

13
Leje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"**

**"SEGUNDA ETAPA DE LA LINEA DE
CONDUCCION DE AGUA POTABLE PARA LA
ZONA DE BAHIAS DE HUATULCO, OAXACA"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN INGENIERIA CIVIL

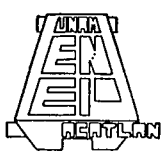
P R E S E N T A :

LUNA CRUZ FAUSTINO DE

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

JULIO 1994





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

SR. DE LUNA CRUZ FAUSTINO
ALUMNO DE LA CARRERA DE
INGENIERIA CIVIL.
P R E S E N T E :

DE ACUERDO A SU SOLICITUD PRESENTADA CON FECHA 28 DE SEPTIEMBRE DE 1992, ME COMPLACE NOTIFICARLE QUE ESTA JEFATURA DEL PROGRAMA TUVO A BIEN ASIGNARLE EL SIGUIENTE TEMA DE TESIS: "SEGUNDA ETAPA DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA DE BAHIAS DE HUATUCULCO, OAXACA.", EL CUAL SE DESARROLLA COMO SIGUE:

INTRODUCCION

- I.- ASPECTOS GENERALES.
 - II.- REVISION DEL PLAN MAESTRO.
 - III.- DEMANDAS DE AGUA DE ACUERDO A LA REPROGRAMACION DE LA URBANIZACION.
 - IV.- COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA ACTUAL ANTE LA PROYECCION DE LA DEMANDA.
 - V.- ALTERNATIVAS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO.
 - VI.- ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS DE CAPTACION.
 - VII.- ALTERNATIVAS DEL TRAZO Y TIPO DE TUBERIAS.
- CONCLUSIONES.
BIBLIOGRAFIA.

ASI MISMO FUE DESIGNADO COMO ASESOR DE TESIS EL SR. ING. JULIAN ALFREDO BUENO CONTRERAS.

PIDO A USTED TOMAR NOTA QUE EN CUMPLIMIENTO DE LO ESPECIFICADO EN LA LEY DE PROFESIONES, DEBERA PRESTAR SERVICIO SOCIAL DURANTE UN TIEMPO MINIMO DE SEIS MESES COMO REQUISITO BASICO PARA SUSTENTAR EXAMEN PROFESIONAL, ASI COMO DE LA DISPOSICION DE LA DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES EN EL SENTIDO DE QUE SE IMPRIMA EN LUGAR VISIBLE DE LOS EJEMPLARES DE LA TESIS, EL TITULO DE TRABAJO REALIZADO, ESTA COMUNICACION DEBERA IMPRIMIRSE EN EL INTERIOR DE LA TESIS.

SIN MAS POR EL MOMENTO, RECIBA UN CORDIAL SALUDO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
ACATLAN, EDO. DE NEX. DE JUNIO DE 1992

ING. CARLOS ROSALES AGUILAR
JEFE DEL PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



ENEP-ACATLAN
JEFATURA DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA

A mis padres :
Faustino y Martha, como agradecimiento por haberme dado la vida y procurar mi formación como persona.

A mis hermanos :
María y Francisco Javier, por su apoyo en todos aspectos para conseguir esta meta.

A la memoria de mi abuelito Leonardo.

A mis tíos :
Abraham, Gregoria y Leonardo, por los consejos que siempre me han dado.

En especial a mi tía Josefa que es como mi segunda madre.

Con mucho cariño para Ara.

Agradezco al Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) la información facilitada para la realización de este trabajo de Tesis.

Gracias a la empresa Consultoría, Supervisión, Estudios y Proyectos S. A. de C.V. por brindarme todas las facilidades para hacer mi Tesis y apoyarme en mi superación tanto personal como profesional. A los Ingenieros José de Jesús Avila Prieto, J. Alfredo Bueno Contreras.

A mis amigos y compañeros quienes sin conocerme me brindaron su amistad en forma desinteresada.

A mis profesores que con sus conocimientos fueron inculcando en mí las ganas de prepararme cada día más.

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	1
1. ASPECTOS GENERALES.	5
2. REVISION DEL PLAN MAESTRO.	13
3. DEMANDAS DE AGUA DE ACUERDO A LA REPROGRAMACION DE LA URBANIZACION.	24
3.1 Dotaciones.	26
3.2 Programa de urbanización.	26
3.3 Programa de demandas.	27
4. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA ACTUAL ANTE LA PROYECCION DE LA DEMANDA.	34
4.1 Sistema de Captación.	35
4.2 Sistema Copallita - Santa Cruz.	41
4.3 Sistema Santa Cruz - Cacaluta - Chachacual.	44
4.4 Análisis del funcionamiento actual.	45

	PAG.
5. ALTERNATIVAS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO.	65
5.1 Abastecimiento a base de agua subterránea.	66
5.2 Zonas de captación de agua subterránea.	67
5.3 Abastecimiento de agua superficial.	69
5.4 Determinación de la fuente de abastecimiento.	79
6. ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS DE CAPTACION.	86
6.1 Presa de materiales graduados.	88
6.2 Vertedor.	91
6.3 Galería filtrante.	92
6.4 Selección.	93
6.5 Ubicación.	94
7. ALTERNATIVAS DE TRAZO Y TIPO DE TUBERÍA.	95
7.1 Alternativa de trazo.	96
7.2 Tipos de tubería.	108
CONCLUSIONES.	131
BIBLIOGRAFIA	132

INTRODUCCION

La concentración de la población en núcleos cada vez mayores trae consigo innegables ventajas como lo son el mejoramiento económico, social y cultural. Sin embargo, también es cierto que por esta causa han surgido múltiples problemas de tipo ambiental como la contaminación atmosférica, el transporte y disposición de desechos líquidos y sólidos, el abastecimiento de agua para usos municipales entre otros servicios que provocan problemas. De lo anterior surgió la necesidad de conducir agua a lugares en ocasiones apartados atendiendo a las necesidades de los asentamientos humanos para diversos fines. La reunión de las diversas obras que tienen por objeto suministrar agua a una población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria y en forma continua constituye un **sistema de abastecimiento de agua potable.**

A lo largo del litoral en el Pacífico mexicano se localizan varios centros turísticos, uno de ellos es el localizado en las costas del estado de Oaxaca conocido como Desarrollo Turístico Bahías de Huatulco cercano a la población de Santa María Huatulco, al que es necesario dotar de los servicios que demanda en forma eficiente y adecuada.

El Proyecto urbano turístico de Bahías de Huatulco tiene como finalidad primordial el desarrollo estructurado de la región, incluyendo aspectos importantes como la creación de empleos productivos, la diversificación de la planta turística y la generación de divisas. Para alcanzar estos objetivos, se han realizado estudios técnicos que han permitido prever y dimensionar la demanda y la oferta turística, los requerimientos que plantean a la infraestructura económica y

urbana y sus efectos en el medio ambiente. Todos estos estudios en forma integral se sintetizan en el Plan Maestro de Bahías de Huatulco.

El Plan Maestro de Desarrollo ha sufrido modificaciones respecto a su concepción original en la estrategia para la urbanización debido a diversos factores, fundamentalmente lo que se menciona a continuación:

- De las tres zonas de desarrollo estipuladas en el Plan Maestro de Desarrollo para las Bahías de Huatulco, atendiendo a problemas de orden social y de políticas de comercialización del FONATUR no se puede desarrollar una de las zonas, obligando con esto a replantear la urbanización en sólo dos de ellas, dando como consecuencia la reestructuraciones en la estrategia de desarrollo en varios aspectos.

Los cambios que se han presentado en la estrategia del desarrollo turístico-urbano se han reflejado en el suministro de los diversos servicios a la comunidad, lo que hace necesaria la revisión de los sistemas actuales.

En lo referente al abastecimiento de agua potable, conjuntamente con las modificaciones sufridas en la estrategia de desarrollo se han presentado diversos problemas, como el rendimiento del sistema de captación que ha sido menor que el proyectado y con el aumento de la demanda la situación se agudiza aún más ya que el gasto extraído suministra el servicio a una zona mas reducida, que al continuar con el programa del desarrollo provoca que el sistema presente mayores problemas.

En las zonas proyectadas para captación de agua subterránea, el gasto extraído además de ser poco en porcentaje respecto al total requerido, es menor del proyectado. Por lo anterior, el sistema de distribución depende principalmente de la ubicación del acuífero con mayor gasto de extracción.

Además del rendimiento poco halagador de la fuente de abastecimiento, el material de la línea de conducción ha presentado problemas de diseño y de tipo constructivo, motivo por el cual se han modificado algunos tramos de dicha línea de conducción. Otro aspecto importante que se observa es la complejidad en la operación del sistema.

En el presente trabajo de Tesis se analiza el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua, las repercusiones que se tiene con las modificaciones al Plan Maestro y la solución más adecuada para replantear el sistema de agua respondiendo a los nuevos requerimientos, tratando de aprovechar la mayor parte del sistema existente.

La propuesta de solución implica cambiar el tipo de fuente de abastecimiento y proyectar una nueva línea de conducción preferentemente paralela a la Carretera Federal 200 Costera del Pacífico, buscando propiciar que el sistema trabaje por gravedad. Para llegar a esta solución se analizaron diversas alternativas partiendo desde el sistema de captación, estructura para la obra de captación, tipos de material para el diseño, trazos de la línea de conducción no perdiendo de vista la utilización de la infraestructura existente.

Para determinar el tipo de material con el que se proyectará la línea de conducción se hace un análisis multicriterios para evaluar el material que presente más ventajas, todo esto desde varios puntos de vista para determinar el que se considera óptimo.

1. ASPECTOS GENERALES.

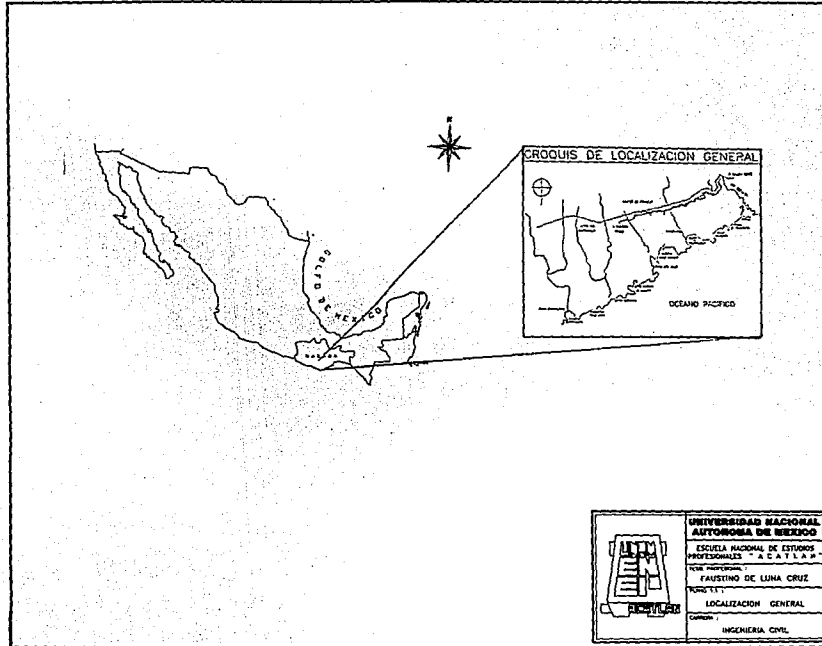
El Desarrollo Turístico Bahías de Huatulco en Oaxaca, constituye una de las obras que promueve el Gobierno Federal a través del FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO para impulsar el desarrollo de la región, crear empleos productivos, diversificar la planta turística nacional y generar divisas.

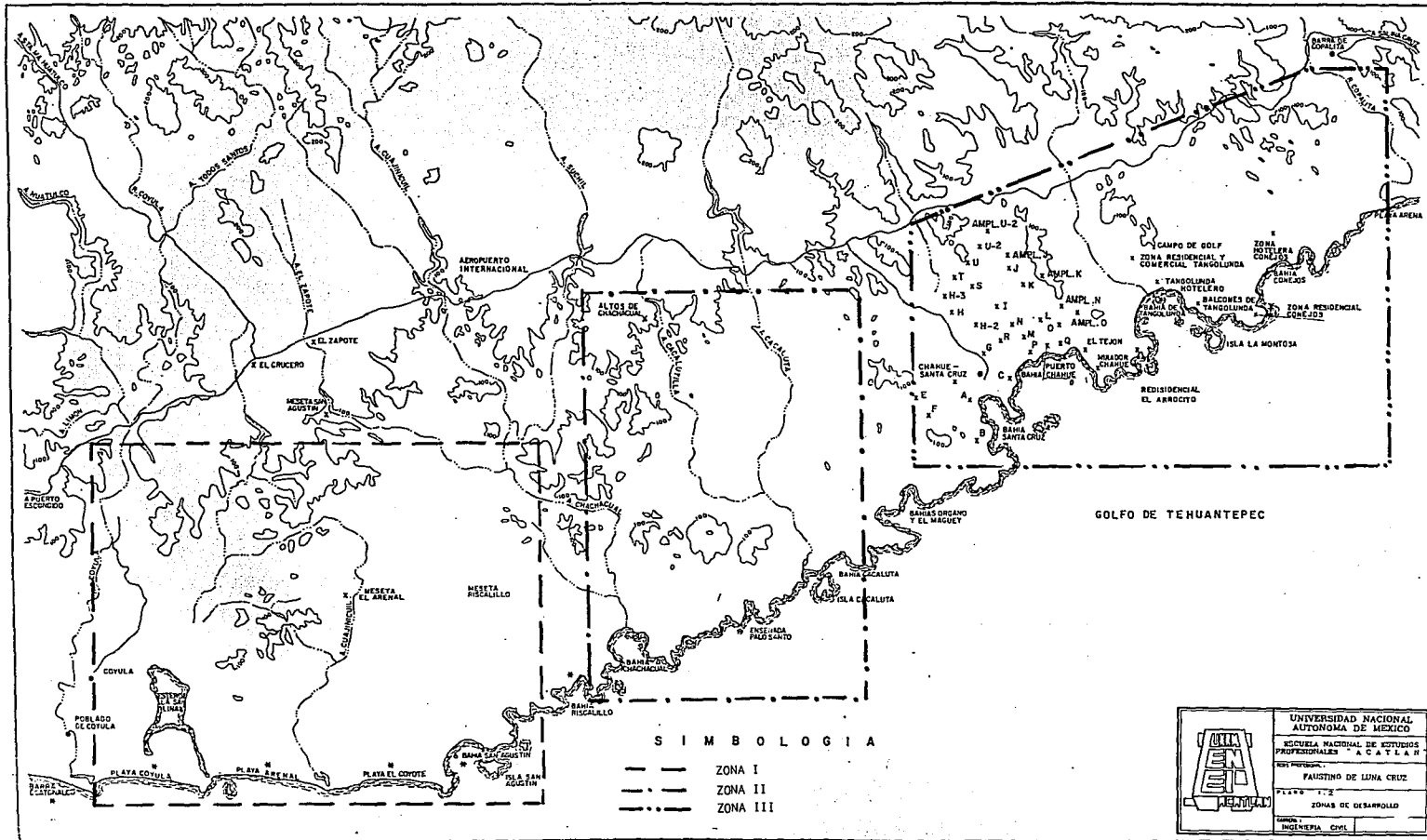
Bahías de Huatulco se localiza en el extremo sur del municipio de Santa María Huatulco y ocupa cerca de 21,163 Ha.; 30 Km en dirección E-W, desde el río Copalita hasta el río Coyula, y de 6 a 10 Km en dirección N-S, desde la Carretera Federal 200 (COSTERA DEL PACIFICO), hasta el litoral del Océano Pacífico. PLANO 1.1

Tomando en cuenta sus características geomorfológicas, el área del desarrollo se divide en tres grandes zonas (PLANO 1.2) :

- **ZONA I** Bajos, al poniente.
- **ZONA II** Macizo Montañoso de Chachacual, al centro.
- **ZONA III** Bahías, localizadas en el oriente

La **ZONA I**, abarca la región comprendida entre el río Coyula y el lugar denominado el Arenal. Se caracteriza por sus extensos valles (Coyula, Seco y Arenal), separados por macizos montañosos que se desplantan abruptamente, uniéndose al fondo de dichos valles. Los macizos montañosos se caracterizan por tener mesetas en sus cimas.





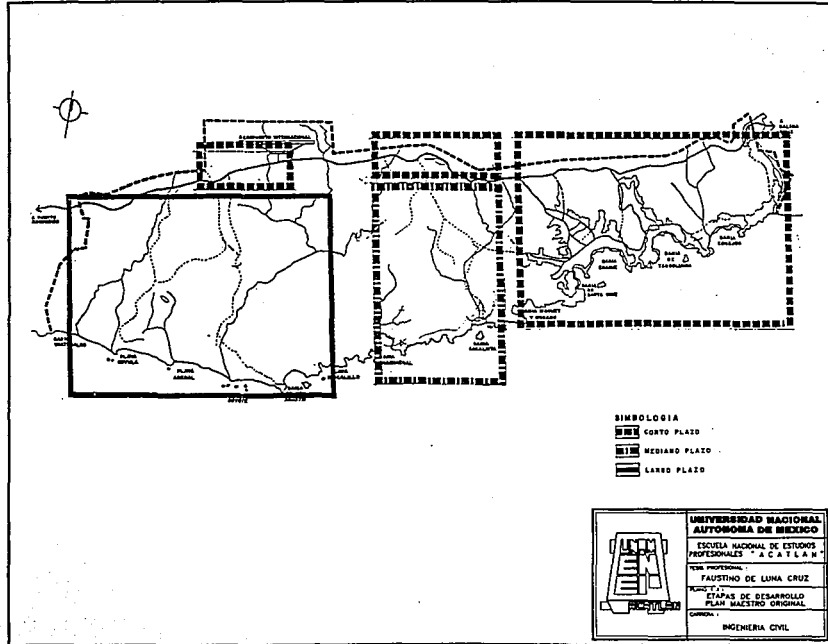
	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "A C A T L A H"
	CAYULTEPEC FAUSTINO DE LUNA CRUZ
	PLAZO 1-2 ZONAS DE DESARROLLO
<small>COORDINADOR: INGENIERIA CIVIL</small>	

La **ZONA II**, abarca el área comprendida entre la bahía de San Agustín y la ladera Oeste de la bahía de Santa Cruz, caracterizándose por las grandes mesetas y un relieve accidentado, lo cual da origen a la presencia de acantilados en el litoral que se interrumpen con las bahías de San Agustín, Riscalillo, Chachacual, Cacaluta, El Maguey y El Organo, siendo la de Chachacual la única que está respaldada por un valle importante.

Por su parte, la **ZONA III**, abarca desde Santa Cruz hasta el río Copalita, dividida en tres grandes valles : Chahue, Tangolunda y Copalita, y cuatro Bahías : Santa Cruz, Chahue, Tangolunda y Conejos.

Es importante señalar que el desarrollo se planeaba construir en 3 etapas (como se puede observar en la PLANO 1.3, tomada del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Bahías de Huatulco, Oaxaca, enero de 1991). Sin embargo, debido a problemas de uso de suelo y políticas de comercialización en la ZONA I, se decide modificar el plan original y se replantea su desarrollo en dos etapas. Una primera etapa a corto plazo que ocupa la ZONA III y parte de la ZONA II y una segunda, a largo plazo que se concentra principalmente en la ZONA I.

Dentro de la primera etapa, considerada a corto plazo (como se mencionó anteriormente) y cuyo periodo de urbanización se planea entre los años 1991 - 1995, se desarrollarán los siguientes sectores : A, E, F, H, H-2, I, R, T, Tangolunda Balcones, Tangolunda Comercial, Tangolunda Hotelero, Conejos Hotelero, J, Ampliación J, K, B, C, L, El Tejón, Campo de Golf 1a. Etapa, U-2 Ampliación, El Zapote, S, Puerto Chahue, Conejos Residencial 1a. Etapa, H-3 1a.



Etapa, P 1a. Etapa, La Entrega y Yerbabuena, Organo y Maguey, el Arrocito, M, Mirador Chahue, U-2, El Crucero, Altos Chachacual 1a. Etapa, Bajos Arenal, Cacaluta, Chachacual, Aeropuerto, H-3 2a. Etapa, P 2a. Etapa, Conejos Residencial 2a. Etapa, O, Q, D y G. (PLANO 1.4)

Para la segunda etapa se contempla la urbanización de la zona de Bajos, que son : Riscalillo, San Agustín, Playa Coyote, Playa Arenal, Coyula y Coatonalco, en el periodo comprendido entre los años 2000 - 2024. Cabe mencionar que por su planeación en el tiempo, solo el desarrollo de la primera etapa se tiene planificada en detalle y no así el de la segunda que se considera más general.

El replanteamiento en las etapas de desarrollo ocasiona que sea necesario analizar y garantizar el suministro de agua potable (así como de otros servicios) al Desarrollo, por lo cual se requiere revisar la infraestructura hidráulica existente y proponer las adecuaciones, mejoras y obras adicionales que se requieran para satisfacer la demanda, hasta la consecución de los objetivos planeados.

El objetivo de este trabajo de tesis, es presentar las medidas tomadas a nivel planeación para adaptar y ampliar la infraestructura hidráulica existente en el desarrollo turístico Bahías de Huatulco, Oaxaca; con el objeto de atender las nuevas necesidades que señala el Plan Maestro de Desarrollo.

FALTA PAGINA

No.

12

2. REVISION DEL PLAN MAESTRO.

El Plan Maestro de Bahías de Huatulco contiene todos los aspectos del desarrollo integral de este centro turístico.

Es el resultado de estudios que permiten dimensionar la demanda y la oferta turísticas, determinar los requerimientos que plantea a la infraestructura económica y urbana y sus efectos en el medio ambiente.

El Plan original ha sufrido actualizaciones; las dos últimas en enero y noviembre de 1991, como consecuencia de los resultados que se han tenido en el crecimiento del Centro Turístico y que han propiciado modificar las políticas de planeación originales.

Con relación al trabajo de Tesis que nos ocupa, como primera parte del mismo, se vio la necesidad de revisar estos planes, para conocer en todas sus dimensiones las metas proyectadas y las bases en que se fundamenta dicha proyección, para tener elementos suficientes y decidir en forma conveniente las acciones que permitan adecuar el desarrollo del centro turístico a las necesidades actuales.

Después de llevar a cabo este análisis, se obtuvo la información que se utilizó para el desarrollo del presente documento y que se puede resumir en lo siguiente:

El plan maestro vigente, actualizado en noviembre de 1991, contemplaba tres etapas de desarrollo: a corto, mediano y largo plazo, que corresponden a los periodos de 1990 - 1994; 1995 - 2000 y 2001 - 2024,

respectivamente (PLANO 1.3, tomada del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Bahías de Huatulco, Oaxaca. Enero de 1991).

Para fines del año 1994 se espera estén operando 3,652 cuartos de hotel y 833 viviendas turísticas (departamentos, villas y residencias) para 301,108 visitantes; para el año 2000, se estiman 6,952 cuartos de hotel y 1,703 viviendas turísticas, para 598,199 visitantes; y para el año 2024, a su capacidad máxima, se esperan 25,276 cuartos de hotel y 6,626 viviendas turísticas, para 2'686,545 visitantes. Información que se detalla en el CUADRO 2.1 que se reproduce íntegramente del Plan Maestro de enero de 1991.

