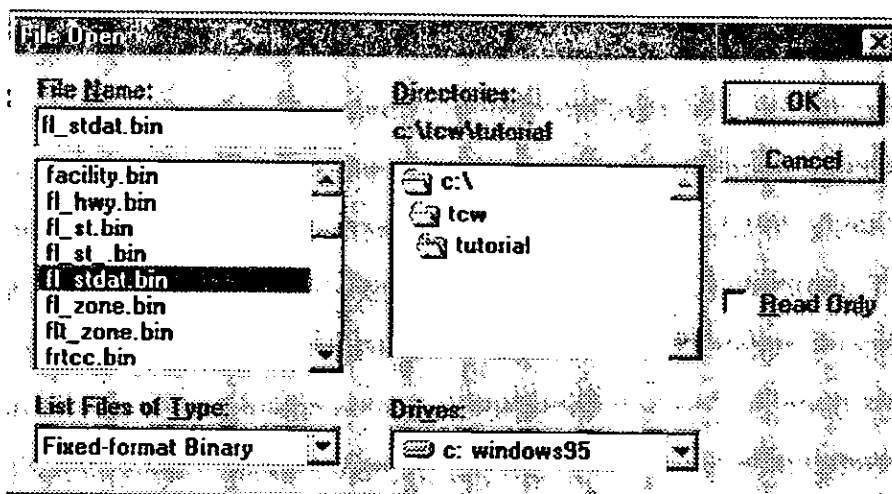


FIGURA 2.49 VENTANA PARA ABRIR ARCHIVOS CORRESPONDIENTE A LA INFORMACIÓN DE CALLES EN FLINTBURY

Entonces, TrasCAD despliega el archivo en una ventana de datos (*FIGURA 2.50*), en donde cada renglón de la ventana corresponde a un segmento de una calle en Flintbury, y cada columna contiene información diferente acerca de cada segmento, como velocidad de operación, tiempo de viaje, tipo de área, direcciones de la vía, número de carriles, estacionamientos, ancho de carril, entre otra información.


STREET ID	Name	Area Type	DIRECTION	LANES	PARKING	LANE WIDTH (FT)
69035	Genesee	3	2	2	0	12
68915	Genesee	3	2	2	0	12
66996	Bray	5	2	2	0	11
66945	Bray	5	2	2	0	11
66930	State Hwy 83	5	2	2	0	11
73328	Lake	5	2	2	0	11
72776	Lake	5	2	2	0	11
72314	Irish	5	2	2	0	11
72822	State Hwy 15	5	2	2	0	12
72296	Belsay	5	2	2	0	11

*FIGURA 2.50 VENTANA DE DATOS DE LAS CALLES EN FLINTBURY*

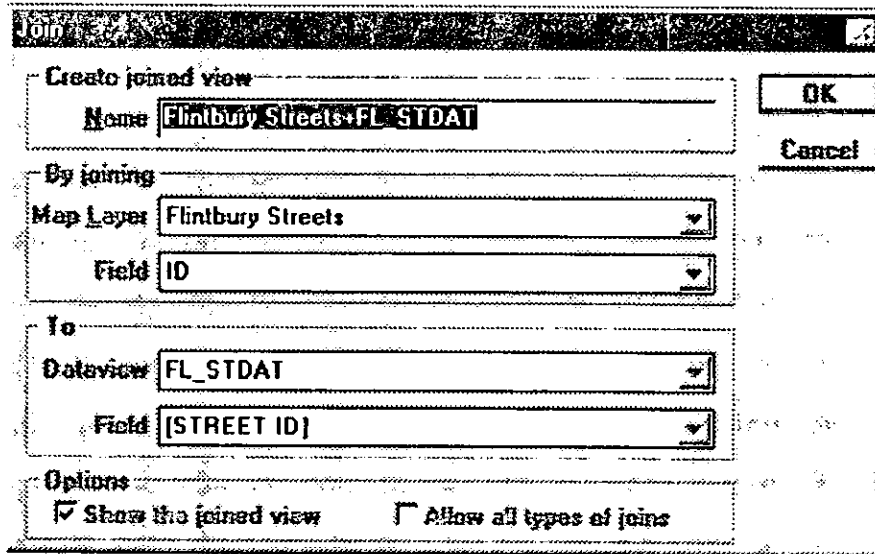
La base de datos correspondiente a las calles puede crearse en una base de datos como dBASE, Excel, FoxPro o en muchos otros formatos que sean compatibles con windows.

Para asociar los datos del mapa con los contenidos en el archivo FL\_STDAT.BIN, es necesario ligar las calles en el mapa con su respectivo renglón en la ventana de datos. Este enlace se realizará trabajando con la "capa" de calles y el archivo de datos de las calles para ligar cada identificador (ID) de las calles.

**(k) Asociación de la "capa" de calles con el archivo de datos de calles**


1. Seleccionar *Ventana- FLINTBURY* para activar el mapa de Flintbury en la ventana.
2. Elija la "capa" Calles de Flintbury desde la barra de herramientas.
3. Para asociar los datos es necesario elegir *Ventana de Datos- Enlace* o presione el botón  en la barra de herramientas para desplegar la *caja de diálogo de enlace*. (*FIGURA 2.51*).
4. En la pantalla activa, verifique que el archivo FL\_STDAT se encuentre activo en la opción de *Ventana de Datos*.

5. Verifique que [STREET ID] se encuentre desplegado en la opción de *Campo*. Finalmente, seleccione el botón OK.





**FIGURA 2.51 VENTANA DE ENLACE PARA LAS CALLES DE FLINTBURY Y LOS DATOS CORRESPONDIENTES A LA ZONA DE ESTUDIO**

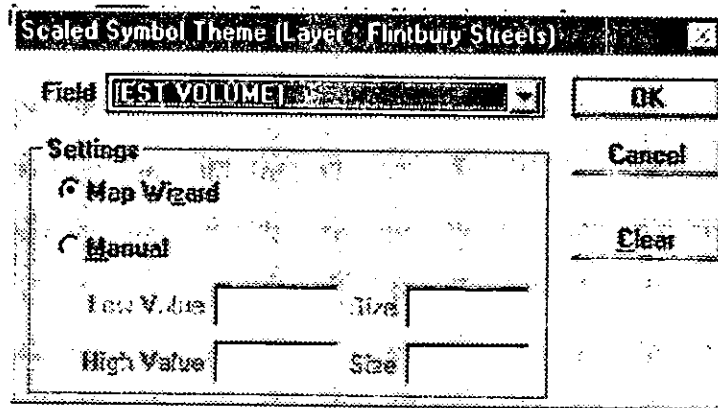
**(I) Mostrar el Flujo de Tránsito en el Mapa**

1. Seleccione Ventana-FLINTBURY para activar el mapa de Flintbury en *Ventana*.
2. Verifique que la "capa" Calles de Flintbury se encuentre activa en la barra de herramientas.
3. Presione  en la barra de herramientas.
4. Entonces, aparecerá una pantalla (**FIGURA 2.52**) para asignar la información de volumen de tránsito al mapa de Flintbury, elija [EST VOLUME] en la opción de campo y en características, elija la opción que le permite integrar los volúmenes a la escala presentada en pantalla.

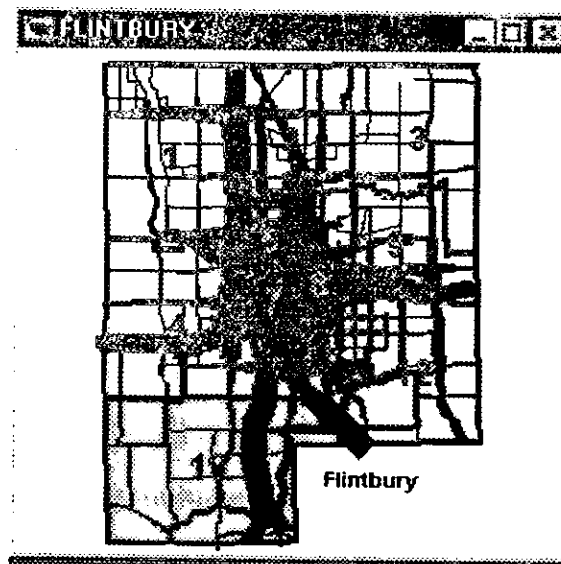
En este momento, TransCAD dibuja un mapa (**FIGURA 2.53**) en el cual el ancho de cada calle es proporcional al flujo que transita por la misma.

Posteriormente, es necesario salvar el archivo, utilizando el procedimiento que se explicó anteriormente (para salvar se pueden emplear dos caminos, elegir *Archivo-Salvar Como* ó presionando el botón  localizado en la barra de herramientas).

Para imprimir el mapa seleccione *Archivo-Imprimir* o presione el botón  en la barra de herramientas.



**FIGURA 2.52 PANTALLA DE ASIGNACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO QUE CIRCULA EN LAS CALLES DE FLINTBURY**



**FIGURA 2.53 MAPA DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO EN FLINTBURY (el ancho de la línea en cada calle es proporcional al flujo que circula por ella)**

A continuación, se iniciará la etapa 2 del problema que se está desarrollando para hacer uso de las principales herramientas del TransCAD.




### 2.2.11.3.2 ETAPA 2. SISTEMA DE AUTOBUSES DE FLINTBURY


En la segunda etapa se realizará un análisis del servicio de autobuses con el que cuenta Flintbury. En particular, se investigará la accesibilidad del sistema de autobuses y las características de los usuarios del servicio.

#### ETAPA 2.1 HACIENDO UN MAPA DE LAS RUTAS DE AUTOBÚS

En la etapa anterior, se creó una vista general del mapa de Flintbury mostrando las zonas y calles. Se usará ese mapa para integrar el mapa de rutas de autobús.

El primer paso a seguir es abrir el archivo que se guardó primero, que corresponde a la vista general del mapa de Flintbury, para abrir un archivo puede elegir la opción Archivo-Abrir o presionar el botón  en la barra de herramientas.

#### (a) Adicionar el Archivo de Sistema de Rutas al mapa

1. Seleccione *Mapa- "Capas"* o presione el botón  en la barra de herramientas.
2. Presione el botón *Adicionar "Capa"*, para proporcionarle una "capa" al Sistema de Rutas de Autobús al mapa. (FIGURA 2.54)

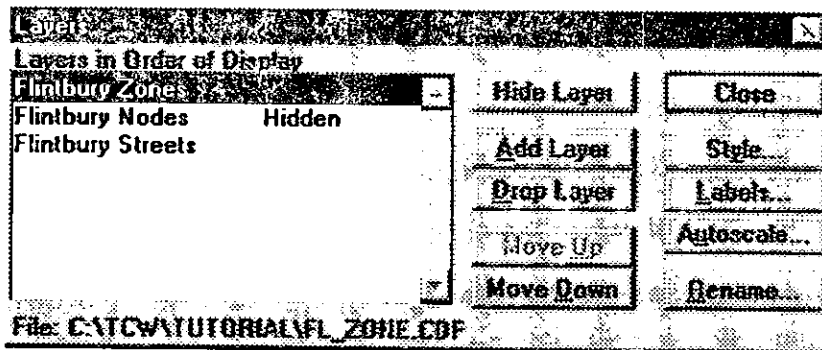


FIGURA 2.54 PANTALLA DE "CAPAS" DONDE SE ADICIONARÁ LA "CAPA" DE RUTAS DE AUTOBÚS

3. Posteriormente, se abrirá una pantalla de *Abrir Archivo* (similar a las que ya se han presentado anteriormente), en la cual de la *Lista de Tipo de Archivo* se debe elegir la opción de *Sistema de Rutas* para abrir un archivo de este tipo (el archivo con esta información ya debe estar integrada a la base de datos con la que se va a trabajar), para este ejemplo, se debe elegir el archivo

FL\_BUS.RTS y presione OK, entonces TransCAD adicionará FRTC Rutas de Autobús a la Lista de "capas" (FIGURA 2.55). Presione el botón Cerrar.

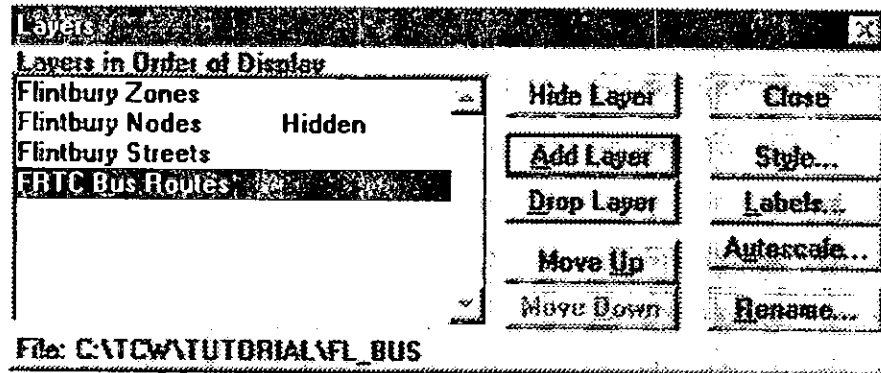



FIGURA 2.55 PANTALLA DE "CAPAS" CON LA "CAPA" DE RUTAS DE AUTOBUSES

En este momento, TransCAD adiciona la "capa" de Autobuses de Flintbury al mapa.

Para poder visualizar cada segmento de las rutas es posible emplear la herramienta de "zoom", para emplearla es necesario elegir los botones  con los cuales es posible aumentar o disminuir el tamaño del segmento que se elija.

**(b) Crear Bandas de zona de influencia de las Rutas de Autobus**

1. Verifique que la "capa" FRTC Rutas de Autobús se encuentre activa en la barra de herramientas.
2. Seleccione *Herramientas-Bandas*.
3. Entonces aparece la pantalla de bandas (FIGURA 2.56) en donde en la opción de *Creación de una "capa"* escriba *Areas de Servicio* y los tamaños de las bandas serán de: 0.25,0.50,0.75.

Entonces, TransCAD crea una nueva "capa" llamada Areas de Servicio y la adiciona al mapa mostrando la zona de servicio del sistema de autobuses.

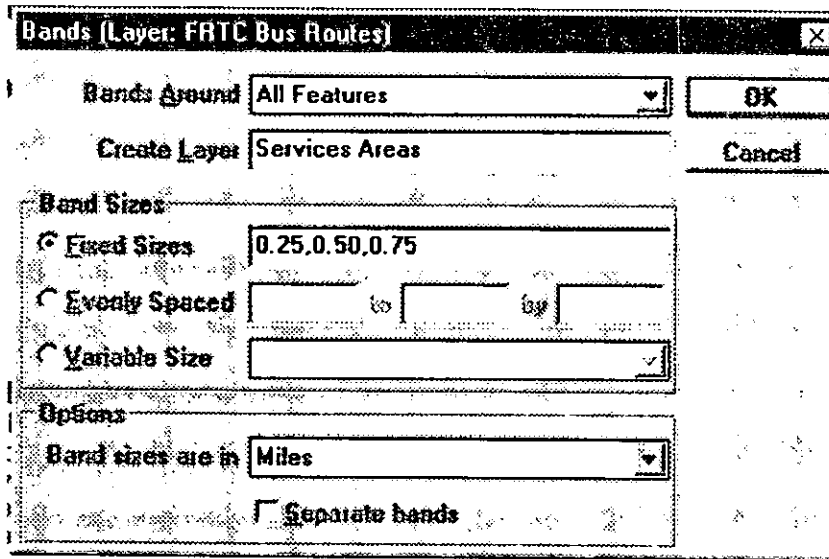


FIGURA 2.56 PANTALLA DE BANDAS PARA RUTAS DE AUTOBÚS

Es interesante conocer la población que se encuentra en cada banda, ésto es posible calcularlo como se muestra a continuación:

1. Elegir la "capa" Areas de Servicio en la barra de herramientas.
2. Seleccione *Herramientas-Insertar* para que se despliegue la caja de diálogo para cubrir la Zona Geográfica en estudio (FIGURA 2.57). En la opción de ventana de datos elija Zonas de Flintbury y presione OK.

