

99
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA UN SISTEMA LIGERO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS.

TESIS PROFESIONAL
QUE PRESENTA:
ANIBAL SALVADOR VALENCIA MORFIN
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

DIRECTOR DE TESIS: ING. LUIS ZARATE ROCHA.



MEXICO, D. F.

258793

1998



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-010/97

Señor
ANIBAL SALVADOR VALENCIA MORFIN
Presente.

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

**"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA UN SISTEMA LIGERO DE
TRANSPORTE DE PASAJEROS"**

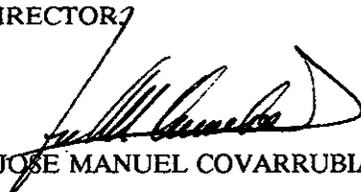
INTRODUCCION.

- I. ANALISIS DEL SISTEMA**
- II. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**
- III. PROGRAMA Y PRECIOS UNITARIOS**
- IV. CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 24 de febrero de 1997.
EL DIRECTOR,


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*lmf

Dedico esta tesis con mucho cariño a:

MIS PADRES:

Lic. Salvador Valencia Chávez.
Teresa de Jesús Morfín de Valencia.

Por todo su apoyo, cariño y comprensión hacia mí, por haber hecho de mí la persona que hasta ahora soy, por estar siempre a mi lado, por poder contar siempre con ellos y por aguantarme tanto, **GRACIAS**.

MI HERMANA:

C. P. Teresa de Jesús Valencia Morfín.

Por todos sus consejos, por su cariño, por preocuparse tanto por mí y por su apoyo en todo.

MI NOVIA:

Srita: Ma. Monserrat González Salcedo.

Por contar siempre con su apoyo, por su cariño y por ayudarme y animarme en todo momento. T.Q.M.

MIS FAMILIARES:

Hna. María Morfín Ochoa y Pbro. José Morfín Ochoa: tía Mary, gracias por sus oraciones y su cariño. Dra. Elizabeth Morfín Vázquez y Lic. Rosa Elena Morfín Vázquez: mis hermanas ("Pumas"), por su cariño, apoyo y consejos. Sra. Ma. de los Angeles Morfín de Torres: gracias "Nina", por todas tus oraciones, cariño y apoyo; y a sus hijos: Santiago y Noé Aníbal para que sea una motivación a seguir estudiando.

MIS AMIGOS:

Dr. Sergio Treviño Pérez: Gracias "Checo" por tu amistad y todo tu afecto. José de Jesús Román González: por su motivación en los tiempos de escuela. Alejandro Arellano Gómez: por su compañía desde la prepa y su amistad. Mis demás amigos y compañeros.

Mis maestros. Especialmente a: Ing. Luis Zárate Rocha: por ser un buen maestro, un gran Ingeniero y una excelente persona.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA UN SISTEMA LIGERO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- ANALISIS DEL SISTEMA.
- 3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
- 4.- PROGRAMA Y PRECIOS UNITARIOS.
- 5.- CONCLUSIONES.

INDICE

<u>CAPITULO</u>	<u>PAGINA</u>
CAPITULO 1: INTRODUCCION -----	1
1.1.- MARCO DE REFERENCIA -----	1
- A) DEMOGRAFIA -----	1
- B) MARCO FISICO -----	3
1.2.- PRESENTACION DEL PROYECTO -----	7
CAPITULO 2: ANALISIS DEL SISTEMA -----	15
2.1.- ANALISIS DE LA DEMANDA DE PASAJEROS -----	15
- SITUACION ACTUAL DEL TRANSPORTE PUBLICO EN ACAPULCO ---	15
- DEMANDA ACTUAL DE LOS CORREDORES COINCIDENTES CON EL TRAZO DE LA LINEA -----	17
- ANALISIS DE LA DEMANDA -----	21
2.2.- CARACTERISTICAS GENERALES DEL SERVICIO -----	26
- OFERTA (CAPACIDAD E INTERVALO) -----	26
- CONFORT E IMAGEN DEL SERVICIO -----	27
- SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y VIGILANCIA -----	29
- IMPACTOS AMBIENTALES -----	30
2.3.- MATERIAL RODANTE -----	33
- VEHICULO PROPUESTO -----	33
2.4.- OPERACION DE LA LINEA -----	38

CAPITULO 3: PROCEDIMIENTO	
CONSTRUCTIVO	----- 39
3.1.- PROYECTO GENERAL DE LA LINEA	----- 39
- TRAZO Y ESTACIONES	----- 39
- PERFIL DE LA LINEA	----- 40
- REGENERACION URBANA Y VIALIDAD	----- 40
- SOLUCIONES ESPECIALES	----- 43
- DISEÑO DE ESTACIONES	----- 44
- ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS	----- 46
- ESTRUCTURACION DE ESTACIONES Y TRAMOS	----- 47
- OBRAS INDUCIDAS	----- 51
- OBRA ELECTROMECHANICA	----- 51
- TALLER Y DEPOSITO DE TRENES	----- 56
- ADQUISICION DE PREDIOS	----- 59
CAPITULO 4: PROGRAMA Y PRECIOS	
UNITARIOS	----- 61
4.1.- PROGRAMA DE INVERSIONES	----- 61
4.2.- PRECIOS UNITARIOS	----- 65
4.3.- RESULTADOS	----- 67
CAPITULO 5: CONCLUSIONES	----- 68
BIBLIOGRAFIA	----- 70

1. INTRODUCCION

1.1.- MARCO DE REFERENCIA

- A) DEMOGRAFIA**
- B) MARCO FISICO**

1.2.- PRESENTACION DEL PROYECTO

1. INTRODUCCION

1.1.- MARCO DE REFERENCIA

A) DEMOGRAFIA

La zona metropolitana de Acapulco históricamente ha ocupado el lugar de enlace de México con la cuenca del Pacífico lo cual le ha permitido ser un centro de actividad económica y social de importancia para el País y el Estado y que en los últimos cincuenta años ha destacado como centro turístico de gran importancia.

Acapulco se enlaza con el resto de su región y del país por medio de las carreteras federales No. 95 y la nueva Autopista de la Ciudad de México; No. 200 a Tepic y Salina Cruz, que además lo enlaza con dos de los nuevos centros turísticos internacionales: Ixtapa Zihuatanejo hacia el noroeste y Bahía de Huatulco hacia el sureste. Asimismo se enlaza por vía aérea con las principales ciudades de México y de Estados Unidos, que es su principal mercado turístico, y por vía marítima con el resto de los centros turísticos de la costa del Pacífico y con los principales puertos comerciales de la cuenca del Pacífico.

Existe un gran potencial para consolidar y desarrollar nuevos desarrollos turísticos en la zona. Primeramente las áreas con aptitud turística conforman 70 km. de litoral, desde la Barra de Coyuca, pasando por Pie de la Cuesta con 1,595 has., la Bahía de Acapulco, actualmente consolidada, la Bahía de Puerto Marqués con 868 has., Playa Diamante hasta Barra Vieja, con 3,819 has.

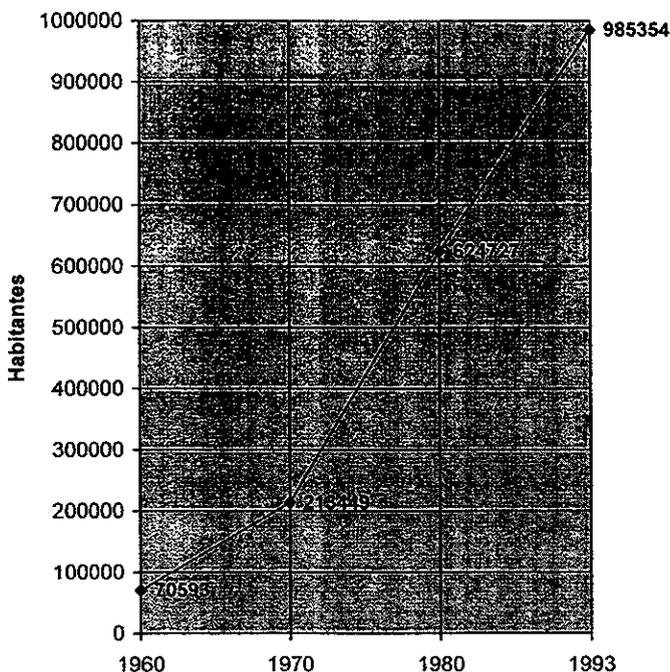
Por otra parte cuenta con dos grandes lagunas en donde se pueden realizar desarrollos turísticos ecológicos importantes. La Laguna de Tres Palos cuenta con 675 has., en su ribera; y la Laguna de Pie de la Cuesta con 478 has., dando un total de 1,153 has. aptas para abrir al desarrollo.

La zona metropolitana de Acapulco esta constituida por cuatro zonas de desarrollo, Coyuca - Pie de la Cuesta; Anfiteatro; Zapata - Renacimiento y Diamante.

Entre 1960 y 1980 la población creció a un ritmo acelerado alcanzando una tasa de crecimiento del 11.4%, para pasar de 70,593 habitantes a 624,727 en ese período. Para 1993 la población del área de estudio es de 985,354 habitantes con una tasa de crecimiento del 4.4% y una tendencia decreciente, que puede

explicarse en el contexto de la disminución de la afluencia del turismo receptivo y en la menor capacidad de gasto del turismo interno, que se traduce en una menor derrama económica sobre la zona metropolitana y por lo tanto en menos empleos generados.

DINAMICA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACION EN LA ZONA METROPOLITANA



El Puerto de Acapulco continúa ocupando un lugar importante entre los destinos turísticos de país. Sin embargo con la etapa de la economía nacional e internacional por la que se esta pasando, el nivel de afluencia turística, ha bajado a pesar de ello, se sigue construyendo infraestructura para un desarrollo posterior de las zonas menos explotadas de la zona en estudio, con lo cuál se pretende una

recuperación y que conjuntada con el aumento de la infraestructura vial no han logrado aumentar en la proporción esperada la afluencia de turismo, por lo que esta situación ha llevado a considerar el desarrollo de nuevas acciones de actividad económica.

El asentamiento originario de Acapulco se establece en un sitio ideal para un emplazamiento portuario por la forma y amplitud de la Bahía y por la muralla natural que se crea con la cadena montañosa que la rodea.

Con la conclusión de la carretera a México en 1931 se inicia el desarrollo turístico con la construcción de los primeros hoteles en el centro y en la zona de la Quebrada. Para 1940 la zona urbana se extiende hasta la calzada a Pie de la Cuesta, y el arroyo Aguas Blancas.

En 1952 se concluye la avenida Costera que sería la espina dorsal de la ciudad; la Costera se liga con la avenida Farallón y ésta con la carretera a México. Hacia el oriente en la carretera a Puerto Marqués, en la que actualmente es la Carretera Escénica. Con la Costera aparecen los fraccionamientos Magallanes, Club Deportivo y Costa Azul extendiéndose la mancha urbana desde el Centro hasta Icacos. Asimismo, aparece una nueva franja de colonias al norte de la avenida Cuauhtémoc: hornos Insurgentes, Progreso y Vista Alegre; las colonias populares Miguel Alemán, Hogar Moderno y el Fraccionamiento Mozimba por la Calzada a Pie de la Cuesta; y hacia el suroriente, separado de la mancha urbana, el fraccionamiento Las Brisas.

En la década de los setentas el crecimiento de la actividad turística y la inversión pública atrae a una gran cantidad de inmigrantes.

En los últimos años se ha mantenido la tendencia de crecimiento hacia el norte y nororiente, fuera del Anfiteatro y en torno al mismo.

B) MARCO FISICO

Como se ha observado, el crecimiento urbano de Acapulco ha rebasado los límites naturales del asentamiento original dando lugar a una Zona Metropolitana en donde no existe la total continuidad de la zona urbana.

La Zona Metropolitana se estructura entonces en cuatro grandes sectores: Coyuca – Pie de la Cuesta; Anfiteatro; Zapata – Renacimiento y Diamante, donde se han ocupado parcialmente las áreas correspondientes a Coyuca, Pie de la Cuesta, Emiliano Zapata, Sabana – Ciudad Renacimiento, El Coloso – Cayaco, Puerto Marqués y Plan de los Amates – Barra Vieja.

Estas zonas se articulan entre sí por medio de la carretera federal a México, del libramiento a Zihuatanejo y a Pinotepa Nacional, de la carretera Escénica, de la carretera Las Cruces – Puerto Marqués.

Por la tradición de actividad comercial y turística es en el Anfiteatro donde se desarrollan las principales actividades turísticas y urbanas; además es el centro político y económico, y donde se realizan las actividades portuarias, comerciales, culturales y recreativas, y donde se ubican los principales elementos de equipamiento urbano y turístico.

A través del muestreo realizado para determinar un inventario de usos e intensidades del suelo se identificaron zonas homogéneas de los usos del suelo, los cuales dentro del Anfiteatro se han estructurado en franjas paralelas a la costa, la primera de ellas corresponde a los usos turísticos que se desarrollan en ambos lados de la Costera formando un corredor turístico; la segunda está constituida por una zona comercial y de servicios urbanos que se extiende hasta la avenida Cuauhtémoc que funciona como corredor urbano; la tercera es una zona habitacional que es de tipo medio hacia el centro y el poniente; y residencial hacia el oriente; y finalmente, en las partes altas se localizan las zonas de habitación popular.

En este esquema de franjas destacan algunos centros de actividad: la zona portuaria, el centro tradicional, el mercado central, el Parque Papagayo, el Centro Internacional Acapulco y la Base Naval de Icacos.

En Zapata – Renacimiento, se localizan las nuevas colonias populares con el equipamiento para el comercio y servicios que requieren; esta zona se estructura a partir de la carretera federal que en este tramo está bordeada por usos de corredor urbano. Atrás de estos usos y hacia ambos lados se extienden las colonias populares en una naturaleza urbana regular y la otra naturaleza irregular.

En El Coloso – Cayaco, se conserva como uso predominante el agrícola, pero el Infonavit ha construido una zona de oferta de vivienda en el Conjunto Habitacional El Coloso.

En la zona de Puerto Marqués – Barra Vieja, los usos turísticos se localizan en la porción sur y oriente de la Bahía y a lo largo de la costa entre la playa y el Boulevard de las Naciones, el cual empieza a desarrollarse como corredor urbano; dentro del cuál se encuentran nuevos hoteles de gran turismo así como fraccionamientos residenciales.

Pie de la Cuesta y Coyuca son las zonas menos desarrolladas, ya que se limitan al uso turístico de la franja que queda entre la laguna de Coyuca y la Costa; a la calle comercial que se forma a lo largo de la carretera; y a las zonas de habitación popular de los antiguos asentamientos.

El área de estudio abarca un total de 77,143 has. de las cuales, 49,270 has. corresponden a elementos naturales del territorio 18,772 has. a usos agrícolas y pecuarios y 9,101 has. a usos urbanos.

De acuerdo con el levantamiento muestral de inventario de usos e intensidades del suelo se calculó que en promedio la densidad de habitantes por vivienda en 1993 es de 6.5 habitantes por vivienda.

Densidad de Población y capacidad del área Urbana de Acapulco.

Sectores	Sup. Tot.	Sup. Net	No. Lot.	% Ocup.	No. Viv.	No. Hab.	Dens.
I	1,199	898	24,242	0.62	15,026	97,085	108
II	3,257	1,858	94,060	0.87	81,676	536,087	289
III	2,610	1,977	65,540	0.56	36,630	238,092	120
IV	2,035	1,526	47,264	0.37	17,552	114,090	75
Totales	9,101	6,259	231,106	0.65	150,884	985,354	157

Notas: Sectores:	I Coyuca – Pie de la Cuesta. II Anfiteatro. III Zapata – Renacimiento. IV Acapulco Diamante.
Sup Tot.	Superficie total del área urbana.
Sup Net.	Superficie neta, descontando el porcentaje de áreas públicas.
No. Lot.	Capacidad máxima de saturación, estimada mediante fotointerpretación.
% Ocup.	Porcentaje de ocupación estimado por muestreo físico y fotointerpretación
No. Viv.	Número de viviendas, considerando una por lote excepto en conjuntos habitacionales.
No. Hab.	Número de habitantes, considerando 6.5 habitantes/vivienda.
Dens.	Densidad poblacional; habitantes por hectárea neta.

Actualmente, Acapulco se caracteriza por la anarquía en la conformación de los espacios públicos: calles, plazas, playas; y en el volumen, perfil y altura de las construcciones.

En el Anfiteatro es posible distinguir seis distritos:

- La Península de las playas de uso mixto: habitacional y turístico, actualmente en proceso de deterioro
- El Centro Histórico de uso mixto: comercial, administrativo, turístico y habitacional con una intensa vida urbana, también en proceso de deterioro.
- El Parque Papagayo de uso recreativo, que forma la zona de transición entre el Acapulco Tradicional y el Acapulco Dorado.

- La zona de La Condesa de uso mixto, habitacional y turístico.
- Las Brisas de uso turístico exclusivamente.
- Las colonias populares del Anfiteatro de uso habitacional.

Fuera del Anfiteatro es posible identificar los siguientes distritos:

- Ciudad Renacimiento de uso habitacional y de servicios.
- Emiliano Zapata de uso habitacional.
- La Sabana – El Coloso – El Cayaco de uso habitacional y de servicios.
- Puerto Marqués de uso mixto: turístico y habitacional.
- Revolcadero de uso turístico.
- Aeropuerto de servicios.
- Pie de la Cuesta de uso mixto: habitacional y turístico.
- Coyuca de Benítez de uso mixto: habitacional, comercial y de servicios.