Con relación a la capacidad urbana y turística del Desarrollo, ésta se determinó en base a la aptitud territorial, condicionada por las limitaciones derivadas de las pendientes topográficas de las zonas, su accesibilidad, la preservación ecológica, el valor del paisaje y la proximidad al litoral; así como a los resultados de los proyectos de urbanización y de los hoteles, la capacidad de las playas, el soporte urbano y la disponibilidad de agua. Obteniéndose un área apta para el desarrollo urbano de 1,597.1 Ha. para alojar 515,799 habitantes y 1,500.4 Ha. con aptitud para uso turístico alojando 51,299 cuartos de hotel, villas y condominios. Los CUADROS 2.2 y 2.3, tomadas del plan maestro del Desarrollo, (Nov. 1991), detallan la capacidad urbana y turística por superficie, respectivamente.

Sin embargo, en el caso de la aptitud turística los 51,300 cuartos se reducen a 25,276 cuartos y 6,626 villas, debido a que el agua disponible limita la oferta a este número de cuartos CUADRO 2.4, y por lo que toca a la aptitud urbana,

CUADRO 2.1 : PLAN MAESTRO BAHIAS DE HUATULCO, METAS DE DESARROLLO.

UNIDAD		1989	1990	1991	1992	1993	1994	2000	2024
DEMANDA TURISTICA _1/									
Visitantes	Turista	82,100	120,415	160,002	199,912	241,018	301,106	598,199	2,686,545
Incremento anual	Turista		38,315	39,587	39,811	41,206	60,090	74,295	173,617
OFERTA TURISTICA _1/									
Hoteles Cat. Turística	Cuartos	1,222	1,392	1,706	2,062	2,712	3,062	5,234	17,162
Hoteles Cat. Complem.	Cuartos	20	25	130	290	390	590	1,718	8,114
Hoteles-Condohoteles	Cuartos	1,242	1,418	1,836	2,352	3,102	3,652	6,952	25,276
Incremento anual	Cuartos		176	418	516	750	550	550	574
	% TOTAL OFERTA	100.00	87.80	71.41	6728.00	66.15	62.82	61.15	59.51
Villas, Condominios	Cuartos	0	197	735	1,144	1,587	2,161	4,418	17,194
Incremento anual	Cuartos		197	538	409	443	574	376	376
	% TOTAL OFERTA	0.00	12.20	28.59	32.72	33.85	37.18	38.85	40.49
Incremento anual	Viviendas		76	283	441	612	833	1,703	6,626
	Viviendas		76	207	158	171	221	145	142
TOTAL DE OFERTA		1,242	1,615	2,571	3,496	4,689	5,813	11,370	42,470
CUARTOS EN CONSTRUCCION _2/									
Hoteles-condohoteles	Cuartos	594	934	1,266	1,300	1,100	1,100	1,500	
Villas-cond.-res.	Viviendas	76	207	158	171	221	145	193	
EMPLEOS GENERADOS _3/									
Directos	Empleo	1,303	1,730	2,299	2,941	3,892	4,592	8,593	30,804
Indirectos	Empleo	4,937	5,728	7,611	9,736	12,882	15,201	28,442	101,962
Construcción	Empleo	1,603	1,469	2,134	3,116	3,148	3,469	5,613	
TOTAL PEA	Trabajador PEA/POB	6,240	7,458	9,910	12,678	16,774	19,794	37,034	132,767
		68.10	68.90	68.70	66.70	65.10	63.50	53.80	34.20
POBLACION GENERADA									
	HABITANTES	9,160	10,819	14,426	19,016	25,785	31,167	68,855	388,305
	Hab/cuarto hotel	7.40	7.63	7.86	8.08	8.31	8.54	9.90	15.36

_1/ Fuente : Gerencia de Planeación, FONATUR, abril 1990.

_2/ Se considera que la construcción de hoteles dura dos años en promedio y el resto un año

_3/ Considerando por cuarto en hoteles categoría turística 1.2 empleos directos, 3.31 indirectos/emp. directo y 5.17 totales; en complementaria 0.85 directos, 3.31 indirectos/emp. directo y 3.66 totales; y por vivienda turística 0.5 directos, 3.31 indirectos/emp. indirecto y 6.3 totales

CUADRO 2.2 : CAPACIDAD URBANA POR SUPERFICIE APTA PARA USO URBANO HABITACIONAL.

ZONA NATURAL	AREA URBANA O POBLADO	SUPERFICIE URBANA HABITACIONAL		CAPACIDAD URBANA		DENSIDAD Hab/ha
		ha	%	ha	%	
BAHIAS						
	Chahué-Santa Cruz	255.0	16.0	81,674.0	15.8	320.0
SUBTOTAL BAHIAS		255.0	16.0	81,674.0	15.8	320.0
MACIZO CHACHACUAL						
	Altos Chachacual	266.3	16.7	87,881.0	17.0	330.0
	Meseta Riscalillo	435.0	27.2	143,550.0	27.8	330.0
SUBTOTAL MACIZO CHACHACUAL		701.3	43.9	231,431.0	44.8	660.0
BAJOS						
	El Zapote	7.8	0.5	2,010.0	0.4	256.0
	El Crucero	22.0	1.4	7,510.0	1.5	342.0
	Meseta San Agustín	205.1	12.8	67,696.0	13.1	330.0
	Meseta del Arenal	163.1	10.2	53,818.0	10.4	330.0
	Coyula	200.4	12.5	66,124.0	12.8	330.0
	Poblado de Coyula	42.4	2.7	5,536.0	1.1	131.0
SUBTOTAL BAJOS		640.8	40.1	202,694.0	39.3	316.0
TOTAL BAHIAS DE HUATULCO		1,597.1	100.0	515,799.0	100.0	323.0

-1/ Elaborado con base en las áreas urbanizadas, los proyectos de diseño urbano y en las áreas de ampliación de la zona urbana de la presente estrategia. En los casos sin proyecto se consideró el 65% del área apta como habitacional.

-2/ Elaborado con el proyecto de estructura urbana de la presente actualización, considerando el 65% del área apta como habitacional y la densidad promedio que resulta de los sectores de Chahué.

-3/ Fuente FONATUR. "Proyectos Ejecutivos de Diseño Urbano, 1990"

-4/ Fuente FONATUR. "Esquema de Reordenamiento Físico del Poblado de Coyula". FONATUR. Inédito, México 1987.

CUADRO 2.3 : CAPACIDAD TURISTICA POR SUPERFICIE APTA PARA USO TURISTICO.

ZONA	SUPERFICIE CON APTITUD TURISTICA		CAPACIDAD URBANA		DENSIDAD
	ha	%	Cuartos	%	Ctos/ha
BAHIAS O PLAYA					
BAHIAS 1/					
Conceles	99.5	6.6	3,565.0	6.9	36.0
Tangolunda	126.6	8.4	5,711.0	11.1	46.0
Chahue	59.5	4.0	3,337.0	6.5	56.0
Santa Cruz	101.4	6.8	5,312.0	10.4	52.0
SUBTOTAL BAHIAS	387.0	25.8	17,925.0	34.9	46.0
MACIZO CHACHACUAL 1/					
Organo	66.3	4.4	1,117.0	2.2	17.0
Maguey	13.6	0.9	412.0	0.8	30.0
Cacaluta	281.5	18.8	4,089.0	8.0	15.0
Chachacual	159.6	10.6	1,256.0	2.4	8.0
Riscalillo	166.7	11.1	5,000.0	9.7	30.0
SUBTOTAL MACIZO CHACHACUAL	687.7	45.8	11,874.0	23.1	17.0
BAJOS 2/					
San Agustín	54.5	3.6	1,638.0	3.2	30.0
Coyote	44.9	3.0	4,039.0	7.9	90.0
Arenal	24.1	1.6	2,169.0	4.2	90.0
Coyula Boca Vieja	225.7	15.0	6,770.0	13.2	30.0
Ceatonalco	76.5	5.1	6,886.0	13.4	90.0
SUBTOTAL BAJOS	425.7	28.3	21,500.0	41.9	51.0
TOTAL	1,500.4	100.0	51,299.0	100.0	34.0

1/ Fuente : Gerencia General de Diseño Urbano, FONATUR, abril 1990
Superficie urbanizada o con proyectos y oferta programada.

2/ Cuantificada de acuerdo con la superficie aprovechable conforme al planteamiento de estructura urbana de la presente estrategia, elaborada con base en un análisis de aptitud realizado en planos escala 1:10,000.

La superficie turística aprovechable se estimó en un 60% de la superficie apta.

La capacidad se estableció considerando hoteles de baja densidad en Riscalillo, San Agustín y Coyula y de densidad media en el resto de las playas abiertas.

CUADRO 2.4 : ESTRATEGIA PARA LA DISTRIBUCION DE LA OFERTA TURISTICA.

ZONA	ALOJAMIENTO HOTELERO				RESIDENCIAL TURISTICA			
	HAS	CUARTOS	%	CTOS/HA	HAS	VIVIENDAS 2/	%	VIV/HA
BAHIAS 1/								
CONEJOS	52.6	1,803	7.4%	36	46.9	648	9.8%	14
TANGOLUNDA	58.5	2,423	9.6%	41	68.1	1,267	19.1%	19
CHAHUE	12.8	1,310	5.2%	102	17.0	627	9.5%	37
SANTA CRUZ	70	3,701	14.6%	53	21.5	419	6.3%	19
MAGUEY Y ORGANO	48.5	712	2.8%	15	31.5	315	4.7%	10
CACALUTA	66.7	2,000	7.9%	30	214.8	805	12.2%	4
CHACHACUAL	62.8	628	2.5%	10	96.8	242	3.7%	3
RISCALILLO	38.9	689	2.7%	18	127.8	639	9.6%	5
SUBTOTAL	410.7	13,346	52.8%	32	624.4	4,962	74.9%	8
BAJOS								
SAN AGUSTIN	34.4	1,031	4.1%	30	20.2	404	6.1%	20
PLAYA COYOTE	44.9	2,244	8.9%	50				
PLAYA ARENAL	24.1	1,205	4.8%	50				
COYULA O BOCA VIEJA	99.6	3,984	15.6%	40	125.1	1,260	19.0%	10
COATONALCO	76.5	3,466	13.7%	45				
SUBTOTAL	279.5	11,930	47.2%	43	146.2	1,664	21.5%	11
TOTAL	690.2	25,276	100.0%	37	770.6	6,626	100.0%	9

NOTA: Elaborado con base en la capacidad por disponibilidad de agua.

_1/ Fuente: Gerencia General de Diseño Urbano, FONATUR, Agosto de 1990

_2/ Considerando 2.594529 ctos/viv.

las 1,597.1 Ha se reducen a 1,349.7 Ha para una población de 388,305 Habitantes, (CUADRO 2.5).

En lo que respecta a las dotaciones de agua potable, el Plan Maestro de Desarrollo (Nov. 1991) contempla los siguientes valores:

USO	DOTACION
URBANO	300 lt/hab/día
HOTELES	1 750 lt/cto/día
VILLAS	350 lt/hab/día

Con los cuales los requerimientos totales de agua ascienden a 165,792 m³ diarios, con un gasto medio de 1.919 m³/s, de los cuales el 69% corresponden a usos urbanos y el 31% a usos turísticos. En el CUADRO 2.6, que se reproduce del mencionado Plan Maestro, se presentan los requerimientos de infraestructura de agua potable para las diferentes etapas de crecimiento.

La información que se presenta en los cuadros 2.4 y 2.5 define la distribución de la oferta turística y urbana en cada una de las zonas que componen el Desarrollo Turístico, en ella se tomó en cuenta las limitaciones de aptitud territorial, las dotaciones y principalmente la disponibilidad de agua.

CUADRO 2.5 : ESTRATEGIA PARA LA DISTRIBUCION DE LA OFERTA URBANA.

Z O N A	SUPERFICIE HABITACIONAL 5/		POBLACION URBANA		DENSIDAD HABITACIONAL	
	HAS	%	HAB	%	HAB/HA	VIV/HA
BAHIAS						
CHAHUE 1/	268.8	19.9%	81,675	21.0%	304	61
ALTOS DE CHACHACUAL	312.6	23.2%	87,881	22.6%	281	56
SUBTOTAL	581.4	43.1%	169,556	43.7%	292	58
ZONA TRANSICION						
CRUCERO S. AGUSTIN						
EL ZAPOTE 4/	7.9	0.6%	2,010	0.5%	256	51
EL CRUCERO 4/	22.0	1.6%	7,510	1.9%	342	68
MESETA SAN AGUSTIN	219.9	16.3%	67,696	17.4%	308	62
SUBTOTAL	249.7	18.5%	77,216	19.9%	309	62
BAJOS						
H. ARENAL 6/	228.9	17.0%	69,873	18.0%	305	61
COYULA	247.2	18.3%	66,124	17.0%	268	54
POBLADO COYULA 2/	42.4	3.1%	5,536	1.4%	131	26
SUBTOTAL	518.5	38.4%	141,533	36.4%	273	55
TOTAL HUATULCO	1349.7	100.0%	388,305	100.0%	288	58

NOTA: Elaborado con base en el cuadro 02: Capacidad urbana por superficie apta para uso urbano.

1/ Capacidad del Valle de acuerdo con la estrategia adoptada para su ocupación.

2/ Capacidad de acuerdo con el Esquema de Reordenamiento Físico. FONATUR.

3/ Capacidad de acuerdo con el proyecto de Plan Director de Desarrollo Urbano, FONATUR, 1985.

4/ Capacidad de acuerdo al proyecto ejecutivo de diseño urbano.

5/ Incluye el uso habitacional y el mixto comercial en donde se permite la vivienda.

CUADRO 2.6 : REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE POR AREAS EN DESARROLLO

CONCEPTO	UNIDAD	INCREMENTO		INCREMENTO		INCREMENTO		INCREMENTO	
		1990_1/	1990-94	1994_1/	94-2000	2000_1/	2000-FINAL	FINAL_2/	1990-FINAL
DEMANDAS URBANAS									
DEMANDA DE AGUA POTABLE	(EN MILES DE HAB.)	5.4	10.8	16.2	31.4	47.6	340.7	388.3	382.9
POBLACION	(m³)	1,620.0	3,240.0	4,860.0	8,420.0	14,280.0	102,210.0	116,490.0	114,870.0
GASTO REQUERIDO									
GASTO MEDIO	l.p.a.	19	38	56	109	165	1,183	1,348	1,330
GASTO MAXIMO DIARIO	l.p.a.	23	45	68	131	198	1,420	1,618	1,595
GASTO MAXIMO HORARIO	l.p.a.	34	68	101	196	298	2,129	2,427	2,393
DEMANDAS TURISTICAS									
DEMANDA DE AGUA POTABLE	(m³)	2,293.0	2,616.0	4,909.0	5,198.0	10,106.0	43,108.0	53,214.0	50,922.0
CONSUMO TOTAL									
GASTO REQUERIDO									
GASTO MEDIO	l.p.a.	27	30	57	60	117	499	616	589
GASTO MAXIMO DIARIO	l.p.a.	32	36	68	72	140	599	739	707
GASTO MAXIMO HORARIO	l.p.a.	48	55	102	108	211	898	1,109	1,061
TOTALES									
CONSUMO TOTAL	(m³)	3,913.0	5,856.0	9,769.0	14,618.0	24,386.0	145,318.0	169,704.0	165,792.0
GASTO TOTAL REQUERIDO									
GASTO MEDIO	l.p.a.	45	68	113	169	282	1,682	1,964	1,919
GASTO MAXIMO DIARIO	l.p.a.	54	81	136	203	339	2,018	2,357	2,303
GASTO MAXIMO HORARIO	l.p.a.	82	122	204	305	508	3,027	3,536	3,454

NOTAS : LA DOTACION URBANA DE AGUA POTABLE ES DE 300 LTS/HAB/DIA LA HOTELERA DE 750 LTS/CTO/DIA Y LA DOTACION RESIDENCIAL - DEPARTAMENTAL ES DE 330 LTS/HAB/DIA CONSIDERANDO 5 HAB/WW.

1/ INCLUYE CHAHUE, ALTOS DE CHACHACUAL, EL ZAPOTE Y EL CRUCERO.

2/ INCLUYE TODO BAHIAS DE HUATULCO

Cabe destacar de ellas, con relación a la oferta turística, que en la primera etapa de desarrollo (zona de Bahías) se pretenden construir 13,346 cuartos de hotel (52.8% de la oferta total) y 4,962 villas (74.90% de la oferta total) distribuidas en 1035.10 Ha y 831.10 Ha para atender la demanda urbana, correspondiente a 246,772 habitantes (63.60% de la oferta total).

**3. DEMANDAS DE AGUA DE ACUERDO A LA
REPROGRAMACION DE LA URBANIZACION.**

Como se mencionó anteriormente, debido a problemas de tenencia de la tierra y los resultados de las políticas de comercialización de los últimos años en el Desarrollo Turístico, han propiciado que las perspectivas de crecimiento establecidas en el Plan Maestro requieran de ciertas adecuaciones, principalmente en la programación de la urbanización, ya que en este aspecto se requiere atender en forma inmediata algunas zonas que estaban programadas a mediano y largo plazo.

Esta reprogramación origina que se piense en una estrategia nueva de crecimiento del Desarrollo que se puede dar en dos etapas:

La primera y con carácter de inmediata, se pretende realizar en el período comprendido entre 1991 y el año 2005 y la segunda, entre el año 2006 y el 2024.

Las adecuaciones a los planes de desarrollo del Centro Turístico deben contemplar la atención a diversas obras de servicios que es necesario suministrar, entre las cuales se encuentra el sistema de abastecimiento de agua potable, el cual forma parte fundamental de la infraestructura que se debe ofrecer en la urbanización. Por lo que fue necesario determinar los gastos de demanda correspondientes a cada una de las nuevas etapas de crecimiento del Centro, para lo cual se utilizaron tres datos importantes: las dotaciones de proyecto, el programa de urbanización y las proyecciones de servicios urbanos y turísticos fijados en el plan maestro.

3.1 DOTACIONES.

Tomando como base su experiencia en la operación de otros desarrollos turísticos las autoridades del FONATUR establecieron las siguientes dotaciones para el proyecto de la infraestructura hidráulica de Bahías de Huatulco.

USO	DOTACION	DENSIDAD
URBANO	300 lt/hab/día	5 hab/viv
HOTELES	1 750 lt/cto/día	
VILLAS	350 lt/hab/día	5 hab/viv

Conviene aclarar que en estas dotaciones se incluye lo correspondiente a dotaciones industriales y comerciales.

3.2 PROGRAMA DE URBANIZACION.

Con relación al programa de urbanización, las autoridades del FONATUR tienen planeado realizarlo en dos etapas. La primera de ellas, claramente definida, con un desarrollo hasta el año 2005 y la segunda, contemplada entre los años 2006 y 2024.

En la primera etapa, los sectores a desarrollar quedan comprendidos en lo que se ha llamado zonas de Bahías, ubicadas entre el río Copalita y la Bahía de Chachacual, inclusive.

Por lo que se refiere a la segunda etapa, prácticamente no se ha modificado en su concepción original de desarrollarla a largo plazo, entre los años 2006 y 2024. Las zonas contempladas en ella son las llamadas zonas de Bajos, correspondientes a las playas de San Agustín, El Coyote, Arenal, Coyula y Coatonalco. Sin embargo, es conveniente señalar que en la nueva planeación se prevee a nivel de proyecto, la infraestructura hidráulica que requerirán estas áreas al entrar en operación. Situación que se puede presentar antes de lo programado, dependiendo de la demanda que se tenga en los próximos años. PLANO 3.1

El reprogramación de la estrategia para la oferta turística y urbana originó el CUADRO 3.1 en el que se presenta la distribución del uso de suelo que se tiene por sector y por año, especificando el número de cuartos de hotel, villas y de viviendas donde de albergará la zona urbana.

3.3 PROGRAMA DE DEMANDAS.

La información que FONATUR proporcionó para considerar el programa de urbanización en estas zonas se dió a través de los gastos de agua potable demandados para cada año de los comprendidos dentro de esta primera etapa. Esta información se reproduce en el CUADRO 3.2 del Plan Maestro 1991 que se titula Demandas Anuales de Servicios, Sector Bahías. En él se pueden observar tres tipos de demandas:

Demanda Real. Es la demanda generada por los cuartos, villas y condominios en operación y de la población residente.

CUADRO 3.1 : DISTRIBUCION DEL USO DE SUELO.

ZONA O SECTOR	U.S. 1			U.S. 2			U.S. 3			U.S. 4			U.S. 5		
	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS
EDNEJOS	0	0	0	1,637	603	0	2,028	608	0	2,028	608	0	2,028	608	0
TANQUILONGA	1,265	682	0	2,341	1,200	0	2,341	1,200	0	2,028	1,240	0	2,028	1,240	0
CHAMUE	100	83	4,558	135	108	5,812	300	277	9,272	272	465	9,260	1,212	465	10,471
SANTA CRUZ	1,496	378	272	1,714	433	272	3,350	300	272	3,350	300	272	3,350	300	272
ORGANO - MAGLEY	0	0	0	0	0	0	712	315	0	712	315	0	712	315	0
CACALUTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHACHACUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTOS DE CHACHACUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	134	0	80	134	0
COPALITA	0	0	134	0	0	134	0	0	134	0	0	134	0	0	134
BAJOS ZAPOTE Y CRUCERO	0	0	414	0	0	414	0	0	414	0	0	414	0	0	414
T.O.T.A.L	3,468	1,449	5,372	6,277	2,501	6,432	8,000	3,048	10,132	10,187	3,578	10,679	10,236	3,568	11,497

ZONA O SECTOR	U.S. 6			U.S. 7			U.S. 8			U.S. 9			U.S. 10		
	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS
EDNEJOS	2,028	608	0	2,028	608	0	2,028	608	0	2,028	608	0	2,028	608	0
TANQUILONGA	3,036	1,586	0	3,036	1,586	0	3,036	1,586	0	3,036	1,586	0	3,036	1,586	0
CHAMUE	1,263	519	11,141	1,350	642	13,948	1,350	649	13,948	1,403	672	13,426	1,403	672	14,426
SANTA CRUZ	3,356	300	272	3,356	300	272	3,356	300	272	3,356	300	272	3,356	300	272
ORGANO - MAGLEY	712	315	0	712	315	0	712	315	0	712	315	0	712	315	0
CACALUTA	1,711	680	0	1,711	680	0	1,711	680	0	1,711	680	0	1,711	680	0
CHACHACUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTOS DE CHACHACUAL	80	134	0	171	257	0	171	257	0	686	1,029	0	686	1,029	0
COPALITA	0	0	134	0	134	0	134	0	134	0	134	0	134	0	134
BAJOS ZAPOTE Y CRUCERO	0	0	564	0	0	810	0	0	655	0	0	701	0	0	747
TOTAL	12,019	4,320	12,111	12,375	4,574	14,864	12,375	4,574	15,029	12,689	3,548	15,055	12,584	3,368	15,501

ZONA O SECTOR	U.S. 11			U.S. 12			U.S. 13			U.S. 14			U.S. 15		
	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS	CUARTOS	VILLAS	VIVIENDAS
EDNEJOS	2,028	608	0	2,028	608	0	2,028	608	0	2,028	608	0	2,028	608	0
TANQUILONGA	3,036	1,586	0	3,036	1,586	0	3,036	1,586	0	3,036	1,586	0	3,036	1,586	0
CHAMUE	1,428	584	14,002	1,801	908	15,535	1,802	908	15,532	1,812	908	15,532	1,802	908	15,532
SANTA CRUZ	3,353	300	272	3,353	300	272	3,353	300	272	3,353	300	272	3,353	300	272
ORGANO - MAGLEY	712	315	0	712	315	0	712	315	0	712	315	0	712	315	0
CACALUTA	1,711	680	0	1,711	680	0	1,711	680	0	1,711	680	0	1,711	680	0
CHACHACUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTOS DE CHACHACUAL	1,540	2,314	0	2,276	3,243	0	2,276	3,243	0	3,429	5,142	0	3,429	5,142	0
COPALITA	0	0	134	0	134	0	0	0	134	0	0	134	0	0	134
BAJOS ZAPOTE Y CRUCERO	0	0	754	0	0	841	0	0	685	0	0	621	0	0	685
TOTAL	15,892	5,801	15,892	16,279	7,719	16,279	15,891	7,719	16,671	16,801	8,719	16,801	16,801	8,719	17,244

CUADRO 3.2: PLAN MAESTRO 1991. DEMANDAS ANUALES DE SERVICIOS

SERVICIO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
DEMANDAS DE AGUA POTABLE (LPS)																	
Demanda real	63.57	82.61	106.20	145.23	167.00	192.59	222.22	256.20	294.93	339.54	391.11	450.77	519.61	569.75	662.35	799.67	924.10
Demanda comprometida	149.69	235.53	325.00	325.44	344.77	406.84	434.86	486.22	519.68	565.58	627.32	690.54	763.94	843.61	937.26		
Demanda potencial	300.26	408.99	448.68	522.34	561.79	607.67	662.22	739.10	743.83	769.23	797.53	829.09	870.10	904.52	943.10		
DEMANDAS DE TRATAMIENTO (LPS)																	
Demanda real	50.85	66.00	84.96	116.18	133.60	154.07	177.76	204.95	235.94	271.63	312.89	360.61	415.65	479.80	553.68		
Demanda comprometida	119.75	204.44	244.00	290.35	275.82	325.50	347.92	374.57	415.74	452.46	501.65	532.43	611.17	675.04	749.69		
Demanda potencial	247.51	327.19	359.19	417.87	442.43	495.13	559.57	597.26	595.07	615.36	639.03	663.07	696.15	723.63	754.43		
DEMANDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA (Mwh)																	
Demanda real	10.55	14.12	18.17	24.81	28.99	33.82	37.51	49.09	49.29	55.41	64.60	74.02	84.88	97.99	111.75		
Demanda comprometida	29.24	34.05	38.66	43.47	48.95	55.21	62.53	70.95	80.82	91.70	104.41	119.00	136.67	154.14	174.06		
Demanda potencial	51.61	67.34	99.42	111.49	115.37	129.65	136.73	130.72	145.91	147.15	159.16	151.82	152.63	154.11	154.84		
DEMANDAS DE LÍNEAS TELEFÓNICAS																	
Demanda real	602	843	1,127	1,548	1,781	2,065	2,399	2,770	3,163	3,655	4,199	4,827	5,554	6,394	7,360		
Demanda comprometida	1,927	2,292	2,641	3,005	3,430	3,917	4,493	5,163	5,938	6,833	7,870	9,070	10,461	11,652	12,965		
Demanda potencial	3,529	4,135	4,768	5,453	6,216	7,012	7,942	8,933	9,901	10,908	11,969	13,097	14,343	15,581	16,923		

Demanda comprometida. Es la demanda que generan todos los lotes vendidos.