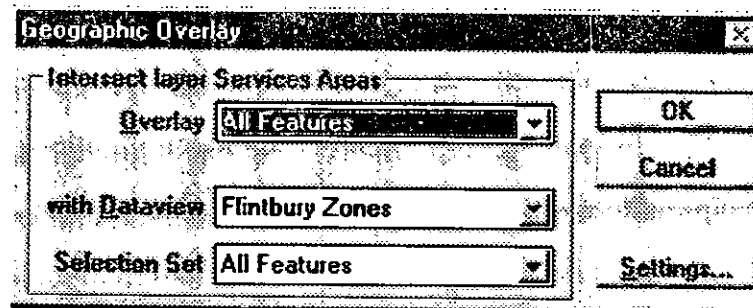


FIGURA 2.57 CAJA DE DIÁLOGO DE ZONA GEOGRÁFICA CUBIERTA POR LAS RUTAS DE AUTOBÚS

TransCAD calcula los atributos de las bandas considerando la zona de influencia de las mismas, y se despliega una pantalla de *Areas de Servicio cubiertas* (FIGURA 2.58), en la cual hay una columna llamada SUMPOPULAT, la cual contiene la población que vive entre cada banda. De los

resultados obtenidos en este ejemplo, de la población de Flintbury que es de 430 000 habitantes, alrededor del 35% de los ciudadanos viven entre ¼ millas del sistema de autobuses.

[Services Areas].ID	Area	WIDTH	[Overlay Data].ID	SUMID	SUMAREA	SUMDATA
3	27.92	0.75	3	23164.561	27.91520	23164.561
2	29.62	0.50	2	33372.389	29.62057	33372.389
1	30.52	0.25	1	40685.155	30.52474	40685.155

**FIGURA 2.58 VENTANA DE DATOS DE LAS ÁREAS DE SERVICIO CUBIERTAS POR LAS RUTAS DE AUTOBÚS**

**ETAPA 2.2 INFORMACIÓN ACERCA DE LOS PASAJEROS**

Hasta el momento, se cuenta con un mapa con estadísticas de accesibilidad. Ahora se integrará información relativa a los usuarios del servicio (ya se debe contar con una base de datos con información relacionada a los usuarios, para este ejemplo se debe abrir un archivo como tipo de archivo en dBASE llamado FL\_BSURV.DBF).

Al elegir la base de datos, TransCAD despliega el archivo en una ventana de datos. Cada renglón en la ventana corresponde a las respuestas del estudio por cada usuario. El archivo de estudio contiene información de las direcciones particulares de cada persona entrevistada.

**(a) Localización por Direcciones**

1. Seleccione *Herramientas- Localización por Direcciones* en la barra de herramientas para desplegar la caja de diálogo de *Localización por Direcciones (FIGURA 2.59)*. TransCAD automáticamente encuentra los campos de datos (dirección y código postal) necesarios para continuar con el estudio y aparece una nueva caja de diálogo, donde se elegirá el estilo de la figura que indicará en el mapa la localización de la dirección del usuario de autobús entrevistado (*FIGURA 2.60*). Una vez elegido el estilo del localizador, se despliega en el mapa la localización de direcciones.
2. Adicionalmente, TransCAD despliega una ventana de datos (*FIGURA 2.61*) que contiene la longitud y latitud del domicilio particular de cada usuario entrevistado, así como información del estudio realizado al usuario.

- Posteriormente, es necesario guardar en un archivo los pasos que se han ido desarrollado hasta el momento, el usuario puede elegir el nombre que considere más adecuado.

TransCAD crea una nueva "capa" conteniendo un punto por cada usuario estudiado y adiciona esta "capa" al mapa.

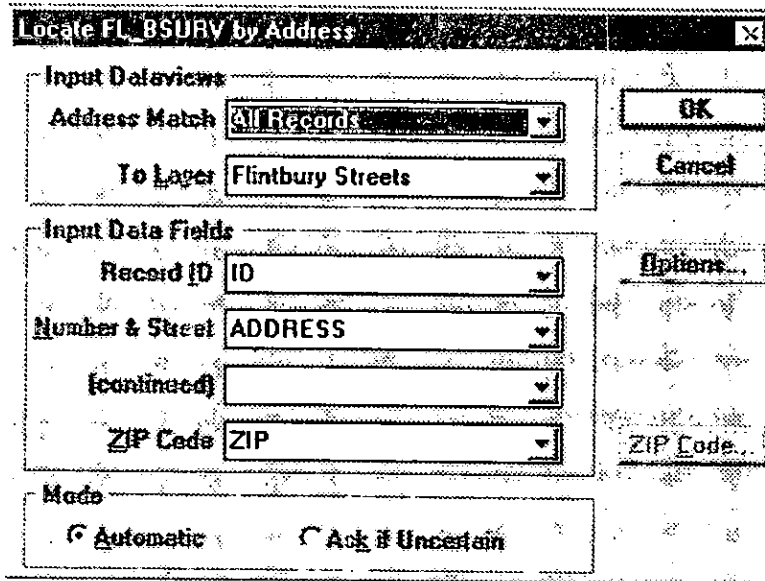


FIGURA 2.59 CAJA DE DIÁLOGO: LOCALIZACIÓN POR DIRECCIONES

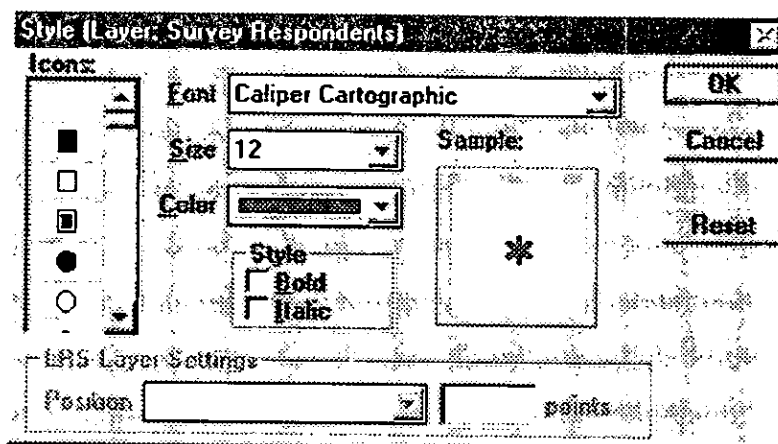



FIGURA 2.60 CAJA DE DIÁLOGO PARA ELEGIR EL ESTILO DEL LOCALIZADOR DE DIRECCIONES PARTICULARES DE LAS PERSONAS ENTREVISTADAS

FIELD	COUNT	SUM	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	STD
ID	395	92969	1	463	235.36	13
Longitude	395	-33058908544	-83856674	-83484230	-83693439.35	6359
Latitude	395	17000886295	42869416	43149834	43040218.47	4691
GENDER	395	183	0	1	0.46	
AGE	395	15347	7	82	38.85	1
HH_SIZE	395	1276	1	9	3.23	
AUTOS	395	700	0	5	1.77	
HHINC1000S	395	13528	0	95	34.25	2
NUM_CHILD	395	265	0	5	0.67	

**FIGURA 2.61 VENTANA DE DATOS DEL ESTUDIO REALIZADO A LOS USUARIO DEL SERVICIO DE AUTOBÚS**

El nuevo mapa mostrado muestra, que la mayor parte de los usuario de autobús viven entre las banda de 0.75 millas de las rutas de autobús. Esta nueva "capa" se llama FL\_BSURV:1, para renombrar una "capa" y poder asociarla con un nombre más amigable para el usuario del paquete, es posible seguir los siguientes pasos:

1. Seleccione *Mapa-"Capas"* o presione el botón  en la barra de herramientas para desplegar la caja de diálogo de "capas".
2. Elija FL\_BSURV:1 en la lista de "capas".
3. Presione el botón de *Renombrar* para que aparezca la caja de diálogo de *Renombrar "Capa"*.
4. En la opción de *Nuevo Nombre* es posible dar el nuevo nombre a la "capa", escriba *Estudio de Usuarios*. Presione OK y cierre la ventana de "capas".

En este momento, TransCAD renombra la "capa".


#### (b) Cálculo de Estadísticas

1. Seleccione *Ventana- Nueva Ventana de Datos* para desplegar una nueva caja de diálogo de datos.
2. Elija *Estudio de Usuarios* en la lista y presione OK para ver la ventana de datos asociada con la "capa" estudios de usuarios.
3. Selecciones *Ventana de Datos-Estadísticas*.

TransCAD calcula un resumen estadístico para cada campo de estudio, incluyendo, máximos, mínimos y medias y despliega los resultados en una ventana de datos (FIGURA 2.62).

FIELD	COUNT	SUM	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	STD
ID	395	92969	1	463	235.36	13
Longitude	395	-33058908544	-83856674	-83484230	-83693439.35	6359
Latitude	395	17000886295	42869416	43149834	43040218.47	4691
GENDER	395	183	0	1	0.46	
AGE	395	15347	7	82	38.85	1
HH_SIZE	395	1276	1	9	3.23	
AUTOS	395	700	0	5	1.77	
HHINC1000S	395	13528	0	95	34.25	2
NUM_CHILD	395	265	0	5	0.67	

FIGURA 2.62 VENTANA DE DATOS DE LAS ESTADÍSTICAS DEL ESTUDIO REALIZADO A LOS USUARIOS DE LAS RUTAS DE AUTOBÚS

Es posible ocultar algunos datos que no sean de utilidad para el usuario de la ventana de datos, para ocultar cualquier renglón o columna, es necesario seleccionarlo primero únicamente posicionándose en el renglón o columna y haciendo click con el botón izquierdo del mouse en la zona que se desee y posteriormente se presiona el botón  en la barra de herramientas. TransCAD oculta la columna o renglón seleccionado.

Ahora se generarán estadísticas para una serie particular de usuarios. Primero es necesario encontrar a los usuarios que viven dentro de ¼ de milla del sistema de autobús.

(c) Seleccionar características por Localización

1. Seleccione *Ventana-Estudio de Usuarios* para activar la ventana de datos del estudio a los usuarios.
2. Seleccione *Ventana de Datos- Seleccionar por localización* para desplegar la caja de diálogo de selección por localización (FIGURA 2.63).
3. Elija FRTC Rutas de Autobús desde la primera opción que se presenta en la pantalla.
4. En este caso, es de interés el área que se encuentra entre las 0.25 millas de distancia, entonces se elige esta opción. Presione OK.

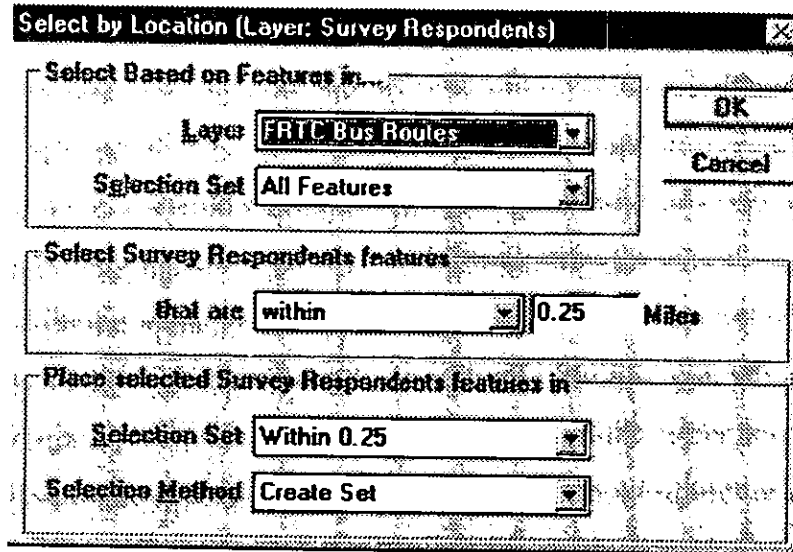


FIGURA 2.63 CAJA DE DIÁLOGO:SELECCIONAR POR LOCALIZACIÓN

(d) Cálculo de Estadísticas de la Selección

1. Seleccione Dentro de 0.25 desde la lista que se presenta en la parte superior de la pantalla de la barra de herramientas para mostrar únicamente los datos incluidos en esta selección (FIGURA 2.64).

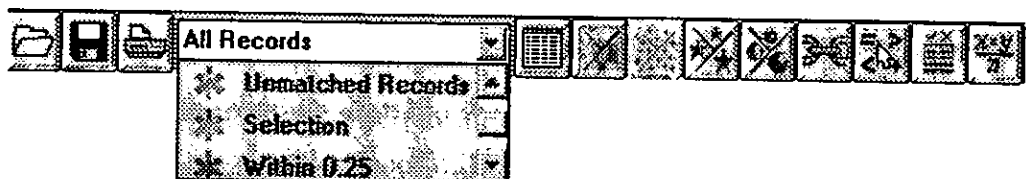


FIGURA 2.64 PANTALLA PARA TRABAJAR CON EL ÁREA SELECCIONADA DENTRO DE LAS 0.25 MILLAS

2. Seleccione *Ventana de Datos-Estadísticas*. En esta ocasión TransCAD calcula las estadísticas usando únicamente los datos contenidos en la selección hecha. Note que los usuarios de la ruta de autobús que viven entre las 0.25 millas del sistema de autobús tienen una baja tasa promedio de posesión de automóvil particular y tienen un promedio bajo para tiempo de viaje (FIGURA 2.65).
3. Seleccione *Archivo-Cerrar* para cerrar la ventana de datos.



Statistics for Dataview Surve:1						
FIELD	COUNT	SUM	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	STD_DEV
ID	143	29639	4	460	207.27	137.11
Longitude	143	1969302587	83813612	-83557810	-83701416.69	59831.55
Latitude	143	6153933686	42887659	43119382	43034501.30	47065.58
GENDER	143	72	0	1	0.50	0.50
AGE	143	5229	7	76	36.57	14.84
HH_SIZE	143	469	1	7	3.28	1.25
AUTOS	143	202	0	4	1.41	1.04
HHINC1000S	143	4413	0	75	30.86	20.64
NUM_CHILD	143	81	0	4	0.57	0.97
EDUCATION	143	1774	1	17	12.41	2.51
TRAV_TIME	143	4068	1	44	28.45	7.39
WAIT_TIME	143	1354	0	21	9.47	4.62
NUMBER	143	471791	108	7994	3299.24	1941.72
ZIP	143	6934932	48423	48532	48496.03	23.55

**FIGURA 2.65 VENTANA DE DATOS DE LAS ESTADÍSTICAS DEL ESTUDIO DE USUARIOS QUE VIVEN DENTRO DE LAS 0.25 MILLAS CERCANAS AL SISTEMA DE AUTOBÚS**

Un dato interesante de los datos de estudio es el tiempo que los consumidores gastan esperando a los autobuses. Para poder realizar este estudio es necesario contar con una tabla que muestre los rangos de espera de tiempo de los usuarios para hacer uso del servicio.

**(e) Producir una Tabulación del Tiempo de Espera**

1. Seleccione *Ventana-Estudio de Usuarios* para activar la ventana de datos.
2. Seleccione *Procedimientos-Estadísticas* para desplegar el menú de estadísticas.
3. Elija *Estadísticas-Tabulaciones* para desplegar la caja de diálogo de tabulaciones
4. Una vez en este cuadro, en el campo 1 seleccione WAIT\_TIME.
5. Posteriormente, se guardará el trabajo realizado con el nombre que le asigne el usuario.

En este momento, TransCAD crea una matriz que contiene un renglón para cada rango de tiempo de espera. Note que casi el 67% de los usuarios esperan 11 minutos o menos (**FIGURA 2.66**).

*Ventana de Datos-Estadísticas* y *Estadísticas-Tabulaciones* son dos herramientas de resumen y análisis estadístico que genera TransCAD.

	Count	Percent	Cumulative Count	Cumulative Percent
0 to 3	53.00	13.42	53.00	13.42
4 to 5	36.00	9.11	89.00	22.53
6 to 7	57.00	14.43	146.00	36.96
8	35.00	8.86	181.00	45.82
9	28.00	7.09	209.00	52.91
10 to 11	55.00	13.92	264.00	66.84
12	36.00	9.11	300.00	75.95
13	33.00	8.35	333.00	84.30
14 to 15	30.00	7.59	363.00	91.90
16 to 23	32.00	8.10	395.00	100.00

FIGURA 2.66 MATRIZ DE TIEMPOS DE ESPERA

Ahora se creará un histograma de tiempos de espera.

(f) Creación de un Histograma

1. Seleccione la columna de porcentaje en la matriz de tiempos de espera.
2. Elija *Ventana-Nueva Gráfica* para desplejar la caja de diálogo de gráficas.
3. Una vez en la ventana de gráficas, es posible seleccionar el tipo de gráfica, si se desea que se dibuje en el plano, en 3D, así como el título de la gráfica. una vez seleccionado las opciones deseadas, presione OK.