Elementos urbanos de referencia:

Los elementos que facilitan la orientación de los usuarios e identifican a la ciudad en el contexto de su Zona Metropolitana son los siguientes: Barra Vieja, el Aeropuerto, el hotel Acapulco Princess, la glorieta de Puerto Marqués, la Cruz de Las Brisas, la Base Naval, el Centro de Convenciones, el restaurante El Campanario, el túnel del parque Papagayo, el Mercado Central, el Muelle Fiscal, El Fuerte de San Diego, el Club de Yates, la playa de Caleta, La Roqueta y El Faro, La Quebrada, el Aeropuerto Militar, la cumbre del cerro del Veladero, la Punta Diamante y la Punta Bruja.

Los principales centros generadores de actividad son los siguientes:

El Aeropuerto Internacional “Juan N. Álvarez”, el hotel Acapulco Princess, Puerto Marqués, el Centro de Convenciones, la Zona Dorada, el hotel Acapulco Plaza, el parque Papagayo, el CICI, el Centro Urbano tradicional, el Mercado Central, las playas de Manzanillo y Tlacopanocha, Caleta, La Quebrada, Pie de la Cuesta, la Costera Miguel Alemán, la Avenida Constituyentes, la Avenida Adolfo Ruiz Cortines, la Avenida Cuauhtémoc, el subcentro urbano de la Ciudad Renacimiento y el Instituto Tecnológico de Acapulco.

Los elementos que permiten el intercambio y comunicación entre personas, tanto en vehículos como a pie, se conoce como sendas. En Acapulco las más importantes son: la Costera Miguel Alemán y las Avenidas Cuauhtémoc, Ruiz Cortines, Farallón y las carreteras Escénica, Acapulco – Pie de la Cuesta, La Cima – Las Cruces y el Blvd. López Portillo.

1.2.- PRESENTACION DEL PROYECTO

Con esta tesis, se trata de abocar la tarea de la elaboración de una propuesta viable para la construcción, operación, mantenimiento y explotación bajo el esquema de concesión privada de la línea de un sistema ligero de transporte de pasajeros (Monorriél) en la Ciudad de Acapulco, con objeto de brindar una opción para el transporte colectivo, que sea seguro, rápido y confiable a los habitantes de la Ciudad.

La Ciudad de Acapulco ha mostrado una evolución a través de las últimas décadas, reflejada en un auge turístico cada vez mayor; siendo interés de la autoridad el desarrollo equilibrado del puerto y la atención a sus habitantes.

La Ciudad de Acapulco enfrenta problemas de congestionamiento vial causado por el acelerado crecimiento de la población; un incremento del número de vehículos sobre todo de uso privado, que crea problemas ambientales en el Centro de la Ciudad; una desarticulación de la estructura urbana que obedece principalmente al esquema de concentración de actividades comerciales y turísticas, que se han mantenido hacia el Centro de la Ciudad y la Costera.

Todo ello agravado por:

- La falta de planeación en las concesiones.
- Por los asentamientos irregulares de la población.
- Problemas de trazo de sección transversal.
- Continuidad.
- La falta de una buena planeación de la red de transporte.
- La falta de una buena planeación de la red vial.

Pudiendo los puntos anteriores causar en los lugares de mayor conflicto un alto índice de accidentes y problemas de estacionamiento.

Por lo tanto, considerando el incremento de la población en los últimos años en Acapulco y específicamente el crecimiento de la mancha urbana que se ha dado en una forma desordenada ha causado problemas para proporcionar un adecuado servicio de la vialidad y del transporte.

Entonces el problema que existe actualmente en Acapulco es básicamente la falta de planeación en el transporte público pues por un lado se observa una sobre oferta en servicio de taxis y por otro lado la ausencia del servicio de transporte de autobús, teniendo como principal causa la falta de vialidades que reúna las características técnicas y constructivas adecuadas. Los factores mencionados, hacen ver que hace falta control de las unidades para satisfacer la

demanda de transporte adecuadamente y la falta de una programación de las frecuencias con respecto a la demanda, que causa sobresaturación en la cobertura de algunas zonas y el deficiente servicio en otras.

El crecimiento de la población solicita cada vez más servicios, como el de transporte, que ya no es posible satisfacer con taxis colectivos y libres, autobuses y automóviles particulares.

En respuesta a tales necesidades, se propone la construcción de un sistema de transporte elevado, tipo Monorriél para atender la zona de mayor concentración de viajes.

Un proyecto de esta naturaleza puede ser posible bajo un esquema de concesión, cuya inversión pueda ser recuperada a largo plazo y puesto en marcha de inmediato.

Acapulco es el centro turístico más importante del país, dada la diversidad y calidad de atractivos naturales y servicios con los que cuenta.

Aproximadamente el 85% de la población del municipio, 750,000 habitantes, se encuentra establecida en la ciudad de Acapulco, presentando una tasa de crecimiento anual del 3.7%.

El comercio, restaurantes y hoteles, constituyen el renglón de mayor importancia para la economía estatal. Concentrándose en la Ciudad de Acapulco con el 40% de los establecimientos comerciales y con el 59% del personal ocupado en el sector.

En Acapulco se generan diariamente más de 1'000,000 de viajes por día con una tasa de crecimiento anual superior al 3%.

Para satisfacer la demanda diaria de viajes cuenta con un parque vehicular de 40,000 vehículos: automóviles, taxis, microbuses y autobuses. Con tarifas de \$ 2.0, 3.0 y 4.0 en autobuses y colectivos; y de \$ 10.0 a 85.0 en taxi.

La vialidad alcanza niveles de saturación durante las horas pico, agudizándose esta situación en fines de semana, principalmente en la avenida Cuauhtémoc y la Costera Miguel Alemán, presentando ya condiciones de inseguridad.

Para atender las crecientes necesidades de transportación urbana del puerto, se propone la construcción de un tren elevado, tipo Monorriél, con derecho de vía propio; que ofrezca un servicio rápido, seguro y confiable.

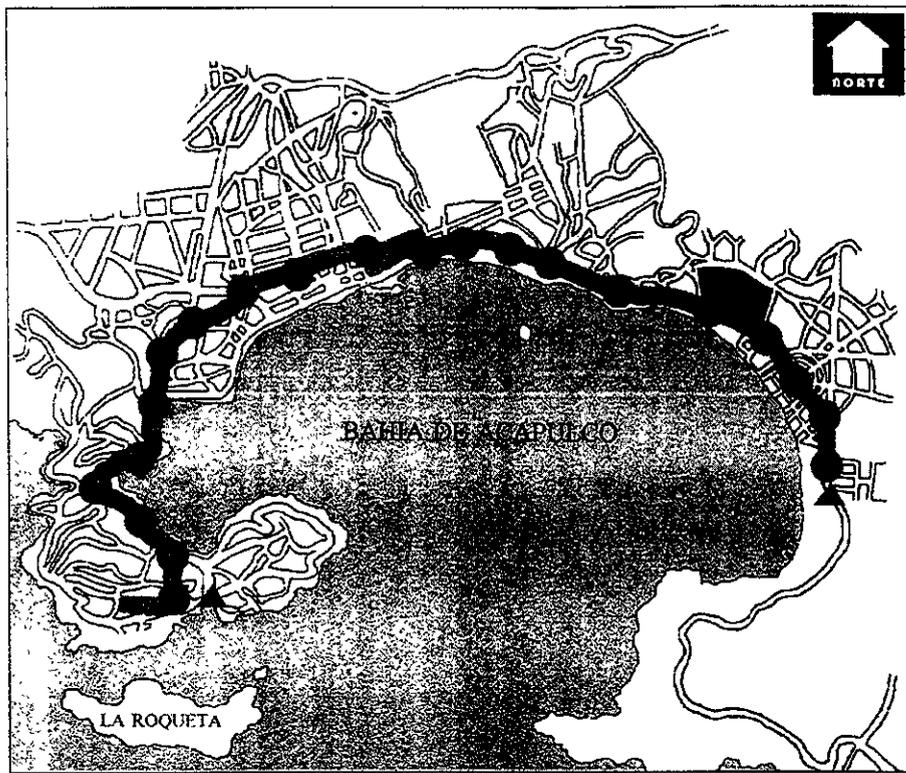
Considerándose adicionalmente los siguientes beneficios:

- Convertirse en el eje de transporte de Acapulco.
- Permite la reestructuración del transporte.
- Reducción de emisiones contaminantes.
- Flexibilidad para adaptarse a la demanda futura.
- Ampliación del sistema a futuro para atender otras zonas de creciente demanda de transporte (Cd. Renacimiento).
- Revitalizar el Acapulco tradicional.
- Facilitar el desplazamiento de usuarios en el puerto (turistas y habitantes).
- Reforzar la imagen de Acapulco.
- Atractivo adicional del puerto.

Para el sistema de Monorriél elevado en la Ciudad de Acapulco, se propone la construcción y operación de una línea a lo largo de la Costera Miguel Alemán con una longitud de 11.24 kilómetros de servicio, dividida en 21 estaciones.

Estaciones.

1. **Base Naval**
2. **icacos**
3. **CICI**
4. **Centro de Convenciones**
5. **Club de golf**
6. **Condesa**
7. **Diana**
8. **Artesanías**
9. **Universidad**
10. **Papagayo**
11. **Ayuntamiento**
12. **Hornos**
13. **Diego de Mendoza**
14. **Noria**
15. **Centro**
16. **Malecón**
17. **Playa Manzanillo**
18. **La Quebrada**
19. **Club de pesca**
20. **Constituyentes**
21. **Caleta**
 Talleres



Esta línea de transporte inicia su recorrido en la estación Base Naval, localizada en el principio de la Avenida Costera "Miguel Alemán" al término de la Carretera Escénica. A continuación se desglosarán todas las estaciones.

1. **Base Naval:** está localizada en la Avenida Costera Miguel Alemán y la calle Blas Godínez, en este punto comienza el recorrido de este a oeste.
2. **Icacos:** está localizada en la Avenida Miguel Alemán y el cruce con las calles de Cañonero Bravo y Eduardo Neri, con un recorrido desde la primera estación Base Naval hasta ésta de 410 m.
3. **CICI:** se encuentra localizada en la Avenida Costera Miguel Alemán y el cruce con la calle Almirante, y las calles de Cristóbal Colón, Capitán Juan Sebastián

y Almirante Pascual Cervera; con un recorrido desde la estación anterior Icacos, de 520 m y un total en la línea de 930 m.

4. **Centro de Convenciones:** está localizada en la Avenida Costera Miguel Alemán y el cruce con la calle María Bonita y C. Francia, con una distancia de la estación anterior CICI a ésta de 490 m, y un total en la línea de 1.42 km.
5. **Club de Golf:** se encuentra localizada sobre la Avenida Costera Miguel Alemán y el cruce con la calle de Los Deportes, con una distancia de la estación anterior Centro de Convenciones a ésta de 680 m, y un total en la línea de 2.10 km.
6. **Condesa:** se encuentra localizada sobre la Avenida Costera Miguel Alemán y entre las calles de Costera Vieja y Piedra Picuda, teniendo una distancia desde la estación anterior Club de Golf hasta ésta de 750 m, y llevando un total en la línea de 2.85 km.
7. **Diana:** se encuentra localizada sobre la Avenida Costera Miguel Alemán y el cruce con las calles de Juan Pérez y la Avenida Ruben Figueroa, con una distancia desde la estación anterior Condesa hasta ésta de 690 m, y llevando un total en la línea de 3.54 km.
8. **Artesanías:** se encuentra localizada en la Avenida Costera Miguel Alemán y casi esquina con la calle de Hernán Cortés, teniendo una distancia desde la estación anterior Diana hasta ésta de 520 m, llevando un total en la línea de 4.06 km.
9. **Universidad:** está localizada sobre la Avenida Costera Miguel Alemán y entre las calles de El Esclavo y Gonzalo de Sandoval, con una distancia desde la estación anterior Artesanías hasta ésta de 500 m, y con un total en la línea de 4.56 km.
10. **Papagayo:** está localizada sobre la Avenida Costera Miguel Alemán y el cruce con la calle de Gonzalo Gómez Espinoza, con una distancia desde la estación anterior Universidad hasta ésta de 430 m, llevando un total en la línea de 4.99 km.
11. **Ayuntamiento:** esta estación se encuentra localizada en la Avenida Cuauhtémoc y el cruce con la calle de Sebastián El Cano, teniendo un

recorrido desde la estación anterior Papagayo hasta ésta de 800 m, y acumulándose un total de recorrido en la línea de 5.79 km.

12. **Hornos:** se encuentra localizada sobre la Avenida Cuauhtémoc y el cruce con la Avenida Bernal Díaz del Castillo, teniendo una distancia desde la estación anterior Ayuntamiento hasta ésta de 520 m, y teniendo una longitud total en la línea de 6.31 km.
13. **Diego de Mendoza:** se encuentra localizada sobre la Avenida Cuauhtémoc y el cruce con la Avenida Baja California, con una distancia desde la estación anterior Hornos hasta ésta de 650 m, y llevando un total en la línea de 6.96 km.
14. **Noria:** se encuentra localizada en la Avenida Cuauhtémoc y en el cruce con la calle La Noria, teniendo una distancia desde la estación anterior Diego de Mendoza de 480 m, y un recorrido total en la línea de 7.44 km.
15. **Centro:** se encuentra localizada en la Avenida Juan Escudero y el cruce con las calles de Callejón del Capire y cerrada de Zaragoza, con una distancia desde la estación anterior Noria de 520 m, y teniendo un recorrido total en la línea de 7.96 km.
16. **Malecón:** esta estación se encuentra localizada en la Avenida Costera Miguel Alemán y el cruce con la Avenida Independencia, con una distancia desde la estación anterior Centro de 490 m, y un recorrido total en la línea de 8.45 km.
17. **Playa Manzanillo:** se encuentra localizada en la Avenida Costera Miguel Alemán y entre las calles de Tita Martínez y Pinzona, teniendo una distancia desde la estación anterior Malecón hasta ésta de 580 m, y un recorrido total en la línea de 9.03 km.
18. **La Quebrada:** esta estación se encuentra ubicada sobre la Avenida Costera Miguel Alemán y el cruce con la calle de Las Palmas, teniendo una distancia desde la estación anterior hasta ésta de 610 m, y una distancia total en la línea de 9.64 km.
19. **Club de Pesca:** esta estación se encuentra localizada sobre la Avenida Costera Miguel Alemán y casi esquina con la calle Escuela Solar, con una distancia desde la estación anterior hasta ésta de 640 m, y un recorrido total en la línea de 10.28 km.

20. Constituyentes: se encuentra localizada sobre la Avenida Costera Miguel Alemán y el cruce con la Avenida Garzas, con una distancia desde la estación anterior Club de Pesca de 400 m, y un recorrido total en la línea de 10.68 km.

21. Caleta: ésta, es la estación terminal poniente de la línea, y se encuentra localizada sobre la Avenida Circunvalación y el cruce con la calle Circunvalación, teniendo una distancia entre estaciones, desde la estación anterior Constituyentes de 560 m, habiéndose obtenido un recorrido con una longitud total a lo largo de toda la línea de 11.24 km.

Talleres: después de la estación Caleta, se dispondrá de predios municipales para poder llevar a cabo la tarea de los talleres y estacionamientos para los convoys de la línea.

De manera paralela como parte del proyecto y para bien de la ecología del Municipio, se ha contemplado la regeneración urbana y revitalización del corredor urbano donde se ubica la línea, para lo cual se han considerado las siguientes acciones.

- a) Peatonalización de la Av. Costera Miguel Alemán entre la calle Blas Godínez y la calle Othón Blanco para lo que se considera la renivelación con pavimento de adocreto, incluyendo el tratamiento especial a los cruces de las vialidades perpendiculares. Se delimitaron las áreas peatonales con guardacantones y un cambio de pavimento que visualmente indique al tráfico de superficie la necesidad de disminuir su velocidad en esta estación terminal. Integrando una propuesta conjunta que contemple las áreas necesarias para la solución de zonas dedicadas a paraderos para el intercambio de medios con el transporte de superficie, reduciendo la penetración y el impacto ambiental urbano de éstos en las zonas urbanas.
- b) Eliminación del estacionamiento en la vía pública a lo largo de las avenidas en que se alojará la línea, así como en las calles transversales que cruzarán la línea. Estas acciones se complementarán con un programa permanente para la utilización del tren ligero como transporte alternativo al automóvil en zonas cubiertas por éste; promoviendo el aprovechamiento de las áreas de estacionamiento existentes para transbordo al sistema y la construcción de otros estacionamientos particulares complementarios a lo largo de su recorrido.
- c) Adecuación de las banquetas a lo largo de la línea, para mantener la misma capacidad vial o en su defecto, con objeto de aumentar el área peatonal en una zona donde la vialidad lo permite.

