



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
POBLADO "LA CONCEPCION - XOCHICUAUTLA"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

MANUEL ALEJANDRO ANGUAS OROZCO



MEXICO, D. F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Lerma





UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: MANUEL ALEJANDRO

ANGUAS OROZCO

FECHA: 09/ Agosto / 2004

FIRMA: _____

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/068/00

Señor
MANUEL ALEJANDRO ANGUAS OROZCO
Presente

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

"SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE HUITZILAPAN-XOCHICUAUTLA"
Poblado de "La Concepción Xochicuautla"

- INTRODUCCION
- I. SITUACION VIGENTE EN EL PAIS
- II. ANTECEDENTES
- III. DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA
- IV. PLANEACION
- V. ANALISIS FINANCIERO
- VI. PROCESO CONSTRUCTIVO
- VII. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 26 de junio de 2000.
EL DIRECTOR

M. C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

Manuel A. Anguas Orozco
L. Zarate
[Signature]

Agradecimientos

“Y aunque mi universo esté conformado por más que una sucinta cofradía, no he podido dar cabida al innumerable listado de parentela, personas, prójimos, individuos y personajes que directa o indirecta hicieron posible la culminación de esta obra, así que trataré de no desdeñar a nadie”.

Ing. Federico Alcaraz, mi profesor y director de esta tesis.

Un agradecimiento especial al Dr. Luis Marín, por todo su apoyo incondicional.

a mi Padre,

a mi Madre,

Carlos, Catalina y Rodrigo.

A mis dos abuelas y mi abuelo, tías, tíos, primos y primas (y demás familiares que pululan).

Ericka, gracias por todo tu apoyo.

Y una mención especial a la parte garbosa de este universo:

A los Eméritos Ingenieros Aniceto Robles, Doroteo Arango y Clancy Wiggum

a Punch, El gordo, La Toña, El mono, El garras, El mollete, El Chuky, La vaca, Pillin, El narco, Cebú, Cacalina, La martame, Termita, El pichi, Gañardo, El cagua, Bizcus, Santos, Grecia, El Camello, La Morucha, Rulo, Campillo, Pato, ...

Índice General

Introducción

I.- Situación Hidráulica	7
I.1 <i>Programas</i>	7
I.2 <i>Calidad</i>	10
I.2.1 <i>Servicio y distribución</i>	11
I.2.2 <i>Agua</i>	13
I.3 <i>Agua potable y desarrollo sustentable</i>	15
II.- Descripción del Sistema	21
II.1 <i>Conveniencia de la obra</i>	21
II.2 <i>Descripción de la región Huitzilapan-Xochicuatla</i>	23
II.2.1 <i>Categoría política</i>	23
II.2.2 <i>Situación geográfica</i>	23
II.2.3 <i>Clima</i>	24
II.2.4 <i>Aspecto topográfico</i>	25
II.2.5 <i>Hidrografía</i>	25
II.2.6 <i>Comunicaciones</i>	25
II.2.7 <i>Aspecto de la región</i>	25
II.2.8 <i>Situación socio – económica</i>	26
II.2.9 <i>Servicios públicos existentes</i>	26
II.2.10 <i>Descripción del sistema actual de agua potable</i>	27
III.- Diseño Hidráulico del Sistema	29
III.1 <i>Antecedentes</i>	31
III.2 <i>Datos básicos del diseño</i>	32
III.3 <i>Parámetros del proyecto</i>	32
III.4 <i>Datos de Población</i>	32
III.5 <i>Determinación de los gastos de proyecto para las líneas de interconexión</i>	33
III.6 <i>Análisis de capacidad de regulación del proyecto</i>	35
III.7 <i>Resumen de la capacidad de regulación</i>	41
III.8 <i>Redes de distribución</i>	41
III.9 <i>Diseño de cruceros</i>	47