A continuación, TransCAD genera y despliega un histograma de tiempos de espera (FIGURA 2.67).

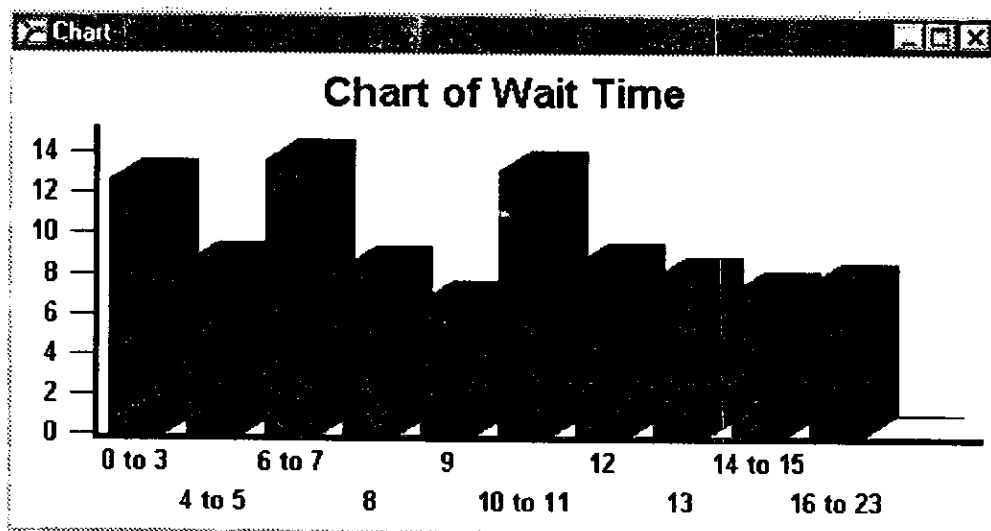


FIGURA 2.67 HISTOGRAMA DE TIEMPOS DE ESPERA

El estudio relacionado con el Sistema de Autobuses de Flintbury está terminado, únicamente es necesario conjuntar todos los resultados obtenidos.

### ETAPA 2.3 CREANDO UNA INTEGRACIÓN DE DATOS


El siguiente paso es integrar el mapa, ventana de datos y la gráfica en una página.

#### (a) Crear una nueva integración de datos

1. Seleccione Ventana-Nueva integración para crear la integración de la información.
2. Aparece una ventana donde es posible modificar las características de la impresión de la hoja de integración de información.

TransCAD despliega una página de integración en blanco.

#### (b) Colocar el mapa en la hoja de integración

1. Presione el botón  en la barra de herramientas para activar la herramienta de lugar.
2. Dibuje un rectángulo en la parte superior de la página. TransCAD despliega una caja de diálogo (FIGURA 2.68) para adicionar una "capa" a la página de integración.
3. En la nueva ventana selecciones Map:FLINTBURY y presione OK.

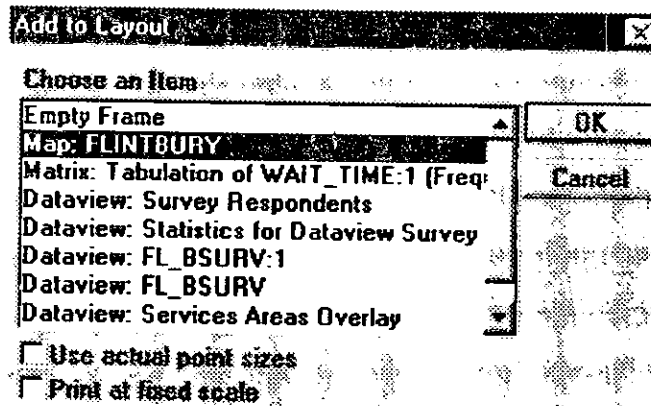




FIGURA 2.68 CAJA DE DIÁLOGO PARA ADICIONAR INFORMACIÓN A LA PÁGINA DE INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN


TransCAD integra el mapa a la página de integración. Es posible hacer más grande o más pequeño el mapa que acaba de ser integrado o cambiarlo de lugar con la ayuda del botón de punter . Seleccione el mapa y con la ayuda de las esquinas marcadas es posible aumentar o reducir el

tamaño del mapa. Para mover es necesario colocar el cursor en medio del mapa y moverlo a su nueva localización.

**(b) Insertar un Título a la página de integración**


1. Presione el botón  para activar la herramienta de texto.
2. Dibuje un rectángulo en la posición donde se desee el texto y escriba el título que el usuario considere más adecuado. Para el ejemplo se utilizará Tránsito de Flintbury y presione "enter". Si es necesario modificar el tamaño o localización del título emplee nuevamente la herramienta de puntero.

**(c) Insertar la Ventana de Datos de Estadísticas en la página de integración**

1. Presione el botón  en la barra de herramientas para activar la herramienta de localización.
2. Dibuje un rectángulo abajo del mapa, aparecerá la ventana para adicionar información nueva a la ventana de integración y se seleccionará Dataview:Statistics for Dataview Survey, presione OK.
3. Posteriormente aparece una ventana en la que es posible modificar el tipo de letra, el tamaño y el estilo.

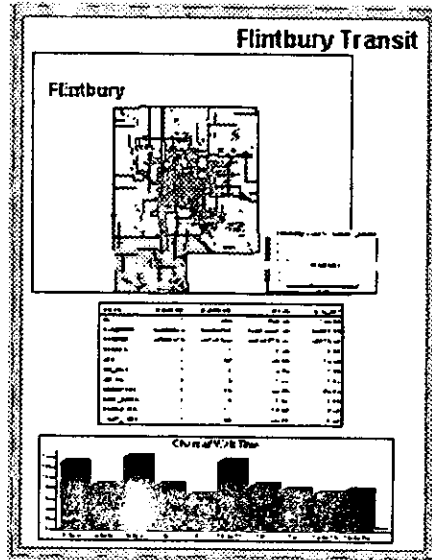
TransCAD dibuja la ventana de datos en la ventana de integración. Al igual que el mapa y el título, es posible redimensionar la ventana de datos o modificar su localización.

**(d) Insertar la Gráfica en la página de integración**

1. Seleccione el botón  en la barra de herramientas.
2. Dibuje un rectángulo debajo de la tabla de estadísticas. TransCAD despliega nuevamente el cuadro de diálogo para adicionar información nueva a la página de integración, ahora seleccione Figure:Chart y presione OK.


TransCAD dibuja la gráfica en la página de integración. Nuevamente, es posible mover y redimensionar la gráfica con la ayuda de la herramienta de puntero.


Después de esta serie de pasos, ya tenemos nuestra página de integración con la información que se deseaba mostrar conjuntamente como se puede observar en la **FIGURA 2.69**.



**FIGURA 2.69 PÁGINA DE INTEGRACIÓN CON LA INFORMACIÓN DEL TRÁNSITO EN FLINTBURY**

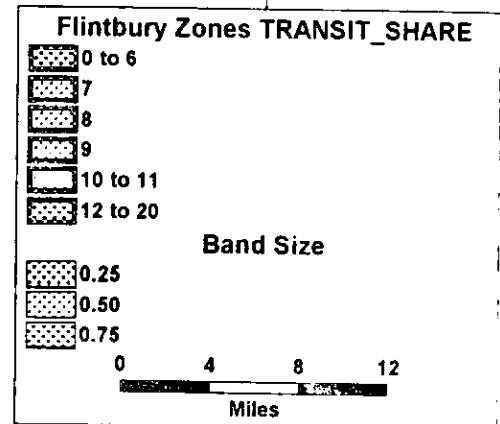
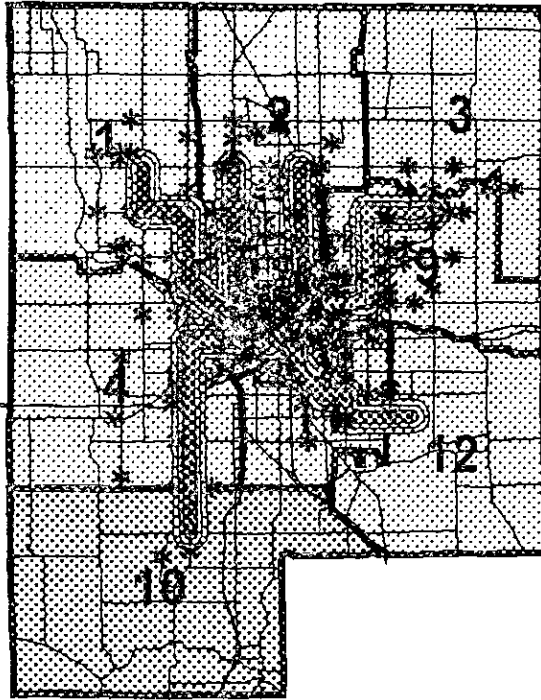
En la siguiente página se muestra la *FIGURA 2.69* en forma más detallada.

Otro paso que es necesario seguir es guardar el archivo en el que se está trabajando con la opción de *Archivo-Salvar* o presionando el botón  en la barra de herramientas.

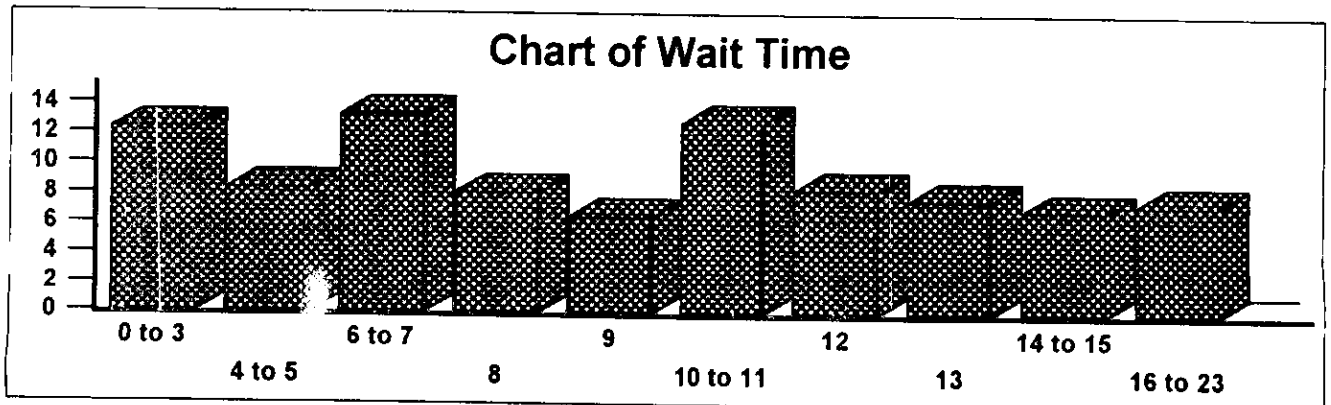
Para imprimir la página de integración se pueden emplear dos opciones, ya sea elegir *Archivo-Imprimir* o presionar el botón  en la barra de herramientas.

# Flintbury Transit

## Flintbury




FIELD	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	STD_DEV
ID	1	463	235.36	134.56
Longitude	-83856674	-83484230	-83693439.35	63599.06
Latitude	42869416	43149834	43040218.47	46916.39
GENDER	0	1	0.46	0.50
AGE	7	82	38.85	14.38
HH_SIZE	1	9	3.23	1.29
AUTOS	0	5	1.77	1.07
HHINC1000	0	95	34.25	24.04
NUM_CHILD	0	5	0.67	0.98
EDUCATION	1	17	12.62	2.49
TRAV_TIME	1	55	34.09	9.30




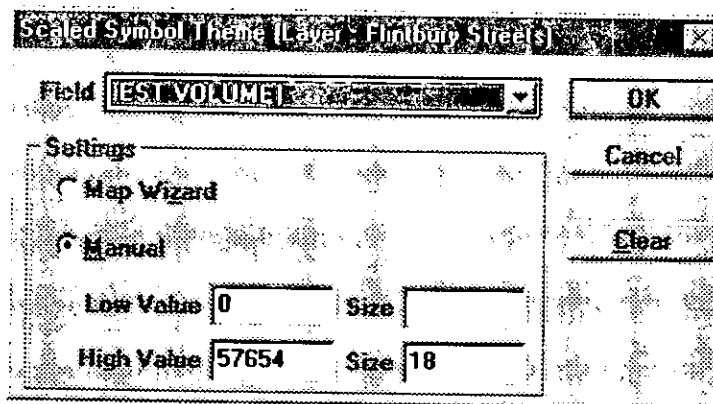
### 2.2.11.3.3 ETAPA 3. EL IMPACTO DE CERRAR CALLES PARA UNA MANIFESTACIÓN

Esta etapa corresponde a la etapa final del problema que se está estudiando, aquí se analizará el impacto del cierre de algunas calles en el centro de Flintbury debido a la presencia de una manifestación (aunque esto es posible traducirlo al cierre de calles debido a algún accidente o la presencia de algún problema de descompostura de infraestructura, etc.). Se usarán las herramientas del TransCAD para comparar las personas-hora que se gastan al circular en Flintbury en condiciones normales contra las personas-hora que se consumen al circular en condiciones de manifestación con rutas cerradas.

#### (a) Abrir un Mapa

1. Seleccionar *Archivo-Abrir* o presionar el botón  en la barra de herramientas.
2. Seleccione el archivo que guardó previamente en la etapa 1 de estudio que contiene los volúmenes de tránsito que circulan por la calles de Flintbury.

También es necesario desactivar los volúmenes de tránsito para dibujar las calles con un mismo ancho, para ello es necesario seleccionar el botón  en la barra de herramientas. Entonces aparecerá una pantalla donde se modifican las características de las calles (*FIGURA 2.70*) y se presiona el botón *Clear* y después *OK*.



**FIGURA 2.70 VENTANA PARA MODIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO**


#### (b) Visualizar los datos asociados con la "capa" de calles

1. Seleccione Ventana- Nueva Ventana de datos

2. Seleccione Flintbury Streets+FL\_STDAT en la lista y presione OK.

En particular, note que el campo [TRAV TIME], el cual contiene el tiempo que toma para un automóvil viajar en cada sección de calle (en minutos) y el campo [PARADE\_RTE], el cual contiene el valor de 1 si la sección de la calle será cerrada durante una manifestación. Se usarán estos campos para el análisis.

(c) “Capa” de los Nodos de las Calles

1. Seleccione Ventana-FLINTBURY para activar la ventana del mapa de Flintbury.
2. Elija Mapa-“Capas” o presione el botón  en la barra de herramientas.
3. En la pantalla de “capas” (FIGURA 2.71) seleccione Nodos de Flintbury de la lista y presione el botón Mostrar “capa” para activar esta sección.

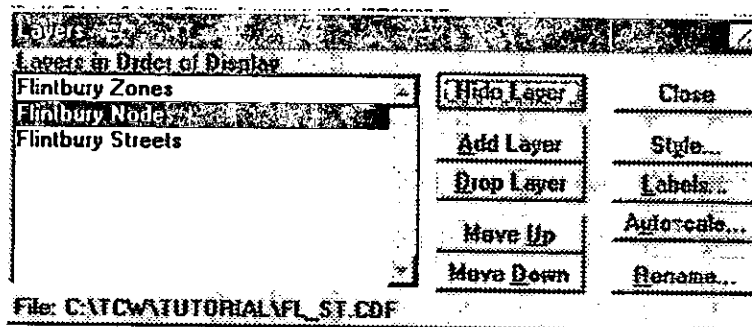


FIGURA 2.71 VENTANA DE “CAPAS” PARA ACTIVAR LA “CAPA” DE NODOS DE FLINTBURY

TransCAD redibuja el mapa y se despliegan los nodos en el mismo (FIGURA 2.72).