Demanda Potencial. Es la demanda que generan todos los lotes urbanizados.

Debido a la reprogramación mencionada, fue necesario ajustar la distribución de los gastos respecto al tiempo y al espacio, para lo cual la Gerencia de Planeación del FONATUR proporcionó el CUADRO 3.3 en el que se tienen las demandas potenciales de agua potable por Sector, por Bahía y por año.

En este cuadro se presentan los sectores divididos por el uso de suelo que se tiene, ya sea Turístico, Urbano o Industrial y también por zonas de desarrollo. En base a dicho cuadro se desarrolló la replaneación del Sistema de Abastecimiento de Potable al Desarrollo Turístico.

**4. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA ACTUAL
ANTE LA PROYECCION DE LA DEMANDA.**

Las modificaciones comentadas en los capítulos anteriores, obligan a revisar la influencia que tienen en la operación de la infraestructura hidráulica existente, ya que se pretende que en el proyecto del nuevo sistema de abastecimiento de agua se aprovechen totalmente estas instalaciones, por lo cual se realizó un análisis de su funcionamiento con estos nuevos requerimientos.

Los tramos estudiados son los que están en operación actualmente y en proceso de construcción, a saber: Sistema de Captación, Sistema de Conducción Copalita - Santa Cruz y Sistema de Conducción Santa Cruz - Cacaluta - Chachacual. Las características principales de cada sistema se describen a continuación:

4.1 SISTEMA DE CAPTACION.

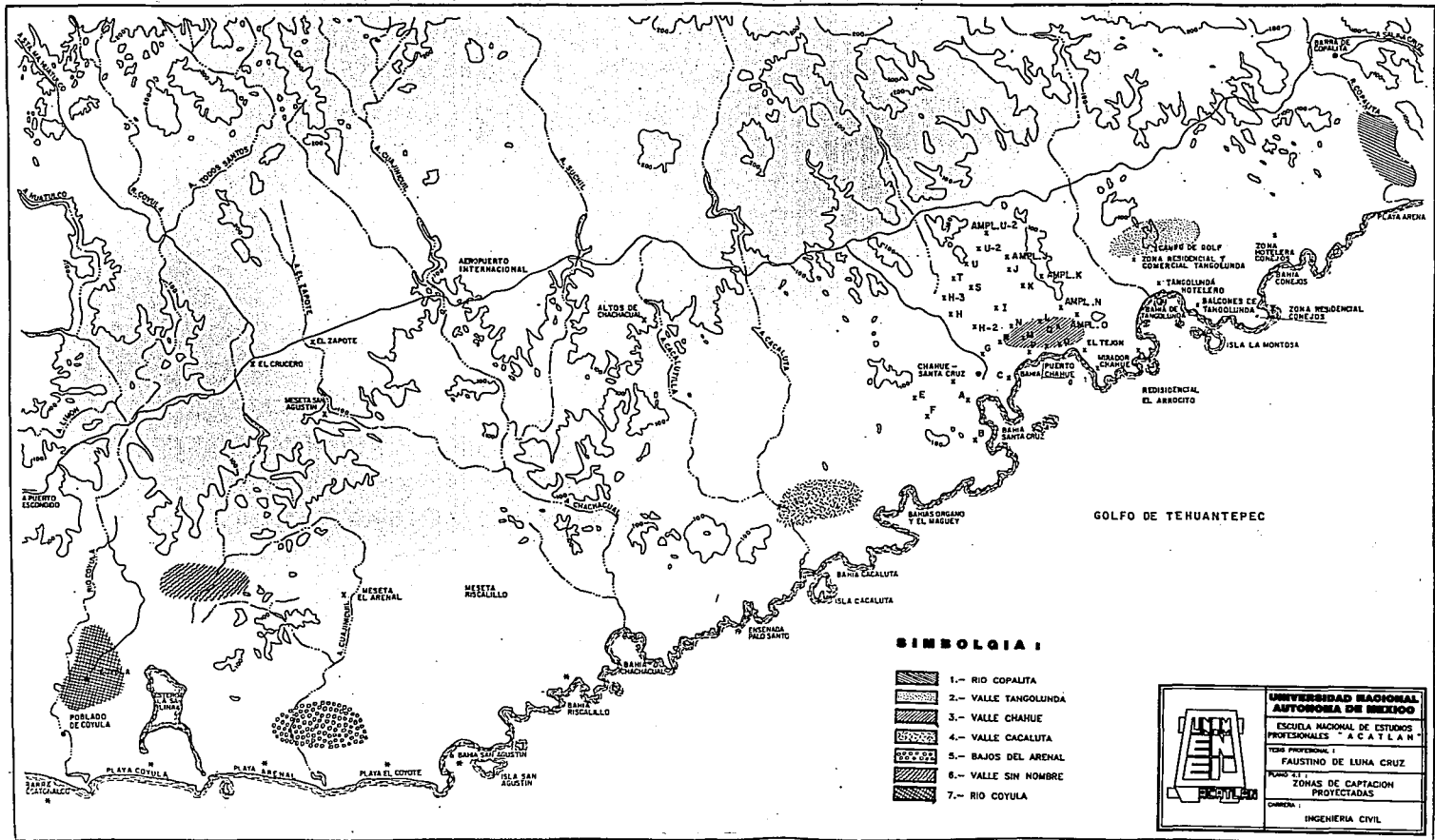
El sistema de captación está contemplado en el Plan Maestro Original mediante la explotación de pozos profundos agrupados en 7 zonas, cuyos gastos de explotación según proyecto se presentan en el CUADRO 4.1 y localización puede verse en el PLANO 4.1. La información anterior se basa en Estudios Geohidrológicos realizados por FONATUR.

De las zonas de captación proyectadas se han explotado las siguientes:

- **Valle de Chahue** : Es esta zona, de los 4 pozos perforados se pudieron explotar únicamente 2, habiéndose obtenido 8 l/seg en

CUADRO 4.1 : ZONAS DE CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA

NUMERO DE TOMA	ZONA DE CAPTACION	NUMERO DE POZOS	GASTO POR CADA POZO (l/seg)	GASTO POR ZONA (l/seg)	PORCENTAJE DE APORTACION
1	RIO COPALITA	8	50	400	33.99
2	VALLE TANGOLUNDA	4	8	32	2.72
3	VALLE CHAHUE	5	8	40	3.4
4	VALLE CACALUTA	3	8	24	2.04
5	BAJOS DEL ARENAL	6	30	180	15.3
6	VALLE SIN NOMBRE	3	7	21	1.78
7	RIO COYULA	10 + 4	40 + 20	480	40.78
SUMA				1,177	100.00



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "A C A T L A N"
	TENIS PROFESORAL FAUSTINO DE LUNA CRUZ
	FAUSTO S.T. ZONAS DE CAPTACION PROTECTADAS CARRERA : INGENIERIA CIVIL

cada uno. Estos pozos dejaron de operar en 1988, año en que entró en operación la batería de 4 pozos del río Copalita.

- **Valle Tangolunda** : Se perforaron los 4 pozos proyectados y actualmente se están explotando, obteniendo 8 lt/seg de cada uno. El caudal obtenido de 2 pozos se destina al Campo de Golf y los otros 2 pozos están de reserva, para alimentar en casos de emergencia al Club Med, Hotel Sheraton y Royal Maeva.
- **Río Copalita** : En esta zona se proyectaron 8 pozos, mismos que se han perforado y equipado, habiéndose explotado hasta la fecha 7.

Como se puede ver en el CUADRO 4.1 de las zonas no explotadas, la más importante respecto al caudal esperado, es la del río Coyula con 480 lt/seg, que a la fecha representa una parte del agua que FONATUR se ha comprometido a entregar a los comuneros para sus distritos de riego, lo cual ocasiona que la fuente más importante de captación para suministro de agua al sector urbano y turístico tenga que cubrir los compromisos sociales, dejando de aportar al Desarrollo Turístico.

La segunda zona de captación en importancia por su gasto de extracción proyectado se localiza en la zona del Río Copalita, razón por la cual la infraestructura del Sistema de Agua Potable que se encuentra construida y en proyecto, está enfocada para alimentarse del agua que se capte de la batería de pozos de ese Río.

La fuente de abastecimiento en operación para el sistema está localizada sobre la margen derecha del río Copalita, aguas abajo del puente de la Carretera Federal 200 Costera del Pacífico.

Dicho sistema está controlado por una red de monitoreo que recopila la información de gastos y niveles en el acuífero, la cual se recibe en el tanque Tangolunda, desde donde se opera el arranque y paro de cada equipo de bombeo

De los 8 pozos proyectados únicamente se han explotado 7, obteniéndose un gasto en conjunto de 185 lt/seg en promedio como se muestra en el CUADRO 4.2, que representa el 50% del caudal esperado, de acuerdo al Estudio Geohidrológico original.

La batería de pozos se conecta a un múltiple que está ubicado a un costado de la Carretera Escénica (PLANO 4.2.1.), mediante tubería de 10" de diámetro entre los pozos 1 y 2, que va aumentando de la siguiente manera : del pozo 2 al 3 con 12", del 3 al 4 con 14", del 4 al 8 con 16" y continúa con el mismo diámetro hasta la Planta de Bombeo.

En la Planta de Bombeo (PB 1) se localiza un cárcamo de rebombeo con capacidad de 500 m³, que tiene su nivel de operación en la cota 6.00 m.s.n.m., y está dotado con tres equipos de bombeo de 200 HP cada uno (dos en operación y uno de reserva), para un gasto por equipo de 100 lt/seg y carga dinámica suficiente para elevar el agua a la cota 86.40 m.s.n.m., que corresponde al cota de operación del Tanque de Transición (T 1) con capacidad de 500 m³.

CUADRO 4.2 : FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CAPTACION.

No. DE POZO	GASTO ESPERADO (lt / seg)	RENDIMIENTO (lt / seg)
1	50	20
2	50	21
3	50	18
4	50	74
5	50	19
6	50	INTERMITENTE (NO CONFIABLE)
7	50	NO OPERA
8	50	30
TOTAL	400	162

Para suministrar energía en casos de emergencia al equipo de bombeo, se cuenta con una subestación eléctrica y una planta de emergencia en caso de falla en el servicio público.

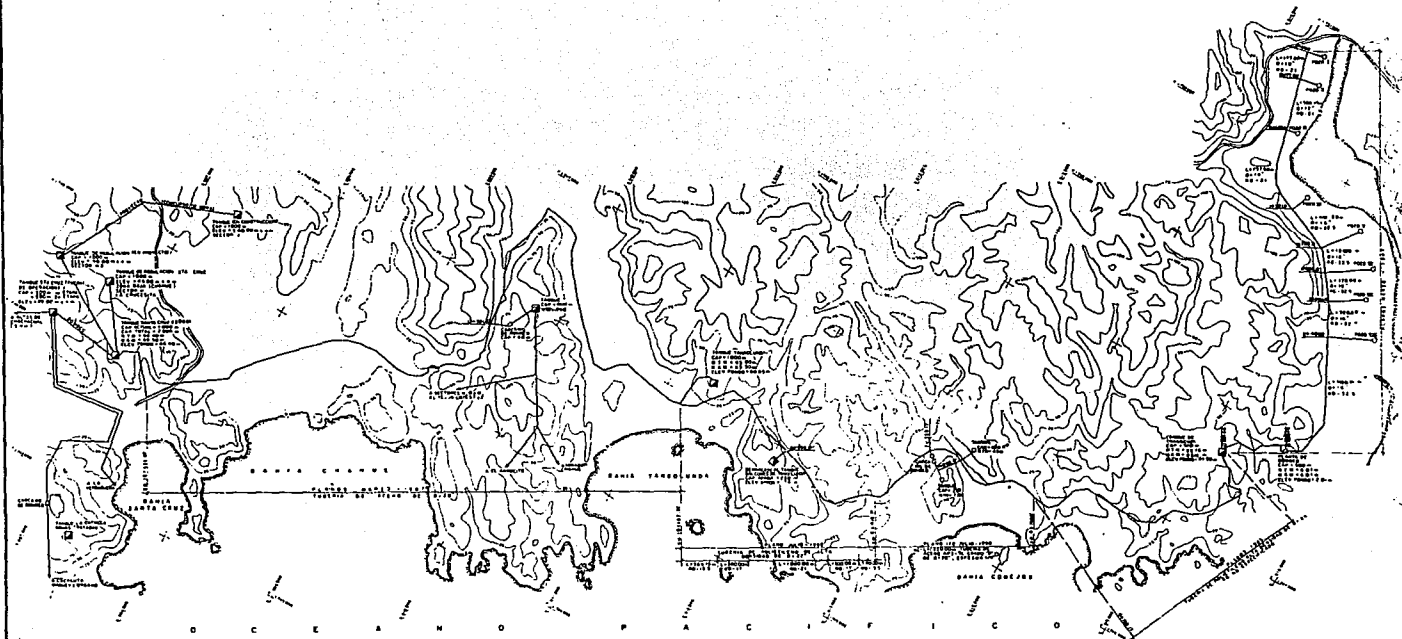
La línea de conducción entre el cárcamo y el Tanque de Transición es de polietileno de alta densidad con diámetro de 24 pulgadas, RD 13.5 y 492.00 m de longitud.

4.2 SISTEMA COPALITA - SANTA CRUZ.

La línea de conducción de este sistema está formada por tuberías de acero y polietileno de alta densidad, con diámetros nominales de 20, 22 y 24 pulgadas (PLANO 4.2.1), en una longitud total de 12.41 Km hasta la derivación que alimenta al tanque Santa Cruz 2000 (T 7) de 2,000 m³ de capacidad y ubicado en la cota 66.40 m.s.n.m.

A lo largo de esta conducción se tienen varias derivaciones que suministran agua a seis tanques de distribución, tres de los cuales requieren bombeo: el tanque de Conejos Residencial (T 3), el de Chahue (T 6) y el Santa Cruz (T 9).

En el CUADRO 4.3 se presentan las características más importantes de este Sistema.



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES - A C T A N
	TEN PROFESOR: FAUSTINO DE LUNA CRUZ
	PLANO 4.3.1 LÍNEA DE CONDUCCIÓN CORRIENTA - SANTA CRUZ CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CUADRO 4.3 : SISTEMA DE AGUA SANTA CRUZ – COPALITA

TANQUE ALIMENTADOR	
CAPACIDAD	500 m ³
NIVEL DE TERRENO NATURAL	82.15 m.s.n.m.
NIVEL DE AGUAS MAXIMO	85.15 m.s.n.m.
UBICACION	km 4+108.17 RIO COPALITA

LINEA DE CONDUCCION	
PROGRAMA DE CONSTRUCCION	DOS ETAPAS
TIPO DE TUBERIA	ACERO Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
DIAMETROS	ACERO : 20 PULGADAS P.A.D. : 22 Y 24 PULGADAS
LONGITUD	20 PULGADAS : 7.88 km 22 PULGADAS : 2.44 km 24 PULGADAS : 2.09 km
GASTOS	1a. ETAPA : 238 l/seg 2a. ETAPA : 236 l/seg

NOTA : LAS LONGITUDES DE TUBOS DE LA 2a. ETAPA SON IGUALES A LOS DE LA 1a. ETAPA

TANQUES DE DISTRIBUCION					
TANQUE	UBICACION	CAPACIDAD (m ³)	NIVEL DE TERRENO NATURAL (m.s.n.m.)	NIVEL DE AGUAS MAXIMO (m.s.n.m.)	BOMBEO
T - 2	CONEJOS HOTELERO	650	65.00	-	NO
T - 3	CONEJOS RESIDENCIAL	250	73.00	-	SI
T - 4	BALCONES TANGOLUNDA	250	74.00	-	NO
T - 5	TANGOLUNDA	1,000	65.00	-	NO
T - 6	CHAHUE	600	88.00	-	SI
T - 7	SANTA CRUZ (2000)	2,000	66.40	69.30	NO
T - 8	SANTA CRUZ - H	1,000	45.00	-	NO
T - 9	SANTA CRUZ	1,000	89.00	91.90	SI

4.3 SISTEMA SANTA CRUZ - CACALUTA - CHACHACUAL.

Este sistema inicia a partir de el tanque Santa Cruz (T 9), que a su vez es alimentado mediante bombeo por el Tanque Santa Cruz 2000 (T 7). Es decir, que el agua con la que trabaja el sistema proviene también del río Copalita.

El tanque Santa Cruz (T 9) cuenta con una capacidad de 1,000 m³ , está ubicado en la cota 89.00 m.s.n.m. y de él se derivan dos líneas principales, cuyas características más importantes son:

TRAMO SANTA CRUZ - ALTOS DE CHACHACUAL.

En este tramo se utiliza tubería de acero con diámetros de 10, 12, 18 y 20 pulgadas en una longitud total de 4.98 Km. Está planeada para construirse en dos etapas, la primera de las cuales está instalada para conducir un gasto total de 104 l/seg.

TRAMO SANTA CRUZ - CACALUTA - CHACHACUAL.

En este tramo se instaló tubería de asbesto cemento con diámetros de 10, 18 y 20 pulgadas en una longitud total de 3.662 Km, alimentando a dos cárcamos de bombeo que suministran agua a los tanques elevados de El Organo (T 10) y Cacaluta (T 11), ubicados ambos en la cota 92.00 m.s.n.m.

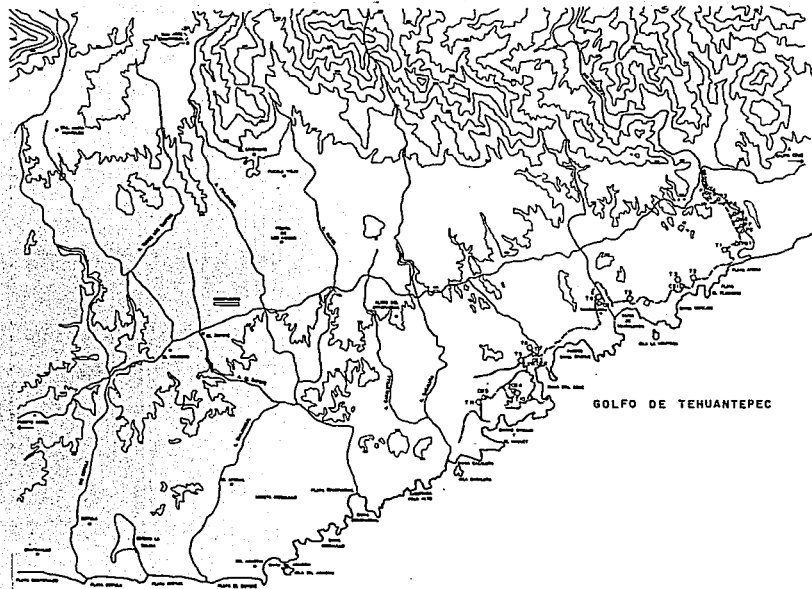
El Tanque El Organo (T 10) abastece a las zonas de El Organo, Yerbabuena y La Entrega, con un gasto total de 108.31 lt/seg. y el de Cacaluta (T11) a las zonas de El Maguey, Cacaluta, Chachacual y San Agustín, con un gasto total de 278.09 lt/seg.

En el CUADRO 4.4 se presentan las características más importantes de este tramo.

4.4 ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL.

El funcionamiento del sistema actual es a base de tanques superficiales de concreto que proporcionan la carga de trabajo que permite la distribución del agua a los sitios de consumo. Se cuenta con seis tanques de distribución localizados a lo largo de la línea Copalita - Santa Cruz, cuyas zonas de influencia se presentan en el CUADRO 4.5 y en el PLANO 4.3.1.

El Sistema de Distribución, como está planteado actualmente (PLANO 4.3.2), requiere de varias etapas de bombeo para poder alimentar a las zonas de entrega. Es conveniente hacer énfasis en este aspecto, debido a que por este factor los costos de operación y mantenimiento son altos, así como también la complejidad para el manejo del sistema.



SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA

FUENTE	AGUA SUBTERRANEA
ORSA DE TONIA	POZO PROFUNDO
NUMERO DE POZOS	8 POZOS
DIAMETRO DEL POZO	20 CM
PROFUNDIDAD DEL POZO	25 M.
GASTO DE PROYECTO	30 l / s / POZO
TIPO DE BOMBA	VERTICAL
POTENCIA DEL MOTOR	22 H.P.
ESTANCIANCA ENTRE POZOS	250 M. PROXIMO

TANQUES

CLAVE	UBICACION	CAPACIDAD (m ³)	N.E.H. (M.S.N.M.)	BOMBEO
T 1	TANQUE DE TRANSICION (10 m x 10 m x 3)	300	82.10	SI
T 2	COMPLEJO HOTELERO	850	65.00	NO
T 3	COMPLEJO RESIDENCIAL	250	73.00	SI
T 4	BALCONES TANGOLINGA	250	74.00	NO
T 5	TANGOLINGA	1000	65.00	NO
T 6	CHAMBE	900	84.00	SI
T 7	SANTA CRUZ (3000)	3000	66.40	NO
T 8	SANTA CRUZ - H	1000	43.00	NO
T 9	SANTA CRUZ	1000	69.00	SI
T 10	EL ORCANO	1500	72.00	SI
T 11	CACALUTA	4000	72.00	SI

PLANTA DE BOMBEO

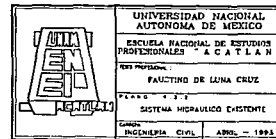
UBICACION	N.E.H. (M.S.N.M.)	NUMERO DE CILINDROS	GASTO / BOMBA (l.p.s.)	POTENCIA (H.P.)	CARGA ESTANCA (M.)
COPALUTA	8.00	3	100.00	200.00	634

SIMBOLOGIA

—	SISTEMA COPALUTA - SANTA CRUZ
—	SISTEMA STA. CRUZ - CACALUTA - CHICOMAZUL
—	SISTEMA STA. CRUZ - ALTOS DE CHICOMAZUL
△	PLANTA DE BOMBEO COPALUTA
△	CARGAMO DE BOMBEO COMELOS RES.
△	CARGAMO DE BOMBEO CHAMBE
△	CARGAMO DE BOMBEO STA. CRUZ (3000)
△	CARGAMO DE BOMBEO EL ORCANO
△	CARGAMO DE BOMBEO CACALUTA
□	TANQUES DE ALIMENTACION O DISTRIBUCION
○	POZO PROFUNDO

LINEAS DE CONDUCCION

TRAMO	TIPO DE TUBERIA	DIAM. (PULG)	GASTOS (L.P.S.)	LONGITUD TOTAL (M.)
			16.11	20.11
COPALUTA - SANTA CRUZ	ACERO Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	20.25 34	258.00	238.00
SANTA CRUZ - CACALUTA - CHICOMAZUL	ASBESTO - CEMENTO	8.10, 16.10, 16.10, 20	355.40	14.743
SANTA CRUZ - ALTOS DE CHICOMAZUL	ACERO	18, 12, 18 Y 20	184.00	358.00



CUADRO 4.4 : SISTEMA DE SANTA CRUZ - CHACHACUAL

TANQUE ALIMENTADOR	
TANQUE 9	
UBICACION	SANTA CRUZ
CAPACIDAD	1000 m ³
NIVEL DE TERRENO NATURAL	89.00 m.s.n.m.
NIVEL DE AGUAS MAXIMO	91.90 m.s.n.m.

LINEAS DE CONDUCCION	
TRAMO: SANTA CRUZ - ALTOS DE CHACHACUAL	
PROGRAMA DE CONSTRUCCION	DOS ETAPAS
TIPO DE TUBERIA	ACERO
DIAMETROS	10, 12, 16 Y 20 PULGADAS
LONGITUDES	10 PULGADAS : 1.80 km 12 PULGADAS : 0.67 km 16 PULGADAS : 1.80 km 20 PULGADAS : 0.67 km
GASTOS	1a. ETAPA : 104 l/seg 2a. ETAPA : 330 l/seg
NOTA :	LAS LONGITUDES DE TUBO CORRESPONDEN A LAS DOS ETAPAS DE CONSTRUCCION
TRAMO: SANTA CRUZ - CACALUTA - CHACHACUAL	
PROGRAMA DE CONSTRUCCION	UNA ETAPA
TIPO DE TUBERIA	ASBESTO - CEMENTO
DIAMETROS	CLASE : A-5, A-7 Y A-10
LONGITUDES	6, 10, 14, 16, 18 Y 20 PULG. 6 PULGADAS : 2.780 km 10 PULGADAS : 2.857 km 14 PULGADAS : 2.491 km 16 PULGADAS : 1.404 km 18 PULGADAS : 2.748 km 20 PULGADAS : 2.483 km
GASTOS	386.40 l/seg
NOTA :	ESTE GASTO CONSIDERA LAS DEMANDAS EN EL ORGANO, YERBABUENA, LA ENTREGA, MAGUEY, CACALUTA, CHACHACUAL Y SAN AGUSTIN.

TANQUES DE DISTRIBUCION						
TANQUE	UBICACION	CAPACIDAD (m ³)	NIVEL DE TERRENO NATURAL (m.s.n.m.)	NIVEL DE AGUAS MAXIMO (m.s.n.m.)	BOMBEO	GASTO BOMBEADO (l/seg)
T - 10	EL ORGANO	1.500	92.00	94.50	S I	108.31
T - 11	CACALUTA	4.000	92.00	92.50	S I	278.09

CUADRO 4.3 - GASTOS DERIVADOS DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA EXISTENTE BASADO EN LA DEMANDA COMPROMETIDA.
SEGUN LA GERENCIA DE PLANEACION DEL FONATUR (EN US\$)

LINEA DE AGUA		AÑO												
LINEA DE AGUA		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
COMEDOS HOTELERO (F 2)	COMEDOS HOTELERO	31.87	29.33	28.73	31.41	29.00	30.54	32.71	33.71	36.90	39.07	41.14	43.18	44.83
		31.87	29.29	28.79	31.41	29.00	30.56	32.77	33.71	36.90	39.07	41.14	43.18	44.78
		33.23	32.57	33.53	37.09	33.39	37.17	39.29	42.43	44.24	46.99	49.22	52.21	53.93
COMEDOS RESIDENCIAL (F 3)	COMEDOS RESIDENCIAL	5.64	5.17	5.00	5.56	5.29	5.48	5.60	6.37	6.63	6.91	7.29	7.74	8.25
		6.77	6.21	6.11	6.87	6.35	6.54	6.59	7.55	7.81	8.30	8.74	9.29	9.90
BALCONES TANGOLINDA (F 4)	BALCONES TANGOLINDA	2.56	2.31	2.34	2.53	2.43	2.52	2.60	2.90	2.90	3.17	3.34	3.51	3.70
		2.56	2.31	2.34	2.53	2.43	2.52	2.60	2.90	2.90	3.17	3.34	3.51	3.70
		2.56	2.31	2.34	2.53	2.43	2.52	2.60	2.90	2.90	3.17	3.34	3.51	3.70
TANGOLINDA (F 5)	TANGOLINDA COMERCIAL	2.60	2.66	2.62	2.66	2.72	2.82	2.86	3.23	3.35	3.56	3.73	3.98	4.24
	TANGOLINDA HOTELERO	34.88	31.99	31.51	34.38	32.73	33.91	35.85	39.03	40.35	42.77	45.08	47.90	51.04
		37.79	34.65	34.18	37.24	35.45	36.73	38.69	42.34	43.75	46.33	48.89	51.89	55.29
		45.27	41.58	43.28	45.92	47.35	48.87	50.41	52.52	55.28	58.00	60.82	63.81	67.33
CHAMUE (F 6)	EL TELER	6.80	6.31	6.27	6.74	6.40	6.88	7.00	7.71	7.87	8.44	8.89	9.43	10.07
	EL ARROCHO	19.87	11.80	11.62	12.66	12.07	12.51	13.23	14.47	14.90	15.77	16.03	17.87	18.82
	MARINA CHAMUE	19.52	19.19	18.92	19.28	19.50	19.05	19.88	19.31	19.22	20.25	21.34	22.66	24.16
	MPRADOR CHAMUE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	4.42	4.68	4.95	5.23
	SECTOR M	0.00	0.00	0.00	0.00	36.78	37.56	39.79	43.29	44.78	47.43	49.96	53.99	58.58
	SECTOR N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.96	25.15	26.73	28.43	30.43
	SECTOR O	36.97	33.89	32.79	35.74	39.31	37.82	37.95	43.89	46.82	49.64	52.69	56.47	60.27
		43.55	39.91	39.31	42.89	46.21	47.39	49.90	56.93	59.13	62.12	65.97	69.98	74.29
SANTA CRUZ 2000 (F 7)	SECTOR A	23.90	21.94	21.32	23.74	22.15	23.61	24.37	25.43	27.33	28.03	29.93	30.50	32.53
	SECTOR Y F	5.43	4.98	4.90	5.35	5.06	5.28	5.58	6.00	6.28	6.65	7.01	7.45	7.94
	SECTOR H	21.58	19.79	19.49	21.27	20.25	20.97	22.18	24.19	24.66	26.45	27.69	29.63	31.57
	SECTOR H-2	12.35	11.93	11.97	12.37	11.72	12.20	12.80	14.06	14.53	15.38	16.22	17.13	18.26
	SECTOR I	9.20	8.44	8.31	9.07	8.63	8.84	9.44	10.21	10.63	11.29	11.83	12.63	13.43
	SECTOR M	10.53	9.67	9.53	10.27	9.61	10.11	10.74	11.61	12.04	12.77	13.34	14.44	15.43
	SECTOR T	2.81	2.21	2.27	2.48	2.36	2.44	2.59	2.62	2.94	3.06	3.25	3.45	3.69
	SECTOR Y PAMP J	11.51	10.22	10.28	10.99	10.99	11.12	12.61	13.19	13.19	13.84	14.48	15.17	15.91
	SECTOR K	8.03	8.83	8.70	9.07	9.04	9.06	9.91	10.79	11.15	11.81	12.45	13.23	14.00
	SECTOR B	18.79	17.23	16.91	18.31	17.83	18.26	19.32	21.05	21.25	22.02	24.27	25.79	27.65
	SECTOR C	6.12	6.29	6.16	6.43	6.56	7.03	7.64	7.84	8.60	8.60	9.10	10.00	10.90
	SECTOR L	1.47	1.23	1.23	1.45	1.36	1.43	1.52	1.65	1.71	1.81	1.91	2.02	2.10
	SECTOR M-2 AMPULADON	6.51	6.97	6.86	6.91	6.11	6.33	6.98	7.29	7.84	7.98	8.41	8.91	9.52
	SECTOR H-3	4.85	4.45	4.38	4.54	4.33	4.54	4.73	5.23	5.23	5.69	6.07	6.50	7.00
	SECTOR J	1.00	4.12	4.06	4.42	4.25	4.27	4.63	5.24	5.24	5.69	6.10	6.58	7.10
	SECTOR M	0.00	11.10	10.93	11.93	11.53	11.76	12.44	13.58	14.01	14.83	15.84	16.81	17.70
	SECTOR U-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.02	14.47	15.34	16.17	17.18
	SECTOR U	0.00	4.83	4.76	5.20	4.93	4.93	5.42	5.61	6.10	6.48	7.14	7.81	8.51
	SECTOR D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SECTOR G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ZAPOTE BAJOS DEL ARENAL													
	Y PAMPERO	5.35	5.14	5.32	5.56	5.75	5.51	6.50	6.87	10.64	12.10	12.55	14.02	15.00
	ORGANO	4.13	3.78	3.72	4.01	3.98	4.01	4.23	4.63	4.78	5.00	5.34	5.87	6.56
	MAGUEY	10.01	9.18	9.04	9.60	9.39	9.73	10.29	11.21	11.50	12.27	12.93	13.74	14.64
	PATOS DE CHIMCHUAL	29.95	29.60	29.50	29.50	29.50	29.50	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
	CADALITA	0.00	0.00	0.00	12.55	30.99	33.16	33.96	37.00	38.24	40.43	42.66	45.35	48.31
	CHIMCHUAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.21	10.58	11.17	11.87	12.66
	REPOBLENDO	2.24	1.87	1.84	2.01	1.81	1.86	2.10	2.30	2.42	2.57	2.72	2.90	3.09
		187.58	181.49	184.29	193.89	186.11	190.81	199.08	216.87	220.19	228.82	240.79	252.45	265.89
		221.10	211.78	215.11	218.82	207.56	218.07	236.90	249.21	251.83	258.19	264.96	280.84	298.33
TOTAL DE GASTO MAXIMO DIARIO DEMANDADO		374.10	387.40	388.81	433.82	476.40	487.20	516.72	571.72	589.15	792.87	837.68	938.23	1079.24

* POCIOS EN LA ZONA DEL CAMPO DE GOLF PARA LA 1ª Y 2ª ETAPA
 COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA 1.2
 - GASTO MEDIO DIARIO (EN # US\$) 290.80
 - GASTO MAXIMO DIARIO (EN # US\$) 358.99

Los rebombes que forman parte importante en el funcionamiento del sistema actual se dan en los siguientes puntos:

- a) Explotación del acuífero.
- b) Al Tanque de Transición.
- c) A la zona Residencial de Conejos.
- d) En Chahue, para alimentar a las zonas de Mirador Chahue, Arrocito, Tejón y a los Sectores N, Q y O.
- e) Del Tanque Santa Cruz 2000 al Tanque de la Cota 89.00 m.s.n.m.
- f) Del Tanque Santa Cruz 2000 al Tanque del Sector H-3.
- g) Del Tanque Santa Cruz 2000 al Tanque del Sector J.
- h) Al Tanque de distribución El Organo.
- i) Al Tanque de distribución Cacaluta.

Para revisar el funcionamiento del sistema de distribución de agua potable se analizó considerando el gasto requerido por la demanda comprometida, ya que representa la cantidad de agua necesaria en el Desarrollo para los lotes vendidos.

Los resultados de este análisis en la primera etapa para cada año se presentan en los CUADROS 4.6 a 4.10. Los valores de gasto y cota piezométrica en las derivaciones de los mencionados cuadros se refieren al crucero sobre la línea.

De forma general se puede concluir que a medida que aumenta la demanda, las zonas más alejadas del Tanque de Transición (T 1) se ven severamente afectadas, esto es debido a que el suministro en el Sistema es deficiente. Al igual se puede observar que en los sitios donde la carga disponible

es negativa será necesario bombear hasta los tanques de distribución para poder satisfacer así el gasto demandado.

En el CUADRO 4.11 se presenta un resumen del funcionamiento del Sistema y en la GRAFICA 4.1 se muestran estos resultados obtenidos.

En los PLANOS 4.3.3 y 4.3.4 se presenta en forma esquemática la zona de influencia de los tanques que presentan problemas en el año 1995 y para el año 2000.

CUADRO 4.6 : ANALISIS HIDRAULICO DE LA LINEA EXISTENTE DE AGUA POTABLE EN 1993
PARA GASTO COMPROMETIDO MAXIMO DIARIO

CADENAMIENTO		LONGITUD (m)	COTA DE TERRENO (m.s.n.m.)	DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO INTERNO (m)	COEF. HAZEN- WILLIAMS	GASTO CIRCULANTE (m³/seg)	Q. DEMANDADO EN EL TANQUE (m³/seg)	PERDIDAS LOCALES (m)	PERDIDAS FRICCION (m)	VALORES INICIO TRAMO COTA PIEZ (m)	INICIO TRAMO CARGA DISP. (m)	CRUCERO PARA DERIVAR A
INICIAL	FINAL												
4106.17	4278.17	170.00	82.15	24	0.5722	150	0.374		0.15	0.416	82.15	0.00	
4278.17	4558.17	280.00	47.40	24	0.5516	150	0.374		0.17	0.818	81.59	34.19	
4558.17	4858.17	300.00	24.15	24	0.5380	150	0.374		0.18	0.950	80.64	56.45	
4858.17	5606.17	750.00	25.05	24	0.5516	150	0.374		0.17	2.192	79.43	54.38	
5606.17	5918.17	310.00	25.75	24	0.5380	150	0.374		0.19	1.023	77.06	51.31	
5918.17	6198.17	280.00	26.46	24	0.5516	150	0.374		0.17	0.818	75.85	49.29	
6198.17	7098.17	900.00	28.30	20	0.4953	130	0.374		0.26	5.792	74.87	46.48	
7098.17	7358.17	260.00	12.20	20	0.4953	130	0.336	0.03825	0.21	1.370	68.82	56.62	CONEJOS HOT
7358.17	8018.17	660.00	16.80	20	0.4953	130	0.329	0.00677	0.20	3.350	67.24	50.44	CONEJOS RES
8018.17	8258.17	40.00	16.40	22	0.4762	150	0.329		0.23	0.189	63.69	47.29	
8258.17	8358.17	300.00	13.44	22	0.5380	150	0.329		0.14	0.781	63.26	49.82	
8358.17	8698.17	540.00	25.69	22	0.5516	150	0.329		0.13	1.245	62.34	36.65	
8698.17	9438.17	540.00	37.77	22	0.5516	150	0.326	0.00311	0.13	1.223	62.96	23.19	BALCONES
9438.17	9618.17	380.00	28.58	22	0.5380	150	0.326		0.14	0.972	59.61	31.03	
9618.17	10187.32	369.15	15.49	22	0.5192	150	0.326		0.16	1.123	59.50	43.01	
10187.32	10458.57	271.25	3.66	22	0.5192	150	0.281	0.04535	0.12	0.625	57.21	53.55	TANGOLINDA
10458.57	13301.53	2842.96	3.50	20	0.4953	130	0.281		0.15	10.743	56.47	52.97	
13301.53	16524.87	3223.34	46.92	20	0.4953	130	0.237	0.04352	0.10	8.915	45.58	-1.54	CHAHUE
16524.87			3.40				0.000	0.23710			36.56	33.16	STA. CRUZ

CUADRO 4.7 : ANALISIS HIDRAULICO DE LA LINEA EXISTENTE DE AGUA POTABLE EN 1995
PARA GASTO COMPROMETIDO MAXIMO DIARIO

CADENAMIENTO		LONGITUD (m)	COTA DE TERRENO (m.s.n.m.)	DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO INTERNO (m)	COEF. HAZEN- WILLIAMS	GASTO CIRCULANTE (m³/seg)	Q. DEMANDADO EN EL TANQUE (m³/seg)	PERDIDAS LOCALES (m)	PERDIDAS FRICCION (m)	VALORES INICIO TRAMO COTA PIEZ (m)	INICIO TRAMO CARGA DISP. (m)	CRUCERO PARA DERIVAR A
INICIAL	FINAL												
4106.17	4278.17	170.00	82.15	24	0.5722	150	0.36884		0.14	0.405	82.15	0.00	
4278.17	4558.17	280.00	47.40	24	0.5516	150	0.36884		0.16	0.797	81.60	34.20	
4558.17	4858.17	300.00	24.15	24	0.5380	150	0.36884		0.18	0.965	80.64	56.49	
4858.17	5606.17	750.00	25.05	24	0.5516	150	0.36884		0.16	2.335	79.50	54.45	
5606.17	5918.17	310.00	25.75	24	0.5380	150	0.36884		0.18	0.997	77.20	51.45	
5918.17	6198.17	280.00	26.46	24	0.5516	150	0.36884		0.16	0.797	76.02	49.56	
6198.17	7098.17	900.00	28.30	20	0.4953	130	0.36884		0.25	5.642	75.06	46.67	
7098.17	7358.17	260.00	12.20	20	0.4953	130	0.32818	0.03455	0.21	1.350	69.16	56.96	CONEJOS HOT
7358.17	8018.17	660.00	16.80	20	0.4953	130	0.32818	0.00911	0.20	3.333	67.60	50.80	CONEJOS RES
8018.17	8258.17	40.00	16.40	22	0.4762	150	0.32818		0.23	0.188	64.07	47.67	
8258.17	8358.17	300.00	13.44	22	0.5380	150	0.32818		0.14	0.777	63.64	50.20	
8358.17	8698.17	540.00	25.69	22	0.5516	150	0.32818		0.13	1.236	62.72	37.03	
8698.17	9438.17	540.00	37.77	22	0.5516	150	0.32537	0.00281	0.13	1.219	61.36	23.59	BALCONES
9438.17	9618.17	380.00	28.58	22	0.5380	150	0.32537		0.14	0.969	60.01	31.43	
9618.17	10187.32	369.15	15.49	22	0.5192	150	0.28441		0.16	1.119	58.90	43.41	
10187.32	10458.57	271.25	3.66	22	0.5192	150	0.28441	0.04096	0.12	0.641	57.62	53.96	TANGOLINDA
10458.57	13301.53	2842.96	3.50	20	0.4953	130	0.28441		0.15	11.013	56.85	53.35	
13301.53	16524.87	3223.34	46.92	20	0.4953	130	0.24510	0.03991	0.11	8.400	46.69	-1.29	CHAHUE
16524.87			3.40				0.00000	0.24510			36.10	32.70	STA. CRUZ

CUADRO 4.8 : ANALISIS HIDRAULICO DE LA LINEA EXISTENTE DE AGUA POTABLE EN 1997
PARA GASTO COMPROMETIDO MAXIMO DIARIO

CADAENAMIENTO INICIAL	FINAL	LONGITUD (m)	COTA DE TERRENO (m.a.s.n.m.)	DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO INTERNO (m)	COEF. HAZEN- WILLIAMS	GASTO CIRCULANTE (m³/seg)	D. DEMANDADO EN EL TANQUE (m³/seg)	PERDIDAS LOCALES (m)	PERDIDAS FRICCION (m)	VALORES GOTA PIEZ. (m)	INICIO TRAMO CARGA DISP. (m)	CRUCERO PARA DERIVADA
4108.17	4278.17	170.00	82.15	24	0.5722	150	0.47940		0.24	0.558	82.15	0.00	
4278.17	4558.17	280.00	47.40	24	0.5510	150	0.47940		0.28	1.295	81.25	33.85	
4558.17	4838.17	300.00	24.15	24	0.5300	150	0.47940		0.31	1.567	79.68	35.53	
4838.17	5008.17	170.00	25.05	24	0.5516	150	0.47940		0.28	3.470	77.81	52.76	
5008.17	5918.17	310.00	25.75	24	0.5380	150	0.47940		0.31	1.620	74.06	48.31	
5918.17	6198.17	280.00	26.46	24	0.5161	150	0.47940		0.28	1.295	72.13	45.07	
6198.17	7098.17	900.00	28.39	20	0.4953	130	0.47940		0.43	9.168	70.56	42.17	
7098.17	7358.17	260.00	12.20	20	0.4933	130	0.44552		0.05598	0.36	2.283	60.97	48.77
7358.17	8018.17	660.00	16.80	20	0.4951	130	0.43717		0.00635	0.35	5.568	58.31	41.51
8018.17	8058.17	40.00	16.40	22	0.4762	150	0.43717			0.41	0.319	52.29	35.89
8058.17	8358.17	300.00	13.44	22	0.5330	150	0.43717			0.25	1.321	51.55	38.11
8358.17	8998.17	540.00	25.69	22	0.5516	150	0.43717			0.23	2.106	49.98	24.28
8998.17	9438.17	540.00	37.77	22	0.5516	150	0.43426	0.00291		0.23	2.080	47.64	9.87
9438.17	9818.17	380.00	28.58	22	0.5330	150	0.43426			0.25	1.633	45.33	18.75
9818.17	10187.32	369.15	15.40	22	0.5192	150	0.43426			0.29	1.910	43.43	27.94
10187.32	10459.57	271.25	3.66	22	0.5192	150	0.39171	0.04255		0.24	1.159	41.23	37.57
10459.57	13301.53	2842.96	3.50	20	0.4953	130	0.39171			0.28	19.923	39.84	36.34
13301.53	16524.87	3223.34	46.92	20	0.4953	130	0.30734	0.06437		0.18	14.415	19.63	-27.29
16524.87			3.40				0.00000	0.30734			5.04		1.64