IV.- Planeación	48
IV.1 <i>Cálculo de crecimiento poblacional</i>	50
IV.2 <i>Programa de obra</i>	53
IV.2.1 <i>Diagrama de Gantt</i>	53
IV.3 <i>Proforma de egresos</i>	54
V.- Análisis Financiero	57
V.1 <i>Evaluación económico-financiera del proyecto</i>	57
V.1.1 <i>Tasa media de rendimiento</i>	59
V.1.2 <i>Plazo de amortización</i>	60
V.1.3 <i>Valor neto actualizado</i>	60
V.1.4 <i>Relación beneficio/costo</i>	61
V.2 <i>Concepto de vida útil</i>	62
VI.- Proceso Constructivo	65
VI.1 <i>Mecánica de Suelos</i>	66
VI.2 <i>Despalme</i>	67
VI.3 <i>Zanjas</i>	68
VI.3.1 <i>En material tipo A y B</i>	68
VI.3.2 <i>En material tipo C</i>	69
VI.4.1 <i>Pegue de tuberías</i>	72
VII.- Conclusiones	74
Literatura Citada	76
Anexos	79

Introducción

Durante mucho tiempo se ha mitificado la idea de la riqueza desmesurada que posee nuestro país, y donde existe la gran paradoja por nuestra gran pobreza ante la presencia de diversidad en recursos naturales; de hecho, no es que no existan, sino que la explotación irracional y la falacia de los infinitos recursos, aunado a la mala estrategia, corrupción, explosión demográfica, y el crecimiento constante de las grandes urbes con éxodos poblacionales masivos, la han mermado de una manera muy importante.

Y es que, ante lo inverosímil de las grandes carencias exhibidas en el territorio nacional, pareciese que se maquina de manera peyorativa hacia las clases mas marginadas o de tipo autóctono, siendo casi una constante autoritaria en nuestro país. Y es que en cierta manera es una realidad yuxtapuesta, es decir, que si bien siempre ha existido el relegado sociocultural, no es común aunar otros factores determinantes como lo es la geografía del país, donde se observan datos como: el 85% de la orografía es abrupta (exceptuando la península de Yucatán y llanuras del E y NO), con un 13% de superficie estrictamente cultivable¹, el 74% de sus habitantes asentados por arriba de los 500 m.s.n.m. y un 85% de disponibilidad de agua por debajo de esta cota².

Estos datos podrían dilatar, en cierta forma, la idiosincrasia o creencia en la falta de acción de la Federación hacia los problemas que nos han acaecido durante décadas, pero no es una manera de redimir o justificar la falta de acción, ya que en nuestra Carta Magna se encuentra asentada la obligación para con el pueblo del gobierno, en su artículo 27, párrafo tercero, donde hace mención *el derecho de imponer la regulación para el aprovechamiento de los bienes naturales de una manera equitativa, para el mejoramiento de la vida de la población rural y urbana*. Así mismo, en su fracción VII, párrafo tercero, menciona: *regulará el aprovechamiento de tierras, bosques y aguas de uso común y la provisión de acciones de fomento necesarias para elevar el nivel de vida de sus pobladores*; en donde la exégesis de este artículo es sumamente explícita para el compromiso con la sociedad.

Este compromiso conlleva un desarrollo sustentable, que es *la forma en que el ser humano, organizado en grupos o en forma individual, toma de la naturaleza los recursos necesarios para su supervivencia en un grado que supera los procesos naturales y que responde a sus propias necesidades*³.

El presente trabajo puntualiza en el recurso agua, que presenta una importancia innegable en el desarrollo de cualquier tipo de vida y sociedad, y que para el ser humano ha representado un factor determinante en el avance de todas sus grandes civilizaciones.

¹ Almanaque mundial 1998, "Geografía de México". pag. 399 (1998)

² Enrique César Vázquez. Abastecimiento de agua potable. pag 3 (1994)

³ Luis Marín y Oscar Escolero. "Inorganic Water Quality Monitoring Using Specific Conductance in Mexico" (1998).

Actualmente el desarrollo de sistemas de suministro de agua potable, alcanza una complejidad relevante, integrando factores sumamente complejos, realizando estudios de hidrología y geohidrología de forma perenne para mantener o ampliar los sistemas, además de requerir proyectos de inversión para suministro, que incorpora obras de captación, conducción, tratamiento, regulación y distribución. Todas las obras necesarias para cubrir la creciente demanda, llegan a ser insuficientes por la carencia de presupuesto y la constante de crecimiento poblacional. Esto ha ocasionado un gran aletargamiento en el desarrollo y mantenimiento de las redes de distribución y sistemas de bombeo.