- d) Solución a la terminal poniente de la línea, sobre la Avenida Circunvalación y la Avenida López Mateos, integrándose en una propuesta conjunta que contemple las áreas necesarias para resolver los talleres y depósitos a futuro de la línea y las zonas dedicadas a paraderos para el intercambio de medios con el transporte de superficie.
- e) En las estaciones intermedias se prevé incentivar el intercambio de medios de transporte de superficie perpendicular a la línea, que podrán ser resueltas mediante la implantación de bahías de ascenso y descenso, que deberá considerar el H. Ayuntamiento para su construcción de acuerdo al crecimiento de la demanda.
- f) Remodelación de la vialidad coincidente con la línea, logrando el espacio necesario para la ubicación de los apoyos y escaleras de ascenso a estaciones. Ampliación de la banqueta aprovechando el ancho del arroyo existente para alojar los apoyos de la estructura. Creando un espacio peatonal y jardinado que impulse dicha zona de la ciudad.
- g) Con objeto de optimizar el transporte público de pasajeros de superficie en la Ciudad, integrando un esquema urbano que asigne funciones a cada uno de sus sistemas, se prevé la reestructuración del transporte que considere al Tren Ligero de Acapulco su columna vertebral, mediante la correcta distribución y asignación de líneas alimentadoras, reubicando rutas y unidades innecesarias ya en este corredor, a otras zonas que lo están requiriendo; evitando superposición de servicios, competencia desleal y planeando integralmente, fomentando su modernización y mejoramiento en la calidad del servicio.
- h) En el tiempo de construcción de la línea será necesario utilizar de manera temporal carriles actualmente dedicados a vialidad. El espacio requerido por la obra permitirá la circulación de servicio de transporte público y tránsito local en las Avenidas Costera Miguel Alemán, Cuauhtémoc, Circunvalación, Juan Escudero, donde se pueden implementar desvíos de tránsito regionales, mediante la correspondiente señalización.

2. ANALISIS DEL SISTEMA

2.1.- ANALISIS DE LA DEMANDA DE PASAJEROS

**SITUACION ACTUAL DEL TRANSPORTE PUBLICO EN ACAPULCO
DEMANDA ACTUAL DE LOS CORREDORES COINCIDENTES CON EL
TRAZO DE LA LINEA
ANALISIS DE LA DEMANDA**

2.2.- CARACTERISTICAS GENERALES DEL SERVICIO

**OFERTA (CAPACIDAD DE INTERVALO)
CONFORT E IMAGEN DEL SERVICIO
SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y VIGILANCIA
IMPACTOS AMBIENTALES**

2.3.- MATERIAL RODANTE

VEHICULO PROPUESTO

2.4.- OPERACION DE LA LINEA

2. ANALISIS DEL SISTEMA

2.1.- ANALISIS DE LA DEMANDA DE PASAJEROS

SITUACION ACTUAL DEL TRANSPORTE PUBLICO EN ACAPULCO

La vialidad de la Zona Metropolitana se estructura a partir de las vías regionales y primarias. El sistema de vialidad está compuesto por la Carretera Federal No. 95 a México y por la Carretera Federal No. 200 a Tepic y Salina Cruz. Actualmente se ha liberado a la Zona Metropolitana, en particular al Anfiteatro, del tránsito regional a Zihuatanejo con la construcción del libramiento carretero; así como la nueva Autopista del Sol y el Viaducto Diamante desde La Venta al Boulevard de las Naciones como opción de nuevo acceso carretero a la zona turística.

La conexión de la carretera a México y la Autopista del Sol con la carretera a Salina Cruz se realiza en La Venta con lo cual el tránsito regional recorre parte de la zona urbana, en ese tramo la carretera cuenta con una sección compuesta de dos carriles centrales y dos de servicio en cada sentido por lo que no hay problemas de tránsito, sin embargo en el tramo Las Cruces – Cayaco, con una sección de apenas 7.50 m. en un derecho de vía de 40 m. se mezclan el tránsito regional, suburbano y urbano, creando graves conflictos.

A partir del hecho de que en el Anfiteatro se concentran el equipamiento, los servicios urbanos y el mayor porcentaje de las fuentes de trabajo las ligas regionales entre las demás zonas y el mismo resultan insuficientes en número y en sección transversal.

- Liga norte: Anfiteatro – La Sabana: carretera La Cima con una sección de 16.0 m. cuatro carriles.
- Liga oriente: Cayaco – Glorieta de Puerto Marqués: Av. Instituto Tecnológico de Acapulco con una sección de 7.5 m. dos carriles
- Liga poniente: Pie de la Cuesta – Pedregoso – Coyuca: carretera Pie de la Cuesta con una sección de 7.5 m. dos carriles.

Estas ligas son las más conflictivas debido a que se suman el paso del autotransporte federal, de pasajeros y de carga al tránsito vehicular urbano.

Como puede observarse, no es posible recorrer la zona metropolitana en dirección este – oeste sin cruzar el centro, el cual se encuentra permanentemente congestionado ya que casi todas las vialidades primarias confluyen en él y su traza, por ser la más antigua, presenta irregularidades que dificulta las intersecciones.

En general el nivel de servicio de la vialidad primaria es deficiente.

El patrón de viajes en la Zona Metropolitana de Acapulco es mononuclear, en donde el Anfiteatro es el principal polo de atracción con 572,915 viajes, 88% del total. En este polo existen varios puntos de atracción que corresponden a la zona del mercado, la zona de servicios médicos, el centro histórico y la zona comercial turística.

Del total de viajes que se generan en la Zona Metropolitana, el 52% son con propósitos de trabajo, el 20% son con motivos escolares; y el 2% son para otros motivos.

El principal medio de transporte es el autobús urbano con el 63% de los viajes, le siguen los taxis y los automóviles particulares con el 17% cada 3% restante se realiza en colectivos.

El sistema de transporte presenta deficiencias debido a:

- La falta de equipo suficiente, existen 479 unidades para satisfacer la demanda.
- La falta de control.
- La inadecuada programación de las frecuencias con respecto a la demanda.
- La sobresaturación en la cobertura de algunas zonas y el deficiente servicio en otras.

Las 20 rutas urbanas y 12 rutas suburbanas transitan en calles comunes a mas de cinco de ellas contribuyendo al congestionamiento de la vialidad, principalmente en las avenidas Cuauhtémoc, Constituyentes, Ejido y Pie de la Cuesta y en la calle Dominguillo y La Cima. La situación se agrava por el hecho de que todas las rutas pasan por el centro.

Del resultado de un prediagnóstico se observó que entre los viajes que realiza la población con diferentes propósitos (trabajo, escuela, diversión, etc.), se tiene un promedio de tiempo de viaje de 57 min.

También se puede apreciar que el sistema de transporte público de la Ciudad de Acapulco, atraviesa por una etapa de reestructuración estatal, en cuanto a la asignación de rutas por paquetes junto con una renovación del parque vehicular de autobuses, a la que se ha observado sin agilidad administrativa.

El transporte en Acapulco se clasifica en 12 modalidades, que distribuyen sus servicios tanto en el área urbana como suburbana de la Ciudad, siendo los siguientes: taxis, autobuses urbanos y suburbanos, materialistas, carga y mudanzas, mixto doméstico, mixto de ruta, pipas, calandria, transporte turístico, transporte escolar y otros.

Se tiene 315.41 habitante/unidad de transporte público incluyendo autobuses, taxis, colectivos y microbuses. De los cuales el 45% son modelos 1990 al 1993, el 10% son modelos 1985 a 1990 y el 45% son modelos 1975 a 1985, con lo cual se deduce que casi la mitad del parque vehicular necesita renovación.

DEMANDA ACTUAL DE LOS CORREDORES COINCIDENTES CON EL TRAZO DE LA LINEA

La ciudad de Acapulco al igual que otras ciudades del país, tiene problemas generados desde su traza urbana y en este caso, el crecimiento de la ciudad, obedece a patrones de esquema radial; de tal manera que las avenidas principales (corredores viales), principian en el centro y se desplazan a los suburbios de la ciudad.

La estructura de trazo de las rutas tienen un esquema muy centralista, es decir, que casi todas las rutas concurren en la zona Centro de la Ciudad, por ser éste el punto de atracción más importante, dada la concentración de actividad económica y de servicios que ofrece.

Se puede apreciar que las necesidades de movilidad en Acapulco, convergen generalmente a zonas plenamente identificables (Centro, mercados, zona escolar y de hospitales); que debido a las características topográficas del terreno y de la disposición vial, esto es, un sistema de prácticamente tres vialidades: Ruíz Cortines (prolongación), Cuauhtémoc y la Costera Miguel Alemán alimentan en materia de transporte público a la Ciudad, generando una sobreutilización de la capacidad de la vialidad y limitando la diversificación de rutas, con el fin de dar acceso del servicio público de transporte a la mayoría de la población.

Esto ocasiona congestionamientos de la vialidad primaria y secundaria en la zona del centro al cual además de conjuntar el punto de atracción de comercio popular de la ciudad, tiene un diseño antiguo con una traza deficiente y por donde circulan la mayoría de las rutas de transporte público de la ciudad.

La vialidad, está identificada como primaria y secundaria y la integración de estos dos grupos y sus condiciones actuales se muestran en las siguientes tablas.

Vialidad Primaria

No	Calle	Tramo	Long. (m)	Sección Transv.	Número carriles	Sentido circul.
1	Autopista Mex – Aca.	Caseta cobro – Blvd. L. Portillo	3,300	12	3	N – S S – N
2	Blvd. L. Portillo	Aut Mex. – Aca. – Las Cruces	2,250	38	5	N – S S – N
3	Carr. Nal. Mex. – Aca.	Las Cruces – "Y" La Laja	4,050	9	2	N – S S – N
4	Ruiz Cortinez	"Y" La Laja – Av. Constituyentes	3,960	9	2	S – N N – S
5	Av. Constituyentes	Río Coyuca – D. Hurtado de M.	1,890	10	2	E – W W – E
6	Diego Hurtado de Mendoza	Aquiles Serdán – Costera M. A.	1,080	12	3	E – W W – E
7	Pie de la Cuesta	Aquiles Serdán – Las Cruces	10,110	9	1	E – W W – E
8	Ejido	Constituyentes – Pie de la Cuesta	1,440	8	2	E – W W – E
9	Cuahtémoc	"Y" La Laja – Aquiles Serdán	5,820	22	4	E – W W – E
10	Farallón	Av. Cuahtémoc – Costera M. A.	1,920	20	4	N – S S – N
11	Costera M. Alemán	Playa Tlacopanocha – Base Naval	8,460	20	4	W – E E – W
12	Carretera Escénica	Base Icacos – GIta. Pto. Marqués	8,250	9	1	W – E E – W
13	Av. Universidad (antes Carr. S. Marcos)	Las Cruces – Crucero El Cayaco	4,530	6	1	E – W W – E
14	Av. Inst. Tecnológico (antes Carr. El Coloso)	C. El Cayaco – GIta. P. Marqués	6,960	6	1	E – W W – E
15	Av. Circunvalación		7,110	9	2	E – W W – E
Total			64,027			

Para la vialidad secundaria se tocarán solamente las vialidades coincidentes con la línea, o sea, solamente las que corresponden a la Avenida Costera Miguel Alemán, Av. Cuahtémoc, Av. Juan Escudero y la Av. Garzas:

Vialidad Secundaria

No	Calle	Tramo	Long. (m)	Sección transv.	Número carriles	Sentido circul.
1	Universidad de Guerrero	Cuahtémoc – Farallón	1,350	9	2	N – S S – N
2	Wilfrido Massieu	Cuahtémoc – Costera M. A.	390	12	3	N – S S – N
3	Bernal Díaz del Castillo	Cuahtémoc – Constituyentes	1,710	12	3	N – S
4	Ignacio Vallarta	Cuahtémoc – Baja California	960	14	3	N – S
5	José Valdés Arevalo	Costera M. A. – Cuahtémoc	700	9	2	N – S S – N
6	José Ma. Iglesias	Costera M. A. – calle s/n	700	11	2	N – S S – N
7	Magallanes	Costera – Heroes de Veracruz	2,700	9	2	N – S S – N
8	Teniente José Azueta	Costera M. A. – Miguel Hidalgo	600	9	2	N – S S – N
9	Sebastian El Cano	Costera M. A. – Cuahtémoc	450	9	2	N – S S – N
10	J. Carnon – Flores Magon	Costera M. A. – Sinaloa	1,200	12	2	N – S S – N
11	Monte Blanco	Insurgentes – Constituyentes	800	8	2	N – S S – N
12	Vicente Guerrero	Progreso – Libertad	1,800	9	2	N – S S – N
13	5 de mayo	Escudero – Costera M. A.	1,600	9	2	W – E E – W
14	Sierra de Puebla	Ejido – Pie de la Cuesta	700	9	2	
15	Michoacán	16 de Septiembre – Vallarta	4,300	9	2	E – W W – E
Total			19,960			

Ahora veamos también las intersecciones. Solamente se enunciarán aquellas cuya intersección coincida con la línea; correspondientes con las Avenidas Costera Miguel Alemán, Av. Cuahtémoc, Av. Juan Escudero y la Av. Garzas.

No	Acceso	Nivel servicio por acceso				Nivel serv. de intersección	Semáforo	Observación
		E	W	N	S			
1	Costera M. A.	D	S			D	S	Saturación de
	Escudero			E				maniobras acc. N
2	5 de Mayo	A	A			D	N	Sobre saturación
	Escudero			C	F			maniobras acc. S
3	Cuahtémoc	E				D	N	Saturación de
	Aguiles Serdán			D	B			maniobras acc. E
4	Niños héroes	F	D			F	S	Sobre saturación
	Ruiz Cortines			C	F			maniobras acc. S
5	Ruiz Cortines	D	B			C	N	Condiciones
	Bernal Díaz C.				D			operantes
6	Universidad	C				C	N	Condiciones
	López Portillo			B	B			operantes
7	Niños héroes	A	A			B	N	Condiciones
	Bernal Díaz C			D	A			operantes
8	Cuahtémoc	B	B			D	N	Saturación de
	Rubén Figueroa				E			maniobras acc. S
9	Costera M. A.	B	B			C	N	Condiciones
	Base Naval				D			operantes
10	Costera M. A.	F	D			F	S	Sobresaturación
	Ruben Figueroa			C	F			acceso E y N
11	Diego Hurtado	F	D			F	S	Sobresaturación
	Costera M. A.			C	F			acceso E y S
12	Cuahtémoc	A	B			B	N	Condiciones
	José Valdés A.				C			operantes
13	Diego Hurtado	F	D			F	S	Sobresaturación
	Cuahtémoc			C	F			acceso E y S
14	Diego Hurtado	B	B			B	N	Condiciones
	Belisario D.			A				operantes
15	Vallarta		A			C	S	Condiciones
	Cuahtémoc			C	C			operantes
16	Bernal Díaz		B			B	S	Condiciones
	Cuahtémoc			B	B			operantes
17	Niños héroes	C	E			C	S	Saturación de
	Cuahtémoc			B	B			maniobras acc. W
18	Costera M. A	C	B			D	S	Sobresaturación
	Wilfrido Massiew			F				acceso N

Nota: Para esta tabla se establece que el nivel de servicio es el indicador cualitativo al que opera una vialidad y que puede variar desde "A" hasta "F", siendo "A" un nivel de servicio que tiene flujo libre, pero el cual no es considerado aceptable, porque refleja una desutilización de la vialidad, "E" representa la capacidad de la vía y por último el nivel de servicio "F" es cuando existe una saturación y volumen vehicular inconsistente.

Asimismo las vialidades de mayor circulación son las avenidas: Costera Miguel Alemán, Ruiz Cortines y Cuauhtémoc ya que son principalmente las que distribuyen la movilidad urbana.

De esta red vial se establecieron 18 intersecciones y 9 corredores viales; puntos a los cuales se les determinó un nivel de servicio en condiciones actuales y en estimaciones futuras de acuerdo a los términos de referencia.

ANALISIS DE LA DEMANDA

El elemento más importante del transporte es el usuario y sus necesidades de movimiento y traslado con diversos motivos, el cual determina el crecimiento de la red de transporte, siendo el usuario el principal perjudicado cuando una tarifa no está acorde con el servicio que recibe, cuando la frecuencia de paso de las unidades no son las requeridas para satisfacer sus necesidades de movilidad, lo que se traduce en una pérdida económica, al igual que cuando el trayecto de viaje es muy largo se tiene una pérdida hora/hombre.

El modo de transporte más utilizado por la población es el autobús, seguido por una gran diferencia por los microbuses y taxis, lo que significa que el 94.53% de la población realiza sus viajes en el sistema de transporte público.

Transporte	Usuarios
Autobús	77%
Microbús	10%
Mixto	2 %
Taxi	5 %
Particular	4 %
Otro	2 %

Por lo que toca a los motivos del uso de transporte en la ciudad, se presenta la siguiente tabla:

Motivo	Viajes
Trabajo	37 %
Casa	5 %
Escuela	21 %
Compras	36 %
Otros	1 %

El tiempo promedio de viaje para la población en general es de 60 minutos, el costo promedio del viaje es de \$3.5 y el número de transbordos en promedio que se realizaron es de 0.52 lo que indica que de cada 100 personas que viajan 52 realizaron al menos un transbordo. Teniéndose como máximo 3 transbordos y como mínimo ningún transbordo.

Se identifican a simple vista zonas evidentemente atractivas de la mayoría de los viajes que la población realiza en la ciudad.

- 1.- Centro Histórico.
- 2.- Comercial y Mercado.
- 3.- Turística, hotelera y de trabajo.
- 4.- Escolar.
- 5.- Hospitales.
- 6.- Central de abastos.
- 7.- Industrial.