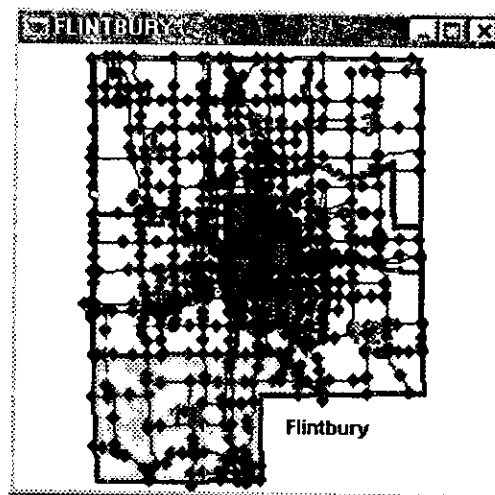



FIGURA 2.72 MAPA CON LOS NODOS DE FLINTBURY




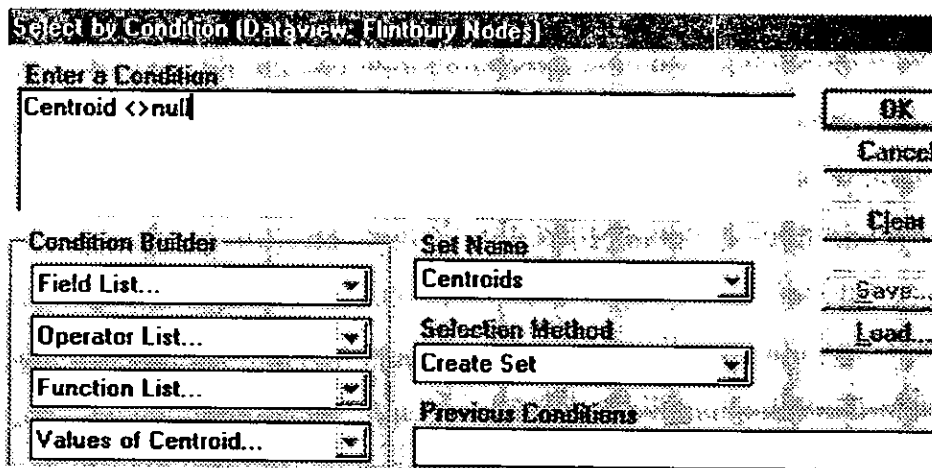
**(d) Datos contenidos en la “capa” de nodos**

1. Verifique que la “capa” de Nodos de Flintbury se encuentra activa en la barra de herramientas.
2. Presione el botón  en la barra de herramientas.

Note que el campo llamado Centroide. Se considera que todo el flujo de tránsito dentro o fuera de cualquier zona empieza o termina en un solo punto dentro de la zona. Este punto se llama zona centroidal. En este ejemplo, únicamente tendremos 12 centroides porque Flintbury tiene 12 zonas.

**(e) Selección de los Nodos Centroides**

1. Seleccione *Ventana de Datos- Seleccionar por condición* o presione el botón  en la barra de herramientas.
2. Entonces, aparecerá una ventana de selección por condición (**FIGURA 2.73**), en la cual se dará la condición `Centroid <> null`. Esta fórmula es posible escribirla directamente en el cuadro de texto de fórmula o usando la ayuda para construir fórmulas que se encuentra en la parte de abajo del cuadro de opciones.
3. En el cuadro de texto de asignar nombre escriba Centroids y finalmente presione OK.



**FIGURA 2.73 VENTANA DE SELECCIÓN POR CONDICIÓN**

TransCAD crea una ventana de datos con los centroides localizados. Ahora emplearemos el archivo de la matriz que contiene el número de personas que viajan entre cada par de zonas centroidales, la cual representa los viajes en Flintbury en un día típico (ya se debe contar con la base de datos correspondiente). Entonces, es necesario abrir dicha matriz de información, para este ejemplo, el archivo es de tipo matriz y se llama FL\_OD.MTX.

**(f) Matriz Origen-Destino**

Una vez selecciona el archivo que contiene la información de la matriz origen-destino, se despliega una ventana en la pantalla como la que se muestra en la **FIGURA 2.74**.

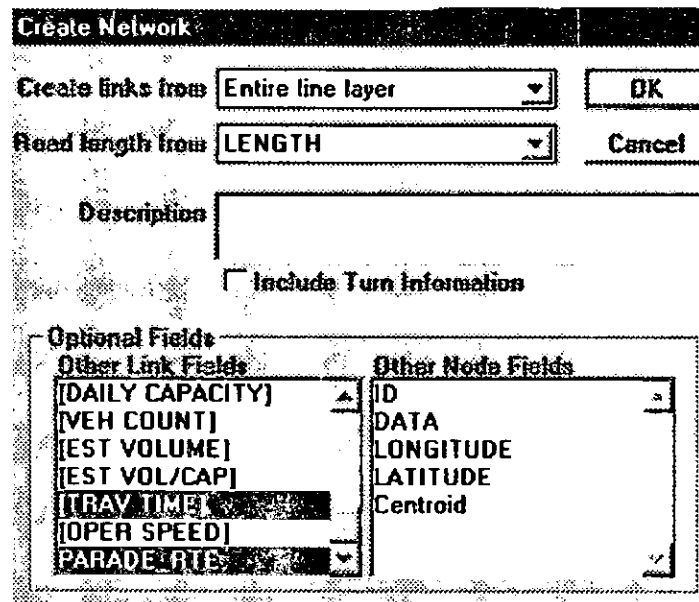
	10622	11672	25561	29304	31350	38992	41521	44202	55470	646
10622	1	130	3750	22	122	463	1762	404	29	2
11672	3	1	49	227	161	18	30	31	1	
25561	460	78	1	1636	359	4316	1923	643	7568	
29304	91	29	1666	1	249	2124	746	62	812	
31350	65	44	396	809	1	38	136	192	1755	
38992	960	7	616	836	62	1	889	10695	1	
41521	21	108	0	0	104	917	1	124	819	10
44202	440	69	479	1731	7	7276	10	1	1771	5
55470	96	12	9857	299	350	73	2764	3	1	
646	340	89	513	2952	0	1272	175	304	1190	

**FIGURA 2.74 MATRIZ ORIGEN-DESTINO**

**(g) Crear una Red de Trabajo**

1. Seleccione *Ventana-FLINTBURY* para activar la ventana del mapa de Flintbury.
2. Elija la “capa” Calles de Flintbury en la barra de herramientas.
3. Si el menú *Network Paths-Create* no se encuentra activo, seleccione *Procedure-Network Paths*.
4. Seleccione *Network Paths-Create* para desplegar la caja de diálogo de *Creación de una Red de Trabajo*. (**FIGURA 2.75**)
5. En la caja de diálogo de campos opcionales seleccione los campos [TRAV TIME] y PARADE\_RTE y presione OK.

A continuación aparece una nueva ventana para guardar el trabajo realizado hasta ahora, en el momento de asignar un nombre, TransCAD crea un archivo de red de trabajo.



**FIGURA 2.75 VENTANA PARA CREAR UNA RED DE TRABAJO**

A continuación se calcularán dos tipos de tiempos de viaje: uno para condiciones típicas de viaje y otra para el caso en que las rutas se encuentren cerradas.

Primero se calculará el mínimo tiempo de viaje para la situación típica, es decir, cuando la ruta no se encuentra bloqueada.

#### (h) Cálculo de los tiempos típicos de viaje entre zonas

1. Selecciones *Network/Paths-Multiple Paths* para mostrar la caja de diálogo para minimizar el tiempo de viaje.
2. Una vez en la pantalla que se presenta (**FIGURA 2.76**) seleccione la opción de minimizar [TRAV TIME], así como la opción del cálculo de dicho tiempo de viaje de centroide a centroide y finalmente elija OK.

Posteriormente, es necesario conservar un archivo con la información que se eligió.

TransCAD resuelve el problema de la ruta más corta y despliega los resultados en una pantalla de mínimos tiempos de viaje entre centroides (**FIGURA 2.77**).

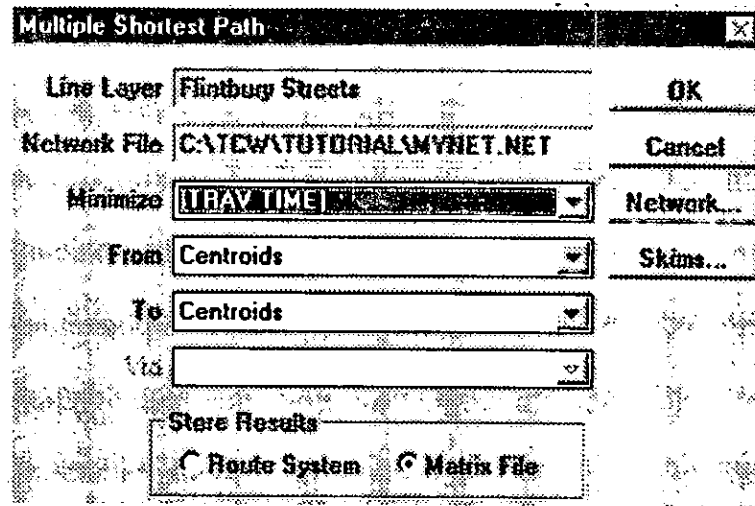



FIGURA 2.76 PANTALLA PARA MINIMIZAR RUTAS MÚLTIPLES EN TIEMPO DE VIAJE

	10622	11672	25561	29304	31350	38992	41521	44202	55470	64693	68365	70994
10622	0.00	20.72	23.51	31.28	41.48	21.18	24.99	28.18	26.63	41.13	38.56	49.02
11672	20.72	0.00	16.00	28.78	26.63	11.69	15.48	18.68	16.60	31.64	29.07	39.53
25561	25.22	16.02	0.00	18.18	32.53	10.87	10.56	15.34	9.25	29.99	19.56	32.06
29304	31.28	28.79	18.18	0.00	45.31	23.64	23.34	27.77	19.54	40.34	22.73	34.80
31350	41.48	26.63	33.25	45.65	0.00	26.04	24.27	20.80	28.18	21.17	34.25	31.67
38992	21.18	11.69	10.22	23.00	26.07	0.00	5.11	8.73	8.06	22.98	18.75	29.15
41521	24.49	15.00	9.87	22.64	26.43	4.62	0.00	7.40	5.91	22.25	16.21	26.22
44202	28.18	18.68	15.34	27.77	22.11	8.73	6.48	0.00	10.30	17.74	15.77	24.26
55470	28.40	18.91	9.25	19.54	28.79	9.08	6.65	10.30	0.00	22.87	12.40	24.88
64693	41.13	31.64	29.90	40.19	21.17	22.98	21.21	17.74	22.73	0.00	27.91	20.40
68365	38.56	29.07	19.56	22.73	34.25	18.75	16.21	15.77	12.40	27.91	0.00	20.40
70994	49.02	39.53	32.06	34.80	31.67	29.15	26.22	24.26	24.88	20.40	20.40	0.00

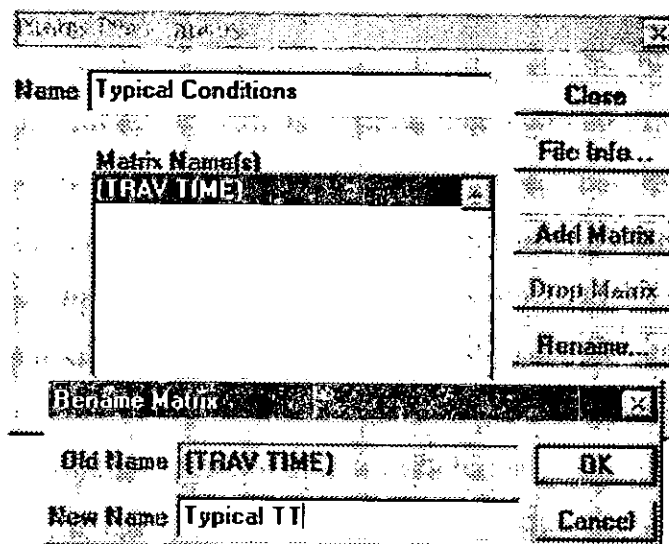
FIGURA 2.77 MÍNIMOS TIEMPOS DE VIAJE ENTRE CENTROIDES DE FLINTBURY

(i) Renombrar del Archivo de la Matriz OD y de la Matriz

Este paso es conveniente para diferenciar los dos comportamientos del tránsito para las diferentes condiciones, en condiciones normales y con manifestación.

1. Seleccione *Matrix-Contents* o presione el botón  que se despliega en la barra de herramientas.

2 En la caja de diálogo de los *Contenidos del Archivo de la Matriz (FIGURA 2.78)* en el nombre escriba *Condiciones Típicas* y presione el botón para *renombrar*, entonces aparece una caja de diálogo donde es posible escribir el nuevo nombre para la matriz, que en este caso será *Typical TT*.



**FIGURA 2.78 VENTANA DE CONTENIDOS DEL ARCHIVO DE LA MATRIZ**

3. Seleccione *Cerrar* para aceptar el nuevo nombre de la matriz.

Ahora se calcularán los tiempos de viaje que resultan cuando se presenta una manifestación en una ruta.

#### (j) Calles Cerradas en una Red

1. Seleccione *Networks/Paths-Settings* para desplegar la caja de diálogo de características de la red.
2. Presione el botón de *Update* para desplegar el cuadro de diálogo de *actualización de la red*. (FIGURA 2.79).
3. En el cuadro de opción seleccione *Calles no disponibles y en uso* seleccione por expresión, la expresión que se introducirá a continuación es *PARADE\_RTE=1* y presione *OK*.

TransCAD “bloquea” la ruta de la manifestación en la red. Ahora se calcularán los tiempos de viaje durante la manifestación.

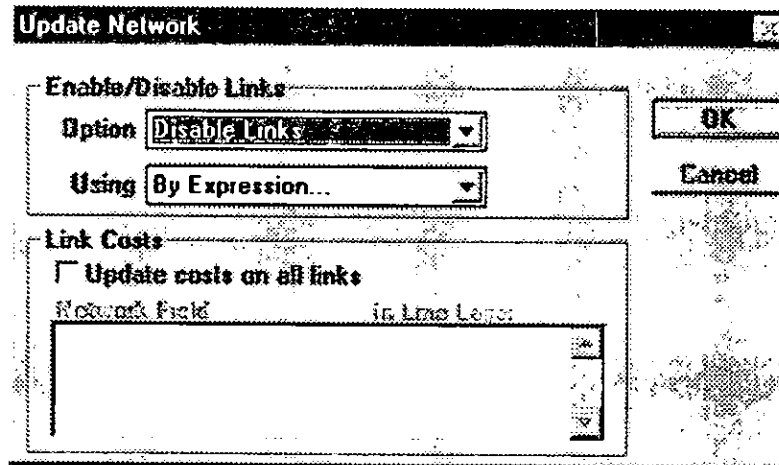




FIGURA 2.79 PANTALLA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA RED DE TRABAJO

(k) Cálculo del tiempo de viaje entre las zonas durante la manifestación

1. Seleccione *Network/Paths-Multiple Paths* para desplegar nuevamente la caja de diálogo de rutas múltiples.
2. Elija minimizar [TRAV TIME] de centroide a centroide y presione OK. Entonces, aparece la matriz de tiempos mínimos de viaje en caso de una manifestación como se muestra en la FIGURA 2.80. Nuevamente, es necesario guardar el archivo de trabajo actual.

Shortest Path (TRAV TIME)							
	38932	41521	44202	55470	64693	68365	70594
10622	21.18	25.92	29.01	26.63	41.49	36.95	47.66
11672	11.69	15.90	19.75	16.60	32.23	26.93	37.63
25581	12.41	11.72	17.70	9.25	29.99	19.56	32.21
29304	25.19	24.49	27.99	19.54	40.34	22.73	34.80
31380	26.90	30.46	20.80	28.18	21.17	33.65	31.67
38932	0.00	11.39	13.28	12.54	25.76	22.86	33.70
41521	11.11	0.00	13.27	8.46	25.44	16.93	27.78
44202	16.72	12.65	0.00	10.37	17.74	15.84	24.26
55470	12.54	8.31	10.52	0.00	22.87	12.40	25.03
64693	28.27	25.28	17.74	22.73	0.00	27.91	20.40
68365	22.70	16.73	15.99	12.40	27.91	0.00	18.99
70594	35.34	27.43	24.26	24.88	20.40	18.99	0.00

FIGURA 2.80 MÍNIMOS TIEMPOS DE VIAJE ENTRE CENTROIDES EN CONDICIONES DE MANIFESTACIÓN


Nuevamente, se renombrará el la matriz desde *Matrix-Contents* o con el botón  en la barra de herramientas. Elija el botón  para *Renombrar Parade Conditions* por *Parade TT*, presione OK y cierre la ventana.