Con la presente tesis se pretende analizar el caso particular del proyecto "Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Huitzilapan-Xochicuautla" en su fracción "La Concepción-Xochicuautla", donde fue ejemplo de una de tantas comunidades sumamente apartada y con una gran altitud con respecto al nivel del mar, representando de los mayores retos en las administraciones actuales.

En el Capítulo Primero, se hace un escueto estudio sobre la situación actual en materia de desarrollo hidráulico, como son las estrategias de seguimiento, plan nacional, situación de recursos, y alcances en materia de suministro a mediano y largo plazo.

En el Segundo Capítulo, se plantea los escenarios del caso en particular a tratar, en materia de abastecimiento de agua potable, y en el Capítulo Tercero se expone toda la metodología para el diseño del sistema.

El Capítulo Cuarto expone la necesidad de la planeación del proyecto para su ejecución, para proceder a la elaboración de los procesos administrativos y financieros en el Quinto.

En el Sexto, presento mecanismos empleados en los procesos constructivos, que cabe aclarar para este caso en particular, no se tenía contemplada su ejecución física en una fecha determinada por la falta de presupuesto.

Por último, realizo mis comentarios a cerca del proyecto, así como una crítica constructiva, procurando siempre mantener una imparcialidad y objetividad ante la situación nacional en materia de agua potable.

I. Situación Hidráulica

I.1 Programas

Los problemas que nos acaecen actualmente en la distribución de agua, se han generado por factores de muy diversa índole, que abarcan desde la explosión demográfica, errores en planeación, contaminación, falta de mantenimiento e inclusive nuestra propia situación geográfica, fundamentalmente dada por la heterogénea disponibilidad con que contamos en el Territorio Nacional.

Este último hecho está constatado en las condiciones orográficas y de latitudes en las que se encuentra México, ya que hacen que la distribución de las precipitaciones sea de forma muy irregular. En el país se precipitan 777mm anuales promedio, equivalentes a 1522 km³, de los cuales 72% se pierde por evapotranspiración, y de este total el 60% se presenta en el 20% del territorio ubicado en el sureste, contra el 2% de la precipitación en el norte del país, nos encontramos en una situación que no podríamos considerar la más idónea⁴.

En resumen tendríamos que el promedio *per cápita* de un mexicano es cerca de 5000 litros anuales, contra el doble de un estadounidense y la veintena de un canadiense.⁵

Otro ejemplo de esta heterogeneidad es que con respecto a la distribución de lluvia *versus* población, la cuarta parte se encuentra asentada en altitudes superiores a los dos mil metros, con una disponibilidad del 4% del escurrimiento superficial; en cambio con una población similar a la anterior, por debajo de los quinientos metros, se cuenta con el 50% del escurrimiento total⁶, como se puede observar en la siguiente figura.

Precipitación pluvial media anual



⁴ Laura Arriaga y Verónica Aguilar. *Aguas continentales y diversidad biológica en México*. pag.10 (2000).

México es uno de los países que cuenta con un precedente muy vasto en el suministro y distribución del agua potable, en donde se han desarrollado grandes estructuras de carácter hidráulico y que representa el mejor vestigio de toda la base empírica y teórica con que se cuenta en el rubro.

Es viable suponer que con dicha experiencia, deberíamos de mostrar un amplio conocimiento sobre nuestros cuerpos de agua, a manera de exploración, explotación y utilización, que reflejase el vasto acervo heredado de decenas de generaciones que emplearon dicho recurso, y que pudiésemos jactarnos de la elevada conciencia social que ha alcanzado nuestra estructura social. Para nuestro infortunio, esta vasta experiencia no refleja actualmente mas que un amplio desinterés, la falta de conocimiento e inconciencia sobre nuestro recurso. Actualmente hemos heredado un sistema que se estructuró de forma caótica, sin perseguir un desarrollo integral, es decir, que los actores que deberían estar vinculados, como son sectores salud, ambiental, de servicios, industrial, agropecuario, energético, etcétera, no ha logrado establecer un vínculo que tenga como objetivo común el desarrollo sustentable. Aunado a esto, la normatividad encargada de dicho desarrollo, no cuenta con un organismo que de manera integral realice un evalúo sobre los verdaderos requerimientos e injerencias de los distintos sectores, dejando a cada Estado de la República con una comisión encargada de canalizar los estudios de proyectos muy puntuales; y no es que sea del todo malo, sino que si se pretende garantizar una explotación sustentable y racional, sin analizar la disponibilidad de recursos por regiones y cuencas hidráulicas, o incorporar objetivos de desarrollo de regiones, vocación de la industria por sectores, evaluación de costo beneficio es prácticamente imposible. En un largo plazo, requeriremos de basar nuestros programas nacionales y estatales de desarrollo, en relación directa con la disponibilidad de todos nuestros recursos, y establecer así regiones por vocación industrial, de comercio, agropecuaria, etcétera, y que nos permitan a su vez, sugerir los distintos escenarios macroeconómicos y microeconómicos que pretendiéramos.