La red de servicio de transporte público de pasajeros, está integrada por 814.34 km. totales concentrados en 109.25 km. de vialidad y 5 modalidades de transporte en operación, ofreciéndose el mejor nivel de dotación de equipamiento vial y urbano hacia el centro de la ciudad; dado que es donde se encuentran las actividades comerciales y turísticas.

La tarifa promedio que paga la población por concepto de transporte, es de \$2.00 por viaje. A continuación se describe la tarifa de las unidades del servicio público de transporte para las diferentes modalidades que operan en la ciudad de Acapulco, enero de 1998.

Transporte	Tarifa
Autobús	\$2.00
Microbús	\$2.00
Panorámico	\$4.00

A continuación se describe la tarifa de las unidades del servicio de taxis en la siguiente tabla:

Origen	Destino	Tarifa
Zócalo	La Mira, Hogar Moderno, Mozimba	\$10.00
Zócalo	Col. Cuauhtémoc, Sta. Cruz	\$10.00
Zócalo	Progreso, Costa Azul, Caleta	\$10.00
Zócalo	Praderas de C. Azul, Palomares	\$10.00
Zócalo	Estrella de Oro, Estrella Blanca	\$10.00
Zócalo	FOVISSSTE, INFONAVIT	\$10.00 o 12.00
Zócalo	Condesa, Diana, Morelos	\$10.00 o 12.00
Zócalo	Ampliación Sta. Cruz, Garita	\$12.00
Zócalo	Fco. Villa, Bocamar, Victoria	\$12.00 o \$14.00
Zócalo	6 de enero, Quebrada, la "Y"	\$12.00 o \$14.00
Zócalo	Cumbres de Figueroa	\$14.00
Zócalo	Centro de Convenciones	\$14.00
Zócalo	Icacos, Cima	\$14.00 o \$16.00
Zócalo	Brisas	\$22.00 o \$25.00
Zócalo	Jardín Mangos, Azteca, Palmas	\$25.00
Zócalo	Rena, Zapata, Puerto Marques	\$40.00 o \$45.00
Zócalo	Pie de la Cuesta	\$40.00 a \$125.00
Zócalo	Coloso	\$50.00
Zócalo	Hotel Princess	\$60.00
Zócalo	Aeropuerto	\$60.00 a \$85.00

Se observó en las vialidades una continua frecuencia de paso de los autobuses del servicio público. Se observaron intervalos de paso de las unidades con variación entre 3 y 10 minutos. La circulación excesiva de taxis azules se detectó a toda hora del día.

No.	Ruta de autobuses urbanos	Frecuencia de paso (min.)	Horario de servicio	Frecuencia de paso real (min.)
1	Caleta – Base Naval	3	6:00 a 24:00	3
2	Cine Río – Base Naval	3	6:00 a 24:00	2
3	Renacimiento – Base Naval	5	5:30 a 22:00	
4	Zapata – Base Naval	5	5:30 a 22:00	
5	Renacimiento – Centro (Cuauhtémoc)	5	5:30 a 22:00	6
6	Zapata – Centro (Cuauhtémoc)	5	5:30 a 22:00	6
7	Renacimiento – Centro (Ruiz Cortines)	10	5:30 a 22:00	10
8	Zapata – Centro (Ruiz Cortines)	5	5:30 a 22:00	5
9	Vocacional – Centro (Cuauhtémoc)	10	5:30 a 22:00	4
10	Pie de la Cuesta – Centro	7	5:30 a 22:00	10
11	Jardín Azteca – Centro	7	5:30 a 22:00	10
12	Jardín Palmas – Centro	7	5:30 a 22:00	15
13	Col. Granjas – Centro	7	6:00 a 21:00	4
14	Morelos – Sta. Cruz – Centro	5	6:00 a 21:00	5
15	Módulo Social – Centro	5	6:00 a 21:00	20
16	Progreso – Florida – Caleta	7	6:00 a 21:00	15
17	Alta Progreso – Centro	7	6:00 a 21:00	15
18	1° de mayo – Centro	10	6:00 a 21:00	10
19	Reclusorio – Centro (Ruiz Cortines)	15	6:00 a 21:00	30

20	Victoria – Caleta	10	6:00 a 21:00	
21	Hospital – “Y”	10	6:00 a 21:00	4
22	Cumbres de Figueroa – Centro	10	6:00 a 21:00	12
23	Vocacional – Hospital – Centro	5	5:30 a 22:00	6
24	Arroyo Seco – Vocacional – Garita	15	6:00 a 20:00	15
25	Col. La Mira – Centro	15	6:00 a 20:00	12

En la frecuencia de microbuses se observaron intervalos de paso de las unidades, entre 5 y 30 minutos.

No.	Ruta de Microbuses	Frecuencia de paso (min.)	Horario de Servicio	Frecuencia de paso real (min.)
1	Palma Sola	10	6:00 a 21:00	30
2	Lomas del mar	15	5:30 a 21:00	15
3	Ampliación San Isidro – Centro	10	7:00 a 19:00	15
4	Mirador – Centro	20	6:00 a 19:00	15
5	Modulo Social FOVISSSTE – Centro	10	6:00 a 21:00	20
6	Sector 6 Blvd. J. L. Portillo	15	6:00 a 21:00	6
7	Riscos Mozimba – Estrella Blanca – Caleta	15	6:00 a 21:00	
8	20 de noviembre – Centro	25	7:00 a 19:00	
9	V. Guerrero – Las Cruces – Centro	20	5:30 a 20:00	
10	Las Américas – Caleta – Club de Yates	10	6:00 a 21:00	
11	INFONAVIT – Alta Progreso	7	5:30 a 21:00	10
12	Progreso – Baja Calif. – Mercado	5	6:00 a 21:00	
13	Flamingos – Centro	8	6:00 a 21:00	
14	Col. Loma Hermosa – Centro	30	6:00 a 21:00	
15	Praderas de Costa Azul – Centro	5	5:30 a 21:00	6
16	V. Guerrero – Base Naval	20	5:30 a 20:00	
17	Calle 8 Pueblo Nvo. – Centro	10	6:00 a 21:00	10
18	Potrillo	20	7:00 a 19:00	15
19	La Mira	5	6:00 a 21:00	15
20	Cumbres de Llano Largo	30	6:00 a 21:00	

Se concluye que el modo más utilizado por la población es el autobús, que la principal razón para utilizar este modo es el costo y el atributo más importante que la gente considera para usar uno u otro modo es la rapidez, subsecuentemente al usuario le interesa la comodidad y la calidad del servicio ofrecido.

Para el análisis del comparativo de la oferta y demanda del servicio se puede ver que, la ocupación promedio de las unidades del sistema es del 44.52% tomando en cuenta que existe una oferta de aproximadamente 35,000 asientos totales, actualmente solo se están ocupando 15,582 asientos diariamente en promedio lo que nos indica que existe una sobre oferta del sistema.

Año	Población mayor de 6 años	Viajes persona día (VPD)	Viajes totales diarios (VTD)
1994	618,711	2.13	1,317,854
1999	797,237	2.59	2,064,844
2004	1,027,227	3.82	3,924,007

Para el mediano plazo (1999) se pronostica un promedio de 2.59 viajes por día, lo que traduce en 2,064,844 viajes totales diarios, y para el largo plazo (2004) se prevé 3082 viajes por día y 3,924,007 viajes totales diarios.

Aproximadamente tres cuartas partes de los vehículos que transitan por un corredor es del transporte público, lo que significa que el nivel de saturación de un corredor o alguna vía alterna es saturada por la sobre oferta de transporte público.

Siendo conflictos también, las paradas constantes (ya sea de ascenso o descenso) no designadas que obligan a retrasar el flujo vehicular en una avenida.

En resumen, se espera que en un mediano plazo se lleguen también a saturar los principales corredores viales y sus intersecciones, por consecuencia del desmedido incremento de unidades destinadas al servicio público.

2.2.- CARACTERISTICAS GENERALES DEL SERVICIO

OFERTA (CAPACIDAD E INTERVALO)

El sistema propuesto utilizará material similar rodante Hitachi-ALWEG que el Hitachi-ALWEG Monorail System utiliza en el Urban Transportation Monorail de Osaka, Japón; y cuya unidad básica es de 4 vagones articulados con una capacidad total de transporte de 31 pasajeros sentados y 104 pasajeros parados, dando un total por convoy de 135 pasajeros totales nominales y 270 pasajeros a plena capacidad, considerando un área por pasajero parado a máxima capacidad de 0.097 m²/pasajero.

El Monorriel de la Ciudad de Acapulco deberá contar con trenes de 4 vagones básicos con una capacidad de transporte de 540 pasajeros a capacidad normal, y 1080 pasajeros a máxima capacidad, cada 120 segundos, y a futuro, podrá llegar a 1620 pasajeros cada 90 segundos con trenes de 6 vagones, pudiéndose acoplar fácilmente las unidades si la demanda de pasajeros lo justifica.

Capacidad de transporte de pasajeros por vagón:

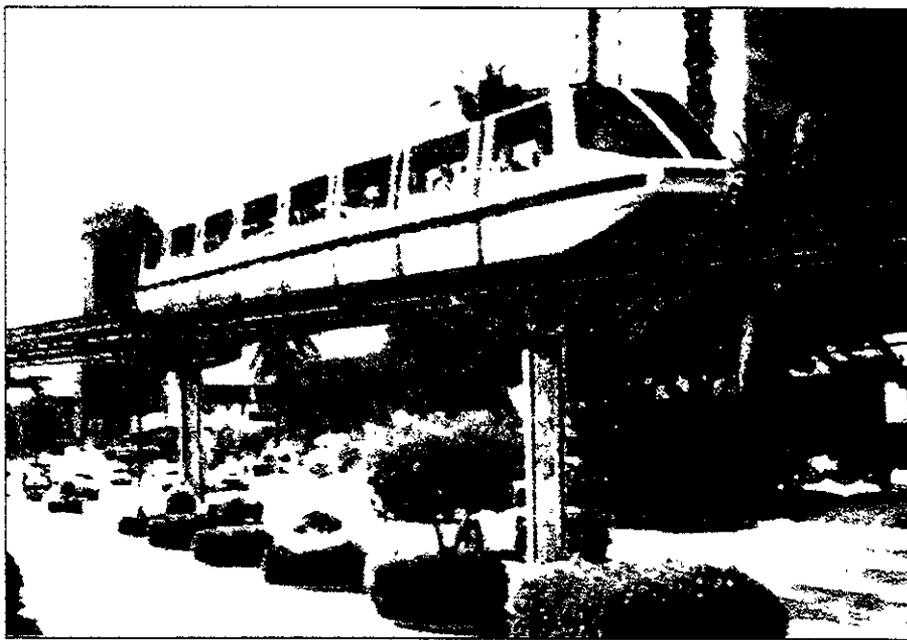
Vagones	1
Pasajeros sentados	31
Pasajeros de pie	104
Total nominal	135
Plena capacidad	270

Capacidad de transporte de pasajeros por convoy:

	Inicio de operación	Previsión a futuro
Vagones	4	6
Pasajeros sentados	124	186
Pasajeros de pie	416	624
Total nominal	540	810
Plena capacidad	1,080	1,620

Este sistema de transporte tendrá una oferta en el inicio de operación de 2,800 pasajeros por hora por sentido, pudiendo llegar a 6,160 pasajeros por hora por sentido en la previsión a futuro.

La velocidad comercial del convoy es de 30 km/h, y alcanzaría una velocidad máxima de 50 km/h.



CONFORT E IMAGEN DEL SERVICIO

La imagen urbana de una Ciudad representa los valores formales, especiales o visuales que a la ciudadanía le permiten dar apropiación y representatividad.

La opinión ciudadana respecto a la percepción de su entorno y a las modificaciones que se realizan o realizarán sobre él es importante, puesto que pone a la luz aspectos que muchas veces no son considerados por los planificadores.

Haciendo una encuesta sobre la necesidad de implantar un programa de mejoramiento de imagen urbana el 90% de la población contestó que sí es

necesario, el 7% consideró que no es necesario y el 3% contestó "no sé". Y sobre el sitio dónde implantar un programa de mejoramiento de imagen urbana, el 48% propuso la Zona Centro, el 32% Renacimiento – Zapata, el 12% la Costera "Miguel Alemán" y en otro lugar el 8%.

La Zona Centro es la que se considera en mayor porcentaje como un sitio de mejoramiento de imagen urbana, lo cual se reafirma con los datos en el informe de inventario y los planes de desarrollo y mejoramiento del Centro Histórico de Acapulco que ha contemplado el municipio.

Una imagen cercana a la que ofrecerá el sistema propuesto puede ser observada en el Urban Transportation Monorail de Osaka, Japón; por lo que respecta a la línea elevada, la solución tendrá más presencia debido a la estructura elevada en el corredor de las Av. Costera Miguel Alemán, Cuauhtémoc, Juan Escudero, Av. Garzas; donde de manera paralela se desarrolla un proyecto de mejoramiento y regeneración del centro, el cual considera la peatonalización de la avenida que contribuirá a la revitalización de la zona.



El índice de ocupación de pasajeros de pie en el convoy es muy cercano a los 0.15 m² por pasajero, o sea, 6 pasajeros por metro cuadrado, similar al que se usa en los países Europeos para efectos de cálculo de oferta y se refleja en un adecuado nivel de confort del sistema.

La apariencia de las estaciones elevadas se ha logrado con una gran ligereza, y una imagen contemporánea, de diseño avanzado tanto estructural como arquitectónico, que refleje el dinamismo y afán de progreso de los habitantes de la Ciudad, convirtiéndose en un punto de referencia.

Los acabados de los vestíbulos de las estaciones se resuelven con materiales de bajo mantenimiento y colorido, lo que se aprovecha para acentuar la identidad de la estación con su entorno ya sea mediante el uso del color y expresiones gráficas e invitando a la sociedad en su participación.

Este aspecto es fundamental ya que el manejo de la identidad con el habitante de la Ciudad aumenta su grado de asimilación y aceptación con el sistema, lo que se refleja en menor vandalismo y agresión social, y por lo tanto en una mejor conservación de los elementos urbanos del mismo.

SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y VIGILANCIA

Se revisaron diversas opciones de control de acceso, y la propuesta contempla un sistema de peaje y vigilancia en conjunto localizado en los vestíbulos de las estaciones, el cual consiste en lo siguiente:

Sistema de control de acceso.

- Máquinas automáticas para la expedición de boletos.
- Control basándose en torniquetes de entrada y salida complementados con puertas laterales que pueden ser utilizadas en las horas de máxima demanda o en el caso de una evacuación de emergencia de la estación.

Para el sistema de vigilancia.

- Se contará con personal apoyado por sistema de telefonía en cada estación.
- El mismo personal estará encargado de la operación de las puertas complementarias o de emergencia y llevará a cabo la liga con los cuerpos de seguridad de la Ciudad en caso necesario.

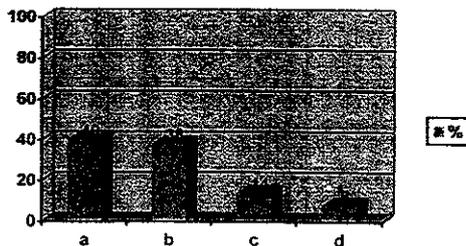
IMPACTOS AMBIENTALES

La Ciudad de Acapulco presenta un paisaje urbano de interés visual puesto que conjuga el paisaje natural de los alrededores como son playas, cerros y acantilados. Sin embargo, en la Ciudad existen alteraciones físicas que perturban el paisaje y por lo tanto la imagen urbana.

Esto se da principalmente en la Zona Centro, donde el abuso de letreros comerciales colocados en forma desordenada y sin congruencia en los colores contaminan visualmente y desarticulan el paisaje. Asimismo los cables tendidos que pasan por las avenidas para diferentes servicios están colocados en forma desordenada provocando también contaminación visual, la mala señalización vial, las estaciones de autobuses representan también una parte importante de la imagen urbana que ofrece la Ciudad, sobre todo al visitante, por lo que se considera que son incómodas y desagradables.

De los sitios más contaminados atmosféricamente el orden de importancia es el siguiente:

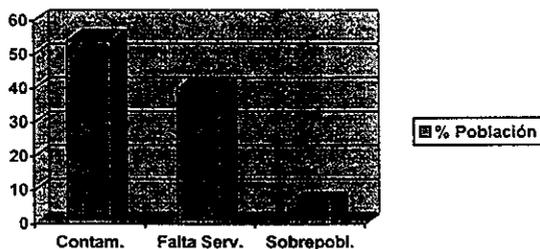
- | | |
|-----------------------------|-----|
| a) Renacimiento – Zapata | 40% |
| b) Centro de Acapulco | 38% |
| c) Las Cruces | 14% |
| d) Ejido – Pie de la Cuesta | 8% |



Se cuestiona sobre la contaminación atmosférica dado que el presente proyecto es sobre transporte y vialidad y la consecuencia ambiental más relevante es la contaminación atmosférica.