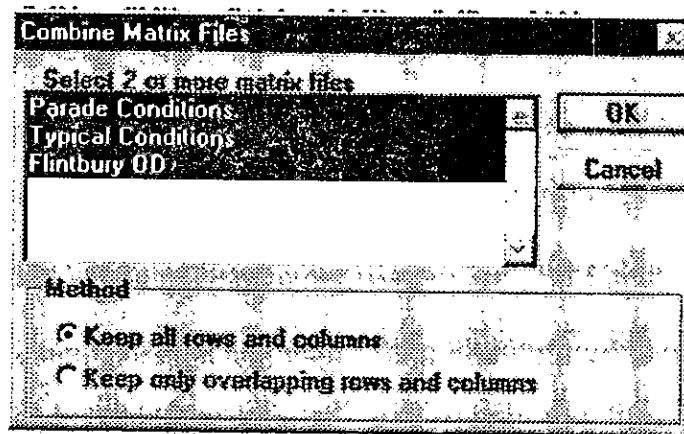
### (I) Manejo de Matrices

Ahora es necesario manejar los datos de las matrices para obtener el cambio en personas-horas gastadas en los viajes como resultado de la manifestación.

TransCAD puede manejar cualquier número de matrices juntas.

Para combinar algunas matrices dentro de un archivo de matriz es necesario:

1. Selecciones *Matrix-Combine* o presione el botón  para desplegar la caja de diálogo de Archivo para matrices combinadas (FIGURA 2.81).
2. Seleccione las 3 matrices que se encuentran en el cuadro de diálogo y presione OK.



**FIGURA 2.81 VENTANA DE ARCHIVO PARA COMBINAR MATRICES**


TransCAD crea un nuevo archivo de matriz que contiene las 3 matrices, es posible seleccionar cualquiera de las matrices que se encuentran en la barra de herramientas (FIGURA 2.82).

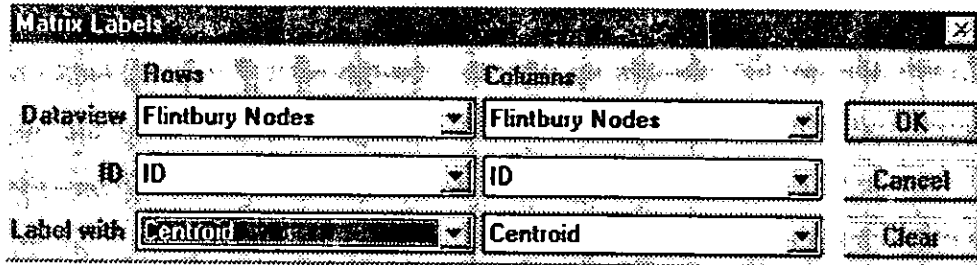
Antes de continuar, se harán algunos cambios a las matrices, para facilitar su entendimiento, siguiendo los pasos que se explican a continuación.



**FIGURA 2.82 BARRA DE HERRAMIENTAS DONDE SE LOCALIZAN LAS MATRICES ACTIVAS**

**(m) Cambio de etiquetas**


1. Seleccione *Matrix-Labels* o presione el botón  en la barra de herramientas para que aparezca la caja de diálogos de etiquetas.
2. En la ventana de etiquetas de matrices (**FIGURA 2.83**), en la ventana de datos, seleccione *Nodos de Flintbury* y seleccione *ID* para que los relacione por el identificador de la zona y seleccione *Centroid*, presione *OK*.



**FIGURA 2.83 VENTANA DE ETIQUETAS DE MATRICES**

TransCAD muestra la matriz etiquetando los renglones y columnas con los valores encontrados en el campo de centroides, el cual es, en este caso, el ID de la zona.

**(n) Clase de una Matriz**

1. Seleccione *Matrix-sort* o presione el botón  en la barra de herramientas para que se muestre la ventana correspondiente a *Clase de Matriz*. (**FIGURA 2.84**)
2. Elija *Etiquetas* y acepte la opción elegida. Al elegir esta opción, se desplegarán los renglones y columnas en orden por ID zonal.

Ahora se adicionarán todos los datos a una nueva matriz.



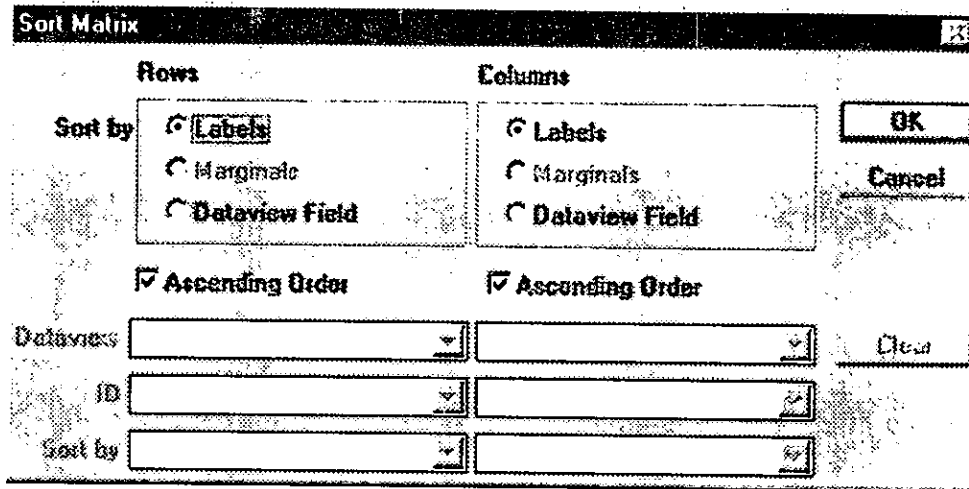



FIGURA 2.84 VENTANA DE CLASE DE MATRIZ

(ñ) Adicionar una Matriz

1. Seleccione *Matrix-Contents* o presione el botón  que aparezca la ventana de contenido de la matriz (FIGURA 2.85).
2. Presione el botón para adicionar matriz, TransCAD adicionará una matriz llamada Matrix 4 a la lista de nombres de matrices.
3. Seleccione la Matriz 4.
4. Elija el botón para renombrar la matriz y déle el nombre de Resultados, presione OK y finalmente, cierre la ventana.

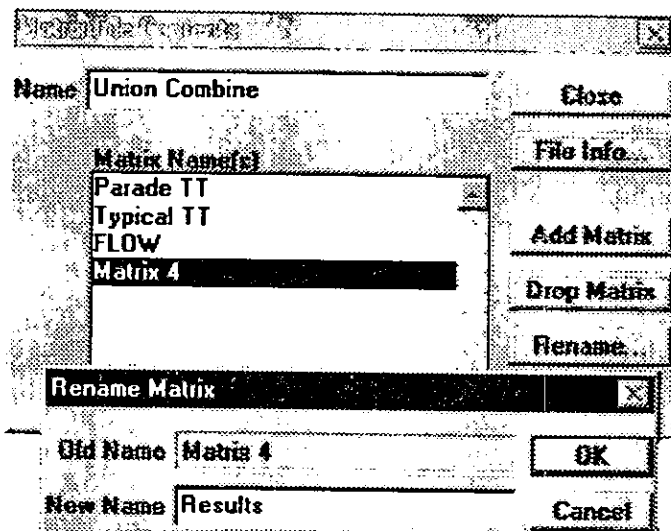



FIGURA 2.85 CONTENIDO DEL ARCHIVO DE MATRICES

TransCAD aumenta otra matriz llamada Resultados al archivo de matrices. Ahora se llenará con los resultados.

**(o) Cálculo de los Viajes extra para cada zona**

1. Seleccione Resultados de la barra de herramientas, para que la matriz de resultados sea visible.
2. Elija Matrix-Fill o presione el botón  en la barra de herramientas.
3. Entonces aparece la pantalla de fórmula (FIGURA 2.86), donde es necesario que introduzca la fórmula de:  $[FLOW] * ([Parade TT] - [Typical TT]) / 60$ . Es posible ayudarse con la sección que se encuentra debajo de la caja de diálogo donde se presenta la ayuda para construir fórmulas.

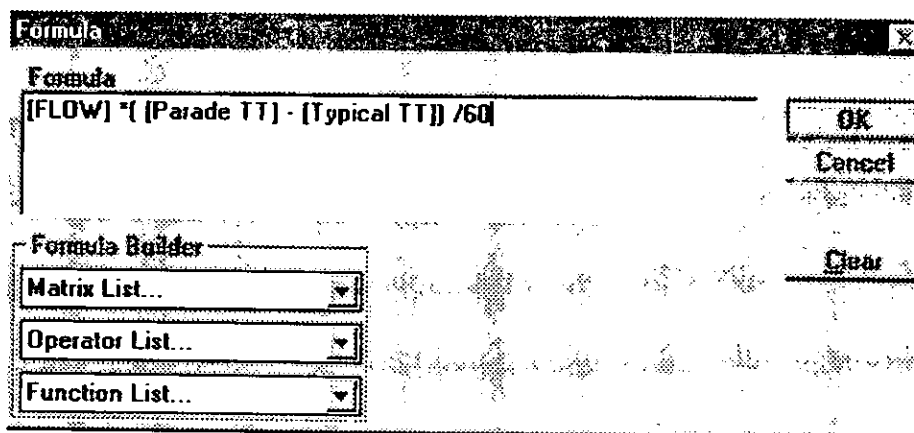



FIGURA 2.86 PANTALLA DE FÓRMULA

TransCAD calcula la fórmula para cada celda y escribe los resultados en la matriz de Resultados. Con este procedimiento ya se llenó los personas-horas extra de viaje que se presentan cuando existe una manifestación entre cada para de zonas. Aunque realmente, lo interesante es obtener el número de viajes extra total en la ciudad de Flintbury, que es, la suma de todas las celdas en el análisis de la manifestación en la matriz de resultados.

**(p) Cálculo del total de viajes extra persona-horas en Flintbury**

1. Seleccione *Matrix-Settings* or presione el botón  en la barra de herramientas para desplegar las opciones de las matrices( FIGURA 2.87), una vez que se muestra la ventana, seleccione Sum y presione OK.

TransCAD calcula la suma de cada renglón y columna y las despliega en una matriz (FIGURA 2.88). La diferencia total de personas-horas de viaje causadas por la manifestación se muestran en la última columna de la matriz.

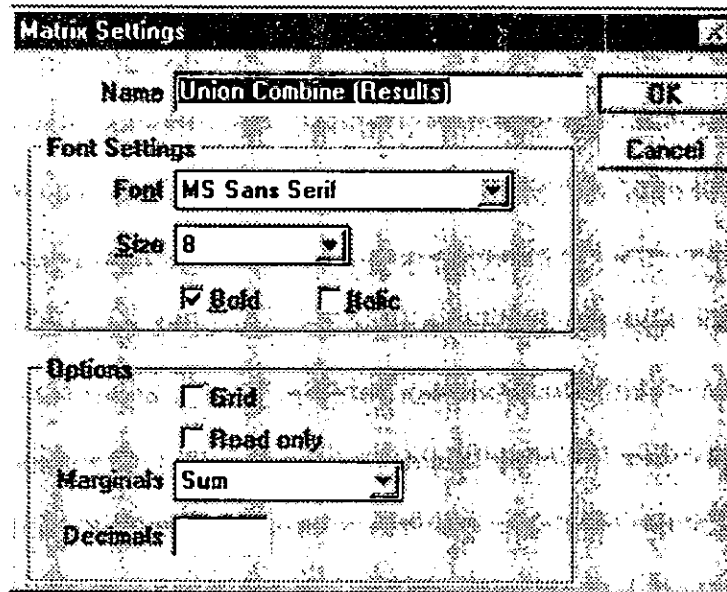


FIGURA 2.87 VENTANA DE CARACTERÍSTICAS DE LAS MATRICES (PARA CONFIGURAR LA MATRIZ DE RESULTADOS)

Unión Combine (Results)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum
1	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	28
2	0	0	0	1	0	12	112	0	0	10	135
3	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	4
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	2	0	1	969	2	1	23	1018
6	8	57	0	4	12	0	99	35	0	1	217
7	0	4	0	0	812	93	0	0	1	0	930
8	0	0	0	0	0	76	4	0	0	0	81
9	0	0	0	0	5	3	5	0	0	0	13
Sum	8	62	0	8	831	278	1359	37	2	34	2772

FIGURA 2.88 MATRIZ DE RESULTADOS (EN TOTAL EXISTEN 2772 PERONAS-HORAS EXTRA DE VIAJE DEBIDAS A LA PRESENCIA DE UNA MANIFESTACIÓN)

De todos los paquetes presentados en este trabajo, se puede decir en resumen que todos están basados en la combinación de datos, redes, escenarios, matrices y funciones. Una determinada red de transporte de la región estudiada se representa por una red multimodal, donde sus principales componentes son los diferentes medios de transporte, la red básica, las intersecciones y las rutas de transporte público. Toda esta información puede modificarse en cualquier momento utilizando los editores gráficos interactivos y las facilidades de los módulos de cálculo. Para cada nodo, arco, vueltas, rutas de transporte o pequeños tramos, pueden especificarse con un determinado número de variables definidas por los usuarios. Cada escenario consiste en un conjunto completo de datos que describen la red y sus características.

Todos los datos relativos a una zona como son: demanda, variables socioeconómicas o impedancias, se almacenan en escalares, vectores o matrices. El manejo uniforme de todos los datos matriciales es base para el uso eficiente de las herramientas de análisis y de manipulación de las matrices. La agrupación por zonas, de acuerdo con ciertos criterios pueden ser usados para simplificar los datos de entrada o acceso, así como para producir salidas agregadas.

Un esquema general del proceso de análisis que siguen la mayoría de estos paquetes de observa en la FIGURA 2.89.

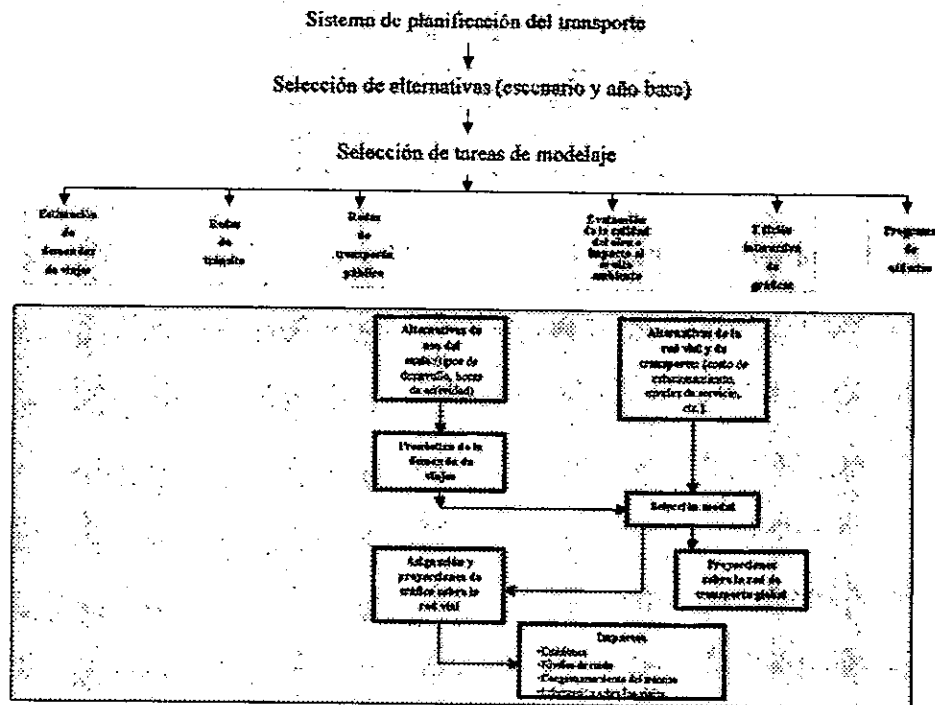
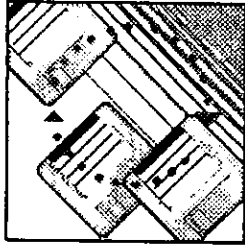


FIGURA 2.89 ESQUEMA GENERAL DE TRABAJO DE LOS PAQUETES COMPUTACIONALES



---

# **CAPÍTULO 3**

## **CLASIFICACIÓN DE LA PAQUETERÍA DE TRANSPORTE**

# **CAPÍTULO 3**

## **CLASIFICACIÓN DE LA PAQUETERÍA DE TRANSPORTE**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo se presenta el proceso de planeación del transporte, asimismo, se da una semblanza de la importancia que tiene la introducción de los sistemas de cómputo en la planeación de los sistemas de transporte, refiriéndose a las primeras aplicaciones que se llevaron a cabo y a las aplicaciones que se han realizado recientemente. Asimismo, se mencionan algunos paquetes de cómputo especializados en Transporte, el sistema que requiere para su instalación, y finalmente se señala una clasificación de la paquetería presentada en el capítulo anterior.