Es importante señalar que los organismos que intentaron regular el agua por regiones hidráulicas en el pasado, carecían de un organismo estatal que realmente transmitiera las necesidades agrícolas, sociales e industriales, dejando desprovistas a las entidades de un estudio que pudiese reflejar los casos puntuales en cada uno de los estados.

Parte de esta gran responsabilidad la adoptó la ahora desaparecida SEMARNAP, desarrollando programas como el "Plan Hidráulico 1995-2000", en donde se pretendía una explotación sustentable de los recursos, y que grosso modo contenía objetivos y metas de manera muy somera, no aportando las pautas requeridas para iniciar una reforma en el marco jurídico, donde se generen incentivos por explotación racional, sistemas alternos en procesos industriales, tratamientos adecuados para la industria, rehabilitación de cuerpos o la promoción de investigación en calidad del agua, etc.

En el caso particular del Estado de México, el marco legal que fue aprobado por la Comisión Estatal de Aguas, entró en vigencia el 27 de marzo de 1998, observándose que

⁵ Ibid.

⁶ Ibid

existe un gran esmero para cuidar el recurso, pero no hace mención de los mecanismos requeridos para alcanzar estos objetivos. Es de suma importancia, que este tipo de programas no señale únicamente las buenas intenciones de conservación, sino que indique los usos adecuados por parte de la industria. La calidad requerida según parámetros preestablecidos por el sector salud, o un estudio previo en su mínima expresión, que nos señale el gasto máximo permisible para una extracción que permita la recarga de mantos acuíferos sin agotarlo. También es cierto que las condiciones socio-políticas que imperan en el país, no permiten en muchas ocasiones el cumplimiento de dicho documento. Ejemplos claros se suscitan en los asentamientos irregulares presentes en los suburbios del Valle de México, que consisten en el establecimiento en predios considerados como reserva ecológica, y que representan una superficie de recarga para el Valle de México. Una vez tomado, pugnan ante instancias políticas y partidistas, para que les sean otorgados estos terrenos y así poder legalizarlos. Se estima que en el Distrito Federal, se gestan al orden de tres asentamientos de este tipo por semana, restando parte del 51% de superficie destinado a este rubro junto con la reserva de producción agraria.

Otro grave problema, ha sido los mega proyectos urbanos de interés social, que constituyen un fraccionamiento con un mínimo de tres mil viviendas. Este tipo de vivienda ofrecida a un bajo costo, ha constituido un grave problema en el suministro de servicio para el estado, ya que generalmente no se realizaron proyectos simultáneos para cubrir esta demanda. Esto representa desde problemas del tipo social por la disputa de los servicios, hasta una explotación de los pozos que estuvieron estimados para cubrir una demanda de mucho menor alcance, esto sin contar con las grandes inversiones que se deben realizar para cubrir déficit en vialidades, alumbrado público, seguridad pública, etc.

Y el caso mas conocido; el de fugas por fracturas y falta de reemplazo de tuberías, que han sufrido de esfuerzos adicionales por la consolidación del suelo y consecuentes asentamientos diferenciales en todo el Valle de México, alcanzando hasta un 30% en merma.