CUADRO 4.9 : ANALISIS HIDRAULICO DE LA LINEA EXISTENTE DE AGUA POTABLE EN 1999
PARA GASTO COMPROMETIDO MAXIMO DIARIO

CADAENAMIENTO INICIAL	FINAL	LONGITUD (m)	COTA DE TERRENO (m.a.s.n.m.)	DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO INTERNO (m)	COEF. HAZEN- WILLIAMS	GASTO CIRCULANTE (m³/seg)	D. DEMANDADO EN EL TANQUE (m³/seg)	PERDIDAS LOCALES (m)	PERDIDAS FRICCION (m)	VALORES GOTA PIEZ. (m)	INICIO TRAMO CARGA DISP. (m)	CRUCERO PARA DERIVADA
4108.17	4278.17	170.00	82.15	24	0.5722	150	0.54857		0.31	0.844	82.15	0.00	
4278.17	4558.17	280.00	47.40	24	0.5161	150	0.54857		0.30	1.563	80.99	33.99	
4558.17	4838.17	300.00	24.15	24	0.5380	150	0.54857		0.40	2.012	78.97	54.82	
4838.17	5008.17	170.00	25.05	24	0.5516	150	0.54857		0.36	4.453	76.55	51.50	
5008.17	5918.17	310.00	25.75	24	0.5380	150	0.54857		0.40	2.079	71.74	45.99	
5918.17	6198.17	280.00	26.46	24	0.5161	150	0.54857		0.36	1.863	69.85	42.80	
6198.17	7098.17	500.00	28.39	20	0.4953	130	0.54857		0.56	11.768	67.23	38.84	
7098.17	7358.17	260.00	12.20	20	0.4933	130	0.50228	0.03993		0.48	2.962	54.91	42.71
7358.17	8018.17	660.00	16.80	20	0.4951	130	0.50228	0.09698		0.47	7.330	51.47	24.67
8018.17	8058.17	40.00	16.40	22	0.4762	150	0.50228			0.55	0.413	43.67	27.27
8058.17	8358.17	300.00	13.44	22	0.5330	150	0.50228			0.34	1.709	42.71	29.27
8358.17	8998.17	540.00	25.69	22	0.5516	150	0.50228			0.30	2.724	40.65	14.97
8998.17	9438.17	540.00	37.77	22	0.5516	150	0.49909	0.00319		0.30	2.692	37.63	-0.14
9438.17	9818.17	380.00	28.58	22	0.5330	150	0.49909			0.33	2.139	34.64	6.06
9818.17	10187.32	369.15	15.40	22	0.5192	150	0.49229			0.38	2.471	32.17	16.68
10187.32	10459.57	271.25	3.66	22	0.5192	150	0.45246	0.04663		0.31	1.814	29.92	23.66
10459.57	13301.53	2842.96	3.50	20	0.4953	130	0.45246			0.38	26.020	27.49	23.99
13301.53	16524.87	3223.34	46.92	20	0.4953	130	0.36000	0.02945		0.24	19.319	1.09	-45.83
16524.87			3.40				0.00000	0.36000				-18.47	-27.67

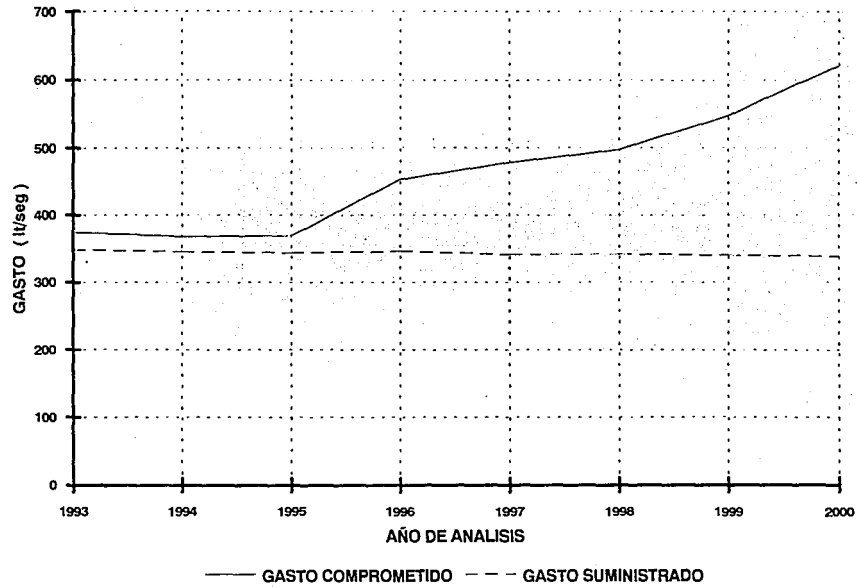
CUADRO 4.10 : ANALISIS HIDRAULICO DE LA LINEA EXISTENTE DE AGUA POTABLE EN 2000
PARA GASTO COMPROMETIDO MAXIMO DIARIO

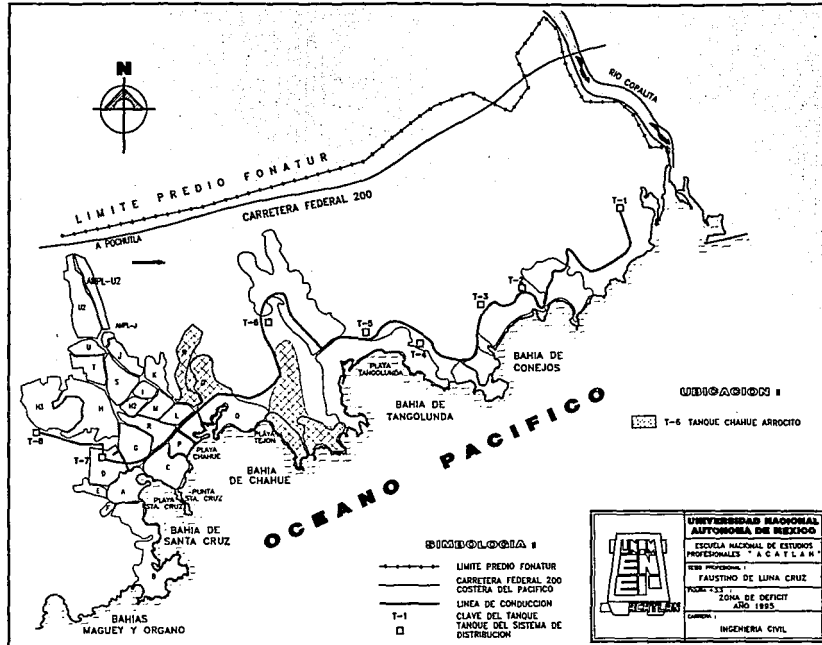
CADENAMIENTO		LONGITUD (m)	COTA DE TERRENO (m.s.n.m.)	DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO INTERNO (m)	COEF. HAZEN- WILLIAMS	GASTO CIRCULANTE (m ³ /seg.)	Q. DEMANDADO EN EL TANQUE (m ³ /seg.)	PERDIDAS LOCALES (m)	PERDIDAS FRICCION (m)	VALORES GOTA PIEZ (m)	INICIO TRAMO CARGA DISP. (m)	CRUCERO PARA DERIVAR A.
INICIAL	FINAL												
4108.17	4278.17	170.00	82.15	24	0.5722	150	0.62172		0.40	1.065	82.15	0.00	
4278.17	4358.17	280.00	47.40	24	0.5516	150	0.62172		0.47	2.096	90.68	33.28	
4358.17	4858.17	300.00	24.15	24	0.5380	150	0.62172		0.51	2.537	78.12	53.97	
4858.17	5608.17	750.00	25.05	24	0.5516	150	0.62172		0.47	5.615	75.07	50.02	
5608.17	5918.17	310.00	25.75	24	0.5380	150	0.62172		0.51	2.621	68.99	43.24	
5918.17	6198.17	280.00	26.46	24	0.5516	150	0.62172		0.47	2.096	65.85	39.39	
6198.17	7098.17	900.00	28.39	20	0.4953	130	0.62172		0.72	14.837	63.29	34.90	
7098.17	7358.17	260.00	12.20	20	0.4953	130	0.57887	0.04285	0.62	3.755	47.74	35.54	CONEJOS HOT.
7358.17	8016.17	650.00	16.80	20	0.4953	130	0.57129	0.00758	0.91	9.303	43.36	26.56	CONEJOS RES.
8016.17	8058.17	40.00	16.40	22	0.4762	150	0.57129		0.71	0.524	33.45	17.05	
8058.17	8358.17	300.00	13.44	22	0.5380	150	0.57129		0.43	2.169	32.22	18.78	
8358.17	8898.17	540.00	25.69	22	0.5516	150	0.57129		0.39	3.457	29.62	3.93	
8898.17	9438.17	540.00	37.77	22	0.5516	150	0.56781	0.00348	0.39	3.418	25.77	-12.00	BALCONES
9438.17	9818.17	380.00	28.58	22	0.5380	150	0.56781		0.43	2.716	21.96	-6.62	
9818.17	10187.32	369.15	15.49	22	0.5192	150	0.56781		0.50	3.138	18.81	3.32	
10187.32	10458.57	271.25	3.66	22	0.5192	150	0.51700		0.41	1.938	15.18	11.52	TANGOLLUNDA
10458.57	13301.53	2542.96	3.50	20	0.4953	130	0.51700	0.05081	0.41	33.308	12.83	9.33	
13301.53	16524.87	3223.34	46.92	20	0.4953	130	0.41625		0.10075	25.279	-20.97	-67.89	CHAHUE
16524.87			3.40				0.00000		0.41625		-46.57	-49.97	STA. CRUZ

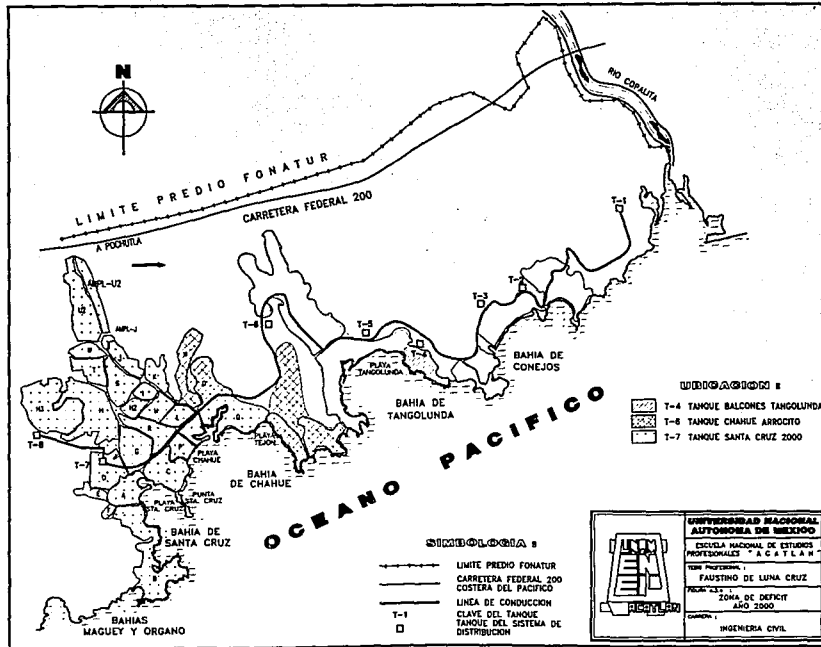
**CUADRO 4.11 :RESUMEN DEL ANALISIS HIDRAULICO PARA
GASTO COMPROMETIDO**

AÑO	GASTO COMPROMETIDO (m ³ /seg)	GASTO SUMINISTRADO (m ³ /seg)	DEFICIT (m ³ /seg)	PORCENTAJE DE SUMINISTRO
1993	0.37410	0.34800	0.02610	93.02
1994	0.36740	0.34550	0.02190	94.04
1995	0.36884	0.34349	0.02535	93.13
1996	0.45383	0.34558	0.10825	76.15
1997	0.47940	0.34150	0.13790	71.23
1998	0.49720	0.34145	0.15575	68.67
1999	0.54857	0.33997	0.20860	61.97
2000	0.62172	0.33862	0.28310	54.47

GRAFICA 4.1: ANALISIS DE GASTOS







Los resultados de este análisis nos permite sacar las siguientes conclusiones :

- a) La capacidad de la línea de abastecimiento de agua existente Copalita - Santa Cruz es de 338.00 l/seg, lo cual es insuficiente para el suministro de los requerimientos del Desarrollo.

- b) En el periodo comprendido entre los años 1994 y 1998, la línea existente suministra los gastos que le demandan los Tanques de Conejos Hotelero, Conejos Residencial, Balcones de Tangolunda, Tangolunda, Chahue y en forma parcial las demandas del Tanque Santa Cruz.

- c) Con relación al Tanque Santa Cruz, durante los años de 1994 a 1998 se suministra la demanda correspondiente a la zona del mismo nombre y existe un déficit, que aumenta año con año, en las demandas correspondientes a Organo - Maguey y Chachacual. Y a partir del año 1999 se presenta un déficit en los gastos demandados en la zona de Sta. Cruz.

Respecto al funcionamiento del Sistema en conjunto, se observan las siguiente características:

CAPTACION:

- 1) Los pozos que captan el agua en las proximidades del río Copalita presentan un gasto de extracción deficiente, lo que se puede explicar por lo poco profundo que se encuentran la perforación.
- 2) La separación entre los pozos existentes es muy reducida y provoca que los conos de abatimiento de las aguas subterráneas se traslapen provocando rendimientos menores a los programados. En el caso de los pozos del río Copalita se ha comprobado esta situación a lo largo de la operación que han tenido. Sin embargo, para verificarlo se llevaron a cabo algunas pruebas de bombeo, que permitieron determinar que el acuífero está proporcionado sólo un 52% del gasto esperado.
- 3) Otra causa que puede explicar el mal funcionamiento de la captación es la debida a posibles deficiencias en los trabajos de perforación, ya que por las características que presentan los materiales del acuífero pudieron haberse tenido problemas de caídos o de encontrar bloques rocosos que limitaron la profundidad de perforación, por lo que convendría verificar si los pozos se perforaron a la profundidad proyectada.

- 4) El acuífero, aunque superficial y de poco espesor, puede dar, sin embargo, los 400 l/seg. que se estimaron en la planeación pero difícilmente podrá dar más gasto; lo que limita depender de esta fuente para suministrar el gasto total de aproximadamente 2.0 m³/s que requiere el Desarrollo en su maduración.

CONDUCCION.

- 1) El sistema de distribución de agua está proyectado que trabajar por gravedad, de manera que el agua captada en el acuífero se bombea hasta un tanque elevado desde el cual se distribuye. Sin embargo, existen muchos sitios de demanda que requieren de tanques de distribución a cotas más altas que la del mencionado tanque, provocando que se tengan rebombes que incrementan considerablemente los costos de operación, convirtiéndose en un aspecto delicado e importante que es necesario analizar con mucho cuidado.
- 2) La operación del sistema de agua es muy compleja debido a:
 - a) La existencia de una gran cantidad de rebombes a lo largo de la conducción.
 - b) Los tanques de distribución no permiten una regulación del gasto, provocando con ello muchas variaciones en la carga de trabajo que implica mayor atención en los vaciados y llenados.

- c) La capacidad de la línea no es suficiente aunque se obtenga el gasto de proyecto en el Sistema de Captación, provocando con ello que para atender la demanda en algunos sitios se tenga que suspender el suministro entre otros.
- 3) Considerando que no se puede obtener la cantidad de agua estimada en la toma del Copalita, se generará otro serio problema cuando se trate de cubrir el déficit con agua de otro sitio. En este caso y pensando en el mismo tipo de fuente, la única opción es obtenerla de la zona de Bajos del Arenal por su aparente potencial de agua subterránea, pero esta medida provoca que parte de la línea de conducción actual trabaje en sentido contrario al proyectado, obviamente mediante un bombeo y con posibles problemas de capacidad, dado que la infraestructura existente no fue proyectada para trabajar de esa forma.

En base a lo expuesto, para satisfacer la demanda de agua que requiere el desarrollo del Centro Turístico se puede pensar en dos diferentes alternativas. Una de ellas es continuar con la planeación original, que consiste en instalar una tubería paralela a la existente, con la capacidad necesaria para satisfacer las nuevas demandas. Esta alternativa requiere de una inversión baja, ya que se tiene construida mucha de la infraestructura hidráulica y vial necesaria. Sin embargo, presenta muchos problemas que la limitan como opción definitiva, entre los que se pueden comentar los siguientes:

- a) Para entregar los 1,029.54 l/seg. de gasto máximo diario comprometido que se demandan en la primera etapa del desarrollo, la segunda tubería

debe ser capaz de conducir un gasto de 691.54 lt/seg. El inconveniente en este caso es que todo el gasto de esta nueva tubería requiere de un bombeo para entregar al tanque de distribución Santa Cruz (T 9), debido a las características topográficas del trazo.

- b) Se complica aún más la operación del sistema, ya que se deben combinar los gastos de entrega de las dos líneas, para complementar con la segunda tubería las demandas que no se pueden satisfacer con la primera.
- c) No se resuelve el problema de los diversos bombeos que se tienen en el sistema, que finalmente se refleja en una operación más complicada y costosa a través del tiempo.
- d) En el caso de que el agua que se demande en la segunda etapa no se pueda satisfacer totalmente con las fuentes localizadas en la zona Coyula - Arenal, tendría que tomarse el agua del río Copalita utilizando la nueva tubería como conducto y propiciando una inversión ya no tan económica, al incrementarse esta línea en tamaño y longitud.

La otra opción que se tiene es la siguiente:

- a) Se cambiará la fuente de abastecimiento de agua subterránea por agua superficial, en virtud de que este tipo de agua se encuentra en cantidad más que suficiente en el río Copalita, según se demuestra en el Estudio Hidrológico realizado por FONATUR en el año de 1991.

- b) El gasto total que demandará el Desarrollo Turístico a su máxima capacidad (1,930.00 l/seg de gasto medio) se proporcionará del río Copalita, dejando la disponibilidad del agua subterránea y superficial del río Coyula, que es menos abundante, para los compromisos agrícolas de esta zona, de manera que la demanda de agua requerida por el sistema de riego de la región comprometido por el FONATUR, sea independiente del que abastecerá al desarrollo turístico y urbano.
- c) Se simplificará la operación del sistema proyectándolo para que trabaje totalmente por gravedad, mediante una estructura de distribución ubicada en una zona lo más alto posible.
- d) Se eliminará el bombeo en la captación, proyectando una obra de toma directa del río en un sitio que proporcione la suficiente carga hidráulica de operación.

5. ALTERNATIVAS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

Considerando las opciones anteriores y dado que existen problemas para satisfacer la demanda de agua potable, se requiere hacer un análisis de los sitios que pueden utilizarse como fuentes de abastecimiento para proporcionar los gastos proyectados.

Las alternativas contemplan el uso de agua subterránea y/o superficial y de acuerdo con los estudios Geohidrológicos e Hidrológicos realizados por FONATUR, estos sitios se ubican en la zona del Coyula - Arenal para el primer tipo de agua y en la zona del río Copalita, para el segundo.

5.1 ABASTECIMIENTO A BASE DE AGUA SUBTERRANEA.

En este tipo de fuente se fundamentó el proyecto original del sistema de abastecimiento de agua potable de Bahías de Huatulco. Para ello y en su momento se realizaron estudios Geohidrológicos y de aforo de pozos que determinaron las mejores opciones para captar el agua, así como sus características y limitaciones.

Del resultado de esos estudios se proponían como las mejores fuentes de abastecimiento las zonas de los ríos Copalita, Coyula y San Agustín (Bajos del Arenal), complementados por otros de rendimiento más modesto. Las características más importantes de estas captaciones se presentan en el CUADRO 4.1 (ZONA DE CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA).

5.2 ZONAS DE CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA.

A la fecha, los acuíferos explotados son los correspondientes a las zonas de captación del río Copalita y del Valle de Tangolunda, que debían aportar 432 lt/seg., correspondientes a un 36.70% del total demandado. Sin embargo, los rendimientos obtenidos hasta el momento son bajos con respecto a los gastos esperados, problema que se analizó con detalle en el Estudio y Diagnóstico del Funcionamiento del Sistema de Agua Existente realizado por el FONATUR, el cual dentro de sus conclusiones importantes destaca que los pozos actuales no podrán cubrir la demanda solicitada para todo el Desarrollo Turístico.

La zona de captación del río Copalita, que en base a la información del CUADRO 4.1, presenta los mejores acuíferos con rendimientos estimados de 50 lt/seg. por pozo, cuenta a la fecha con ocho pozos perforados a una profundidad de 25 m cada uno, de los cuales siete de ellos están en operación.

Con el fin de conocer con más detalle los rendimientos que tienen estos pozos, se realizaron en ellos pruebas de bombeo que proporcionaron los datos mostrados en el CUADRO 4.2:

De estos resultados se determina que la zona del Copalita está proporcionando un 52% del gasto esperado y si tomamos en cuenta que más de una tercera parte del gasto total demandado se obtendrá de aquí, podemos concluir que la deficiencia que se tiene actualmente debe ser cubierta con alguna solución alterna.

Desafortunadamente, aunque existe la posibilidad de mejorar la captación en el acuífero de acuerdo con los Estudios Geohidrológicos realizados, éstos no garantizan un cien por ciento de confiabilidad en los resultados, lo que crea una incertidumbre en los posibles gastos a obtener, que es importante tomar en cuenta debido a que el costo y funcionamiento de todo el sistema depende de estos valores.

Ante esta situación, la otra opción que se tiene para cubrir el gasto demandado en esta zona, es la utilización del agua superficial del río Copalita, toma un valor de gran importancia ya que de acuerdo con los Estudios Hidrológicos realizados el agua del río es más que suficiente para satisfacer la demanda del Centro Turístico.

Por lo que se refiere al resto de las captaciones de agua subterránea, las más significativas, por el gasto que aportan, son las de Bajos del Arenal y el río Coyula con un total de 660 lt/seg., que representa un 65% del gasto demandado. Sin embargo, estas estimaciones no se han podido comprobar, ya que en estas zonas no existen acuíferos en explotación que puedan proporcionar información confiable.

Los Estudios Geohidrológicos realizados en estas áreas indican la existencia de acuíferos con características similares a los de la zona del Copalita, como son: acuíferos muy superficiales, de poco espesor y localizados en los Valles, por lo que se puede esperar que no se mejorarán sustancialmente los gastos estimados.

Si a lo anterior se agrega que en la actualidad existen compromisos para crear en estas zonas áreas de cultivo que suministren los productos de consumo del Desarrollo Turístico y Urbano, el problema se complica, ya que esto significa tener una demanda adicional de agua que no se tenía contemplada y cuyo valor puede ser tan o más grande que el gasto demandado por Desarrollo Turístico.

Por lo mismo, se propone que en esta nueva concepción del sistema de abastecimiento de agua se considere el uso de agua subterránea en estas zonas exclusivamente para riego y que el agua para atender la demanda urbana y turística se obtenga de una fuente diferente.

5.3 ABASTECIMIENTO DE AGUA SUPERFICIAL.

La solución alterna para resolver el problema del abastecimiento de agua para el Desarrollo Turístico es el uso de agua superficial. En este sentido, los Estudios realizados por el FONATUR, indican que esta alternativa ofrece mejores posibilidades debido a la mayor cantidad de agua disponible.

En la zona del Desarrollo existen algunas corrientes que desembocan en el Océano Pacífico, como son los ríos Copalita, Coyula, Cuajinicuil, Chachacual y Cacaluta, de los cuales los dos primeros se pueden considerar como importantes para abastecimiento de agua ya que son corrientes perennes.

Las características fisiográficas más importantes de estos cauces son:

RIO COPALITA.

Este río drena una cuenca hidrológica de aproximadamente 1,501.88 Km², que se caracteriza por un relieve montañoso y temperaturas bajas que propician una buena captación y condensación de humedad.

Los suelos son profundos y de textura media, provocando valores altos de infiltración.

El tipo de vegetación permite gran retención de la humedad, mejorando con ello el efecto de los escurrimientos a más largo plazo.

El número de corrientes que constituyen los afluentes del río Copalita son alrededor de 50 y desarrollan una longitud en conjunto aproximada de 452 Km.