### **3.2 LA PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE**

El primer concepto que debe quedar claro es que la planeación más que el desarrollo de un plan, es un proceso integrado. Un plan más que nada es el documento de referencia de este proceso en un instante determinado. El proceso de planeación es esencialmente la generación de información sobre alternativas de acciones y sus posibles efectos. Sin duda hay influencia de la evaluación técnica sobre las decisiones, de lo contrario no se pediría el soporte técnico a las decisiones.

La planeación tiene otro componente importante y complejo: el problema de pensar en el futuro, el problema de adivinar el posible futuro. Este problema generalmente es tratado a través de escenarios. Los escenarios son alternativas de posibilidades de ocurrencias en el futuro por la incertidumbre total que se tiene en cuanto a la previsión de las variables que intervienen en el problema. Inclusive las variables más simples como población son difíciles de prever con precisión a largo plazo. La adición de escenarios en el análisis puede ayudar a proveer información adicional con previsiones de tipo optimista, probable y pesimista pero no elimina la incertidumbre que involucra el prever el futuro. Es necesario enfatizar que la incertidumbre va a existir siempre, lo que se busca es disminuirla.

La incertidumbre es tanto mayor cuanto mayores son los plazos u horizontes de planeación. Las previsiones a largo plazo (10, 15 ó 20 años) son casi totalmente inciertas. No hay ninguna posibilidad de prever todas las variables que interfieren en el problema de transporte a largo plazo. Por lo tanto lo único que se puede hacer a largo plazo es planeación estratégica. Las previsiones pueden tener un grado razonable de precisión a corto plazo (3 años) o mediano plazo (5 a 6 años). En estos casos ya se puede hacer planeación táctica. (SEDESOL, 1994)

En todos los casos se va a ofrecer a la o a las personas que toman las decisiones, alternativas de acción con la información técnica y la evaluación de sus impactos sociales, económicos y ambientales. La elaboración de alternativas debe ser el reflejo de una política bien definida para el sector del transporte y de estrategias de solución de los problemas.

El problema del transporte urbano (en particular, pero que afecta el transporte regional) está totalmente relacionado al proceso de urbanización. La industrialización y los cambios en la productividad agrícola tuvieron como efecto el crecimiento acelerado de las ciudades sin la correspondiente infraestructura.

De una forma general, la urbanización en Latinoamérica tiene dos componentes que influyen sobremanera en el problema del transporte: la construcción de calles angostas de las ciudades coloniales y la falta de planeación y control del desarrollo urbano, en especial la forma en que se desarrollaron y se desarrollan los fraccionamientos legales e ilegales.

Las ciudades coloniales no tenían forma de prever los cambios en la tecnología del transporte. El interés de preservar la historia de estas ciudades exige soluciones en la circulación de los vehículos, calles peatonales, estacionamiento, etc. Sin embargo, los centros históricos de las ciudades coloniales tienen también una dimensión restrictiva y no serían un problema muy fuerte si no existieran complicaciones por el crecimiento desordenado y acelerado de la urbanización justamente debido a los cambios tecnológicos en la industria y en el transporte. Estos factores hacen que se tenga que entender muy bien el problema del transporte: permitir la transportación de bienes y personas en condiciones preestablecidas de precio, confort y seguridad en el menor tiempo posible.

El problema puede ser entendido como la necesidad de comunicación originada por las actividades urbanas de producción de bienes y servicio. Las personas viven en un lugar y necesitan ejercer sus actividades productivas y de consumo en otros lugares.

Las actividades están ubicadas en espacios propios y el sistema de transporte es una de las formas de comunicación entre las actividades. La forma de producción industrial moderna hace que las ciudades se densifiquen y sea crítica la producción de espacio para el transporte. Así viene la preocupación no sólo con la producción de nuevo espacio para proveer más oferta sino también la preocupación por la mejor utilización del espacio existente.

El énfasis en la planeación del transporte ha cambiado en los últimos años. Los procedimientos anteriores estaban más involucrados en la provisión de oferta para satisfacer la demanda. Con este propósito se construyeron las vías rápidas, las grandes vialidades y los sistemas de transporte colectivo como el metro.

Las herramientas de planeación, especialmente los modelos matemáticos también reflejaban este espíritu con elaboración de modelos integrados de uso del suelo y de transporte y procedimientos de elaboración de planos muy caros y generalmente muy tardados.

Con la crisis económica y con la introducción de computadoras personales se cambió el énfasis. Con la falta de recursos para obras se dirigieron los esfuerzos a la búsqueda de alternativas de bajo costo para mejorar y operar mejor el sistema existente.

Las limitaciones para ofrecer mayor capacidad vial a la demanda de transporte por automóvil aumentó el énfasis en la planeación y operación de sistemas de transporte colectivo.

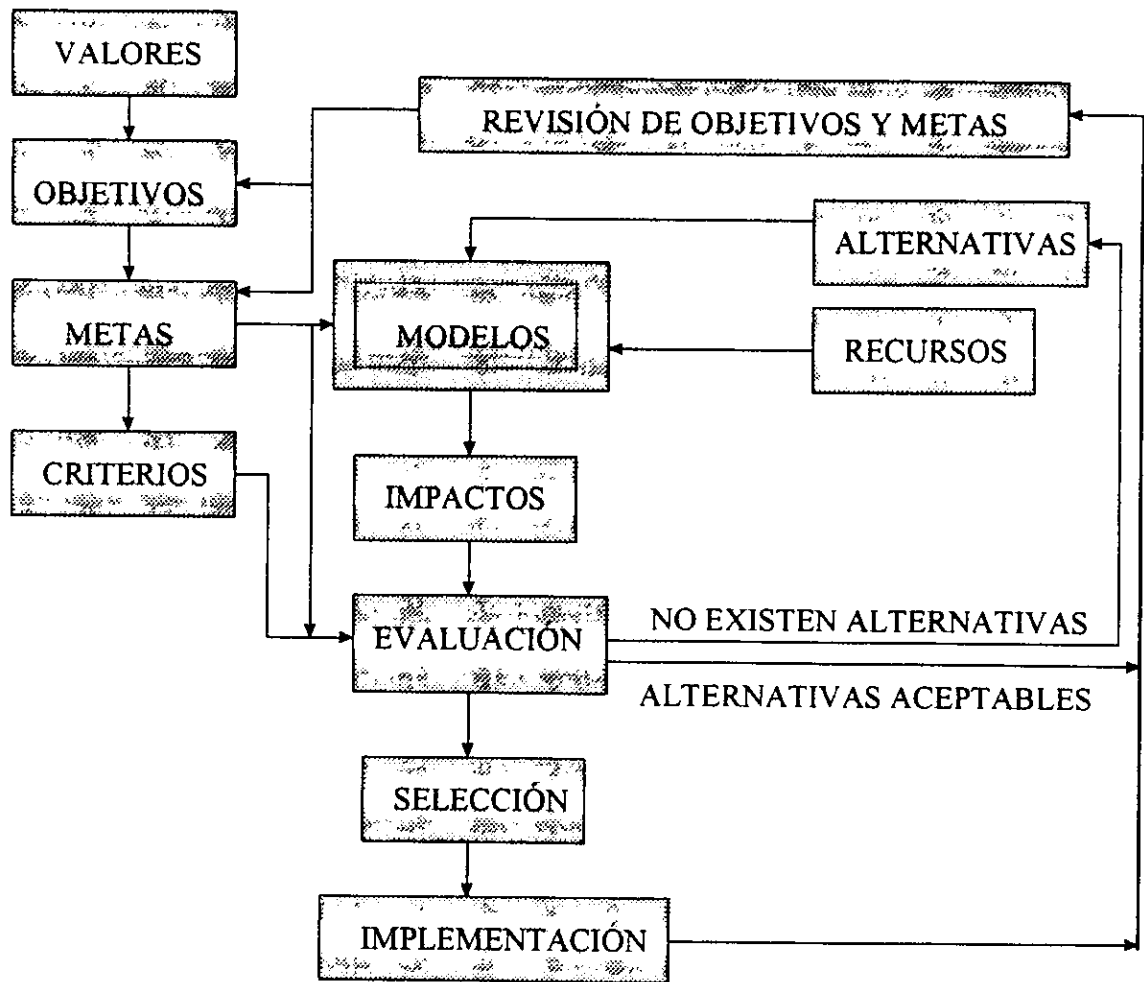
Al mismo tiempo se acentuó la importancia de la planeación de corto plazo, así como las limitaciones a los alcances de la planeación de largo plazo, que involucra mucha incertidumbre.

Asimismo se desarrollaron métodos de actualización de información por procedimientos más simples que la recopilación nueva y completa de todos los datos a cada espacio de tiempo.

El proceso de planeación de transporte debe ser comprendido como un conjunto de actividades relacionadas entre sí que tienen por objetivo mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, específicamente en los aspectos relacionados al funcionamiento del sistema de transporte.

El uso de la palabra "proceso" indica que la planeación debe ser una actividad continua, que acompaña la evolución del sistema estudiado así como la naturaleza de sus problemas y la eficacia de las soluciones adoptadas. Es fundamental que la planeación sea conducida por un enfoque sistemático, considerando los componentes del sistema estudiado, las relaciones entre ellos y su comunicación con su ambiente interno.





**FIGURA 3.1 PROCESO DE PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE**  
(SEDESOL, 1994)

De una manera general, las principales etapas asociadas al proceso de planeación son las siguientes, como se observa en la **FIGURA 3.1**:

- Identificación de los problemas
- Identificación del sistema de interés
- Establecimiento de metas y objetivos para el sistema
- Generación de alternativas para la solución de los problemas identificados
- Análisis del comportamiento del sistema, en particular frente a las alternativas consideradas
- Evaluación de las alternativas estudiadas (desde el punto de vista técnico, económico y ambiental)
- Selección de alternativas que atiendan mejor a los objetivos establecidos
- Implantación de la alternativa seleccionada
- Monitoreo de la evolución del sistema buscando la identificación de nuevos problemas

### **3.2.1 Disponibilidad y Organización de la Información**

Esencialmente todo el proceso tiene por objetivo proveer información de apoyo a la toma de decisiones. La disponibilidad y la organización de la información es de gran importancia en este proceso.

La información comprende no solamente los datos básicos sino también los resultados del análisis, del diagnóstico y de los impactos de las alternativas estudiadas.

Un gran problema que siempre se presenta es mantener la información actualizada. Generalmente los organismos operativos y de control tienen una probabilidad mayor de mantener sus datos actualizados. La mejor forma de tener acceso a una información actualizada es mantener un intercambio estrecho con estos organismos y establecer un flujo permanente de intercambio de información entre los organismos.

Así, la información debe estar disponible de forma organizada para su consulta ágil y fácil para presentarla a quienes toman las decisiones.

### **3.2.2 Proyecciones**

El acto de planear trae como consecuencia la necesidad de pensar en el futuro con toda la incertidumbre que esto pueda traer.

Esto hace que uno de los problemas más complejos de la planeación sea el hacer proyecciones de variables socioeconómicas y con esto hacer posible la estimación de variables de comportamiento de los usuarios frente a los cambios.

En la planeación del transporte urbano esto es sin embargo más complejo pues resulta que no solamente se tienen que estimar tasas de crecimiento generales sino que se tienen que hacer hipótesis de su distribución en el espacio.

La calidad de las proyecciones por este factor dependen mucho de la calidad de la información disponible, del conocimiento que tenga el planeador del sistema, de la existencia y calidad de los planes de desarrollo urbano, del control del uso del suelo y finalmente de la estabilidad económica y política del país.

Se debe tener un procedimiento para elaborar proyecciones y verificarlas periódicamente frente a nuevos factores no esperados y al conocimiento que el propio proceso de planeación trae como resultado.

### **3.2.3 Instrumentos de Análisis**

La planeación de transporte fue una de las actividades que desde su inicio se benefició con el advenimiento de las computadoras. La necesidad de tratar de forma sistémica grandes volúmenes de información, representando en detalle áreas extensas y simulando el comportamiento de sistemas complejos, solamente pudo satisfacerse cuando la capacidad de manipulación de información y la realización de cálculos de las computadoras empezó a hacerse disponible.

Con el uso de las computadoras fue posible establecer una metodología de simulación de sistemas de transporte que se hizo clásica. No se trata de que el proceso de planeación por sí sólo dependa exclusivamente de las computadoras. En realidad, esto posee fases distintas, en las cuales el conocimiento del problema y la creatividad en la búsqueda de soluciones desempeñan papeles por lo menos tan importantes como el uso de la informática.

Sin embargo, la informática permitió la utilización, hasta entonces restringida, de uno de los elementos centrales en el análisis de sistemas complejos : el desarrollo y uso de modelos. En particular, en el caso de la planeación del transporte, modelos matemáticos de simulación de demanda y de representación de la oferta de transporte.

Además de los modelos de simulación cabe tener presente la estadística y el software básico para evaluar la congruencia de la información, por ejemplo.

### **3.2.4 Evaluación de Acciones**

La evaluación de acciones involucra analizar su factibilidad técnica, socioeconómica, financiera y sus impactos ambientales y someterla a un proceso de decisión que seleccione la alternativa deseable frente a los objetivos definidos para el estudio.

#### **3.2.4.1 Evaluación Técnica**

La evaluación técnica empieza con la definición de los problemas que se quiere resolver (diagnóstico). Para cada uno de los problemas o para un conjunto de problemas son elaboradas alternativas de solución : puntuales, optimización de la utilización de la oferta de espacio vial, inversión en la expansión de la capacidad del sistema, etc.

La evaluación técnica debe mostrar hasta qué punto cada una de las alternativas presentadas soluciona el problema identificado.

#### **3.2.4.2 Evaluación Económica y Financiera**

La evaluación económica calcula los beneficios económicos y los indicadores económicos de evaluación. La evaluación financiera evalúa las fuentes de recursos y la capacidad de pago del municipio en caso de préstamos para hacer la inversión.

Un aspecto importante es que la evaluación debe empezar en cuanto estén identificados los problemas y las alternativas de solución. La evaluación tiene fases distintas de precisión. Al inicio se tienen que eliminar las alternativas que claramente no son factibles. Esto se hace al nivel de ideas con costos y beneficios estimados a un nivel muy general. Si las alternativas propuestas no son factibles se buscan nuevas soluciones.

#### **3.2.4.3 Evaluación de Impactos Ambientales**

con el exceso de contaminación en las ciudades los impactos ambientales de las acciones de transporte tienen cada vez mayor importancia. Los impactos ambientales del transporte se relacionan con cuatro áreas principales:

- Contaminación del aire
- Contaminación por ruido
- Deterioro del paisaje urbano
- Creación de barreras artificiales al movimiento de las personas

La planeación debe mantener información sobre el monitoreo de estos factores e investigar medidas para mitigarlos.

#### **3.2.5 Presentación de los Resultados**

La presentación de los resultados debe ser siempre sintética con uso de recursos gráficos de ágil entendimiento.

Los recursos gráficos de presentación se encuentran en la mayoría de los software. Hay softwares destinados a mejorar la presentación como el CorelDraw, software de diseño como el AutoCad y sistemas de información geográfica como el ArcInfo, GisPlus, Ilwis, entre otros.

Los estudios deben tener siempre un reporte final consolidado que es el reporte ejecutivo.

#### **3.2.6 Selección de Alternativas**

La selección de alternativas involucra por lo menos dos fases : la selección efectuada por los técnicos y la selección final llevada a cabo por las personas que toman las decisiones.

Al terminar el estudio, los técnicos hacen una primera evaluación y recomiendan las acciones que creen las más convenientes entre las alternativas factibles.

### **3.3 USO DE PROGRAMAS PARA COMPUTADORA EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN DE TRANSPORTE**

Las aplicaciones de las computadoras forman una parte integral del proceso de planificación del transporte y redes viales y los avances en los últimos 35 años en este campo en varios países, han ido invariablemente paralelos con la evolución de la tecnología de las computadoras. Sin el auxilio de la computadora el análisis de grandes cantidades de datos se convertiría en una tarea laboriosa y requeriría de una gran cantidad de tiempo que, en algunos casos, podría impedir su realización en plazos razonables. La solución de los diferentes modelos en los procesos de simulación puede ser calibrada, completa y satisfactoriamente, sólo con el uso de computadoras.