La forma de abatir a la creciente problemática del suministro de agua potable para la Ciudad de México, ha sido loable pero no del todo eficaz. Se promueve el retorno de la población a zonas que cuenten con infraestructura, como es el caso del centro de la ciudad, el retiro de personas asentadas en zonas de recarga del manto freático, así como custodiando las restantes, pero sobre todo, evitando que los cotos de poder se corrompan y permitan el devaste de estas zonas. Existen actualmente propuestas para reemplazar regaderas y muebles de baño, que requieran de un menor gasto para su funcionamiento.

Existe una gran cantidad de evidencias a nivel mundial, que el abastecimiento cada vez es mas complicado, citando únicamente algunos casos:

El gobierno español busca enfrentar la escasez de agua en Barcelona importando agua que fluye por el Ródano, en el sur de Francia. Los expertos prevén que en el futuro, habrá una grave escasez de agua potable en la segunda ciudad española. Este proyecto entre ambos países de Europa, usará un canal existente cerca de Montpellier. La idea es agregar al canal un acueducto de 300 kilómetros que llevaría el agua a un centro de tratamiento en Barcelona, con capacidad para proveer agua para 4,5 millones de personas. España deberá gastar 794

millones de dólares en la infraestructura, probablemente con inversión mixta, pública y privada. Pero todavía no se ha establecido una estrategia de precios para el agua.

Italia está pensando en importar agua para su deshidratado sur, construyendo para ello un sistema de tuberías bajo el mar Adriático por donde pasaría agua enviada desde Albania.

Mallorca, por su parte, está considerando la construcción de conductos submarinos desde la España continental, para evitar así tener que utilizar buques cisterna para traer agua potable cada verano.

Austria, que posee grandes recursos hídricos, declaró que podía abastecer a los 370 millones de habitantes la Unión Europea con agua de pozo o superficie que necesite ser tratada, adelantándose a los planes de la Unión Europea para liberalizar su industria acuifera. Con más de 6,000 lagos y una población pequeña, de 8,2 millones, que consume menos del 3% de los 84 mil millones de metros cúbicos de agua que genera anualmente, Austria considera la venta internacional como una perspectiva económicamente atractiva. Y que ayudaría al gobierno a concretar su meta de reducir su déficit fiscal a cero para el 2002.

"Podríamos recuperar los miles de millones invertidos en agua durante los últimos 50 años", dijo Wilhelm Molterer, ministro austriaco de agricultura y medio ambiente.

Verbund, el sistema de líneas de alta tensión y generación de energía del país, está trabajando en un proyecto piloto para establecer plantas de almacenamiento en los Alpes y también evalúa la posibilidad de construir una nueva cañería de distribución de agua en el interior de un antiguo oleoducto.⁷

Desgraciadamente, el que debería contribuir como mayor activista en estas campañas es el usuario, que es generalmente desinteresado y carente de una cultura sobre el uso y cuidado del líquido, lo que hace de esta, una labor prácticamente interminable.

1.2 Calidad

Existe una percepción muy diversa para cada nación en lo que representan metas de calidad en relación con un orden de magnitud. Estas pueden ser tan polarizadas como las de Estado Unidos, que realiza estudios y establece mecanismos para evitar el posible desarrollo de cáncer en el ser humano, para un periodo de veinticinco años, contra el incipiente sistema nacional, que tiene como meta mermar el índice de decesos por enfermedades como son la diarrea, gastroenteritis, infecciones del tracto urinario y septicemia.

Para poder implementar un sistema de calidad eficiente, se requiere en primera instancia de un sistema de monitoreo sobre los cuerpos, empleados para el abastecimiento. Ha pesar de que en nuestro país se realizan monitoreos regulares sobre los cuerpos de agua más importantes, en el resto se efectúa de manera esporádica.

Este fenómeno que persiste por el escaso presupuesto con que se cuenta y el alto costo de los estudios que se practican. Parte de las propuestas hechas por los especialistas en el ramo, es el de ponderar las necesidades reales a corto plazo del sistema de calidad, y efectuar los monitoreos sobre los parámetros más elementales como son los coliformes fecales, cólera, nitratos y fosfatos. Esto permitiría abatir costos y tener conocimiento sobre las dosis óptimas de cloro vertidas en los efluentes.