Los tres problemas ambientales que la población considera más importantes son:

- a) Contaminación 54%
- b) Falta de servicios 40%
- c) Sobrepopulación 6%

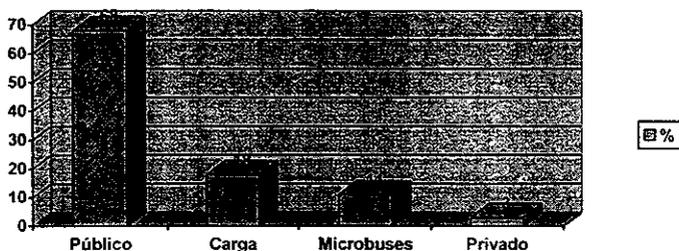


De este punto destaca el problema de contaminación que no resulta ajeno para la población.

Con respecto a la opinión de la población, cabe señalar el alto porcentaje del Centro Histórico.

De la contaminación atmosférica, las causas que la población considera las más importantes son:

- a) Transporte público 68%
- b) Transporte de carga 18%
- c) Microbuses 11%
- d) Transporte privado 3%



Se enmarca la relevancia del transporte público como el principal origen de la contaminación atmosférica.

De acuerdo a la normatividad vigente en la República Mexicana para estudios de impacto ambiental, la autoridad establece diversos grados de profundidad o etapas para el desarrollo de estos análisis.

En el caso de los Sistemas de Transporte Colectivo no ha sido necesario profundizar en ellos ya que es evidente la mejoría cualitativa y cuantitativa en el ambiente al eliminarse la contaminación producida por las emisiones resultantes de los vehículos de combustión interna que se mueven superficialmente, los que son sustituidos por un sistema eléctrico no contaminante y la mayor de la eficiencia de los sistemas de superficie.

Otros estudios aunque no se desarrollan en este análisis presentado, pueden ser los aspectos auditivos y los aspectos visuales, que aunque no causan mayor impacto y que como se mencionó anteriormente, mejoran con respecto a las condiciones actuales.

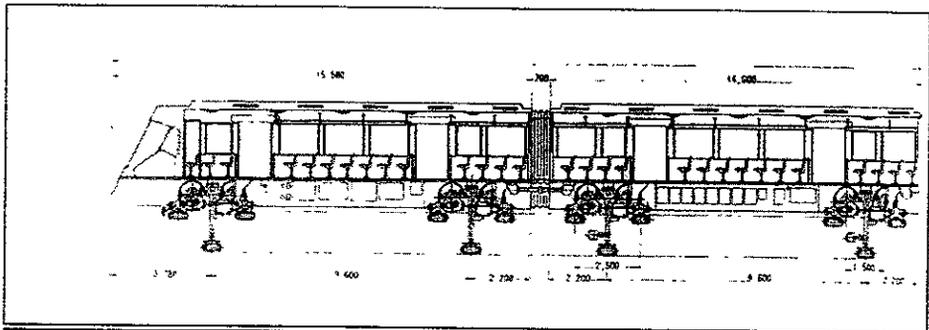
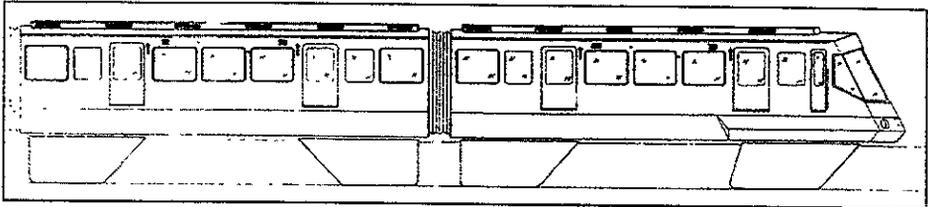
2.3.- MATERIAL RODANTE

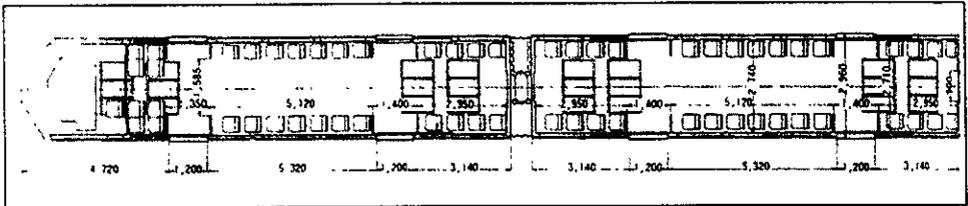
VEHICULO PROPUESTO

El vehículo considerado para formar los trenes, pertenece, según la clasificación del U. S. Departmental of Transportation, a la categoría de LRV Light Rail Vehicle o Vehículo Tren ligero; que está formado por unidades tipo Hitachi-ALWEG, bajo licencia de Japan Monorail Association y cooperación técnica de Hitachi Ltd., Shibaura Electric Co., Ltd., Nippon Lockheed Monorail, Co., y ALWEG G.m.b.H. of West Germany.

Este vehículo fue diseñado originalmente para ser usado en la Expo en la Ciudad de Osaka, Japón; y a la fecha, con algunas variantes, se ha utilizado en las Ciudades de Haneda, Tokyo y Hamamatsucho.

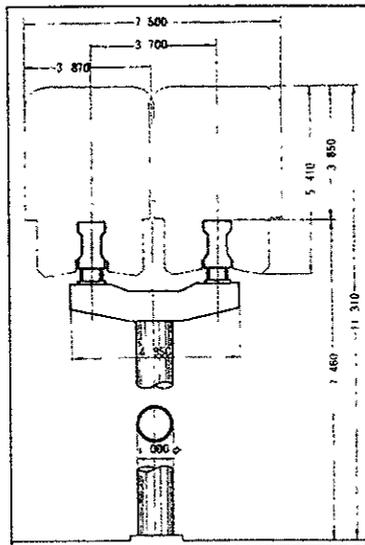
Es apto para el transporte Urbano así como para dar servicio entre ciudades y suburbios, y cuenta con equipo de aire acondicionado para mayor confort del usuario.

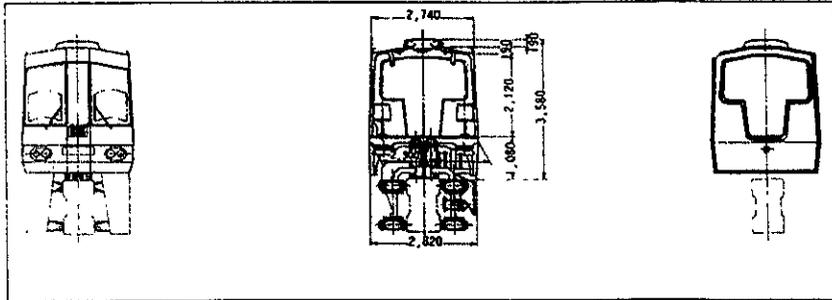




Su capacidad es de 124 pasajeros sentados más 416 pasajeros parados, su longitud es de 61.26 m por unidad articulada de 4 trenes y puede acoplarse con un solo conductor, hasta formar trenes de 6 u 8 unidades. Su ancho es de 2.96 m.

La altura del nivel del piso del vehículo es de 1.08 m sobre el nivel del hongo del riel, el ascenso y descenso de pasajeros es posible a niveles de riel debido a que tiene la misma altura para su libre paso.





Todos los vehículos están equipados con Control Automático de Interrupción por hombre "muerto", y que el operador debe mantener en una posición deprimida o de torsión mientras el tren está en movimiento, si el control se suelta, la fuerza motriz se corta y los frenos se activan.

Estos vehículos están articulados y están formados por cuatro unidades rígidas acopladas. Cada una de estas unidades consta de un bogie motriz, dos vagones de mando en cada extremo y dos intermedios que sólo sirven de conexión entre ellos.

Los vehículos adicionales serán iguales en todas sus características a los existentes. Con esto se asegurará la posibilidad de realizar el mantenimiento mayor de los vehículos del Monorriél eléctrico Acapulco en los talleres.

Ambos extremos del vehículo están provistos de un acoplamiento automático.

Cada unidad está provista en cada lado de dos puertas de una hoja cada una y de 6 o 7 ventanas para pasajeros.

Las partes del equipo de tracción y frenado están repartidas entre las cuatro unidades y ubicadas debajo del bastidor en forma accesible y bien protegida.

Los elementos de mando están ubicados en la cabina de conducción. Los controles electrónicos de tracción, frenado y auxiliares, se encontrarán ubicados en cajas bajo el bastidor.

El sistema de tracción propuesto deberá estar basado en tecnología de corriente directa DC. La regulación de la fuerza de tracción se realizará mediante el convertidor estático de tracción. Los motores de tracción están conectados en paralelo y son dimensionados para las funciones de motor (tracción) y generador (frenado).

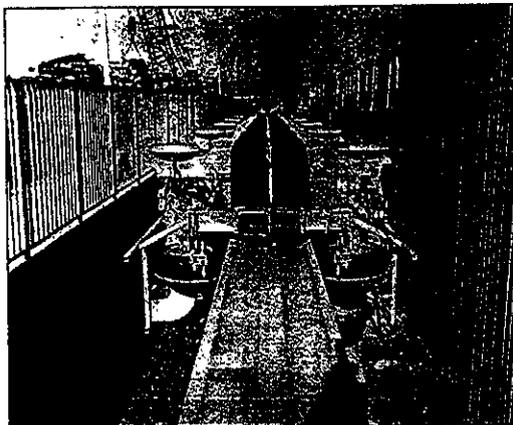
El vehículo está equipado con tres sistemas de frenado:

1. Eléctrico (regenerativo y con resistencias)
2. De acumulación por resorte (hidráulico)
3. Magnético de vía

Con función de generador, los motores podrán entregar la energía de frenado a la vía o consumir ésta en las resistencias de frenado provistas para tal efecto.

A continuación se dan en forma tabular las principales características de los vehículos para el Monorriél de Acapulco.

Descripción		Características
Diámetro de las ruedas		978 mm
Peso del vehículo vacío		80,000 kg
Peso del vehículo con 124 pasajeros sentados		88,680 kg
Peso del vehículo con 124 pasajeros sentados y 416 de pie		117,800 kg
Peso del vehículo con 124 pasajeros sentados y 956 de pie a su máxima capacidad		155,600 kg
Area por pasajero sentado		142.72 m ²
Area por pasajero de pie		93.10 m ²
Peso promedio por pasajero		70 kg
Peso de cada bogie motriz		5.00 ton
Dimensiones	Largo	61.26 m
	Ancho	2.96 m
	Alto	3.58 m
	Altura del piso al tren	1.08 m
Potencia continua de motores de tracción		65 kw x 16 por tren
Velocidad máxima del vehículo		50 km/h
Tensión de tracción		1,500 VDC
Material del riel		Cobre y aluminio
Resistencia del conductor		0.0245 Ω /km
Cantidad máxima de vehículos por tren		8
Número de motores		2



Bogie motriz.



2.4.- OPERACION DE LA LINEA

Para el análisis operativo de la línea, se consideró la longitud de servicio, la misma se utilizó para el análisis del número de trenes, de acuerdo a ésta longitud y considerando la posición geográfica de algunas estaciones, se determinó la posición de los servicios provisionales.

Distribución de trenes.

Se calcula el número de tal forma que la línea quede balanceada al inicio del servicio y para este caso dejaremos un tercio del número total requerido en un extremo y el resto en el contrario.

Depósitos.

El número de trenes asignado a cada extremo o número de posiciones de estacionamiento; en el extremo que colinda con la carretera escénica o la estación "Base Naval" por el número calculado, no se requiere un depósito, debido a que en la longitud de la cola de maniobras caben perfectamente los trenes necesarios.

En lo que respecta a la zona oeste de la línea, debido a que el área para depósito, se encuentra con fuerte desnivel con respecto a la terminal, se decidió que los trenes se estacionen en la cola de maniobras y el resto en la línea, en el tramo comprendido entre la estación terminal "Caleta" y la siguiente estación "Constituyentes".

Operación de los trenes de la línea.

Debido a las características de la línea se analizó la compatibilidad del intervalo que tendría que guardar dicha línea con relación a su demanda, la cual operará a un intervalo mínimo de 120 segundos.

3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

3.1.- PROYECTO GENERAL DE LA LINEA

TRAZO Y ESTACIONES

PERFIL DE LA LINEA

REGENERACION URBANA Y VIALIDAD

SOLUCIONES ESPECIALES

DISEÑO DE ESTACIONES

ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS

ESTRUCTURACION DE ESTACIONES Y TRAMOS

OBRAS INDUCIDAS

OBRA ELECTROMECANICA

TALLER Y DEPOSITO DE TRENES

ADQUISICION DE PREDIOS

3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

3.1.- PROYECTO GENERAL DE LA LINEA

TRAZO Y ESTACIONES

El recorrido de la línea va de este a oeste, tiene su origen en la estación "Base Naval". Esta estación inicial se localiza en la zona oriente de la Av. Costera Miguel Alemán, la cual se encontró que era el lugar más favorable para la conexión con la carretera escénica y el comienzo con la zona más transitada de la Av. Costera Miguel Alemán, pasando por el Centro de la Ciudad.

El trazo continúa hacia el poniente de la Ciudad pasando paralelamente por la Av. Costera Miguel Alemán, cruza la Av. Rubén Figueroa y posteriormente el parque Papagayo, se incorpora a la Av. Cuauhtémoc, da vuelta en la Av. Juan R. Escudero hacia el sur, continúa por ésta hasta incorporarse nuevamente a la Av. Costera Miguel Alemán, se incorpora a la Av. Garzas hacia el sur hasta llegar al cruce con la Av. Circunvalación.

Por la Av. Cuauhtémoc cruza la Av. Niños Héroes y la Av. Bernal Díaz del Castillo.

En la Av. Juan R. Escudero pasa por el Centro de la Ciudad y cruza la Av. La Quebrada.

En el proyecto de trazo se emplearon curvas compuestas con radios de curvatura y velocidades que aseguran una eficiente operación del sistema con una velocidad comercial de 30 km/h.

Para evitar afectaciones a predios particulares, se emplearon radios de 100 m con velocidades de 45 km/h, (mayor a la velocidad comercial) en el tramo de las estaciones: Noria – Constituyentes, donde se consideraron curvas con velocidades de 60 y 70 km/h, con el fin también de evitar afectaciones.

La línea cuenta con 21 estaciones de las cuales: Base Naval, Icacos y CICI van por la acera del lado norte de la Av. Costera Miguel Alemán; las estaciones Centro de Convenciones, Club de Golf, Condesa, Diana, Artesanías, Universidad y Papagayo van por la acera del lado sur de la Av. Costera Miguel Alemán; el resto de las estaciones Ayuntamiento, Hornos, Diego de Mendoza, Noria, Centro, Malecón, Playa Manzanillo, La Quebrada, Club de Pesca, Constituyentes y Caleta

van por el centro de las Av. Cuauhtémoc, Juan R. Escudero, Costera Miguel Alemán y Garzas. Las 21 estaciones son en solución elevada.

Todas las estaciones tienen una longitud de 64.8 m para recibir trenes de 4 unidades o vagones que podrán ser ampliadas a futuro para recibir trenes de 6 vagones.

Para el estacionamiento de los trenes, se consideraron tanto en trazo como en perfil 4 posiciones de estaciones en la estación Constituyentes (2 posiciones antes de llegar y 2 en la estación). En la estación terminal Caleta se consideraron 14 posiciones de estacionamiento antes de llegar y 2 en la estación, haciendo un total de 20 posiciones de estacionamiento. Habrá un tren de reserva en la cola Constituyentes.

PERFIL DE LA LINEA

Para el proyecto de perfil se consideró como premisa de diseño que las estaciones se ubicaran con pendiente cero para evitar deslizamiento de trenes, por lo que en las zonas de interestación se ajustaron a las pendientes máximas y mínimas según el tipo de solución, y de acuerdo a los requerimientos y especificaciones de tipo de material rodante a utilizar.

Tratándose de una solución elevada se definió la altura con respecto al terreno natural (vialidad) en la cual empezará a desplantarse el nivel de subrasante proyecto. Se tomó 4.50 m como base para dimensiones mínimas necesarias para cruzar las vialidades adyacentes y perpendiculares.

El galibo vertical de diseño de las vialidades que cruzan con la estructura elevada es de 4.50 m. Sin embargo debido a la configuración natural del terreno, la trayectoria del trazo y las pendientes a enlazar, con un máximo del 3% en ciertas zonas del proyecto, estas alturas sobrepasan el galibo mínimo, empleando una sobreelevación para dar solución a estos casos.

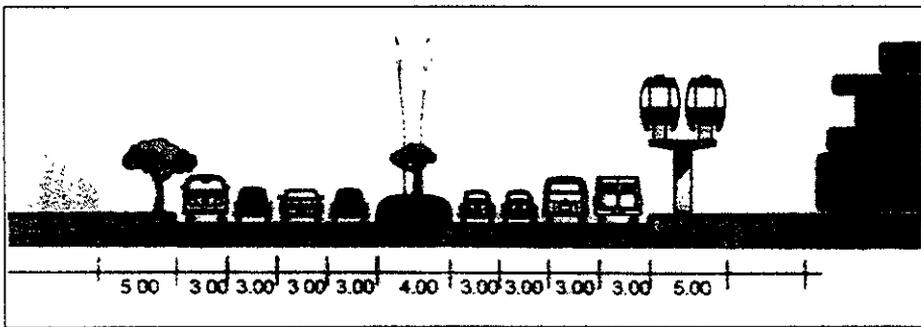
REGENERACION URBANA Y VIALIDAD

Vialidad coincidente con la línea

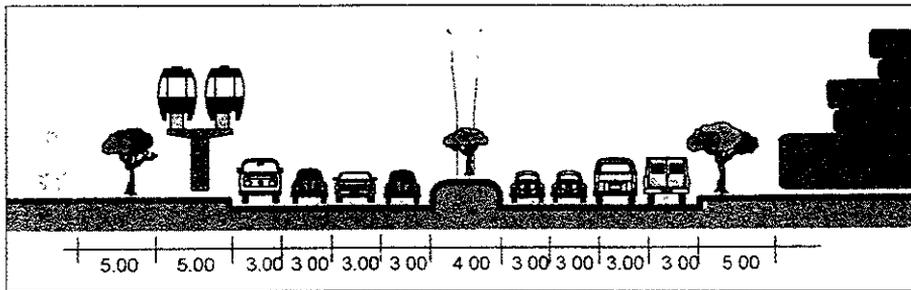
La solución estructural y los accesos a las estaciones de la línea hace necesario reacondicionar la vialidad paralela la que se divide en 4 tramos homogéneos de acuerdo al ancho existente entre paramentos que condiciona la sección de vialidad disponible.