RIO COYULA.

La cuenca hidrológica que drena este río tiene un área aproximada de 341.75 Km² y se desarrolla fuera del relieve montañoso, con temperaturas altas que provoca baja humedad relativa y una deficiente condensación de humedad.

Los suelos son delgados con estratos rocosos a poca profundidad, lo que produce valores bajos de infiltración.

El tipo de vegetación existente presenta deficiente retención de humedad que propicia periodos con limitaciones de agua en los escurrimientos superficiales.

Por lo que refiere a los afluentes, el río Coyula cuenta con aproximadamente 14 que desarrollan en total una longitud de 88 Km.

De los datos anteriores, se puede inferir que las condiciones más propicias para que exista disponibilidad de agua las tiene el río Copalita. Sin embargo, para determinar la cantidad de agua que se puede obtener de estos ríos, se realizó un Estudio Hidrológico con mediciones directas del gasto. Los principales valores que arrojó ese estudio se mencionan a continuación:

ESCURRIMIENTOS EN EL RIO COPALITA.

En el cauce de este río se localiza la estación hidrométrica "La Hamaca" controlada por la S.A.R.H. (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos), ubicada muy cerca del Desarrollo Turístico, aproximadamente a 17.25 Km aguas arriba del puente Copalita en la Carretera Federal 200 Costera del Pacífico, en la que se registran las mediciones del gasto diario que escurre por el río.

Con esta información, correspondiente a los periodos que abarca de los años 1973 a 1990, y haciendo un análisis de frecuencia de ocurrencia, se determinaron los gastos mínimos, medios y máximos por mes, así como el volumen respectivo del escurrimiento, los cuales se reproducen en los CUADROS 5.1, 5.2 y 5.3.

De estos resultados, cabe destacar que el valor del gasto mínimo registrado es de 3.376 m³/s, ocurrido durante la primera decena del mes de Mayo y durante la segunda y tercera decena de ese mes del gasto mínimo aumentó a 4.003 m³/s, y 5.234 m³/s, que representa más del doble del gasto que requiere el Centro Turístico en sus dos etapas de desarrollo a saturación.

Del mencionado estudio se puede destacar que Mayo es el mes en el que se tiene el menor escurrimiento en el río.

La GRAFICA 5.1 VOLUMENES - PROBABILIDAD DE OCURRENCIA ilustra este comportamiento. En ella se observa que las dos primeras decenas de este mes son las más críticas, esto es: el 50% de los valores registrados corresponden a volúmenes entre 4 y 5 millones de m³ de agua con frecuencias de ocurrencia del 50 al 90%; el 45% de los datos corresponden a volúmenes entre 5 y 9 millones de m³ con frecuencias de ocurrencia del 5 al 42%; si consideramos que el volumen medio decenal de agua que requiere el Centro Turístico es de 1.66 millones de m³, se puede concluir que el río Copalita ofrece amplias posibilidades para satisfacer la demanda de agua al Desarrollo Turístico, aún en épocas de estiaje.

CUADRO 5.1 : VOLUMENES DECENALES MINIMOS Y GASTOS MINIMOS DECENALES

MESES	VOLUMENES MINIMOS DECENALES			GASTOS MINIMOS DIARIOS			VALOR MINIMO DE GASTO
	1ª DECENA	2ª DECENA	3ª DECENA	1ª DECENA	2ª DECENA	3ª DECENA	
ENERO	7506.778	6501.082	6848.669	8.688	7.524	7.927	7.524
FEBRERO	5736.960	4976.136	3934.483	6.640	5.749	4.554	4.554
MARZO	4719.341	4347.734	4459.190	5.462	5.032	5.161	5.032
ABRIL	3696.624	3842.294	4025.635	4.279	4.447	4.659	4.279
MAYO	2916.864	3458.678	4521.830	3.376	4.003	5.234	3.376
JUNIO	4294.339	6230.822	6608.995	4.970	7.212	7.649	4.970
JULIO	7840.886	10863.936	10764.058	9.075	12.574	12.458	90.750
AGOSTO	13243.824	14978.304	15912.288	15.329	17.338	18.417	15.239
SEPTIEMBRE	22853.664	31538.592	29720.736	26.451	36.503	34.399	26.451
OCTUBRE	29017.440	27587.520	24425.280	33.585	31.930	28.270	28.270
NOVIEMBRE	15262.301	14081.472	13519.267	17.665	16.298	15.647	15.647
DICIEMBRE	11777.616	9932.112	9635.760	13.632	11.496	11.153	11.153

NOTAS : VALORES DE VOLUMEN EN MILES DE M³
GASTOS EN M³/SEG

CUADRO 5.2 : VOLUMENES DECENALES MEDIOS (VALORES MEDIOS PONDERADOS)
Y GASTOS MEDIOS DECENALES

MESES	VOLUMENES MEDIOS DECENALES			GASTOS MEDIOS DIARIOS			VALOR MEDIO DE GASTO
	1ª DECENA	2ª DECENA	3ª DECENA	1ª DECENA	2ª DECENA	3ª DECENA	
ENERO	9,146.506	8,236.655	8,423.711	10.586	9.533	9.750	9.956
FEBRERO	6,914.805	6,676.623	5,185.024	8.003	7.728	6.001	7.244
MARZO	5,723.834	5,441.669	5,476.975	6.625	6.298	6.339	6.421
ABRIL	4,941.180	5,083.800	5,048.045	5.719	5.884	5.843	5.815
MAYO	4,557.947	4,861.291	8,524.065	5.275	5.626	9.866	6.923
JUNIO	9,548.685	13,552.390	20,685.229	11.052	15.686	23.941	16.893
JULIO	19,919.006	22,725.385	25,471.042	23.054	26.303	29.480	26.279
AGOSTO	24,496.778	29,651.126	44,064.957	28.353	34.318	51.001	37.891
SEPTIEMBRE	64,600.717	58,247.688	65,405.035	74.769	67.416	75.7	72.629
OCTUBRE	59,624.407	47,656.499	35,967.323	69.01	55.158	41.629	55.266
NOVIEMBRE	24,240.397	18,963.140	16,211.210	28.056	21.948	18.763	22.922
DICIEMBRE	13,446.058	11,910.372	11,770.688	15.563	13.785	13.623	14.324

NOTAS : VALORES DE VOLUMEN EN MILES DE M³
VALORES DE GASTO EN M³/SEG

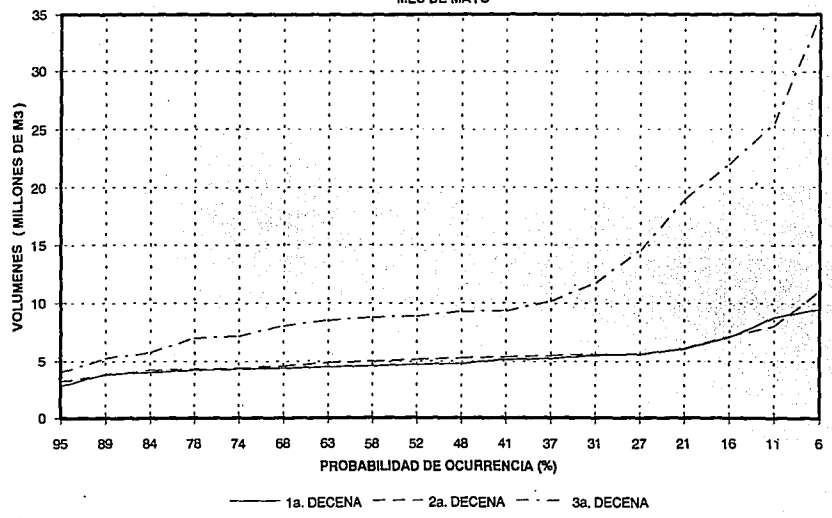
CUADRO 5.3 : VOLUMENES DECENALES MAXIMOS Y GASTOS MAXIMOS DECENALES

MESES	VOLUMENES MAXIMOS DECENALES			GASTOS MAXIMOS DIARIOS			VALOR MAXIMO DE GASTO
	1ª DECENA	2ª DECENA	3ª DECENA	1ª DECENA	2ª DECENA	3ª DECENA	
ENERO	16167.168	14162.688	15248.736	18.712	16.392	17.649	18.712
FEBRERO	12600.576	11512.8	1135.146	14.584	13.325	12.888	14.584
MARZO	12052.8	9975.744	9473.674	13.95	11.546	10.965	13.95
ABRIL	8122.637	7985.088	11565.331	9.401	9.242	13.386	13.386
MAYO	9626.947	10900.742	35117.021	11.142	12.617	40.645	40.645
JUNIO	101144.246	170297.856	182282.486	117.065	197.104	210.975	210.975
JULIO	118399.104	92129.875	88061.213	137.036	106.632	101.923	137.036
AGOSTO	133343.712	96733.872	222818.688	154.333	111.961	257.892	257.862
SEPTIEMBRE	399257.77	277252.762	256492.051	462.104	320.894	296.866	462.104
OCTUBRE	167664.557	176507.683	116350.042	194.056	204.291	134.664	204.291
NOVIEMBRE	89254.742	54766.454	39130.042	103.304	63.387	45.289	103.304
DICIEMBRE	29870.986	24730.877	21754.915	34.573	28.624	25.179	34.573

NOTAS : VALORES DE VOLUMEN EN MILES DE M³
VALORES DE GASTO EN M³/SEG

GRAFICA 5.1 : VOLUMENES - PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

MES DE MAYO



ESCURRIMIENTOS EN EL RIO COYULA.

Con relación a este río no se cuenta con ninguna estación hidrométrica para medir los escurrimientos, por lo que hubo necesidad de determinar su régimen de flujo a partir de métodos indirectos, que se basan en el transporte de información climatológica disponible, principalmente valores de lluvia y temperatura media.

Con respecto a la información hidrométrica, se utilizó la correspondiente a la estación "La Hamaca", ubicada sobre el cauce del río Copalita, debido a su cercanía con la cuenca del río Coyula.

Por lo que se refiere a los datos climatológicos, se utilizaron los correspondientes a las cinco estaciones siguientes:

ESTACION	LOCALIZACION	
	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE
SAN MIGUEL SUCHIXTEPEC	16° 05'	96° 28'
SAN FRANCISCO OZOLOTEPEC	16° 05'	96° 13'
PLUMA HIDALGO	15° 55'	96° 26'
LA HAMACA	15° 53'	96° 11'
SAN PEDRO POCHUTLA	15° 45'	96° 28'

Los resultados de este análisis hidrológico para los diferentes métodos empleados se muestran en el CUADRO 5.4, en la que se destaca un valor

CUADRO 5.4 : REGIMEN DE ESCURRIMIENTO EN EL RIO COYULA

METODO	PARAMETROS UTILIZADOS	ESCURRIMIENTO ANUAL (MILLONES DE m³)
TRANSPORTE DE INFORMACION HIDROMETRICA	LLUVIAS Y AREAS DE CUENCAS	211.282
R. HERAS	LLUVIAS, PENDIENTE Y AREA DE LA CUENCA	280.270
E. BECERRRIL	LLUVIAS	205.748
M. TURC	LLUVIAS Y EVAPOTRANSPIRACION	170.582
M. COUTAGNE	LLUVIAS Y EVAPOTRANSPIRACION	325.021
W. B. LANGBEIN	LLUVIAS Y TEMPERATURAS	42.411
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	LLUVIAS Y USO DE SUELO	54.979
VALOR MEDIO		184.328

medio de 184.327 millones de m³, que representa un 19.85% del volumen medio anual que se tiene en el río Copalita (928.516 millones de m³).

Por otro lado, para comprobar los valores estimados, se recurrió a los resultados de mediciones directas del escurrimiento, que se han realizado simultáneamente en ambos ríos y que se muestran en el CUADRO 5.5, encontrándose que en promedio el gasto del Coyula representa un 3.72% del gasto del Copalita, tomando para este cálculo los aforos realizados por FONATUR, ya que se consideran lo más confiables dado que se llevaron a cabo en forma simultánea y en mayor cantidad.

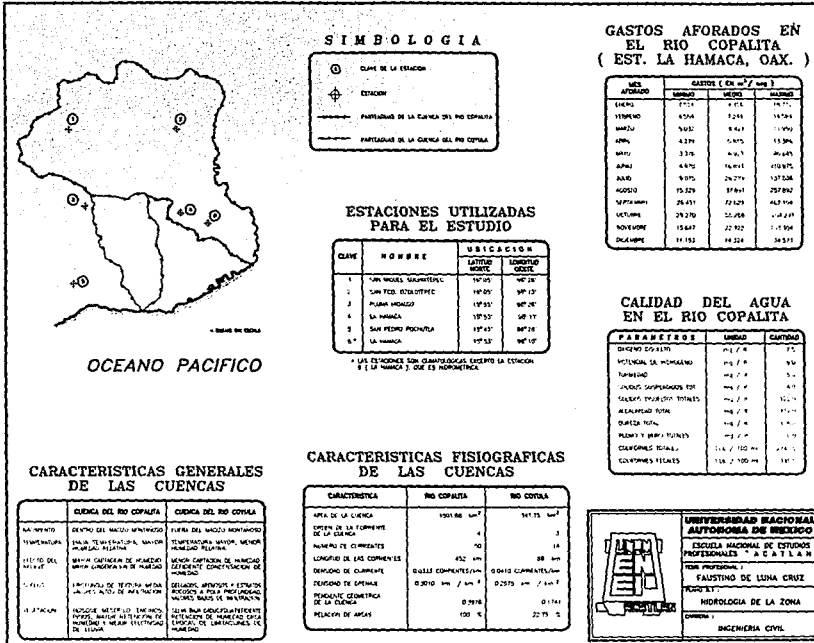
Los aforos realizados en ambos ríos indican valores de gasto en el río Coyula más bajos que los estimados con los métodos hidrológicos indirectos. Aún así, tomando como base los valores calculados con estos últimos, el escurrimiento medio anual en el río Coyula de 184.327 millones de m³, se distribuyó en el tiempo en base a la distribución que se tiene en el río Copalita, encontrándose que en las dos primeras decenas del mes de Mayo, los volúmenes escurridos en millones de m³ son 0.905 y 0.965, que son inferiores a los 1.66 millones demandados en el Centro Turístico. PLANO 5.3.1 HIDROLOGIA DE LA ZONA.

5.4 DETERMINACION DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO.

Con la información anterior se tienen los parámetros necesarios para definir las características de la fuente de abastecimiento que mejor conviene al

CUADRO 5.5 : GASTOS DIARIOS AFORADOS EN LOS RIOS
COYULA Y COPALITA

FECHA	GASTO MEDIDO (EN m ³ /seg.)			Q cov
	RIO COYULA	RIO COPALITA		Qcop
	MEDIDO	MEDIDO	MEDIO ESTADISTICO	(%)
NOV. 1984	3.498		27.761	12.60
	3.327			11.98
NOV. 1986	1.021	22.254	27.761	4.59
	0.758	20.302		3.73
DIC. 1986	0.933	18.784	15.808	4.97
	0.700	14.147		4.95
	0.603	15.897		3.79
	0.510	15.435		3.30
ENE. 1987	0.399	12.381	10.878	3.22
	0.291	10.811		2.69
	0.407	12.120		3.36
	0.329	9.379		3.51
PROMEDIO				3.72



Desarrollo Turístico, considerando la insuficiencia de agua que para satisfacer la demanda se tiene en la fuente actual.

La perspectiva de usar sólo agua superficial para atender la demanda es muy atractiva debido a su disponibilidad, situación que no se tiene con el agua subterránea, dado que en el mejor acuífero se están obteniendo rendimientos abajo de lo esperado.

En este sentido es claro que conviene hacer uso del agua que ofrece en forma ventajosa el río Copalita, ya que en el río Coyula existe mucha incertidumbre de los gastos disponibles, aunque con esta opción se tiene el inconveniente de que se tendrá una línea de alimentación demasiado larga para suministrar agua a zonas como Coatonalco, Coyula, Arenal, Coyote y San Agustín.

Sin embargo, la alternativa de tomar toda el agua que demanda el Desarrollo Turístico del río Copalita tiene sentido por las siguientes razones:

- 1) La cantidad de agua es más que suficiente y existe en cualquier época del año.
- 2) La fuente de abastecimiento se encuentra muy próxima a la zona de desarrollo de la primera etapa, que es la que se tiene en proyecto inmediato.
- 3) El volumen de agua disponible en el río Coyula es muy bajo y no garantiza la suficiente agua para el Centro Turístico y aún pensando en dividir en dos grandes áreas de servicio la zona del proyecto, una alimentada por el

río Copalita y otra por el río Coyula, se tiene el inconveniente de que en esta última zona existente compromisos del FONATUR para proporcionar agua para riego, cuyo gasto, que puede ser incluso mayor al demandado por el Centro Turístico, será obtenido del río Coyula.

Así las cosas, se recomienda diseñar el sistema de abastecimiento de agua con una única fuente en el río Copalita, dejando la posibilidad de usar agua del río Coyula, tanto superficial como subterránea, para los usos agrícolas que requiera la zona y utilizar el sistema de pozos que actualmente opera en las márgenes del río Copalita como un sistema de emergencia o complementario.

Por lo que respecta a la calidad del agua, se llevaron a cabo varios muestreos puntuales y compuestos en el río Copalita, que se sometieron a diversas pruebas de laboratorio.

En los CUADROS 5.6 y 5.7 se presentan los datos de campo y los resultados de dichas pruebas, que permiten concluir que la calidad del agua es buena. Sin embargo, es conveniente aclarar que por su naturaleza y por lo expuesta que se encuentra, el agua deberá someterse a un proceso de potabilización que requiere del diseño de una planta para tal fin.

CUADRO 5.6 : ANALISIS DEL AGUA DEL RIO COPALITA

PARAMETROS DE CAMPO

No. DE MUESTRA	HORA	TEMPERATURA (°C)	P. H.	OBSERVACIONES
1	12:00	22	7.5	UN POCO DE ESPUMA
2	13:30	23		MATERIA FLOTANTE (POCA)
3	15:00	23		MATERIA FLOTANTE (POCA)
4	16:30	23	8.0	UN POCO DE ESPUMA
5	18:00	22		
6	19:30	22		MATERIA FLOTANTE (POCA)
7	21:00	21	8.0	
8	22:30	20		
9	20:00	20		MATERIA FLOTANTE (POCA)
10	01:30	19	8.0	
11	03:00	19		
12	04:30	18		UN POCO DE ESPUMA
13	06:00	18	8.0	MATERIA FLOTANTE (POCA)
14	07:30	19		
15	09:00	20		
16	10:30	21	8.0	MATERIA FLOTANTE (POCA)
17	12:00	22		UN POCO DE ESPUMA
MUESTRA PUNTUAL				
18	10:30	21	8.0	TOMADA EL LUNES

TOMA DE MUESTRAS (UNA COMPUESTA Y UNA PUNTUAL) LOS DIAS 15 Y 16 DE DICIEMBRE DE 1991 EN EL RIO COPALITA. BAHIAS DE HUATILCO, OAXACA.

**CUADRO 5.7 : RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO
A MUESTRAS DE AGUA DEL RIO COPALITA.**

PARAMETROS	R E S U L T A D O		UNIDAD
	MUESTRA COMPUSTA	MUESTRA PUNTUAL	
Oxígeno disuelto	*	7.5	mg/lit
Temperatura de laboratorio	21	21	°C
Conductividad eléctrica	237	2.41	ohms/cm
Color	4	5	pt/co
Potencial de hidrógeno	8.01	8	mg/lit
Turbiedad	3	5	mg/lit
Sólidos totales	160	126	mg/lit
Sólidos suspendidos totales	38	4	mg/lit
Sólidos disueltos totales	122	122	mg/lit
Alcalinidad total	112	112	mg/lit
Alcalinidad a la fenolftaleína	0	0	mg/lit
Carbonatos (como CaCO ₃)	0	0	mg/lit
Bicarbonatos (como CaCO ₃)	112	112	mg/lit
Hidroxilos (como CaCO ₃)	0	0	mg/lit
Dureza total	108	108	mg/lit
Silíce total	58.1	60	mg/lit
CO ₂	4	4	mg/lit
Manganeso total	0	0	mg/lit
Calcio total	39.4	40	mg/lit
Magnesio total	7.07	7	mg/lit
Potasio total	1.75	1.97	mg/lit
Sodio total	7.4	10.4	mg/lit
Hierro total	0.42	0.58	mg/lit
Plomo total	0	0	mg/lit
Boro total	0	0	mg/lit
Grasas y aceites	1.68	2.3	mg/lit
N--Nitratos	0.5	0.6	mg/lit
N--Nitritos	0.001	0.004	mg/lit
Cloruros	1.7	1.7	mg/lit
Sulfatos	20	19	mg/lit
Fosfatos	0.007	0.02	mg/lit
Fluoruros	0.35	0.33	mg/lit
Coliformes totales	2480	2740	Col/100 ml
Coliformes fecales	120	140	Col/100 ml

* No determinado

6. ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS DE CAPTACION.

Una vez definido que se utilizará el agua superficial del río Copalita para el abastecimiento del Desarrollo Turístico, el siguiente paso es determinar el tipo de obra de toma a proyectarse.

En este aspecto se consideró que la toma debe ser una estructura tal que permita una operación por gravedad en todo el sistema, reduciendo al mínimo los diversos bombeos que se tienen actualmente. Para ello la estructura se debe proyectar en un sitio que proporcione la carga hidráulica necesaria para este tipo de funcionamiento.

Para definir esta cota de desplante se realizó un primer análisis del funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento propuesto, encontrándose que se requiere una cota piezométrica de 115 m.s.n.m. aproximadamente en el cruce del río Copalita con la Carretera Federal 200, donde se propone ubicar la Planta Potabilizadora.

Ahora bien, para llevar el agua a la cota anterior se tienen diversas alternativas de ubicación de la toma, que corresponden a tener o no bombeo en la captación. Las condiciones extremas de estas variantes son:

- a) Construir la obra de toma sobre el lecho del río Copalita en un sitio cercano a la planta de potabilización, con lo que se tendría que bombear el gasto a una altura aproximada de 100 m.

- b) Construir la toma aguas arriba del sitio donde estará la Planta Potabilizadora para que se tome el agua directamente del río, sin bombeo. En este caso se requiere construir además, dos tuberías de 52 pulgadas de diámetro en una longitud de 17.25 Km sobre el margen derecho del río, para llevar 2.0 m³/s de agua de la toma a la planta potabilizadora.

Con respecto a la obra de toma y de acuerdo con lo visto anteriormente se proponen los siguiente tipos (PLANO 6.1):

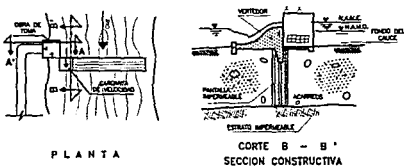
- a) Presa de materiales graduados.
- b) Vertedor.
- c) Galería filtrante.

Las ventajas y desventajas que ofrecen cada una de ellas se mencionan a continuación:

6.1 PRESA DE MATERIALES GRADUADOS.

Se propone una cortina de materiales graduados con corazón impermeable formado por material arcillosos, altura aproximada de 10 a 20 m, con talud aguas arriba 3:4 y 2.5:1, aguas abajo. Las ventajas y desventajas de esta alternativa son:

VERTEDOR

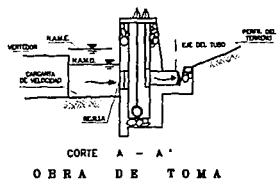


PRESA DE MATERIALES GRADUADOS



GRADOS (m)	H	W
A	300	450
B	30	75
C	200	150
D	30	75

MATERIAL ACEROS
 MATERIAL BLOQUEADOS



CORTE A - A'
OBRA DE TOMA

GALERIA FILTRANTE

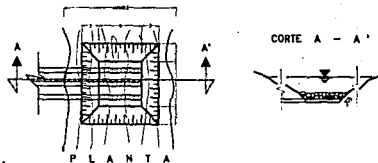


TABLA COMPARATIVA DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA OBRA DE TOMA.