⁷ Ruth Sullivan y Leyla Boulton. "El agua se vende bien." *El Clarín* (12/10/2000)

Las principales fuentes de contaminación son generadas por los efluentes de industrias y sistemas de alcantarillado municipal. La mecánica propuesta por Luis Marín y Oscar Escolero⁸, investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM, es la de efectuar un monitoreo directo en la descarga, ya que el tratamiento que se debería realizar por ley y bajo la vigilancia de la CNA, no es del todo eficaz. Por este motivo, la mecánica consiste en un monitoreo mínimo de las variaciones del contenido de sólidos disueltos y compararlo contra una curva de conductividad eléctrica de la zona, evidentemente obtenida previo al vertido. De los resultados obtenidos en su conductividad, deberán ubicarse dentro de un rango de aceptación, que nos permitirá determinar a un bajo costo el grado de contaminación, no requiriéndose de ningún otro estudio posterior, siendo para el caso contrario, un requisito el obtener un análisis geoquímico.

Pero lo que es un hecho, es que el monitorear los elementos bacteriológicos, químicos y físicos, permitirían identificar los puntos álgidos en la contaminación de los cuerpos, previendo y/o evitando en algunos casos los procesos de purificación, así como el rescate de otros que se encuentran en prácticamente nula disposición por los altos costos de tratamiento. En los sistemas convencionales se requiere de altos costos en la inversión de personal especializado así como la implementación de las estaciones de monitoreo, lo cual para nuestro infortunio, no se cuentan con los recursos suficientes para permitir la manutención de dicho sistema con una cobertura amplia y permanente.

I.2.1 Servicio y distribución

Nuestro país alcanza una cobertura promedio del 86.5% en el suministro de agua potable, con mejores índices en las regiones norte, la ciudad de México y la cuenca de Lerma-Santiago. El 94.4% del agua que se suministra a las poblaciones (el equivalente a 294.6 m³/s) es desinfectada, y 295 plantas potabilizadoras tratan el 26.0% del volumen a nivel nacional⁹.

Las cifras arriba citadas, nos señalan la importancia de la clorificación (desinfección) como sistema de tratamiento microbiano, brindando un mecanismo de merma en las infecciones del tracto intestinal. Por desgracia, la falta de monitoreo en la calidad del agua que se conduce por las redes, no nos permite determinar de manera óptima las dosis vertidas. Esto nos hace pensar que los excedentes de cloro serán un gasto innecesario, que podría optimizarse con el monitoreo. Así mismo la escasez en el efluente, podría no ser suficiente para combatir a patógenos presentes en el agua durante todo el trayecto.

El implementar estos sistemas de monitoreo, ayudaría a su vez a medir índices de saturación con respecto al carbonato de calcio, que genera la conocida "dureza del agua", con la consiguiente incrustación en las paredes de la tubería. Estas incrustaciones tienen una fuerte repercusión económica, ya que es muy difícil y costoso su retiro (salvo casos

⁸ Luis Marín y Oscar Escolero. "Inorganic Water Quality Monitoring Using Specific Conductance in Mexico" (1998).

⁹ Laura Arriaga y Verónica Aguilar. Aguas continentales y diversidad biológica en México, pag.17 (2000).

como los oleoductos marinos) siendo preferible su reemplazo. Al verse disminuido el diámetro en los sistemas de conducción, se requiere elevar la presión para conservar el mismo gradiente hidráulico, que disminuye la vida útil de las bombas e incrementa costos de energía eléctrica.

Un caso particular, es cuando el carbonato de calcio se encuentra sobresaturado, lo cual lo convierte en un agente abrasivo. En este tipo de condiciones extremas, el agua puede disolver los metales con los que entre en contacto, teniendo repercusiones importantes para la salud. Primeramente la abrasión a las soldaduras empleadas, tienen una proporción considerable de zinc y plomo, que serían ingeridos por los usuarios. Otra consecuencia directa, son los orificios que se pudiesen generar en la tubería, permitiendo la infiltración de cualquier tipo de fluidos, alterando totalmente la calidad del agua¹⁰.