#### **3.3.1 PRIMERAS APLICACIONES**

La primera aplicación de las computadoras al proceso de planificación de un sistema de transporte, fue relativa a la tabulación de la información recopilada en estudio de campo. Sin embargo, al aumentar la capacidad de almacenamiento fueron reducidas las dificultades de programación y la computadora fue utilizada para resolver los primeros modelos de distribución de viajes tales como el de Fratar, Detroit y modelos de los factores de crecimiento, de regresión múltiple, electrostático y de oportunidad.

Para el año de 1962 el proceso de planeación disponía de un paquete completo de programas aplicados a modelos de distribución y asignación, así como para los análisis de datos completos (*Vázquez, 1997*).

En las etapas iniciales la fabricación de grandes computadoras permitió llevar a cabo cálculos y manejo de datos a altas velocidades, lo cual ha tenido un efecto muy marcado en el campo de la planeación. El desarrollo reciente de lenguajes de programación más poderosos permiten al planificador escribir sus propios programas. La gran capacidad de almacenamiento asegura que las redes viales complejas, puedan ser estudiadas con relativa facilidad.

El proceso de planeación utilizando computadoras no solo incluye el análisis de datos de estudios de campo y la estimación de la demanda para la realización de viajes, sino que pueden realizarse evaluaciones de sistemas de transporte alternativos, con el propósito de jerarquizar los diferentes proyectos.

El entendimiento de las relaciones entre las técnicas de cómputo y la planeación de sistemas de transporte es necesario, así como el conocimiento de los elementos básicos de una computadora y el procedimiento para proporcionar las instrucciones a la máquina. Pero jamás deberá soslayarse el entendimiento y comprensión cabal de los conceptos, teoría y principios del proceso de planificación de los sistemas de transporte que constituye el enfoque medular del fenómeno de la movilidad urbana y regional.

La clasificación de los programas de cómputo empleados en Transporte, se pueden dividir en función del problema a solucionar:

- a) *Programas para análisis de datos de campo.*- Antes del advenimiento de los computadores, estos datos eran procesados manualmente o usando tabuladores de tarjetas perforadas. Por consecuencia existían limitaciones severas en los estudios que pudieran ser realizados. Actualmente la aplicación de las computadoras ha simplificado las labores del planificador.
- b) *Programas para generación de viajes.*- Dos métodos básicos están actualmente en uso para el pronóstico de generación de viajes: los que se basan en el análisis de regresión lineal múltiple y los que se apoyan en el análisis por categorías (también llamado análisis cruzado). Los programas para regresión múltiple se obtienen generalmente de paquetes estadísticos.
- c) *Programas para distribución de viajes.*- El problema de estimar el flujo de tránsito interzonal es de gran importancia en el proceso de planeación y ha sido elaborado un grupo numeroso de modelos para distribuir los movimientos entre las diferentes zonas.

Sin embargo, los modelos básicos usados ampliamente son el modelo gravitacional, los modelos de factores de crecimiento (Fratat o Furness), de programación lineal y de oportunidad que tiene una base probabilística.

- d) *Programas para asignación de tránsito.*- La asignación de tránsito intenta predecir como será repartido un volumen de tránsito, clasificado en individual y colectivo en un sistema vial de una zona urbana o región. Actualmente se dispone de los siguientes procedimientos con sus

correspondientes programas de computadora: Modelo absoluto (All or Nothing), Modelo a base de curvas de desviación, Modelo de capacidad restringida, Modelo de asignación de rutas múltiples y Modelos de programación lineal.

### **3.3.2 APLICACIONES RECIENTES**

Las aplicaciones recientes para el modelaje en la planeación del transporte urbano con base en computadoras personales incluye:

- a) Trabajos nuevos o revisiones minuciosas sobre enfoques para análisis de impacto local.
- b) Evaluaciones de estrategias para administración de demanda de viajes
- c) Integración de modelos de planeación de transporte con los sistemas de información geográfica
- d) Modelación de interacciones simultáneas de transportación- uso de suelo
- e) Introducción de interfases gráficas, uso más accesible de los programas, manejo más versátil y una mayor integración de los mismos

Las microcomputadoras personales constituyen actualmente una excelente herramienta para el análisis de impacto local, los cuales se aplican en escalas geográficas limitadas y frecuentemente requieren ser concluidos rápidamente. Los modelos de hojas para cálculo electrónico, permiten al analista introducir datos de uso de suelo directamente.

Los modelos de pronóstico para la demanda de viajes regionales a gran escala también pueden ser usados para análisis de impacto local dividiendo las zonas grandes en zonas más pequeñas y agregando más arcos a la red en la vecindad inmediata al lugar en estudio.

Actualmente existen pocas combinaciones de modelos de transportación con sistema de información geográfica.

Los japoneses y los Europeos han advertido que realizan mayores avances en los modelos de interacción transporte-uso de suelo que los Estados Unidos. Estos modelos pueden ser de un gran uso para los países en proceso de desarrollo que experimentan rápidas urbanizaciones donde los recursos financieros son escasos y las inversiones para utilidad pública y transporte colectivo pueden conducir a expansiones urbanas inapropiadas a lo largo de las rutas.

En el presente trabajo se explicará el uso de 12 paquetes que facilitan el proceso de planificación del transporte. A continuación se presenta un resumen de dichos sistemas, así como sus requerimientos de hardware y software para poder utilizarlos.

### **3.3.3 PAQUETES DE PROGRAMAS PARA PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE EN MICROCOMPUTADORAS PERSONALES**

#### **● HCS, HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE**

Este conjunto de módulos es la implantación completa del Manual de Capacidades de Carreteras (HCM) de 1985. Provee una herramienta confiable de automatización de los procesos preparados para la elaboración de dicho manual. Se maneja por medio de menús y es muy amigable. La entrada de datos para volúmenes, geometría, fases y tiempos de señalización, ocurren en dos pantallas, que sustituyen a las nueve pantallas de su versión anterior.

<b>REQUERIMIENTOS DE SISTEMA</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 640K RAM</li><li>• MS-DOS 3.0+</li><li>• CGA o más</li></ul>

#### **● SIDRA (Signalised Intersection Design and Research Aid)**

SIDRA es un programa desarrollado como una ayuda para la realización de análisis de capacidad, tiempos y niveles de servicio de intersecciones semaforizadas, así como para glorietas, intersecciones sin semaforizar (con señalamientos). El programa facilita observar las mejoras que se obtienen al realizar algunas modificaciones realizadas por el planeador en gabinete, para la toma de decisiones.

<b>REQUERIMIENTOS DE SISTEMA</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 486+</li><li>• 8 Mb RAM</li><li>• 20 Mb libres de disco duro</li><li>• Win 3.0+</li></ul>



### ⊖ HCM/CINEMA

Este paquete es una herramienta avanzada de software que ofrece aproximaciones gráficas interactivas para determinar la capacidad y el nivel de servicio de intersecciones semaforizadas usando los procedimientos del Highway Capacity Manual de 1985.

El programa automáticamente dibuja en pantalla el diagrama de la intersección y del plan de fases de semaforización conforme se van introduciendo los datos. Esta aproximación gráfica permite verificar los datos inmediatamente después de que son teclados. Se tiene un análisis fiel de capacidades para estimar los ciclos y tiempos de señalización, lo que permite diseñar la duración de las luces del semáforo y calcular con rapidez la capacidad y nivel de servicio del cruce.

HCM/Cinema también incorpora un simulador de tránsito para proveer medidas de efectividad no consideradas en el Manual de Capacidad de Carreteras, incluyendo velocidades promedio, longitud de colas, consumo de combustible y emisión de contaminantes. La simulación genera una animación realista de los movimientos de los vehículos tanto en la fase de aproximación como dentro del cruce, lo cual permite identificar problemas de tránsito no incluidos en el HCM.

#### **REQUERIMIENTOS DE SISTEMA**

- IBM PC/XT, AT, PS/2 o compatible, corriendo DOS versión 3.0 u otra
- 640 Kb en RAM con 545 Kb para HCM/Cinema
- Un disco flexible capaz de leer discos de baja densidad (ya sea de 5 ¼ ó 3.5 pulgadas)
- Disco duro con mínimo 3.0 MB
- Tarjeta gráfica : VGA, EGA o Hercules

### ⊖ PASSER II-90

PASSER II-90 es una versión mejorada del popular modelo PASSER II para el análisis de tiempos de señalización y optimización en la progresión arterial. Tiene como características el tratamiento de vueltas a la izquierda, la optimización de la progresión arterial, evaluación de los periodos de semaforización existentes, análisis avanzado de capacidad de carreteras, estimación mejorada del consumo de combustible, asistencia interactiva en la entrada y salida de datos, y ayuda en línea para el usuario. Un nuevo emulador de gráficas posibilita al usuario a examinar los efectos operacionales y visualizar la coordinación existente en la señalización de las arterias.

**REQUERIMIENTOS DE SISTEMA**

- 640K RAM
- MS-DOS 3.1+

☉ **UBC , Unilink Benefit Cost**

Programa para estimar los costos de proyectos de autopistas y el alcance de los beneficios que se pueden obtener con el mismo.

Los proyectos carreteros pueden incluir caminos, puentes, desviaciones u otra estructura relativa al funcionamiento de la carretera. También se incluye la posibilidad de mejorar estructuras ya construidas.

Este programa usa capacidad y volumen para estimar el número de accidentes que se pueden evitar si el proyecto se lleva a cabo. El número de accidentes evitados se convierte en un valor monetario (en dólares) de manera que el beneficio del proyecto, en términos de reducción de accidentes, es una medida objetiva.

La salida final del UBC es un sólo número, el cual indica si el proyecto debe ser implementado, si el número es menor que uno, el proyecto no debe llevarse a cabo.

**REQUERIMIENTOS DE SISTEMA**

- 128K RAM
- MS-DOS 3.0+
- BASICA o GW-BASIC

☉ **DSS, DECISION SUPPORT SYSTEM**

Consiste de cinco módulos diseñados para mejorar la calidad de las decisiones acerca de reinversiones en la infraestructura de transporte. El programa asiste al usuario en el desempeño de un análisis económico de costos de proyectos, ahorro en tiempos de traslado, ahorro en consumo de combustible y reducción de accidentes.

**REQUERIMIENTOS DE SISTEMA**

- 256K RAM
- DOS 2.1
- Impresora

☉ **FREWAY (FREEWAY DELAY CALCULATION PROGRAM)**

Este programa estima el impacto anual de congestiones de tránsito en vías rápidas urbanas (periféricos, viaductos), en términos de viajes congestionados, retrasos y exceso en el consumo de combustible debido a congestiones recurrentes causadas por deficiencias en el diseño geométrico y por el tránsito pesado. Es muy útil para el análisis de desempeño de las vías rápidas y como base para proponer alternativas de solución.

REQUERIMIENTOS DE SISTEMA
<ul style="list-style-type: none"><li>• 128 K RAM</li><li>• MS-DOS 2.0+</li><li>• Adaptador para gráficos a color</li></ul>

☉ **dQUEUE, dynamic QUEUEing analysis**

Este programa está basado en el modelo de simulación de Monte Carlo, así como en la teoría de flujo de tránsito: simula gráficamente por medio de animación el movimiento de cada vehículo al aproximarse a una caseta de cobro. El usuario puede darse cuenta de la formación y disipación de las colas de vehículos en el monitor de la computadora. El programa toma en cuenta varios factores que afectan el desarrollo de la cola, entre otros, volúmenes de tránsito, tasas de servicio, maniobras, tipos de operaciones, etc. Durante la simulación se calculan diversas medidas de efectividad tales como retrasos, tamaños de colas, niveles de servicio, etc.

REQUERIMIENTOS DE SISTEMA
<ul style="list-style-type: none"><li>• 512 K RAM</li><li>• MS-DOS 2.0+</li><li>• BASICA o GW BASIC</li></ul>

☉ **ROADSIDE**

ROADSIDE es una herramienta útil para que el ingeniero que diseña carreteras y su interacción en zonas urbanas, tome decisiones respecto a su diseño y ubicación. Este paquete ayuda a seleccionar, mediante un tratamiento de alternativas, la que ofrece la recuperación más anticipada en términos de beneficios en proporción con el financiamiento otorgado.

REQUERIMIENTOS DE SISTEMA
<ul style="list-style-type: none"><li>• 256K RAM</li><li>• MS-DOS 2.0+</li></ul>

### ☉ MODE CHOICE

Hoja de cálculo para estimar y analizar las distintas alternativas de elección del modo de transporte en viajes hacia el trabajo. Se modelan tres tipos de viajes : manejo en solitario, viajes compartidos y tránsito. Se requiere introducir datos no muy detallados de población trabajadora y alternativas de elección.

REQUERIMIENTOS DE SISTEMA
<ul style="list-style-type: none"><li>• Lotus 1-2-3</li><li>• MS-DOS 2.0</li></ul>

### ☉ TRANSCAD

TransCAD, es una base para PC tipo GIS (sistema de información geográfica). Es un sistema para la planeación, administración y análisis de las características y transformaciones de los sistemas de transporte y sus capacidades. Se ha aplicado a nivel internacional, nacional, regional y local y puede ser usado por cualquier modelo de transportación.

TransCAD provee un fácil acceso a los datos de transportación geográficos : es un modelo de soporte para la planeación del transporte, logística, rutas, operaciones y aplicaciones de comercialización : contiene herramientas para presentar y visualizar la información de transporte, contiene una caja de herramientas para el análisis de métodos y modelos de transporte.

REQUERIMIENTOS DE SISTEMA
<ul style="list-style-type: none"><li>• 486+</li><li>• 8 Mb RAM</li><li>• 20 Mb libres de disco duro</li><li>• Win 3.0+</li></ul>

### 3.3.4 PROBLEMAS EN LA MODELACIÓN

Los problemas más importantes para la utilización de los modelos para la planeación del transporte son de orden práctico y no teórico. Esto puede constituir una consideración importante para la evaluación de la efectividad de los modelos utilizados en microcomputadoras personales. Los problemas prácticos abundan.

- a) *Capacitación insuficiente.* Los investigadores reclaman frecuentemente al personal práctico ser poco receptivos para las nuevas ideas y para los modelos mejorados para el pronóstico de demandas de viajes. Aun se ignora mucho a pesar de las investigaciones que se han realizado en los últimos 20 años. Los educadores continúan impartiendo solo las instrucciones básicas y tradicionales a estudiantes en el uso de programas. Son escasos los organismos que requieren o utilizan los modelos de planificación del transporte y a nivel académico es necesario un mayor esfuerzo para difundir el conocimiento en este campo.
- b) *Datos inadecuados.* Existe una carencia general de datos detallados, actualizados o aun datos relevantes para el modelaje en la planificación. El desconocimiento del proceso y de las variables relevantes que intervienen en el mismo conforman una barrera para la utilización de los modelos. La carencia de bases de datos constituyen el lugar común de los organismos que intentan realizar este proceso de planificación.
- c) *Calibración inapropiada de los modelos.* Frecuentemente se realizan esfuerzos insuficientes para calibrar con precisión los modelos. Esto se debe probablemente a que existe escasa normatividad en este campo profesional para determinar si la calibración de un modelo en particular es adecuado para propósitos de planificación. En el mejor de los casos, el criterio es la norma para la evaluación y los análisis retrospectivos son una rareza en el medio.
- d) *Aplicación inapropiada de los modelos.* Los planificadores usan, algunas veces, los modelos de una manera inapropiada para las escalas de análisis, tanto grandes como pequeñas. Ninguno de los paquetes está conformado para análisis de impacto local a escalas muy pequeñas; por ejemplo, para intersecciones simples. Otro ejemplo, un paquete diseñado para una modelación regional detallada en zonas urbanas pequeñas, es inadecuado aplicarlo para realizar un proceso de planeación esquemática a nivel regional o para ciudades grandes.
- e) *El síndrome de la "caja negra".* Las estructuras de los modelos cerrados pueden ocultar problemas debido a los datos o errores debidos a la programación. Sin embargo, las estructuras de los modelos abiertos para programas complejos son escasamente la solución para el síndrome de la caja negra que continua invadiendo los esfuerzos para la modelación. Los nuevos procesos que facilitan el uso de modelos, manejo de interfases interactivas, popularización de programas de microcomputadoras, muestran una mezcla ventajosa si contribuyen a facilitar al usuario a evitar errores en el complejo proceso de la modelación.