Estos tramos son 4 y se describen a continuación:

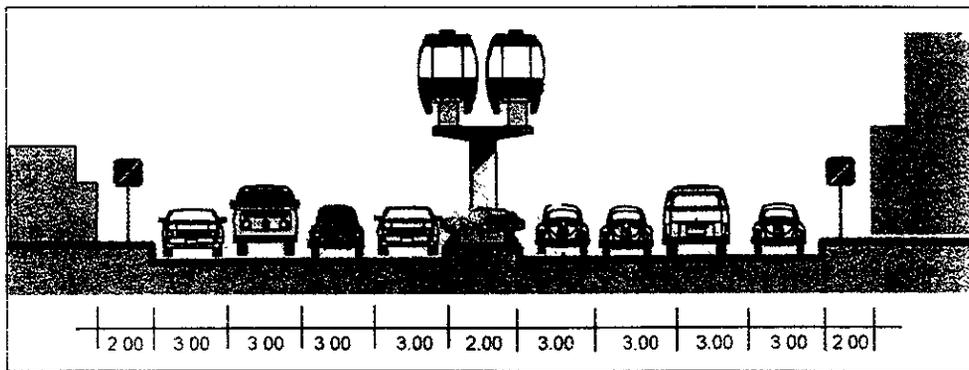
- 1.- Av. Costera Miguel Alemán entre la Av. Blas Godínez y la calle Cristóbal Colón, tramo de las estaciones: Base Naval, Icacos y CICI, en el cual el trazo de la línea se resuelve en el paramento norte, sin necesidad de modificar la banqueta para formar una zona peatonal que permita localizar los accesos de las estaciones, y sin reducir la vialidad actual que se encuentra holgada, a 4 carriles sin disminuir la capacidad del corredor.



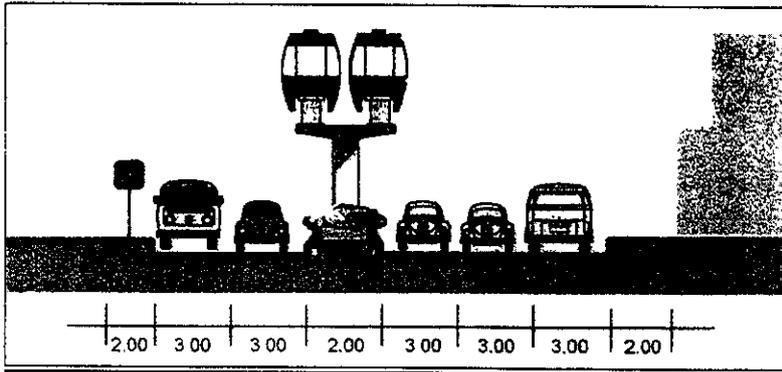
- 2.- En el tramo de la Av. Costera Miguel Alemán, entre la calle de María Bonita a la altura de la Diana y la calle de Espinoza a la altura del parque Papagayo, tramo de las estaciones: Centro de Convenciones, Club de Golf, Condesa, Diana, Artesanías, Universidad y Papagayo, en el cual el trazo de la línea se resuelve en el paramento sur, sin necesidad de modificar la acera para formar una zona peatonal permitiendo localizar los accesos de las estaciones, y sin reducir la vialidad actual de 4 carriles sin disminuir la capacidad del corredor.



- 3.- En el tramo de la Av. Cuauhtémoc entre las calles Michoacán y Juan R. Escudero y el tramo de ésta misma Av. Juan R. Escudero, tramo comprendido por las estaciones: Ayuntamiento, Hornos, Diego de Mendoza, Noria, Centro y Malecón, es necesario crear un camellón central para alojar las columnas de la línea, conservándose los carriles existentes de circulación para vehículos a cada lado, para lo que se recorrerán las guarniciones existentes y los servicios municipales ligados a estas, hasta dar un ancho de 2.00 m en banquetas. Como solución alterna se podrá ampliar las banquetas dotándolas de una zona jardinada que podrá mejorar la imagen urbana de este tramo.



- 4.- En el tramo de las Av. Costera Miguel Alemán entre la calle de G. Martínez y Av. De los Peñascos, tramo comprendido por las estaciones: Playa Manzanillo, La Quebrada, Club de Pesca y Constituyentes, donde el trazo de la línea se mantiene al centro de la vialidad en un camellón con sección regular y conservando los mismos carriles de circulación por sentido. Lo mismo para la Av. Garzas entre la Av. Costera Miguel Alemán y la Av. Circunvalación, tramo comprendido por las estaciones: Constituyentes y Caleta, donde el trazo se mantiene al centro de la vialidad en un camellón con sección regular, suprimiéndose las vueltas izquierdas y conservando los mismos carriles de circulación por sentido.



SOLUCIONES ESPECIALES

La línea a lo largo de su trazo encuentra interferencias que hacen necesario se implementen soluciones especiales de varios tipos, las que se describen a continuación a fin de tomar las medidas pertinentes y resolverlas a detalle en la etapa de proyecto ejecutivo.

- 1.- Estación terminal Base Naval. Solución especial de estación en tajo que permita dar servicio a la carretera escénica, y adecuación del entorno adyacente.
- 2.- Cruce con el parque Papagayo. Solución a base de un puente de mayor claro sobre el parque, y adecuación de las piezas estructurales sobre el nivel del parque.
- 3.- Todas las estaciones con desnivel a resolver y paso de peatones elevado.
- 4.- Paso deprimido en la Av. Juan R. Escudero, tramo entre las estaciones Constituyentes y Caleta, para vehículos, el cual debe ser considerado para resolver los claros de columnas que permitan salvarlo.
- 5.- Estación terminal Caleta. Por tratarse de una estación terminal elevada y una transición a vía superficial, unida al taller de mantenimiento e intercambio de medios de transporte de superficie, se hace necesario analizar una solución vial que resuelva los puntos anteriores, la reserva territorial necesaria y la vialidad que confluya a este vértice.

DISEÑO DE ESTACIONES

Tipificación de estaciones

Para su correcta evaluación y diseño se procedió a identificar las principales características de las estaciones que darán servicio a la línea, determinándose 3 tipos de estaciones:

- 1.- Estaciones terminales e intermedias con andenes laterales elevados.
- 2.- Estaciones intermedias y una estación terminal, tipo elevadas con vestíbulo a nivel calle peatonal y acceso a ésta, en tramo donde la línea hace su recorrido por la acera.
- 3.- Estaciones tipo elevadas, con vestíbulo de acceso elevado a nivel de pasarela de acceso y directo a camellón en el resto de las estaciones intermedias y una estación terminal, en tramo donde la línea va por el camellón de las Avenidas.

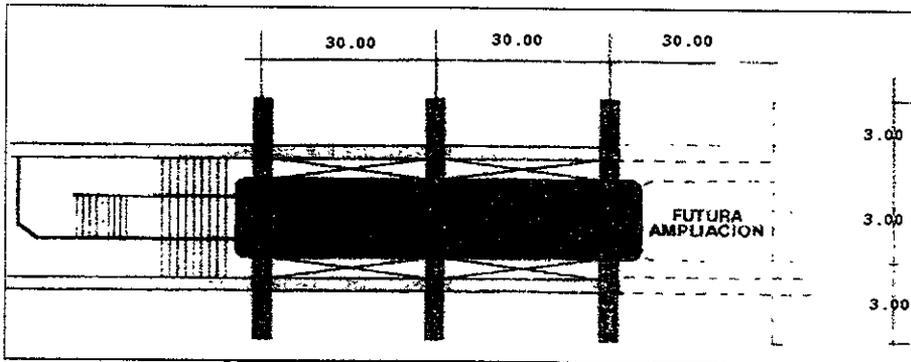
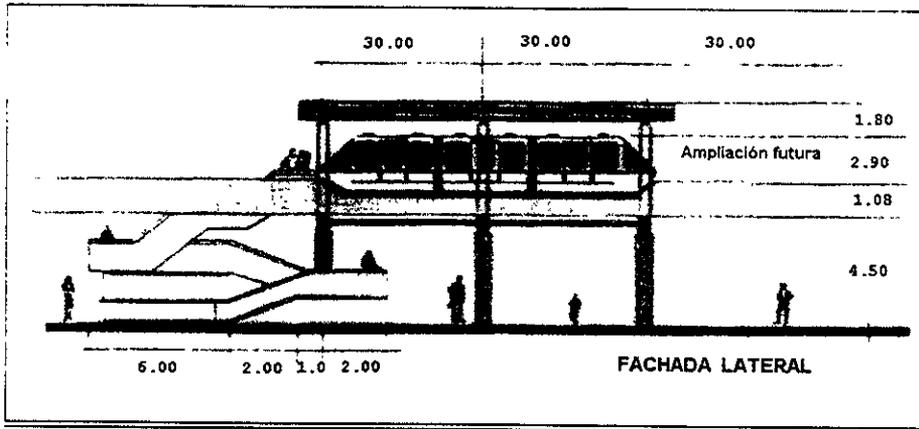
Diseño arquitectónico

Utilizando como normas de diseño el reglamento de Construcciones para la Ciudad de Acapulco y las Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México único reglamento de referencia en el país, se desarrolló la estación tipo: la estación elevada con andenes laterales y sus variantes en el resto de la línea.

Estación elevada tipo.

De acuerdo a las características del material rodante seleccionado para el sistema, las estaciones prevén una longitud de 64.8 metros, para el ascenso y descenso de pasajeros.

El andén se ha resuelto con el sistema de plataforma lateral con un ancho de 3.50 m en las estaciones terminales, y de 2.00 m en las demás estaciones; las escaleras de estaciones terminales serán de 2.50 m de ancho, y en el resto de las estaciones el ancho será de 1.70 m. Dimensiones consideradas para el tráfico previsto y la evacuación de pasajeros.



La incidencia de lluvias en la Ciudad de Acapulco es escasa, esto solo ocurre en algunos días del año, principalmente en el mes de septiembre, por lo que no es necesario cubrir el andén ni el convoy; sería más útil cubrir solamente una parte de los andenes donde los usuarios esperen el convoy para protegerse del sol, ya que en la Ciudad de Acapulco es muy intenso. La longitud de esta cubierta es de 67.80 m.

Por razones de seguridad al usuario no está considerada la implementación de baños para el servicio público dentro del sistema, debido a la probable incidencia de delitos de índole sexual que estas instalaciones pudieran provocar, sin embargo puede considerarse la posibilidad de concesionar este servicio como un apoyo complementario y externo a la línea.

El vestíbulo se ha resuelto de la siguiente manera: en las estaciones de la línea que se encuentran sobre la banqueta, donde se han localizado los mecanismos de control de peaje a base de torniquetes, puertas abatibles y expendedores automáticos de boletos; se ha resuelto a una altura de 4.50 m sobre la vialidad, en la escalera de acceso; con objeto de poder construir una pasarela peatonal que permita la comunicación directa con las banquetas y en las demás estaciones de la línea se resuelve directo a camellón.

Acabados e iluminación.

Las estaciones se encuentran resueltas al aire libre, lo que influye definitivamente en la selección de los materiales a utilizar.

En los muros se han propuesto materiales vidriados que se mantienen limpios y disminuyen el mantenimiento y a su vez permitan implementar soluciones con gran colorido, por lo que se ha propuesto utilizar el azulejo 5 X 5 cm tipo dalmonte.

En los casos de los pisos para las estaciones elevadas, se ha seleccionado concreto en andén, debido a que este material es integral, es decir, su acabado y cuerpo es el mismo por lo que al desgastarse continúa surgiendo el mismo acabado, a la vez que es un material antiderrapante aún el caso de estar mojado. La nariz de andén se propone en concreto.

En subestaciones se consideran acabados exteriores con pintura automotiva, ya que son tipo paquete en contenedores, colocadas sobre bases de concreto.

Como iluminación, un sistema de lámparas que permitan mantener una intensidad de 200 luxes a nivel de los ojos del espectador, el cual se resuelve con luminarias suspendidas de postes pequeños o la propia estructura lateral de la cubierta.

ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS

La solución del sistema de transporte elevado está constituida por una sección de tipo elevado con apoyos separados entre 30 y 35 m de distancia, por los cuales baja una carga de 700 ton aproximadamente.

Desde el punto de vista geológico, en Acapulco se identifican tres grandes zonas atendiendo a su rigidez, por los siguientes tipos de terreno, tal y como aparece en el Reglamento de Construcción para los Municipios del Estado de Guerrero:

Terreno	Clasificación
Tipo I	Terreno firme, tal como tepetate, arenisca medianamente sementada, arcilla muy compacta. Se incluye la roca basal.
Tipo II	Suelo de baja rigidez, tal como arenas no cementadas o limos de mediana o alta compacidad, arcillas de mediana capacidad. Depósitos aluviales.
Tipo III	Arcillas blandas muy compresibles. Depósitos de barro en las costas.

El trazo de la línea, se localiza íntegramente en la zona geológica del terreno tipo I, correspondiente a arcilla compacta y roca basal.

En lo que se refiere a tectonismo, el Reglamento de Construcciones para los Municipios del Estado de Guerrero para esta zona en particular considera según el tipo de terreno y la zona del Estado un coeficiente sísmico de 0.44, pero tratándose de una estructura del grupo "A" el coeficiente sísmico se incrementará en 50% como lo estipula el mismo Reglamento de Construcciones, dando entonces un coeficiente sísmico total de 0.66.

Del análisis de diferentes opciones se determinó que la solución a la cimentación estará conformada por zapatas aisladas desplantadas a 3.5 m de profundidad.

Los análisis geotécnicos son preliminares y confiables y podrán optimizarse mediante la exploración y el diseño definitivos.

ESTRUCTURACION DE ESTACIONES Y TRAMOS

Criterios generales.

El análisis y diseño estructural se rigió por los lineamientos estipulados por el Reglamento de la Ley de Edificaciones del Estado de Guerrero, en vigor y por las normas del American Association of Highway and Transportation Officials (AASHTO).

La estructura del Monorriél es de tipo elevado formado por tramos y estaciones, que están contruidos por marcos de concreto con una dirección con dos vigas sección cajón de concreto pretensado una para cada sentido de circulación, apoyadas en un cabezal que a su vez se apoya en columnas con un

espesor de 1.00 m, separadas a cada 35 m para los tramos y a cada 25 m en las estaciones, donde además existirán andenes formados por una viga doble "T".



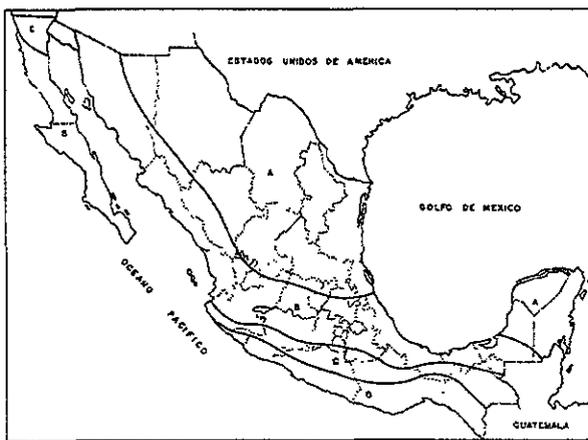
Para la determinación de la clasificación estructural de las construcciones según su destino, pueden clasificarse dentro de los tres grupos siguientes; según el artículo 174 del Reglamento de Construcción para los Municipios del Estado de Guerrero, que son:

- Grupo A:** Construcciones que sean especialmente importantes a raíz de un sismo o que en caso de fallar causarían pérdidas directas o indirectas excepcionalmente altas en comparación con el costo necesario para aumentar su seguridad. Tal es el caso de plantas y subestaciones eléctricas, centrales telefónicas, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, hospitales, estadios, auditorios, templos, salas de espectáculos, estaciones terminales de transporte, monumentos, museos y locales que alojan equipo especialmente costoso en relación con la estructura, así como instalaciones industriales cuya falla puede ocasionar la difusión en la atmósfera de gases tóxicos o que puedan causar daños materiales importantes en bienes o servicios.
- Grupo B:** Construcciones cuya falla ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia, tales como plantas industriales, bodegas ordinarias, gasolineras, comercios, bancos, restaurantes, casas para habitación privada, hoteles, edificios de apartamentos y oficinas, bardas cuya altura exceda de 2.5 m y todas aquellas estructuras cuya falla por movimiento sísmico pueda poner en peligro otras estructuras de este grupo o del grupo A.
- Grupo C:** Construcciones cuya falla por sismo implicaría un costo pequeño y normalmente no causaría daños a estructuras de los dos primeros grupos. En esta clasificación se incluyen bardas con altura no mayor

de 2.5 m y bodegas provisionales para la construcción de obras pequeñas. Estas estructuras no requieren diseño sísmico.

De acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), también se debe conocer la regionalización sísmica dentro de la República Mexicana, que dice:

Para fines de diseño sísmico, la República Mexicana se considera dividida en cuatro zonas. La zona A es la de menor intensidad sísmica, mientras que la de mayor intensidad sísmica es la zona D.



De acuerdo al Reglamento de la Ley de Edificaciones y al Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E., la estructura se clasifica en el grupo "A" y se localiza en la zona tipo I que corresponde a terreno de arcillas muy compactas y rocas basales.

Análisis de cargas

La estructura se analizó tomando en cuenta la combinación de cargas permanentes y accidentales para determinar los máximos elementos mecánicos que actuarán durante el servicio de la misma.

En el análisis de las traveses se tomará en cuenta las etapas del proceso constructivo, desde su fabricación y montaje; las cargas, considerando con el método de líneas de influencia la posición crítica del tren (carga viva), para determinar los elementos mecánicos más desfavorables en la trabe. En peso y

características del tren, son las indicadas por el material rodante especificado. Para el análisis del cabezal, se consideró la transmisión de cargas de las traveses que gravitan en él (carga muerta + carga viva crítica). De igual manera, para el análisis de la columna, se tomó en cuenta los elementos mecánicos más críticos que transmite el cabezal. Por último, para la zapata se aplicó la descarga total de la estructura bajo el mismo criterio.

Para determinar las cargas sísmicas bajo las cuales se encuentra sujeta la estructura, se aplican los lineamientos indicados en el Reglamento de la Ley de Edificaciones que ubica a la misma en la zona sísmica "D" y suelo tipo I a la cual corresponde el coeficiente sísmico de 0.66 considerado además, por las características de la estructura, el efecto de péndulo invertido.

Diseño estructural

El diseño de las traveses, se realizará aplicando el criterio de esfuerzos permisibles o diseño elástico, considerando la envolvente de los elementos mecánicos, como lo marca el Reglamento de la Ley de Edificaciones para elementos de concreto presforzado en combinación con las normas del American Association of Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Para el cabezal, columna y zapata, el diseño se efectuará bajo el criterio de resistencia última con los factores de carga correspondiente a una estructura del grupo "A".

Materiales

Concreto.

El concreto a utilizar en todos los elementos estructurales será clase 1 de acuerdo al Reglamento de la Ley de Edificaciones, por ser una estructura dentro del grupo "A".

Acero de refuerzo.

Se empleará acero de grado duro para varillas de 3/8" de diámetro y mayores, con un nivel mínimo de esfuerzos de influencia de 4,200 kg/cm².

Los demás materiales a utilizar serán acordes para el tipo de estructura de que se trata.

OBRAS INDUCIDAS

En el análisis de las obras inducidas que se revisaron con información de los archivos de la Comisión Federal de Electricidad, Distribución de Gas de Acapulco y Teléfonos de México de Acapulco, se observa que en la trayectoria de la línea existen instalaciones de esos organismos tanto longitudinal como transversalmente a la trayectoria mencionada. La escala de los planos donde se muestran esas obras inducidas es grande, en la mayoría de los casos no es posible precisar la ubicación de las instalaciones tanto subterráneas como aéreas que pudieran ser afectadas por la construcción del Sistema de Transporte, por lo que se complementó la información con inspecciones directas de campo, siendo necesario para el desarrollo del proyecto ejecutivo efectuar el levantamiento topográfico directo, planimétrico y altimétrico, complementado con "calas" que permitan conocer la posición de las obras inducidas y determinar cuales significan interferencia para proceder a la solución del proyecto.

En la mayoría de las avenidas que cruzan o son paralelas a la línea, se encuentra sobre las aceras, la existencia de postes con líneas aéreas de la C. F. E. y Telmex, si algún tramo interfiriera se puede solucionar elevando lo necesario las líneas mencionadas.

Otras interferencias que se deben considerar son, los camellones centrales con alumbrado público que se encuentran sobre la Av. Costera Miguel Alemán, así como sobre la Av. Cuauhtémoc entre otras; pasos peatonales y/o pasos a desnivel que intersecten o interfieran con el trazo de la línea.

OBRA ELECTROMECHANICA

Suministro de energía

Para la alimentación de los 11.24 km. de la Línea (más la cola de maniobras), la energía requerida será tomada de la red preferente y emergente de la Ciudad, a través de subestaciones rectificadoras de tracción con filtros de onda de 15 KV localizadas a lo largo del trayecto, y para alimentar las cargas internas de las estaciones de pasajeros, se utilizarán tableros de distribución alimentados directamente de la red pública. Solo para el taller, se considerará una subestación de distribución de 15 KV / 480 V y 220/127 V.

A lo largo del trayecto, existirán 5 subestaciones de tracción, las cuales se encargarán de convertir la tensión de alimentación 15 KV, 60 hz, a la tensión de tracción de 1,500 a 600 VDC que utilizan los vehículos y estarán configuradas, de tal manera que al fallar una de ellas, las subestaciones de tracción vecinas sean

capaces de adoptar la energía que la subestación fuera de servicio deje de entregar, cada una de ellas estará constituida básicamente por:

- ▶ Tablero de 15 KV
- ▶ Conjunto de Transformador – Rectificador de 1800 KVA
- ▶ Tablero de distribución en 1500 VDC

Se consideran para la alimentación de los servicios propios de las estaciones acometidas domiciliarias tomadas directamente de la red urbana de 220V/127V.

Para alimentar las cargas internas del taller, se dispondrá una subestación de distribución cuya alimentación se tomará también directamente de la red de 15 KV y a través de dos transformadores trifásicos de 500 KVA cada uno, con relación de 15KV/220 – 127V y 15KV/440V, mismos que alimentarán tableros auxiliares. Se distribuirá la energía para los servicios necesarios del taller.

Para la operación propia de ambos tipos de subestaciones, se instalarán en cada una de ellas bancos de baterías y cargadores de 125 VDC.

Seguridad, señalización y control

Para cumplir con los principales requisitos de seguridad, rapidez y rentabilidad, es necesario implementar acorde a las necesidades de crecimiento de la demanda del sistema equipos de seguridad, señalización y control.

Las medidas de seguridad más importantes en la operación diaria, se refieren a la secuencia de los trenes o en su caso a la distancia que se guardan entre los mismos.

El Monorriél eléctrico dado su intervalo abierto, tendrá la conducción a la vista a lo largo de todo el trayecto.

En cada una de las estaciones terminales se instalará un puesto local de control.

El sistema de seguridad, señalización y control, se diseña de manera modular para que sea posible en el futuro, la ampliación de las instalaciones adicionales previstas.

Las ampliaciones futuras serían: Instalación de una señalización de bloque, en la cual, cada estación dispondrá señales de entrada y salida asociadas con

equipos de paro automático. En ciertos puntos del trayecto, implementar un sistema de reducción de velocidad de desplazamiento de los trenes. Para una reducción del intervalo entre trenes, se requerirá la instalación de un sistema adicional conocido como "Sistema Automático de Control Continuo de Trenes". Deberá ser posible la implementación de un sistema de telemando centralizado.

Telecomunicaciones

En la Línea del Monorriél Eléctrico Acapulco, se requerirá un Sistema de Telecomunicaciones, cuya función principal es brindar los medios para transmitir las señales de comunicación en forma segura y eficiente hacia todos los puntos del sistema y a los centros de control.

El sistema de Telecomunicaciones constará de los siguientes subsistemas:

- Sistema de transmisión
- Sistema de Radio
- Sistema de Altavoces
- Sistema de Peaje
- Sistema Telefónico

Se empleará un Sistema de Altavoces para informar a los usuarios sobre irregularidades del itinerario o del servicio y para permitir mejor control y agilización de los usuarios durante las horas pico, así como comunicación de mensajes destinados al personal en caso de que no pueda establecerse comunicación por otros medios.

El Sistema de Radio permitirá una comunicación oral entre los Puestos Locales de Control y el personal que operará los distintos radios móviles como son: conductores de trenes, personal de operación, de mantenimiento de depósito y taller.

En la etapa inicial de operación se instalará un Sistema de Peaje con el equipamiento elemental en cada una de las estaciones de pasajeros, el cual será basándose en máquinas automáticas expendedoras de boletos, sistema de torniquetes para entrada y salida de pasajeros a los andenes cuya cantidad se adecuará según se presente la demanda.

Vías y cambiavías

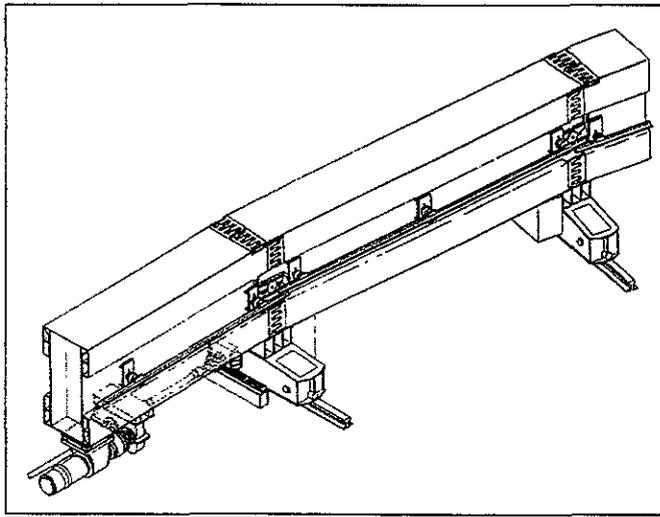
Se usarán rieles hechos a base de concreto prefabricado sobre las columnas que lo sostienen, estos rieles serán armados en el lugar o en casos muy especiales podrán fabricarse en la obra. Las dimensiones serán de 1.40 m de alto, 0.80 m de ancho y una longitud variable que va a depender de los casos en que

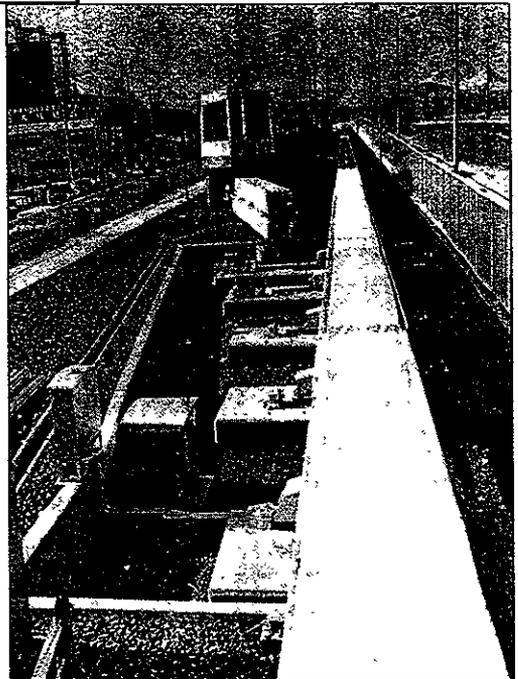
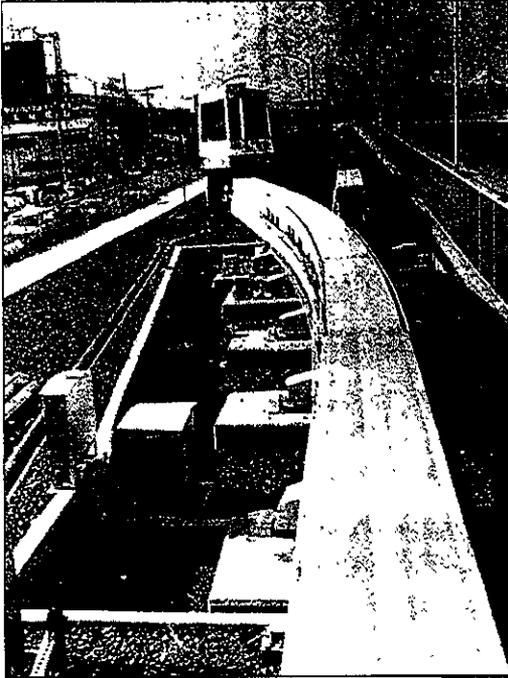
se vaya colocando la línea ya sea en tramos rectos o en curvas. Este tipo de rieles es apropiado para sistemas de trenes urbanos.

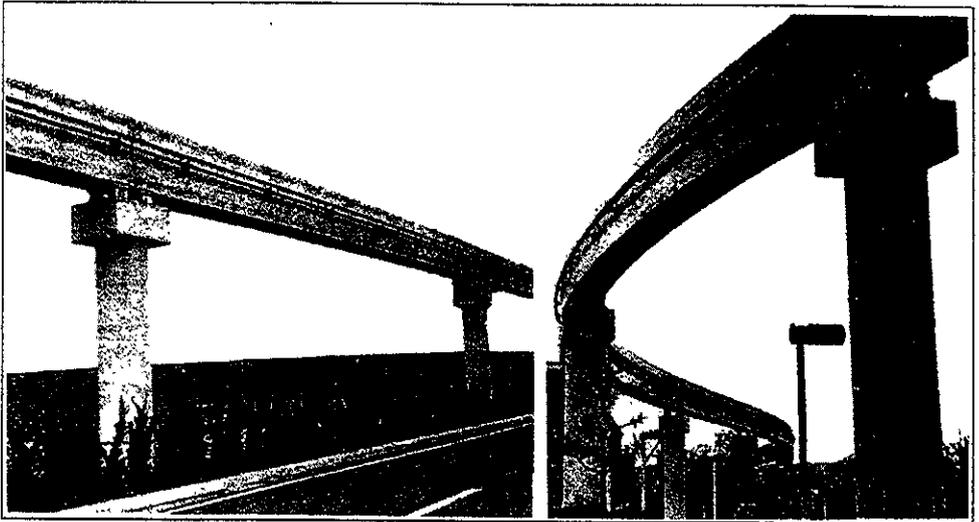
El sistema de cambiavías, estará compuesto por cambiavías y topes de vía. Los cambiavías serán Hitachi-ALWEG de tipo semiflexibles, tendrán una longitud de 20 m y alcanzarán un radio de curvatura de 93.20 m, con una capacidad de 15 KW y 7.5 KW en su línea de energía, y el límite de velocidad en ellos será de 35 km/h, tendrán bifurcación a la derecha o izquierda.

Cada cambiavías estará compuesto por:

- Dispositivo de cambio de vías automático
- Motor Hitachi-ALWEG
- Rieles de desplazamiento AREA 115
- Flecha con engranes para los cambios
- Juego de material de fijación
- Juego de durmientes de concreto







Los topes de vía (parachoques), deberán evitar que los vehículos sobrepasen el fin de las vías. Estos tendrán la finalidad de absorber la energía cinética de los vehículos en caso que sobrepasen el punto terminal de parada de estacionamiento. Los parachoques estarán dimensionados para detener un vehículo con velocidad de 10 km/h en la Línea y de 5 km/h en el depósito. Simultáneamente tendrá también un dispositivo eléctrico que funcionará automáticamente para detener el tren en las estaciones y los fines de vía.

TALLER Y DEPOSITO DE TRENES

La seguridad y rentabilidad del servicio de transporte público no depende solamente de la disposición de los sistemas de vías, señalización, telecomunicación vehicular, etc., al más elevado nivel tecnológico, sino que también de una eficiente infraestructura de mantenimiento.

Dado que los vehículos están concebidos para servir durante una elevada cantidad de kilómetros, su disponibilidad para el uso, es decir, su rentabilidad, depende de un grado muy alto de los controles periódicos, el mantenimiento y de rápidas reparaciones. Por tal motivo, se construirá un taller de servicio y un depósito de trenes, los cuales estarán ubicados en las cercanías de la estación terminal Caleta.

Taller de servicio

En este taller se realizarán tareas de inspección de los vehículos, reparaciones menores, trabajos rutinarios y mantenimiento del sistema de vías.

Aquellos trabajos que deban efectuarse en los vehículos y que por su tipo requieran mayor tiempo y la intervención de especialistas, serán realizados en los talleres de mantenimiento.

Taller de mantenimiento

En el taller de mantenimiento se realizarán las principales tareas de mantenimiento preventivo y reparaciones menores, como son:

- ✓ Inspección
- ✓ Limpieza
- ✓ Reparación rápida de componentes pequeños
- ✓ Lubricación
- ✓ Preparativos para el mantenimiento de vías
- ✓ Reparación rápida de bogies y/o llantas

El edificio del taller de mantenimiento tendrá una superficie de aproximadamente 500 m² y dispondrá de tres vías de acceso con aproximadamente 40 m² de oficinas, vestidores y servicios higiénicos.

Depósito de trenes

El depósito dispondrá también de una superficie de aproximadamente 100 m².

Se dispondrá de un edificio de dos pisos, un área de aproximadamente 100 m² para oficinas, vestidores y servicios higiénicos, y 100 m² para salas técnicas.

En este depósito de trenes existirá, además de los servicios ya mencionados, áreas para el almacenamiento de piezas usadas por los trenes así como refacciones y productos utilizables por los mismos.