Una vez que el agua es portadora de agentes como el plomo, se requiere de una ingestión regular para producir efectos irreversibles en la salud. El grave envenenamiento por plomo produce dolores de cabeza, calambres, convulsiones y a veces, la muerte. Incluso en pequeñas cantidades, puede causar problemas de aprendizaje y cambios repentinos en el comportamiento. Este metal puede dañar el cerebro, los riñones, el hígado y otros órganos. Para el caso del zinc, este es un mineral que el cuerpo necesita para funcionar correctamente. En casos muy raros, la gente puede quedar envenenada si hay demasiado zinc en los alimentos. Sin embargo, la mayoría de las personas pueden ingerir grandes cantidades de zinc sin ningún efecto adverso.

La Ley de equilibrio Ecológico, así como la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano, son el fundamento legal que establece los límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Esta establece en cada uno de sus apartados:

ARTICULO 10.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
- II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
- VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

¹⁰ Elizabeht Santa Anna, Guadalupe Velásquez y Martha Mellado. Agua subterránea del valle de Puebla...

- VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;
- VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;
- IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y
- X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

1.2.2 Agua

Un beneficio que ha sido poco difundido de manera explícita, es el valor económico que nos brinda el agua. Este valor es propiamente el obtenido por la ocupación en todas las actividades humanas. De manera similar, el costo social del agua se define como el resultado de un uso dado, incluyendo los costos directos e indirectos, ambientales, económicos y sociales de extracción, transportación y saneamiento del agua¹¹ (Arriaga y Aguilar/ 2000).

Los usos obtenidos del agua según Barril (1997), son básicamente dos: extractivos e *in situ*. Los usos extractivos son aquellos en los que el agua se mueve físicamente de su sitio original, para emplearse en procesos económicos como son la agricultura, selvicultura, industria, comercio, transporte y servicios; para uso doméstico, en bebidas, alimentación e higiene; y para servicios urbanos de limpieza, como irrigación de parques y jardines. Para el caso de usos *in situ*, es cuando el agua se emplea en su lugar de origen, como son lagos, corrientes, humedales, estuarios y acuíferos. Incluyendo usos activos del agua como transporte, reciclamiento de nutrientes y material de desecho, generación de energía eléctrica, pesquerías y recreación (navegación, natación y pesca deportiva). También tienen cabida los usos pasivos, es decir, en los que el agua no se usa activamente por el hombre, pero sirve en funciones como mantenimiento de los ecosistemas naturales, conservación del agua *per se*, para futuros usos y apoyo a sistemas éticos y culturales, entendiéndose esto, como la función del agua en los aspectos social, cultural y político. En este rubro, el agua determina reglas y costumbres de uso dentro de la sociedad, así como derechos territoriales.

El criterio que se ha establecido por antaño para la explotación del agua, es el de partir de la premisa de que el agua es un recurso renovable e inagotable. Los costos de

¹¹ Laura Arriaga y Verónica Aguilar. Aguas continentales y diversidad biológica en México. Pag. 87 (2000).

suministro, han contemplado exclusivamente los gastos de aprovisionamiento y/o mantenimiento, pero siempre excluyendo el costo generado por abatimientos freáticos, intrusiones salinas, enfermedades generadas por descargas, agotamiento en regiones de recarga, etc. Este concepto no es ponderable a una "simple" costo monetario, en realidad es muy complejo modelar todas las variables involucradas y obtener un estimado. La nueva cultura (desarrollo sustentable o sostenido) pretende hacer intervenir la mayor cantidad de variables posible, y utilizar únicamente los excedentes que no alteren a los todos los usuarios consuntivos.

Es ineludible que el consumo *per cápita* se ha incrementado en los últimos años, y que este crecimiento se presenta principalmente en las grandes orbes, como se observa en la siguiente tabla:

litros	Sao Paulo	200
litros	Distrito Federal	220
litros	Monterrey	264
litros	Washington	265
litros	Río de Janeiro	400
litros	Dallas	984

- Consumo en litros por persona por día en ciudades del continente americano
- Fuente: Reforma / Consumo Americano (2001)

A pesar de que no pertenecemos a los países con un mayor índice, este tipo de estadísticas en realidad no nos brinda una visión objetiva. El mayor o menor consumo, está implicado directamente con la disponibilidad regional de agua. El problema se incrementa, cuando se sobre explota los cuerpos de agua propios de la región; y que, por consiguiente, se extrae agua de otras regiones para cubrir la demanda de zonas con una elevada densidad demográfica.