ESTRUCTURAL	VENTAJAS	DESVANTAJAS
PRESA	<ul style="list-style-type: none"> - MENOR CARGA - MENOR CARGA DE OPERACION 	<ul style="list-style-type: none"> - MENOR COSTO - OPERACION COMPLEJA - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO
VERTEDOR	<ul style="list-style-type: none"> - MENOR CARGA DE OPERACION - MENOR CARGA DE OPERACION - MENOR CARGA DE OPERACION - MENOR CARGA DE OPERACION 	<ul style="list-style-type: none"> - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO
OBRA DE TOMA	<ul style="list-style-type: none"> - MENOR CARGA DE OPERACION - MENOR CARGA DE OPERACION 	<ul style="list-style-type: none"> - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO - REQUIERE GRAN CANTIDAD DE TIEMPO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"
 TERCER SEMESTRE
 FAUSTINO DE LUNA CRUZ
 CURSO DE ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS DE CAPTACION
 OBRERA I
 INGENIERÍA CIVIL

VENTAJAS.

- Al provocarse un almacenamiento, la estructura permite la regulación del agua para garantizar el suministro del gasto demandado.
- Obra de toma eficiente y buen control del sistema al disponer de una carga hidráulica mayor.
- Proporciona mayor carga al sistema de distribución respecto a las otras alternativas, beneficiando su funcionamiento por gravedad.

DESVENTAJAS.

- Costos de inversión altos.
- Proceso de construcción complicado y mayor tiempo de ejecución que en las otras alternativas.
- Problemas de afectaciones e indemnizaciones generados por la inundación en la zona de embalse.
- Posibilidad de contaminación al tener el agua estancada.
- Problemas de azolvamiento.

6.2 VERTEADOR.

Estructura que permite un levantamiento del tirante del escurrimiento en el río para dar la carga necesaria, mejorando el funcionamiento de la obra de toma. En este caso el agua no se almacena, sino que se vierte sobre el cuerpo de la estructura.

La estructura propuesta es de tipo Creager de concreto reforzado, con una altura de aproximadamente entre 2 y 4 m, colocada a lo ancho del río.

Para evitar problemas de azolvamiento se propone construir en ella una garganta por la que pasará libremente el agua, provocando la aceleración del flujo y el arrastre de los sedimentos.

Las ventajas y desventajas de esta estructura son:

VENTAJAS.

- Obra de menor inversión que la presa de materiales graduados.
- Proceso constructivo menos complicado y menor tiempo de ejecución que la presa.
- Menor probabilidad de problemas sociales al no haber embalse.
- Menor posibilidad de contaminación de agua al mantenerse el flujo natural.
- Menores problemas de azolvamiento.

DESVENTAJAS.

- Al no haber regulación de agua, la captación está supeditada al volumen que escurre en el momento.
- Proporciona menor carga hidráulica que la presa para el funcionamiento por gravedad del sistema.

6.3 GALERIA FILTRANTE.

Esta estructura tiene funcionamiento semejante al del vertedor, ya que trabaja a partir de una carga sobre la obra de toma, permitiendo que el flujo del agua siga su curso normal. Está constituida por una excavación practicada en el lecho del río, en la cual se vaciarán materiales granulares graduados a base de grava y roca. La zanja se conectará a la obra de toma mediante una batería de tubos que tienen perforaciones en el extremo donde está la excavación, de manera que la carga de agua existente sobre ellos provoca el flujo hacia el otro extremo, donde existe un cárcamo de recepción que descarga al conducto alimentador del sistema.

Las ventajas y desventajas de esta estructura son:

VENTAJAS.

- Obra de poca inversión.

- Proceso constructivo menos complicado y menor de tiempo de ejecución que las otras alternativas.
- Menor probabilidad de problemas sociales al no haber embalse.
- Menor riesgo de contaminación del agua al mantenerse el flujo natural.
- Estructura que disimula su ubicación.

DESVENTAJAS.

- Problemas importantes de azolvamiento.
- La captación está supeditada al volumen y tirante del escurrimiento que pasa en el momento.
- La carga hidráulica que proporciona al sistema para su funcionamiento por gravedad es mucho menor que la que proporcionan las otras estructuras.

6.4 SELECCION.

Considerando que los escurrimientos del río son perennes y en volumen suficiente para proporcionar una carga y gastos adecuados al funcionamiento hidráulico esperado, la estructura seleccionada fué el vertedor, ya que además de la seguridad de un buen funcionamiento, ofrece ventajas económicas.

Las características propias de la nueva fuente de captación hace necesaria una planta de potabilizadora dentro del sistema.

6.5 UBICACION.

La ubicación de la obra de toma depende fundamentalmente de la evaluación económica que se haga de las opciones de tener o no bombeo en la misma. Desde el punto de vista de operación del sistema conviene no tener ningún bombeo, por lo que en este caso todo el sistema trabajará por gravedad y la obra de toma se ubicará en un sitio alto para lograr este funcionamiento.

7. ALTERNATIVAS DE TRAZO Y TIPO DE TUBERIA.

7.1 ALTERNATIVAS DE TRAZO.

Tomando en cuenta todas las consideraciones vistas anteriormente, el trazo de la conducción se condicionó a los siguientes puntos obligados: **obra de toma, planta potabilizadora, tanque de transición (T1) y tanque Santa Cruz (T9).**

De esta manera se plantearon diversas alternativas de trazo en las que se consideraron los siguientes criterios:

- a) El trazo del tramo de tubería entre la obra de toma y la planta potabilizadora se hizo bordeando el río Copalita sobre su margen derecha.
- b) A partir de la planta potabilizadora, el trazo de la línea principal se propuso cerca de la Carretera Federal 200 por la zona alta del Desarrollo, para aprovechar ésta como acceso a las zonas de construcción.
- c) Para utilizar las instalaciones hidráulicas existentes, se propuso conectar la línea anterior con los tanques T1 y T9.
- d) De la línea principal se derivan líneas secundarias que llevan el agua a las zonas de demanda para su distribución.

Las principales alternativas de trazo planteadas se describen a continuación:

1) ALTERNATIVA 1.

En esta alternativa se considera una sola tubería de 58 pulgadas de diámetro en la línea principal, de un tramo de aproximadamente 25.0 Km, comprendido entre la obra de toma y la primera derivación que se localiza en la desviación de la Carretera Federal 200 Costera del Pacífico al poblado de Santa Cruz, donde se construirá un tanque de distribución.

A partir de este tanque se conduce el agua a zonas de demanda de la primera etapa, mediante líneas secundarias, en tres tramos cuyas características principales son las siguientes:

TRAMO	LONGITUD (km)	DIAMETRO (PULGADAS)
COPALITA - SANTA CRUZ	16.50	22 Y 24
SANTA CRUZ - CHACHACUAL	11.32	30,34 Y 42
CHACHACUAL - COYOTE	6.00	30

Entre la primera y la segunda derivación, la línea principal se reduce a una tubería de 48 pulgadas de diámetro con un desarrollo total de 13.40 km. aproximadamente.

En esta segunda derivación, se propone otro tanque de distribución que alimenta a las zonas de demanda de la segunda etapa con tubería de diámetros de 36, 34 y 20 pulgadas, en una longitud total de 11.20 Km.

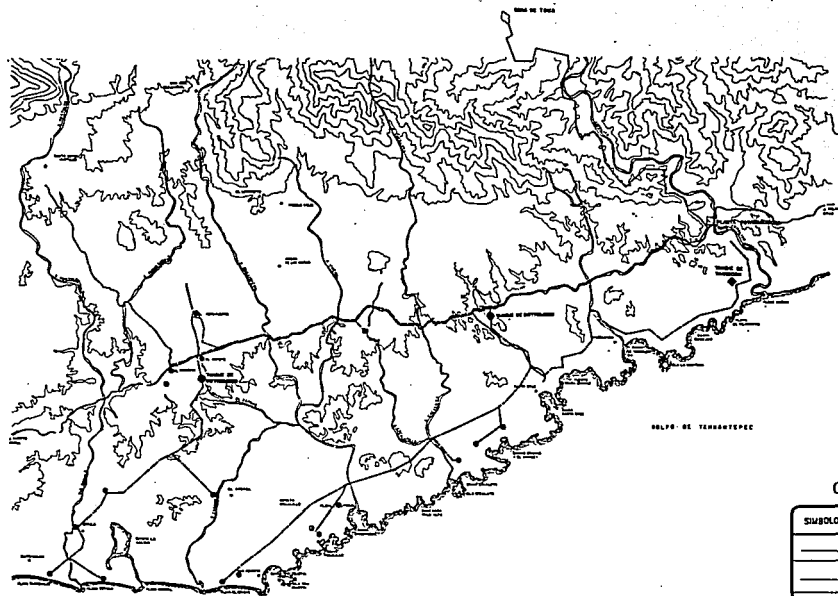
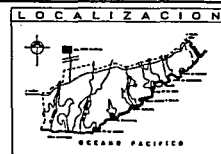
En el plano PLANO 7.1.1, ALTERNATIVA DE TRAZO 1 se ilustra esta opción.

2) ALTERNATIVA 2.

En esta alternativa se propone una línea principal de 38.40 Km. de longitud que se desarrolla desde la obra de toma hasta la zona de El Crucero, siguiendo en un principio los márgenes del río Copalita y posteriormente desarrollándose a un lado de la Carretera Federal 200 para economizar los costos de construcción.

Esta línea se derivará en dos puntos para alimentar a otros tantos tanques elevados que distribuirán el agua a dos zonas: una, entre el Copalita y Chachacual y la otra, entre Riscalillo y Coatonalco.

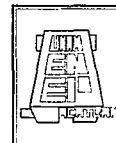
La línea se planea en dos etapas de construcción. Un primer tubo de 42 pulgadas de diámetro y 25 Km., de longitud para transportar un gasto de 913 lt/seg hasta la primera derivación y de 36 pulgadas y 13.40 Km. hasta la segunda, transportando un gasto de 354 lt/seg. La segunda etapa de construcción será idéntica en longitud, diámetro y gasto a la primera y permitirá atender la demanda entre los años 2000 y 2024.



CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA

SIMBOLOGIA	TRAMO	ETAPAS DE CONSTRUCCION	LONGITUD (EN km)	DIAMETRO (EN PULG.)
———	LINEA PRINCIPAL (TOSA - 1a DERIVACION)	UNICA	23.00	36
———	LINEA PRINCIPAL (1a DERIVACION - 2a DERIVACION)	UNICA	13.40	42
———	LINEA 1a DERIVACION (STA. CRUZ - CHACHACUAL)	UNICA	11.32	36
———	LINEA 1a DERIVACION (CHACHACUAL - COYOTE)	UNICA	8.00	30
———	LINEA 2a DERIVACION (ZAPOTE - COATONALCO)	UNICA	11.20	36
———	LINEA EXISTENTE (COPALTA - STA. CRUZ)	EXISTENTE	18.50	24
———				22

O C E A N O P A C I F I C O



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES " A C A T L A N "
FACULTAD DE INGENIERIA
ALTERNATIVA DE TRAZO
INGENIERIA CIVIL ABRIL - 1993

Con respecto a la primera derivación, ésta se ubica en el entronque que comunica la Carretera Federal 200 con la Bahía de Santa Cruz. Está constituida por un tanque de distribución en la cota 105 m.s.n.m., y por 3.4 Km de tubería de 42 pulgadas que conduce un gasto de 1.118 m³/s, la cual se bifurca para alimentar por un lado a la línea existente Copalita-Chachacual-El Coyote (17.32 Km). En estas líneas se pretende aprovechar toda la infraestructura existente, en proceso de construcción y en proyecto.

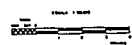
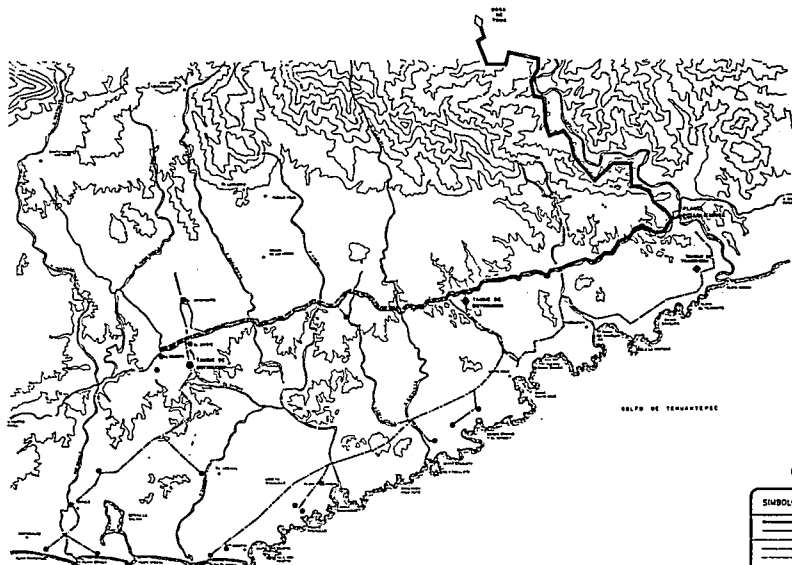
La segunda derivación se ubica en la zona de El Zapote y está constituida por un tanque de distribución en la cota 95.00 m.s.n.m y por una tubería de 11.20 Km de largo, para conducir un gasto de 671 lt/seg.

En el plano PLANO 7.1.2 ALTERNATIVA DE TRAZO 2, se ilustra esta alternativa.

3) ALTERNATIVA 3.

Esta alternativa se basa en lo propuesto en la alternativa 2, mejorando su funcionamiento al unir en dos puntos la línea principal del tramo obra de toma 1ª derivación con la línea existente Copalita-Santa Cruz. De esta forma en este tramos se mejora su funcionamiento hidráulico al formarse dos circuitos.

En el plano PLANO 7.1.3 ALTERNATIVA DE TRAZO 3 se ilustra el trazo de esta opción.



O C E A N O P A C I F I C O

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA

SIMBOLOGIA	TRAMO	ETAPAS DE CONSTRUCCION	LONGITUD (EN km)	DIAMETRO (EN PULG.)
—————	LINEA PRINCIPAL (TOTAL - 1ª DERIVACION)	PRIMERA SECCION	23.00	42
—————	LINEA PRINCIPAL (1ª DERIVACION - 2ª DERIVACION)	PRIMERA SECCION	13.40	38
—————	LINEA 1ª DERIVACION (STA. CRUZ - CHACHACUAL)	UNICA	11.32	42
—————	LINEA 1ª DERIVACION (CHACHACUAL - COYOTE)	UNICA	6.00	30
—————	LINEA 2ª DERIVACION (COYOTE - CHACHACUAL)	UNICA	11.20	34
—————	LINEA EXISTENTE (COSPALTA - STA. CRUZ)	EXISTENTE	14.50	22



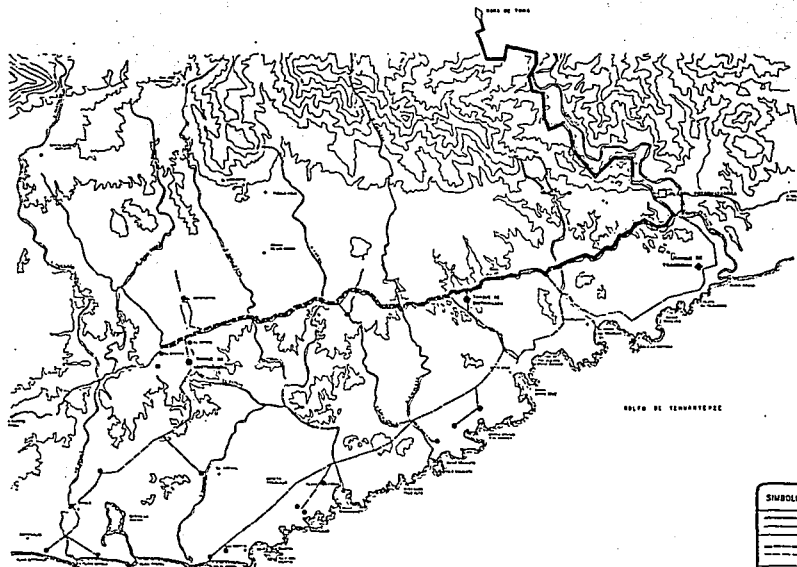
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ACATLAN"

FAUSTINO DE LUNA CRUZ

ALTERNATIVA DE TRAZO 2

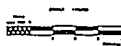
INGENIERIA CIVIL ABRIL - 1993



O C E A N O - P A C I F I C O

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA

SIMBOLOGIA	TRAMO	ETAPAS DE CONSTRUCCION	LONGITUD (EN KM.)	DIAMETRO (EN PULG.)
———	LINEA PRINCIPAL (TONA - 16 DERIVACION)	PRINCIPAL SECUNDA	23.00 23.00	42 42
———	LINEA PRINCIPAL (16 DERIVACION - 34 DERIVACION)	PRINCIPAL SECUNDA	13.40 13.40	34 34
———	LINEA 16 DERIVACION (STA. CRUZ - CHACHADUAL)	UNICA	11.32	42 30
———	LINEA 16 DERIVACION (CHACHADUAL - SOTEOTE)	UNICA	8.00	30
———	LINEA 34 DERIVACION (ZAPOTE - COATLANALCO)	UNICA	11.20	34 20
———	LINEA EXISTENTE (COPALITA - STA. CRUZ)	EXISTENTE	18.50	24 22





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "A C A T L A N"

TÍTULO DE PROYECTO:
FAUSTINO DE LUNA CRUZ

TÍTULO DE TRAZO:
ALTERNATIVA DE TRAZO 3

MATERIA:
INGENIERIA CIVIL ABRIL - 1993

4) ALTERNATIVA 4.

Esta alternativa resultó ser la más conveniente, por lo cual se hará descripción de ella en forma más detallada.

OBRA DE TOMA.

Se ubicará sobre la cota 125 m.s.n.m., aproximadamente a 17.25 Km de la planta potabilizadora.

PLANTA POTABILIZADORA.

Es un elemento importante del sistema, no solo por el aspecto cualitativo del agua ya que de su ubicación depende el funcionamiento por gravedad de todo el conjunto. La cota de desplante no solo condiciona el funcionamiento aguas abajo, sino que determina la elevación y ubicación de la obra de toma. Se desplantará en la elevación 115 m.s.n.m., en una cima próxima al puente Copalita de la Carretera Federal 200.

LINEA PRINCIPAL.

Está diseñada de manera que se aproveche al máximo la infraestructura hidráulica existente. Se proyecta en dos etapas de construcción del

mismo diámetro para disminuir costos de inversión y facilitar la operación del sistema.

Se compone de los siguientes tramos:

a) TOMA (0+000) - PLANTA POTABILIZADORA (17+250).

Tipo de Tubería	Acero
Longitud	17.25 Km
Diámetro	50 pulg. (1.27 m)
Gasto demandado	967 lt/seg.

Este tramo se proyecta siguiendo la margen derecha del río Copalita y permite conducir el agua desde la obra de captación hasta la planta potabilizadora.

b) PLANTA POTABILIZADORA (0+000) - ENTRONQUE (14+716).

Tipo de tubería	Acero
Longitud	14.7 Km.
Diámetro	48 pulg. (1.22 m)
Gasto demandado	967 lt/seg.

Línea que se proyecta con un trazo casi paralelo a la Carretera Federal 200 hasta el kilómetro 11+280 donde se localiza el canal de drenaje pluvial CH - 1B.

A partir de este sitio se separa del camino, cruza el sector U2 y rodeando al H3 se entronca en el Km 14 + 716 con el camino Santa Cruz - Altos de Chachacual, en el sitio que se denomina ENTRONQUE.

c) ENTRONQUE (14+716) - CRUCERO 3 (18+400).

Tipo de Tubería	Acero
Longitud	3.7 Km
Diámetro	40 pulg. (1.02 m)
Gasto demandado	551 l/seg.

Este tramo se proyectó a lo largo del camino Santa Cruz-Altos de Chachacual, en el que existe una tubería de 12 pulgadas en acero que se utilizará de manera provisional para dar servicio de agua potable a este último poblado.

c) CRUCERO 3 (18 + 400) - CRUCERO 4 (28 + 410).

Tipo de tubería	Acero
Longitud	10.00 Km
Diámetro	40 pulg. (1.02 m)
Gasto demandado	544 l/seg.

Tramo de tubería proyectado aproximadamente sobre la cota 85.00 m.s.n.m., que en su punto final conocido como CRUCERO 4 deriva su gasto hacia dos importantes áreas: Zona Aeropuerto-Zapote y Zona Arenal-Chachacual.

e) CRUCERO 4 (28 + 410) - COYULA - COATONALCO (35 + 740).

Tipo de tubería	Acero
Longitud	7.33 Km
Diámetro	30 pulg. (0.76 m)
Gasto demandado	218 l/seg.

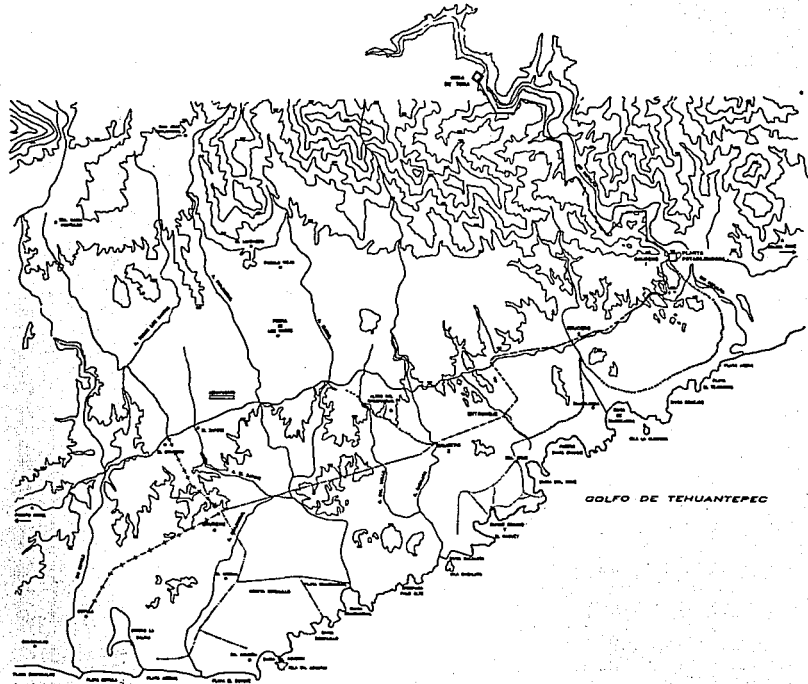
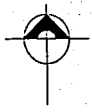
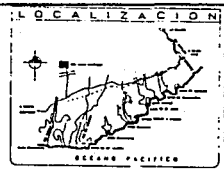
Ultimo tramo de la línea principal que se proyecta para atender a las zonas consideradas para la 2ª etapa de crecimiento.

LINEAS SECUNDARIAS.

Se identifican con este nombre a todas las tuberías existentes y que deben aprovecharse totalmente en el nuevo funcionamiento del sistema.

Principalmente con dos tramos: Copalita-Santa Cruz y Santa Cruz-Cacaluta-Organó-Entrega cuyas características se presentaron en el Capítulo IV.

En el PLANO 7.4 LINEA DE ALIMENTACION GENERAL se presentan la ubicación y las características principales de esta alternativa.