En el patio de talleres y estacionamientos de trenes se encuentra una vía de entrada/circunvalación, en la cual está dispuesta una fosa simple de revisión rápida.

En la segunda vía, antes de la entrada a los talleres, estará la vía para el lavado de los trenes con andenes laterales de concreto para la máquina móvil de lavado.

El taller estará equipado por dentro con tres vías, una como vía continua y las otras con vías ciegas.

En el lado sur de los talleres, se encuentra el taller de mantenimiento de vías con una vía de acceso.

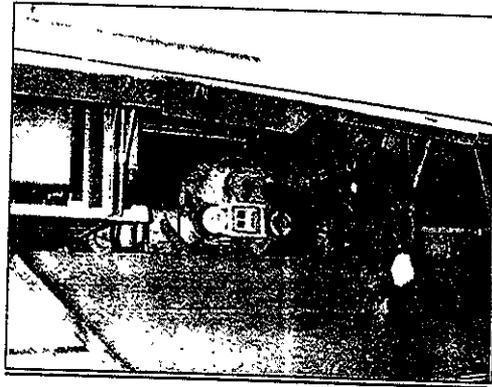


Taller de mantenimiento mayor

El taller de mantenimiento menor no está equipado para efectuar los siguientes trabajos, por lo que éstos se deberán efectuar en los talleres de mantenimiento mayor, anexo al taller de mantenimiento menor.

- ✓ Trabajos de hojalatería
- ✓ Trabajos de pintura
- ✓ Revisiones motrices
- ✓ Revisiones a la caja de transmisión
- ✓ Perfilar las ruedas
- ✓ Sujetar y extraer las ruedas, engranajes y discos del freno del eje del bogie

- ✓ Desmontar motores y transmisiones de los bogies
- ✓ Revisiones mayores de sistemas, por ejemplo, de frenos, hidráulico, etc.



ADQUISICION DE PREDIOS

Para la implantación de la Línea del Monorriél, es preciso contar con los espacios destinados para la construcción de la estructura que lo soporta, sus estaciones y demás servicios que permiten su adecuada operación.

De común acuerdo con las autoridades del H. Ayuntamiento de la Ciudad de Acapulco, el derecho de vía será liberado y proporcionado como permiso para su uso por el plazo que dure la concesión, adquiriendo los predios particulares que darán continuidad al trazo y alojarán sus instalaciones.

Las adquisiciones de predios que se realizarán a lo largo del corredor para liberar el derecho de vía de la Línea del Monorriél son las mínimas necesarias, ya que en algunos casos, con el fin de evitar erogaciones adicionales se implantaron curvas en radios mínimos, reduciendo la velocidad de operación dentro de márgenes de seguridad y operación razonables.

Los predios para adquisición de área, se enlistan a continuación:

- 1.- Zona de la estación terminal Caleta, con Av. Circunvalación y Av. López Mateos; manzana completa para ubicación de estación terminal, accesos y cola de maniobras.
- 2.- Utilización del antiguo Jai-alai para la estación terminal poniente, estación Caleta; para poder llevar a cabo la conexión entre la cola de maniobras y los talleres y depósitos de los trenes.

- 3.- Adquisición de predios a lo largo de toda la línea para las instalaciones de las subestaciones eléctricas que proveerán la Línea de energía.
- 4.- Adquisición de predios a lo largo de toda la línea para la instalación de las estaciones o andenes para éstas donde se requiera de un espacio mayor, sobre todo en los tramos donde no interviene la Av. Costera Miguel Alemán, o la Av. Cuauhtémoc.

4. PROGRAMA Y PRECIOS UNITARIOS

4.1.- PROGRAMA DE INVERSIONES

4.2.- PRECIOS UNITARIOS

4.3.- RESULTADOS

4. PROGRAMA Y PRECIOS UNITARIOS

4.1.- PROGRAMA DE INVERSIONES

Para promoverse ante el Gobierno del Estado de Guerrero la construcción, operación y mantenimiento de un tren elevado tipo Monorriél a lo largo de la Costera Miguel Alemán y la avenida Revolución en la Ciudad de Acapulco. El proyecto podría ser financiado a través de recursos privados, bajo el esquema de concesión.

Se estima un plazo de construcción de 24 meses, a partir del otorgamiento del título de concesión. Dicha concesión deberá tener una duración de 30 años incluyendo el período de construcción. El Municipio de Acapulco o el Gobierno del Estado garantizarán a la concesionaria un tráfico mínimo, que será un porcentaje del tráfico estimado; en caso de presentarse una demanda menor a la garantizada, el Municipio y/o Gobierno Estatal pagarán a la concesionaria las tarifas correspondientes a la diferencia entre la demanda real y el tráfico garantizados. Por otra parte, si la demanda es mayor al límite superior establecido, un porcentaje del estimado, la concesionaria cederá los ingresos adicionales sobre este límite al Municipio de Acapulco.

Para cubrir la eventualidad de que el Municipio y/o Gobierno del Estado no cuenten con recursos suficientes para realizar las aportaciones en caso de demanda inferior a la garantizada, se contratará una línea de crédito contingente con la banca de desarrollo. El costo de mantener abierta esta línea será cubierto por el proyecto; en caso de realizar desembolsos, el servicio de la deuda estará a cargo del Municipio y/o Gobierno del Estado.

Para el financiamiento se consideró la contratación de un crédito denominado en dólares. En caso de utilizar un financiamiento de esta naturaleza, la fórmula de actualización de la tarifa incluirá un componente nacional que se actualizaría con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), y otro componente extranjero, que se actualizaría con la variación del tipo de cambio peso – dólar. Este incremento se deberá realizar automáticamente cada semestre, o cuando estas variaciones representen más del 5.0%.

Premisas de proyección.

Capital	35%
Financiamiento	65%

Plazo de concesión	30 años
Plazo de construcción	2 años
Tráfico diario inicial	65,000 viajes
Crecimiento promedio anual	1.7%
Tarifa/pasajero	\$5.00
Subsidio en tarifa/pasaje	\$0.00
Costo de operación y mantenimiento	\$1.16 por viaje
Seguros y fianzas	2.3% ingresos 1.0% construcción
Otros ingresos	0.0%
Gastos fideicomiso	600 miles de pesos

Programa de egresos (millones de pesos):

	Tren Elevado Acapulco			
	Total	1	2	3
Obra civil	719.36	359.68	359.68	0.00
Adquisición de predios	0.00	0.00	0.00	0.00
Proyecto	0.00	0.00	0.00	0.00
Obras inducidas	40.00	20.00	20.00	0.00
Obra electromecánica	144.00	72.00	72.00	0.00
Talleres	80.00	40.00	40.00	0.00
Equipo de tracción	369.60	73.92	295.68	0.00
Total	1352.96	565.60	787.36	0.00

Tasa de impuestos	34%
Aranceles sobre insumos importados	0.0%

Análisis financiero

Se realizó un análisis en miles de pesos constantes con el propósito de establecer una estructura de capital y una tarifa con las que el proyecto resultara económicamente viable.

Considerando que el proveedor del equipo rodante y electromecánico es de Japón, se plantea el obtener un crédito asegurado por la Agencia de Fomento a la Exportación (EDC) por el 85% del valor del equipo importado. Adicionalmente se contempló la contratación de un crédito estructurado a largo plazo en moneda nacional a través de la colocación de un pagaré a mediano plazo como crédito puente, y su posterior reestructuración a través de Certificados de Participación Ordinarios Amortizables (CPOA's). Los términos y condiciones de dichos créditos son:

- I. Pagarés a mediano plazo
- II. Certificados de Participación Ordinarios Amortizables (CPOA's)
- III. Crédito (EDC)
- IV. Línea de crédito contingente

Adicionalmente se utilizaron las siguientes premisas:

Costo de operación y mantenimiento	\$1.16 por pasajero – viaje
Fideicomiso	\$600,000.00 pesos anuales
Seguros y fianzas	2.3%/ingresos
Demanda inicial	65,000 pasajeros por día
Tasa de crecimiento	1.7% anual

Los impuestos que se consideraron en el análisis son los siguientes:

ISR	34%
Aranceles sobre impuestos importados	Incluidos en el costo de la obra
IAE	0%
IVA	0% exento por ser servicio público

ISR ⇒ Impuesto Sobre la Renta
 IAE ⇒ Impuesto al Activo Especial
 IVA ⇒ Impuesto al Valor Agregado

Se tomó en cuenta una depreciación lineal de la concesión durante el período de operación.

Resultados

La inversión total del proyecto es de \$753,000,000 de pesos, la cual se puede financiar mediante créditos por el equivalente a \$522,000,000 y por \$230,000,000 de capital de riesgo con un rendimiento de 9.6% real a 30 años, si se aplica una tarifa de \$5.00 (no incluye IVA).

Estructura de tráfico

Mínimo garantizado	85% del estimado	55,250 pasajeros/día el primer año
Límite superior	125% del estimado	81,250 pasajeros/día el primer año

4.2.- PRECIOS UNITARIOS

Los costos para este proyecto están basados en dólares, por lo que la inversión y sus costos van variando según el tipo de cambio de la moneda. Los precios citados a continuación son precios constantes hasta enero de 1998.

Hablaremos de los precios en cuanto a:

- Obra civil (tramos y estaciones).
- Obra electromecánica (tracción, control semiautomático y comunicaciones).
- Talleres.
- Material rodante.
- Obras inducidas.
- Adquisición de predios.

Los costos unitarios que se describen a continuación son a grandes rasgos los siguientes:

Concepto	Millones de dólares	Millones de pesos
Costo por.km de obra civil	8.00	64.00
Obra electromecánica	1.60	12.80
Talleres	10.00	80.00
Costo por tren	2.20	17.60
Obras inducidas	5.00	40.00
Adquisición de predios	0.00	0.00
Total	26.80	214.40

A continuación se tomará en cuenta el número total de los trenes que operará en el sistema que son 21, las 21 estaciones con que cuenta el recorrido, los talleres, y todas las demás obras que se requieren.

Los costos totales del proyecto en general son los siguientes:

Concepto	Millones de dólares	Millones de pesos
Costo de obra civil	89.92	719.36
Obra electromecánica	18.00	144.00
Talleres	10.00	80.00
Costo de material rodante	46.20	369.60
Obras inducidas	5.00	40.00
Adquisición de predios	0.00	0.00
Total	169.12	1352.96

4.3.- RESULTADOS

De igual forma, se estimó un financiamiento en Moneda Nacional que en total tiene un vencimiento de 15 años. Aún cuando sería factible, las posibilidades de obtenerlo son bajas, dado el riesgo implícito del proyecto. En caso de obtener un financiamiento a 11 años, se requeriría incrementar las aportaciones de capital a 40% o 45% del costo de construcción inicial.

Se requiere confirmación por escrito que el proyecto estará exento de pago de Impuesto al Valor Agregado (IVA), tanto en el cobro de tarifa, como en el pago a la constructora, ya que de otra forma el pago del IVA sin posibilidad de recuperación por no cobrar IVA en las tarifas, originaría una disminución de 1.0% en la Tasa de Interés de Rendimiento (TIR) del accionista.

Es indispensable contar con un estudio de tráfico que muestre la demanda potencial de este tipo de transporte, así como la elasticidad de ésta a las diferentes tarifas.

El esquema de financiamiento quedaría de la siguiente manera:

- 1). Otorga concesión con garantía de aforo mínimo.
- 2). Línea de Crédito Contingente.
- 3). Aporta capital.
- 4). Otorga financiamiento.
- 5). Paga obra.
- 6). Paga tarifa.
- 7). Paga operación y paga mantenimiento.
- 8). Paga servicio de deuda.
- 9). Paga comisión de apertura y paga compromiso de Línea Crédito Contingente.
- 10). En caso de aforo debajo del mínimo aporta ingresos faltantes.
- 11). En caso de falta de recursos otorgar crédito al gobierno y entregar recursos a concesión.
- 12). Gobierno paga Crédito Contingente.
- 13). Paga capital más rendimiento.
- 14). En caso de aforo mayor al límite superior, entrega ingreso adicional al gobierno.

Elementos importantes que influyen en la recuperación de la inversión y por lo tanto en la tarifa del sistema, son los servicios complementarios tales como la renta de espacios para publicidad y zonas comerciales, las cuales serán consideradas de manera integral en el proyecto desde su origen, con objeto de lograr su control y evitar la proliferación anárquica a futuro, situación que degradaría la imagen pública del sistema.

5. CONCLUSIONES

Un proyecto de esta magnitud solo puede ser posible contando con el decidido apoyo de las autoridades competentes, y la participación de las dependencias involucradas en todos los niveles de gobierno. Ya que esta propuesta es altamente conveniente para la Ciudad de Acapulco por muchos y diferentes aspectos, como son:

- la situación del transporte público de la Ciudad
- la demanda de pasajeros
- el tránsito en la Zona Centro de la Ciudad y sobre la Costera
- los principales corredores en la Zona Centro
- los problemas de estacionamiento a lo largo de la Bahía de Acapulco (desde la Base Naval hasta Caleta) y el Centro de la Ciudad
- la inseguridad en el transporte público
- la falta de mantenimiento del transporte público
- la imagen urbana de la Ciudad
- la demanda de mejores servicios para la población, etc.

Ya que la red de transporte en la Ciudad es el único elemento que no ha evolucionado al ritmo de las necesidades de movilidad, ya que éste ha transitado siempre en base a la vialidad primaria, constituido por las calles de: Cuauhtémoc, Ruiz Cortines, Costera Miguel Alemán, carretera escénica a Puerto Marqués y Carretera el Coloso. Esto sumado a la problemática de los vehículos particulares, de carga y demás usos vehiculares, haciendo de la red un sistema conflictivo y poco operacional a las necesidades de cambio.

Basándose en lo anterior, nace la propuesta a las siguientes acciones:

- Mejorar la imagen del servicio del transporte público en todas sus modalidades; desde la puntualidad de los horarios de servicio, la limpieza de unidades, así como la presentación y trato al usuario del servicio
- Hacer paradas oficiales, evitando ascenso y descenso en zonas conflictivas, ayudando a la continuidad de la circulación
- Asignación del número de unidades de transporte público acorde a las necesidades de la demanda
- Otorgamiento de un sistema de transporte público eficiente, económico y seguro para los usuarios.

Surge así la propuesta de un sistema ligero de transporte de pasajeros que brinde todas las necesidades anteriormente citadas, para un mejoramiento urbano de la Ciudad, con la construcción de un tren elevado tipo Monorriél, brindando:

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

seguridad, confort, rapidez, eficiencia, siendo un método fiable, económico y pulcro.

Finalmente están previstas también las proyecciones a condiciones futuras, considerando el pronóstico de la operatividad que tendrá el tránsito de la Ciudad conforme a su crecimiento, la contaminación atmosférica, la contaminación por ruido, etc. Que con la participación de éste sistema elevado de transporte de pasajeros, contribuirá en mucho y será una gran ayuda para el crecimiento y necesidades de la Ciudad de Acapulco.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Para la realización de esta tesis se utilizó la siguiente bibliografía:

-  Colegio de Ingenieros Arquitectos de Guerrero, A. C.
Plan Director Urbano, Acapulco de Juárez.
Colegio de Ingenieros Arquitectos de Guerrero, A. C. Gobierno del Estado de Guerrero. H. Ayuntamiento de Acapulco.
Acapulco, Guerrero. 1995.

-  Colegio de Ingenieros Arquitectos de Guerrero, A. C.
Reglamento de Construcción para los Municipios del Estado de Guerrero.
Colegio de Ingenieros Arquitectos de Guerrero, A. C. Gobierno del Estado de Guerrero. H. Ayuntamiento de Acapulco.
Acapulco, Guerrero. 1996.

-  C. F. E. Comisión Federal de Electricidad.
Manual de Diseño de Obras Civiles. Estructuras. Criterios de diseño. Diseño por Sismo.
C. F. E. Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas.
D.F., México. 1981.

-  Grupo de Transformación Urbana, S. A. De C. V.
Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Acapulco, Guerrero.
Secretaría de Planeación, Presupuesto y Desarrollo Urbano. Gobierno del Estado Libre y Soberano de Guerrero.
Acapulco, Guerrero. 1994.

-  Luis Arnal Simón; y Max Betancourt Suárez.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
Ed. Trillas
D.F., México. 1996.

-  Luis Arnal Simón; y Max Betancourt Suárez.
Normas Técnicas Complementarias.
Ed. Trillas

D F., México. 1996.

-  Hitachi, Ltd.
Hitachi-Alweg Urban Transportation Monorail.
Hitachi, Ltd. & Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd
Japón. 1971.

-  Expo '70 Monorail.
Expo Monorail.
Hitachi, Ltd. & Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.
Japón. 1970.

-  C.P. Gustavo Gasca Bretón.
Prontuario Fiscal Correlacionado.
Ediciones Contables, Administrativas y Fiscales, S.A. de C.V. (ECAFSA).
D.F., México. 1996.

-  Mapas y Planos Murales.
Guerrero, Plano Cd. De Acapulco y mapa general del Estado.
Serie Mapas de México.
México. 1997.

-  Notas y Comentarios.
Ing. Luis Zárate Rocha, (Constructora ICA).
Ing. José de Jesús Cruz Manzano, (Constructora ICA).
M.I. Agustín Demeneghi Colina, (UNAM).
Ing. René Pacheco, (Constructora ICA).
Ing. Efrén Marcelino Gutiérrez López, (UNAM).