Las características peculiares de los países del tercer mundo tales como la carencia de un número relevante de profesionales calificados para atender el proceso de planificación del transporte, una inadecuada estructura institucional, muy rápida urbanización, una inapropiada mezcla de vehículos utilizados para el transporte colectivo y desigualdad en los niveles socioeconómicos, han sido enarbolados como las razones importantes para que las técnicas utilizadas por países occidentales sean inapropiadas para ser usadas en los países en proceso de desarrollo.

La transferencia de tecnología deberá estar acompañada de un conocimiento profundo del medio al cual será aplicada y comparar cuidadosamente el medio donde se originó esa tecnología. Una vez que se hayan obtenido las modificaciones y agentes de la tecnología entonces deberá aplicarse, o en su caso, deberán prepararse nuevas técnicas más adecuadas al medio o contexto en estudio.

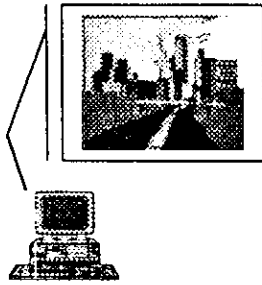
Sin lugar a dudas, la investigación es necesaria para elaborar o adecuar la transferencia de técnicas del primer mundo para países en proceso de desarrollo. Esta investigación deberá ser más que una simple calibración de los modelos existentes con objeto de obtener un entendimiento claro de las ventajas y debilidades de las técnicas existentes.

### 3.4 CLASIFICACIÓN DE LA PAQUETERÍA DE TRANSPORTE

La paquetería de transporte en el presente trabajo se clasificará en: modelos para la evaluación de proyectos de transporte, de generación de viajes, de simulación, para la planeación del transporte, para el diseño de corredores, para la proyección de población, para la toma de decisiones acerca de reinversiones en la infraestructura del transporte, para el control del tránsito, para el evaluación del impacto de congestiones en vías rápidas urbanas, para el diseño de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas aplicados al transporte urbano y a la interacción del transporte regional con el urbano. En la TABLA 3.1 se muestra la clasificación de la paquetería en función del ámbito de aplicación.

**TABLA 3.1 CLASIFICACIÓN DE LA PAQUETERÍA DE TRANSPORTE**

<b>TEMA</b>	<b>URBANO</b>	<b>URBANO/REGIONAL</b>
Evaluación de Proyectos de Transporte		ROADSIDE
Generación de Viajes	MODE CHOICE	
Simulación		DQUEUE
Planeación del Transporte		TRANSCAD
Diseño de corredores	PASSER II-90	
Toma de decisiones acerca de reinversiones en la infraestructura del transporte	DSS	UBC
Evaluación del impacto de congestiones en vías rápidas urbanas	FREWAY	
Intersecciones Semaforizadas	HCS SIDRA HCM/CINEMA	
Procedimientos del Manual de Capacidad de Carreteras (1985)	HCS	HCS
Diseño de Intersecciones (no semaforizadas)	HCS SIDRA	



# **CAPÍTULO 4**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## **CAPÍTULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Es importante considerar, que en nuestro país, el sector transporte no está totalmente preparado para enfrentar un incremento de la demanda con un respectivo incremento de la cantidad y la calidad del servicio, pero esta situación no es reciente, sino que es el resultado de varias décadas de desatención hacia el sector. En tales condiciones, el sector transporte puede llegar a convertirse en un obstáculo para lograr la deseada eficiencia del aparato productivo nacional. En particular, es posible que se resten posibilidades para competir en el mercado internacional. Por ello, es necesario iniciar una planeación de todas las actividades que se vayan a realizar para el mejoramiento del sistema de transporte, para ello es de gran ayuda el empleo de herramientas computacionales.

La planificación del transporte y el modelaje de la demanda de los viajes requería hasta hace unos años que el ingeniero o planificador consumiera mucho tiempo desarrollando y probando redes de tránsito y transporte. Más adelante estas redes se combinaban con la información del uso del suelo, para que los expertos en planificación procesaran la información para el modelaje. El procesamiento se hacía con grandes equipos sofisticados y los resultados se presentaban en cientos de hojas impresas de computadora.

Ahora, con el apoyo de las microcomputadoras se redujeron los tiempos y costos en el procesamiento de la información por medio de sistemas de análisis interactivos que integran los avances más recientes de gráficas y modelos de transporte para resolución de problemas. La planeación del sistema de transporte e incluso el pronóstico del comportamiento del sistema con diferentes variables. Con estas nuevas herramientas se puede participar directamente y de manera inmediata dentro del proceso de planificación.

Algunos de los paquetes que se presentan en este trabajo incorporan gráficas en pantalla, pero todos los sistemas incorporan herramientas de edición y administración de bases de datos, comandos simples con ordenes orientadas a los usuarios y algo muy importante, es que facilitan el análisis de situaciones en las que el planeador puede preguntarse ¿qué pasa si hago la modificación a...?. El empleo de tecnologías computacionales como una herramienta de apoyo a la planeación del sistema de transporte o para tomar decisiones en la modificación, ampliación y resolución de problemas de transporte es muy importante, ya que, como se mencionó, además de reducir tiempos y costos, permite comparar varias opciones de solución y elegir la más adecuada en función de las condiciones del problema.

---

Además el empleo de tecnologías de planeación del transporte permiten intercambiar y ampliar la información con empresas de transporte y dependencias de gobierno, lo que llevará hacia una verdadera evolución de políticas de transporte y sus impactos con el uso de suelo y el medio ambiente.

En general, de los sistemas presentados, todos resultan ser muy amigables, aunque para su uso es necesario contar con antecedentes teóricos para poder emplearlos adecuadamente; se presentó un sistema para la evaluación de proyectos de transporte, otro para la generación de viajes, un sistema de simulación que muestra las colas que se forman en las casetas de cobro en las carreteras, un sistema para la planeación del transporte (SIG), varios sistemas para el diseño de intersecciones semaforizadas, cada uno de ellos tienen sus características particulares, ya que el HCS, permite calcular el nivel de servicio utilizando los criterios del Manual de Capacidad de 1985 (criterio USA), en cambio el SIDRA calcula lo mismo pero con los criterios australianos, aunque no existe mucha diferencia, y el HCM además de calcular el nivel de servicio, permite visualizar el comportamiento de la intersección semaforizada con animación, lo cual facilita tomar decisiones. En cuanto a los sistemas para la toma de decisiones acerca de reinversiones en la infraestructura del transporte, resulta ser más amigable el DSS, ya que su uso es más fácil que el UBC, ya que este último requiere de gwbasic para poder funcionar y además presenta algunos pequeños problemas de programación, lo cual dificulta su uso. También se analizó al SIDRA y al HCS en su módulo para intersecciones no semaforizadas y los dos resultaron amigables, aunque la desventaja del HCS es que no permite realizar el cálculo del nivel de servicio de una glorieta.

Finalmente, en cuanto al HCS, que resulta ser el sistema para determinar el nivel de servicio al cual se encuentran funcionando las diferentes tipos de estructuras de transporte, como son segmentos básicos de autopista, rampas, entrecruzamientos, intersecciones (semaforizadas y no semaforizadas), carreteras de dos carriles y multicarril, peatones, arterias urbanas y suburbanas y transporte colectivo. El HCS integra los procedimientos del Manual de Capacidad de 1985 y facilita el trabajo del planeador, además de ser un medio que permite evaluar alternativas de solución a problemas de tránsito, soluciones que requieren de la experiencia y creatividad del profesional de la ingeniería.

Anteriormente, ya se mencionó la importancia del empleo de herramientas de cómputo para la planeación y toma de decisiones en proyectos de transporte, en este apartado se darán algunas recomendaciones de uso de estos sistemas. en general, es importante mencionar que se debe utilizar cada sistema al campo de aplicación para el que fue creado. es decir, si un sistema esta diseñado para un área específica de estudio de transporte, es necesario utilizarlo únicamente en dicha área, ya que, aunque muchas veces es posible extrapolar la aplicación del sistema a un problema con condiciones similares, los resultados que se obtendrán no serán del todo confiables, posiblemente sus resultados puedan ser útiles como una aproximación del estudio, pero no se deben utilizar dichos resultados para la planeación y toma de decisiones final, por esta razón es importante delimitar el campo de aplicación de cada sistema computacional.

Otro aspecto que es importante considerar es la interpretación de resultados, aunque un sistema puede ser muy eficaz para el cálculo de un nivel de servicio (por ejemplo), la decisión final debe ser estudiada por el planeador, ya que éste conoce las condiciones reales en las que se encuentra la vialidad, por ello es necesario emplear cierto criterio en la interpretación y uso de los resultados proporcionados por un sistema de cómputo.

Es necesario tomar en cuenta también que estos sistemas fueron desarrollados en países extranjeros, es decir, que fueron diseñados de acuerdo a la experiencia en transporte que tienen expertos extranjeros en el transporte, por lo cual las variables son diferentes a las que se presentan en nuestro país, por lo tanto, es posible emplear éstos sistemas para el diseño, siempre y cuando se hayan considerado las variables que corresponden al problema que se desee resolver. En este sentido, se presenta un hueco en la tecnología desarrollada en el país, pero esto es propiciado sobre todo a la falta de información estadística e histórica en transporte, además de que no se cuenta con información actualizada, aunque algunas veces sí se tiene, pero no se cuentan con todas las bases de datos necesarias para un estudio de transporte; por estas razones, es necesario iniciar un proceso de concientización de la necesidad de estudios de transporte serios, con información confiable y actualizada, además de suficiente para poder desarrollar sistemas computacionales propios, que faciliten la planeación y toma de decisiones en el sistema de transporte y poder proporcionar mejores servicios, es decir, contar con un sistema de transporte eficaz y eficiente.

Una vez que se plantearon una serie de soluciones a un problema de transporte y se ha decidido ya por la mejor opción es necesario implementarla en campo, pero un aspecto que es importante considerar es que una vez implementadas las mejoras al sistema, es necesario concientizar a los usuarios del

mismo de la importancia de mantener las mejoras realizadas en buenas condiciones, así como integrarlos al sistema de mantenimiento de la infraestructura y equipos de transporte, ya que un gran problema que ha presentado hasta ahora el transporte es la falta de interés por parte de los usuarios hacia el transporte, éste problema, disminuye la posibilidad de poder utilizar tecnología de punta o mejorar el sistema, ya que además de ser costoso mejorar el servicio de transporte, muchas veces resulta más costoso el mantenimiento del mismo. Entonces, para poder dar una adecuada atención a la demanda es necesario diseñar una correcta política de transporte (en la cual se encuentran planes y programas oficiales de transporte, coordinación del transporte y regulación estatal, inversión, tarifas y subsidios).

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Flores, José Jesús (en imprenta). INGENIERÍA CIVIL. Ingeniería de Sistemas II. México. 132 pp.
- Bazant S., Jan (1983). MANUAL DE CRITERIOS DE DISEÑO URBANO. Edit. Trillas. México. 335 pp.
- Burrough, P.A. (1987) PRINCIPLES OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR LAND RESOURCES ASSESSMENT. Oxford University Press. Inglaterra.
- Cal y Mayor R., Rafael y Cárdenas G., James (1994). INGENIERÍA DE TRÁNSITO. Fundamentos y Aplicaciones. México, 517 pp.
- Cal y Mayor (1997). CURSO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES. México, 25 pp.
- Camarena Luhrs, Margarita (1985). EL TRANSPORTE. UNAM. México, 130 pp.
- CONCEPTOS Y LINEAMIENTOS PARA LA PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE URBANO (1994). Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas. Manual Normativo. Tomo II. SEDESOL. México, 119 pp.
- Chías Becerril, Luis (1995). EL TRANSPORTE METROPOLITANO HOY. UNAM. Coordinación de Humanidades. Programa Universitario de Estudios Sobre la Ciudad. México. 140 pp.
- Cowen, David J. (1988). GIS VERSUS CAD VERSUS DBMS: WHAT ARE THE DIFFERENCES?. USA, 62 pp.
- DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICO EN EL SECTOR TRANSPORTE (1991). IMT. Publicación Técnica No. 29. Querétaro, 26 pp.

- EL MANUAL DE CAPACIDAD VIAL DE 1985 (UNA VISIÓN EJECUTIVA) (1991).  
Publicación Técnica No. 17. SCT-IMT. Querétaro, 91 pp.
- ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO (1994). Programa de Asistencia Técnica en  
Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas. Manual Normativo. Tomo XII.  
SEDESOL. México, 127 pp.
- FUNCIONES BÁSICAS, LINEAMIENTOS DE ESTRATEGIA Y ACCIONES  
PRIORITARIAS DEL SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.(1995). SCT.  
México, 81 pp.
- González B., Juan Manuel (1997). CONCEPTUALIZACIÓN Y PLANEACIÓN DE  
PROYECTOS CARRETEROS. (ponencia) Diplomado Internacional de Transporte. Módulo I:  
Planificación del Transporte Regional. México, 7pp.
- Gordon, Geoffrey (1980). SIMULACIÓN DE SISTEMAS. Edit. Diana. México, 344 pp.
- Hillier, Frederick S. Y Lieberman, Gerald J. (1997). INTRODUCCIÓN A LA  
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. Edit. McGraw-Hill. México, 998 pp.
- Hoban, Christopher J. (1987). EVALUATING TRAFFIC CAPACITY AND  
IMPROVEMENTS TO ROAD GEOMETRY. World Bank Technical Paper. No.74. USA, 145  
PP.
- Islas Rivera, Víctor (1990). ESTRUCTURA Y DESARROLLO DEL SECTOR  
TRANSPORTE EN MÉXICO. El Colegio de México. México, 309 pp.
- LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y EL TRANSPORTE (1992).  
Publicación Técnica NO. 32. SCT-IMT. Querétaro, 44 pp.
- MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HIGHWAY CAPACITY MANUAL)  
(1985). Transportation Research Board. USA, 636 pp.
- MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS.(1971). SOP. México.

- MEMORIAS II DIPLOMADO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE (1997). MÓDULO III y IV. Ingeniería de Tránsito. México.
- Molinero Molinero, Angel R. & Sánchez Arellano, Ignacio (1996). TRANSPORTE PÚBLICO: PLANEACIÓN, DISEÑO, OPERACIÓN Y ADMINISTRACIÓN. STV. Ediciones Quinta del Agua. México, 776 pp.
- Negroe Pérez, Gonzalo (1982). CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS MEDIOS DE ACCIÓN SOBRE EL TRANSPORTE. Instituto de Ingeniería-UNAM. México, 96 pp.
- Negroe Pérez, Gonzalo (1994). PLANEACIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS. Apuntes del Curso de Actualización de Tránsito. SEDESOL-UNAM. México, 78 pp.
- Prawda, Juan (1986). MÉTODOS Y MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. Vol. I. Modelos Determinísticos. Edit. Limusa. México, 935 pp.
- Petzold, R.G. y Freund, D.M. (1990). POTENTIAL FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN TRANSPORTATION PLANNING AND HIGHWAY INFRASTRUCTURE MANAGEMENT. E.U.A.
- PRIMERA FASE SISTEMA MEXICANO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LOS PAVIMENTOS (SIMAP). (1990). SCT-IMT. Documento Técnico No. 3. Querétaro, 47 pp.
- PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 1995-2000. (1996). Poder Ejecutivo Federal. México, 155 pp.
- Sapag Chain (1987). FUNDAMENTOS DE PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS. Edit. McGraw-Hill. Colombia, 438 pp.
- Simkowitz, H.J. (1988). GIS: AN IMPORTANT TECHNOLOGY FOR TRANSPORTATION PLANNING AND OPERATIONS. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Office of Planning. Washington, D.C., E.U.A.
- Stuart Cohen, Harry (1975). EVALUATION OF PROJECT LEVEL TRANSPORTATION ALTERNATIVES. Massachusetts Institute of Technology. USA.

- Téllez Sánchez, Rubén (1996). *EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS*. UNAM. México, 102 pp.
- Tyndall, Gene R. (1977) *THE POLICY PLANNING PROCESS FOR TRANSPORTATION*. Federal Highway Administration. USA, 36 pp.
- Vázquez Berber (1997). *ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO*. (ponencia) Diplomado Internacional de Transporte. Módulo IV: Ingeniería de Tránsito. México, 50 pp.
- Wilson, George W., et al (1996). *THE IMPACT OF HIGHWAY INVESTMEN ON DEVELOPMENT*. USA, 226 pp.
- W. Hay, William (1983). *INGENIERÍA DE TRANSPORTE*. Edit. Limusa. México, 739 pp.