CARACTERISTICAS DE LA LINEA PRINCIPAL

TRAMO	LONGITUD (Km)	CANTIDAD (MOL.)	COSTO (L.P.S.)
LINEA PRINCIPAL (BARRIO DE TITUL - PLANTAS POTIL)	17.00	48	847.00
LINEA PRINCIPAL (PLANTAS POTIL - SINTONQUE)	11.00	48	847.00
LINEA PRINCIPAL (SINTONQUE - CRUCEO 3)	5.70	48	847.00
LINEA PRINCIPAL (CRUCEO 3 - CRUCEO 4)	16.00	48	847.00
LINEA PRINCIPAL (CRUCEO 4 - OPIALA - SINTONQUE)	2.30	20	314.00

NOTA: SE CALCULARON 2 TRAMOS DEL MANEJO NEGADO EN 2 ETAPAS

GASTOS DE OPERACION EN L.P.S. EN FUNCION DE LA CAPACIDAD HOTELERA

TRAMO	AÑO							
	1981	1982	1983	1984	1985	2000	2005	2010
LINEA PRINCIPAL (BARRIO DE TITUL - PLANTAS POTIL)		876.00	794.25	800.00	806.15	812.00	817.00	822.00
LINEA PRINCIPAL (PLANTAS POTIL - SINTONQUE)		876.00	794.25	800.00	806.15	812.00	817.00	822.00
LINEA PRINCIPAL (SINTONQUE - CRUCEO 3)		81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20	81.20
LINEA PRINCIPAL (CRUCEO 3 - CRUCEO 4)		873.10	873.10	873.10	873.10	873.10	873.10	873.10
LINEA PRINCIPAL (CRUCEO 4 - OPIALA - SINTONQUE)						87.37	110.10	132.10
LINEA PRINCIPAL (OPIALA - SINTONQUE)								
LINEA PRINCIPAL (SINTONQUE - CALAPALA - SINTONQUE)	180.00	464.75	464.75	470.00	464.00	460.00	455.00	450.00
LINEA PRINCIPAL (SINTONQUE - CALAPALA - SINTONQUE)	180.11	479.00	479.00	479.00	479.00	479.00	479.00	479.00
LINEA PRINCIPAL (CRUCEO 3 - ALTO DE SINTONQUE)		4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57
LINEA PRINCIPAL (CRUCEO 4 - SINTONQUE - SINTONQUE)	2.37	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
LINEA PRINCIPAL (CRUCEO 4 - SAN JERONIMO - SINTONQUE)		30.11	30.11	30.11	30.11	30.11	30.11	30.11
COSTO TOTAL OPERACION	100.00	270.77	270.77	270.00	266.15	262.00	257.00	252.00

NOTA: LOS FACTORES DEER PROPORCIONALES A FINALES DE CADA AÑO
* COSTO QUE SE PROPORCIONAN CON POCOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "A C A T L A N"

FACULTAD DE INGENIERÍA

FANSTINO DE LINEA CRUZ

PLANO 7-4

LINEA DE ALIMENTACION GENERAL

CATEDRA: INGENIERIA CIVIL ABRIL - 1983

7.2 TIPOS DE TUBERIAS.

Para determinar el tipo de tubería que se utilizará en el proyecto, se realizó un análisis multicriterio que consistió en calificar a los tubos de acuerdo con sus características técnicas, de instalación, operación, mantenimiento y costos.

Los tubos analizados fueron de acero, polietileno de alta densidad, concreto reforzado, asbesto - cemento y P.V.C

Los resultados de este análisis se presentan en la CUADRO 7.1. y en ella se destaca como el mejor tubo el de acero, con 946,30 puntos.

Las calificaciones se asignaron sobre la base de 100 puntos por parámetro analizado para la tubería que conjuntara la mejor opción y se disminuyó en forma proporcional para el resto de los tubos.

Así mismo, se ponderó cada uno de los parámetros considerados de acuerdo con la importancia que tienen en la instalación y funcionamiento de las líneas.

Los detalles tomados en cuenta en este análisis se presentan a continuación.

TABLA 7.1 : ANALISIS MULTICRITERIO DE DIVERSOS TIPOS DE TUBERIAS

PARAMETROS	TIPO DE TUBERIA					CALIFICACION			FACTOR DE PESO
	ACERO	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	ASBESTO CEMENTO	CONCRETO REFORZADO	P.V.C. HIDRAULICO	ACERO	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	CONCRETO REFORZADO	
COSTO	87	30	*	100	*	78.3	27.0	90.0	90.00%
RUGOSIDAD	80	100	*	66	*	56.0	70.0	46.2	70.00%
PRESION DE TRABAJO	100	18	*	51	*	100.0	18.0	51.0	100.00%
VIDA UTIL	100	50	*	75	*	90.0	45.0	67.5	90.00%
COLOCACION Y MANEJO	80	100	*	40	*	68.0	85.0	34.0	85.00%
RESISTENCIA AL INTEMPERISMO	100	60	*	60	*	70.0	42.0	56.0	70.00%
MANTENIMIENTO	100	100	*	70	*	60.0	60.0	42.0	60.00%
DIMENSIONES DE TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES	100	90	*	100	*	60.0	54.0	60.0	60.00%
DISPONIBILIDAD	100	80	*	100	*	70.0	56.0	70.0	70.00%
HERMETICIDAD	100	90	*	80	*	100.0	90.0	80.0	100.00%
DEFLEXIONES	90	100	*	60	*	54.0	60.0	36.0	60.00%
OBRAS ADICIONALES	80	100	*	40	*	60.0	75.0	30.0	75.00%
RESISTENCIA A IMPACTOS	100	70	*	80	*	80.0	56.0	64.0	80.00%
RESULTADOS						946.3	738.0	726.7	PUNTOS

NOTA : LAS TUBERIAS DE ASBESTO-CEMENTO Y P.V.C. HIDRAULICO QUEDAN FUERA POR LIMITACION DE DIAMETROS

ANALISIS MULTICRITERIO DE DIVERSOS TIPOS DE TUBERIA

1. TUBERIA DE ACERO.

1. COSTO.

- Costos de adquisición a precio de lista.

Los precios no incluyen IVA y son de Septiembre de 1991.

DIAMETRO 36"	(5/16" espesor)	API-5L	B	\$ 387,321/m
DIAMETRO 42"	(3/8" espesor)	API-5L	B	\$ 824,478/m
DIAMETRO 48"	(3/8" espesor)	API-5L	B	\$ 942,989/m
DIAMETRO 54"	(3/8" espesor)	API-5L	B	\$ 1'417,051/m

2. RUGOSIDAD.

-Tubo liso Acero soldado.

C = 120 (Hazen - Williams).

n = 0.012 (Manning).

3. PRESION DE TRABAJO.

- Alta capacidad de carga a presiones positivas que disminuye conforme aumenta el diámetro.

- Posibles problemas de colapso bajo presiones negativas, sobre todo en tubos de diámetros grandes con espesores (problema que se resuelve con la instalación de válvulas de admisión y expulsión de aire).

DIAMETRO (pulg.)	PRESION DE TRABAJO (kg/cm ²)
36	17.00 - 48.00
42	16.00 - 41.00
48	14.00 - 36.00
54	11.00 - 31.00

4. VIDA UTIL.

- Este material es muy duradero y resistente, siendo su vida útil del orden de 80 a 90 años.

5. COLOCACION.

- Se requiere de equipo pesado debido a su peso y a las longitudes en que se puede suministrar. Este equipo consiste fundamentalmente en malacates y cargadores.

DIAMETRO (pulg.)	PESO (kg/ml)
36	176.52
42	247.74
48	283.35
54	319.90

- A pesar de que su peso específico es grande (7.6 ton/m^3), su peso por metro no es demasiado elevado, debido a lo delgado de sus espesores.
- El manejo e instalación no es fácil.
- Costo de transporte e instalación. Aproximadamente un 60% del costo de adquisición.

6. RESISTENCIA AL INTEMPERISMO.

- Se requieren juntas de dilatación para absorber los cambios de temperatura debido a la rigidez del tubo, aunque éstas pueden ser muy espaciadas (a cada 800 m).
- Es susceptible a la corrosión y se requieren de recubrimientos epóxicos o similares, los cuales pueden también ayudar a mejorar la rugosidad.
- Se pueden producir incrustaciones.
- Es resistente al vandalismo.
- Costo por recubrimiento. Aproximadamente un 20% del costo de adquisición.

7. MANTENIMIENTO.

- Puede requerir de limpieza ante efectos corrosivos.
- En el caso en que se le aplique recubrimiento, se podría prescindir del mantenimiento.

8. DIMENSIONES DE TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES.

- Diámetros comerciales: 6" a 80" (TUMEX, S.A.).
- Piezas especiales prefabricadas: 12" a 84" (TUMEX, S.A.).

9. DISPONIBILIDAD.

- Es un producto que se fabrica en México.
- Existen diversas fábricas (TUBACERO, TUMEX, etc.)
- Las entregas se hacen en 30 días aproximadamente.

10. UNIONES.

- Las uniones se hacen a base de soldadura.
- Se requiere de equipo de soldadura y planta eléctrica.
- Se requiere de personal especializado.
- Uniones seguras y resistentes.

11. DEFLEXIONES.

- Se pueden dar todas las que requiera el trazo a base de pequeños tramos de tubería. Entre dos tubos largos se hacen por medio de cortes diagonales en las uniones.
- Considerar por estos trabajos un costo del 20% del precio de adquisición.
- Actualmente existen aceros dúctiles que permiten deflexiones pequeñas en el propio tubo, lo cual disminuye este costo.

12. OBRAS ADICIONALES.

- Se requiere de un área de trabajo grande (aproximadamente una franja 12 m de ancho) aledaña a la zanja donde se instalará la tubería.

13. RESISTENCIA A IMPACTOS.

- Alta resistencia a cargas dinámicas (empuje en cambios de dirección, golpe de ariete, etc.)
- Alta resistencia a cargas externas (vehículos, etc.), lo que permite ahorros en excavación de zanjas al disminuir los colchones mínimos.

II. TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

1. COSTO.

- Costos de adquisición a precio de lista.

Los precios no incluyen el IVA y son de Septiembre de 1991.

DIAMETRO	36"	(53.8 mm espesor)	RD-17	\$1'748,057/m
DIAMETRO	42"	(62.7 mm espesor)	RD-17	\$2'320,276/m
DIAMETRO	48"	(70.5 mm espesor)	RD-17	\$2'935,908/m
DIAMETRO	54"	(82.7 mm espesor)	RD-17	\$3'896,628/m

2. RUGOSIDAD.

- Tubo liso.
C = 150 (Hazen - Williams)
n = 0.009 (Manning)

3. PRESION DE TRABAJO.

- Capacidad de carga a presiones positivas suficiente para las características del proyecto, la cual disminuye al aumentar el diámetro.
- Posibles problemas de colapso bajo presiones negativas, los cuales se resuelven con la instalación de válvulas de admisión y expulsión de aire.

DIAMETRO (pulg.)	PRESION DE TRABAJO (kg/cm²)
36	7.40
42	7.40
48	7.40
54	5.60

4. VIDA UTIL.

- Considerablemente larga, del orden de 60 años.

5. COLOCACION Y MANEJO.

- Requiere de equipo ligero y manual debido a su peso. Este equipo es fundamentalmente, un carro alineador y herramienta manual. El carro solo requiere de 2.50 m de ancho para que circule.

DIAMETRO (pulg.)	PESO (kg/ml)
36	148.235
42	194.100
48	245.600
54	269.621

- Material relativamente ligero de fácil manejo e instalación (peso específico de 0.955 a 0.957 ton/m³).
- Costo de instalación. Aproximadamente 20% de costo de adquisición.

6. RESISTENCIA AL INTEMPERISMO.

- Tubería susceptible a variaciones de temperatura (para la zona de Huatulco se debe considerar que la tubería no debe estar expuesta al medio ambiente).
- Alta resistencia a la corrosión.
- Poca resistencia al vandalismo, por lo que se requiere protegerla.

7. MANTENIMIENTO.

- No requiere de mantenimiento.

8. DIMENSIONES DE TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES.

- Diámetros comerciales: 3" a 54" (DRISCOPIPE)
- Existen piezas especiales prefabricadas en el mercado, pero en general requiere de pocos codos, ya que es muy flexible y las deflexiones las puede absorber el tubo.
- La longitud comercial disponible máxima de los tubos es de 12.20 m, pero puede fabricarse hasta de 14.40 m (48 pies) (DRISCOPIPE).

9. DISPONIBILIDAD.

- Las fábricas nacionales no manejan diámetros grandes. El diámetro máximo que se fabrica es de 48 pulgadas.
- Existen en el país distribuidores de productos norteamericanos que sí cuentan con diámetros grandes.
- Las entregas se realizan en un lapso de 1 a 2 meses.

10. UNIONES.

- Se llevan a cabo por termofusión. El trabajo se puede hacer en la zanja o fuera de ella, lo cual proporciona ventajas.
- Las uniones son monolíticas y resistentes.
- El costo de unión no es elevado.
- El trabajo de unión es sencillo.

11. DEFLEXIONES.

- Debido a su flexibilidad se pueden dar con el mismo tubo los cambios de dirección, conservando un radio de curvatura mínimo de 15 veces el diámetro.

12. OBRAS ADICIONALES.

- Se requiere un área paralela a la zona de trabajo de aproximadamente 12 m. de ancho.

13. RESISTENCIA A IMPACTOS.

- Baja resistencia a cargas dinámicas (golpe de ariete) por lo que se debe considerar una sobrepresión en el diseño.
- Adecuada resistencia bajo cargas externas (vehiculares, etc.), por lo que permite tener ahorros en excavación de zanjas (colchones mínimos).
- Costo por sobrepresión. Aproximadamente un 20% del costo de adquisición.

III. ASBESTO - CEMENTO.

1. COSTO.

- Costos de adquisición a precio de lista.

Los precios no incluyen IVA y son de Septiembre de 1991.

DIAMETRO	36"	CLASE A-7	\$590,434/m
----------	-----	-----------	-------------

2. RUGOSIDAD.

- Tubo liso.
C = 140 (Hazen - Williams)
n = 0.010 (Manning)

3. PRESION DE TRABAJO.

- Capacidad de carga adecuada para las condiciones del proyecto, pero limitada a diámetros pequeños.

DIAMETRO (pulg.)	PRESION DE TRABAJO kg/cm²
3 - 36	5.00 - 14.00

4. VIDA UTIL.

- Media, de aproximadamente 20 años.

5. COLOCACION Y MANEJO.

- Instalación que no requiere equipo especializado, aunque por sus características es un material expuesto a fallas durante este proceso.

DIAMETRO (pulg.)	PESO (kg/m)
36	277.00 - 403.00

- Se produce en largos hasta de 5 m.
- Material semipesado, cuyo manejo y colocación se puede dificultar para tubos largos (peso específico = 1.65 ton/m³).

6. RESISTENCIA AL INTEMPERISMO.

- Buena resistencia al intemperismo (variaciones de temperatura, corrosión, etc.).
- Baja resistencia al vandalismo.
- Últimamente, su uso no se recomienda debido a la salud de los usuarios.

7. MANTENIMIENTO.

- No requiere mantenimiento.

8. DIMENSIONES DE TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES.

- Limitación en el diámetro de los tubos, el máximo es de 36 pulgadas.
- Existe gran variedad de piezas especiales.

9. DISPONIBILIDAD.

- Es un producto que se fabrica en México.
- Disponibilidad inmediata.

10. UNIONES.

- Las uniones se realizan mediante un sistema de coples con juntas de hule.
- Trabajo sencillo.
- Uniones herméticas y seguras.

11. DEFLEXIONES.

- Amplias posibilidades de tomar deflexiones debido a las juntas.
- Deflexiones desde 1 a 7 grados para tomar con los tubos.

12. OBRAS ADICIONALES.

- Se requiere un área de trabajo paralela a la zanja de 3 a 5 m. de ancho.

13. RESISTENCIA A IMPACTOS.

- Baja resistencia a cargas dinámicas (empujes en cambios de dirección, golpe de ariete), por lo que se requiere considerar una sobrepresión en el diseño y el uso de atraques en los cambios de dirección.
- Baja resistencia a cargas externas que obliga a enterrar el tubo y dejar un colchón mínimo de 0.90 m., a 1.20 m., dependiendo del diámetro.

IV. CONCRETO REFORZADO.

1. COSTO.

- Costos de adquisición a precio de lista.

Los precios no incluyen IVA y son de Septiembre de 1991.

DIAMETRO	30"	ASTM	IV	C.C.	III	ALTA RESISTENCIA	\$ 320,735/m
DIAMETRO	36"	ASMT	IV	C.C.	III	ALTA RESISTENCIA	\$ 487,255/m
DIAMETRO	42"	ASTM	IV	C.C.	III	ALTA RESISTENCIA	\$ 699,660/m
DIAMETRO	48"	ASTM	IV	C.C.	III	ALTA RESISTENCIA	\$ 857,325/m
DIAMETRO	55"	ASTM	IV	C.C.	III	ALTA RESISTENCIA	\$ 1'334,575/m

2. RUGOSIDAD.

- Tubo liso.

C = 120 (Hazen - Williams)

n = 0.011 (Manning)

3. PRESION DE TRABAJO.

- Adecuada para las necesidades del proyecto, varía de 6.2 a 21 kg/cm².

4. VIDA UTIL.

- Larga, aproximadamente de 60 años.

5. COLOCACION Y MANEJO.

- Costo alto y proceso complicado ya que por su peso y volumen requiere de equipo pesado, como grúa y malacates.

DIAMETRO (pulg.)	PESO (kg/cm)
30	539.89
36	736.22
42	850.51
48	1140.18
55	1149.35

- Se proporciona en largos de 7 m.
- Material pesado (peso específico = 2.4 ton/m³)

6. RESISTENCIA AL INTEMPERISMO.

- Alta resistencia al intemperismo (variación de temperatura, corrosión, incrustaciones, etc.).

7. MANTENIMIENTO.

- No requiere de mantenimiento.

8. DIMENSIONES DE TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES.

- Diámetros desde 30" a 82".
- Gran variedad de piezas especiales.

9. DISPONIBILIDAD.

- Producto fabricado en México.
- Buena disponibilidad.

10. UNIONES.

- Se realizan a base de junta macho y campana, con un anillo de hule calafateado.
- Trabajo poco sencillo.
- Uniones herméticas y seguras.

11. DEFLEXIONES.

- La junta flexible permite deflexiones angulares y lineales que varían entre 0.5 y 1 grado las primeras y entre 15 y 20 mm, las segundas. Por esto se concluye que son piezas muy rígidas en trazo.

12. OBRAS ADICIONALES.

- Requiere de una franja paralela a la zanja de un ancho considerable para su instalación, aproximadamente de 18 a 20 m.

13. RESISTENCIA A IMPACTOS.

- Resistencia limitada a impactos.
- Se deben considerar sobrepresiones por golpe de ariete y atraques en cambios de dirección.

V. P.V.C. HIDRAULICO.

1. COSTO.

- Costos de adquisición a precio de lista. Los precios no incluyen IVA y son de Septiembre de 1991.

DIAMETRO	8"	CLASE 7	\$ 76,900/M
DIAMETRO	12"	CLASE 7	\$ 147,300/M

2. RUGOSIDAD.

- Tubo liso
C = 150 (Hazen - Williams)
n = 0.009 (Manning)

3. PRESION DE TRABAJO.

- Rangos adecuados: Para RD (Relación diámetro exterior a espesor de pared) se tiene:

RD	PRESION DE TRABAJO (kg/cm ²)
26.0	11.2
32.5	9.1
41.0	7.1
64.0	4.5

- Posibles problemas de colapso bajo presiones negativas.

4. VIDA UTIL.

- Larga, de aproximadamente 40 años.

5. COLOCACION Y MANEJO.

- Material de fácil manejo y colocación debido a su bajo peso específico (1.4 ton/m³)

6. RESISTENCIA AL INTEMPERISMO.

- Gran resistencia a la corrosión y al ataque de microorganismos.
- Susceptible ante las variaciones de temperatura, por lo que se recomienda no exponerlo a los rayos del sol.

7. MANTENIMIENTO.

- No requiere de mantenimiento.

8. DIMENSIONES DE TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES.

- Limitación en el tamaño de los tubos, el diámetro máximo es de 12".
- Existe gran variedad de piezas especiales.

9. DISPONIBILIDAD.

- Producto que se fabrica en México.
- Buena disponibilidad.

10. UNIONES.

- Las uniones son sencillas. Se hacen a base de un anillo de hule o mediante un cementante.

11. DEFLEXIONES.

- Las deflexiones se logran mediante piezas especiales y en las uniones de tubos se pueden considerar pequeñas deflexiones bajo ciertas limitantes.

12. OBRAS ADICIONALES.

- Se requiere poco espacio para su instalación aproximadamente una franja paralela a la excavación de un ancho de 5 m.

13. RESISTENCIA A IMPACTOS.

- Poca resistencia a fuerzas dinámicas (golpe de ariete) y a cargas externas (por lo que se debe considerar un colchón mínimo de 1.00 m).

CONCLUSIONES:

La conclusión del análisis del funcionamiento actual en el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las Bahías de Huatulco, es la siguiente:

- El sistema de captación de agua subterránea funciona en forma deficiente, no se pueden hacer mejoras importantes que permitan extraer un gasto mayor del obtenido.
- Se concluye que la mejor opción para abastecer en forma eficiente el centro turístico resulta de obtener el agua del escurrimiento superficial, haciéndolo en cantidad adecuada. Para la calidad es necesario potabilizar el agua.
- La capacidad de la línea de conducción actual es insuficiente para los nuevos requerimientos.
- Las numerosos estaciones de bombeo que se presentan en el sistema hacen muy complicada la operación, además de los altos costos que ocasionan.
- Se propone un sistema de abastecimiento que funcione por gravedad y que el trazo se haga por las zonas altas. Con esto se busca evitar bombeos y utilizar la infraestructura hidráulica existente.
- El material óptimo para el sistema de distribución es el acero.
- El sistema de distribución propuesto se compone de dos líneas de conducción paralelas a construirse en dos etapas. Una de ellas para la primera etapa, que es la actual y otra que se construirá en la segunda etapa a plazo mediano

B I B L I O G R A F I A .

- SOTELO AVILA GILBERTO. " HIDRAULICA GENERAL ". TOMOS I Y II. EDITORIAL LIMUSA. MEXICO 1982.
- M. HANIF, CHAUDRY, PH.D. " APPLIED HYDRAULIC TRANSIENTS ". EDITORIAL VAN NOSTRAND REINHOLD, 1979.
- STREETER, VICTOR AND WYLIE E. BENJAMIN. " HYDRAULIC TRANSIENTS ". EDITORIAL McGRAW-HILL, 1967.
- RAY K. LINSLEY, JOSEPH B. FRANCINI. " INGENIERIA DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS ", TRADUCIDO POR EL ING. AGRO. GUILLERMO A. FERNANDEZ DE LARA. EDITORIAL C.E.C.S.A. PRIMERA EDICION EN ESPAÑOL 1984.
- APARICIO MIJARES, FRANCISCO. " FUNDAMENTOS DE HIDROLOGIA DE SUPERFICIE ". EDITORIAL LIMUSA, MEXICO 1989.
- CHOW, V. T. " HANDBOOK OF APPLIED HYDROLOGY ". EDITORIAL McGRAW-HILL, 1964.
- " PLAN DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACION DE BAHIAS DE HUATULCO, OAXACA. ". FONDO NACIONAL DEL FOMENTO AL TURISMO. BAHIAS DE HUATULCO, OAX. MEX. 1991.