En antaño, el incremento en la demanda se resolvía sin importar los costos. Se ubicaban las fuentes más baratas y cercanas, se abrían nuevos pozos, se construyeron reservorios y el entubamiento de ríos, lo cual acarreó la sobreexplotación de acuíferos y corrientes superficiales. Posteriormente, recurrió a la extracción en otras regiones, a través de grandes obras de conducción y almacenamiento, como son las presas. Esto conlleva a problemas de una mayor magnitud, como la intrusión salina y desecación.

La visión más reciente sobre la utilización del agua, es la del uso y desarrollo sustentable, que se define como "la satisfacción del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, para satisfacer sus propias necesidades."¹² En la incorporación de procedimientos técnicos para tal fin, se observan plantas

¹² Glynn Henry y Gary Heinke. *Ingeniería ambiental*. Pag 9 (1999)

desalinizadoras, reutilización del recurso, plantas de tratamiento de aguas residuales y el manejo institucional del agua.

Otra incorporación reciente a los que se consideraron usuarios del agua, es la del uso consuntivo de plantas y animales. El cálculo que incluso en la actualidad se emplea, es el despreciar el agua infiltrada y la evaporada, para el restante disponer plenamente.

Desgraciadamente, esta idiosincrasia nos ha orillado a situación de escasez extrema, y no en el ámbito regional, sino a nivel mundial. Existen evidencias que señalan la expansión superficial de regiones desérticas, o en términos coloquiales *llueve más donde hay más, y llueve menos donde hay menos*.

I.3 Agua potable y desarrollo sustentable

Existen datos publicados recientemente por Naciones Unidas, en los que se señala que la temperatura a nivel global, se incrementará en este siglo de 0.5 a 0.9 ° C; y además, las estaciones más cálidas, tuvieron una duración mayor de hasta 20 días, en relación con las últimas décadas. Además, durante el año 2001, se presentó el mayor diámetro en el orificio de la capa de ozono, desde que se inició el sondeo, estos factores aunados a la escasez mundial de agua potable, donde un 40% de la población global, está sufriendo las consecuencias de un abastecimiento inadecuado¹³.

Las regiones áridas del Oriente Medio y del norte de África, donde habitan hasta trescientos millones de personas —alrededor del 5% de la población mundial— sólo cuentan con un 1% de los recursos acuíferos anuales renovables, y la escasez es cada vez más severa. La provisión actual de agua per cápita en el área es de 1.200 metros cúbicos por año, pero según el Banco Mundial se derrumbará a 600 metros cúbicos per cápita para el 2025¹⁴.

Ni siquiera Europa está libre de los efectos de una escasez creciente. En torno al Mediterráneo, donde el clima se está volviendo más seco y cálido, la tierra cultivable, desde Grecia hasta Portugal, se torna más árida. El crecimiento de la población y el incremento del turismo también se están tragando las reservas de agua.

Los ambiciosos proyectos para irrigar las planicies desérticas que rodean el Mediterráneo con agua proveniente de regiones lluviosas de montaña están transformando rápidamente el agua en una valiosa materia prima de exportación.

Se prevé el advenimiento de la venta de agua entre países, pero enfrenta obstáculos de orden político y económico. No es menor, por ejemplo, la cuestión de la fijación de una estructura de precios.

¹³ Ruth Sullivan y Leyla Boulton. "El agua se vende bien." *El Clarín* (12/10/2000)

¹⁴ *Ibid*

En Turquía, el tema de la venta de agua a Israel resurgió, cuando Abraham Shochat, ministro israelí de Finanzas, inició negociaciones formales para importar entre 15 y 25 millones de metros cúbicos anuales de agua de Turquía, durante cinco a diez años¹⁵.

Israel considera las importaciones de agua turca, como una alternativa rápida al proyecto de construir una planta de desalinización, con el fin de tratar hasta 15 millones de metros cúbicos de agua por año¹⁶.

Los datos arriba señalados, indican que la contaminación y sobreexplotación, acentúan cada vez más las variaciones en el medio. Estas nuevas variables que hemos generado, se tendrán que incorporar tarde o temprano, a los modelos de uso y desarrollo de recursos. Es inevitable pensar que fomentar una cultura sobre el desarrollo sustentable es una tarea ardua, y aunque pudiese parecer un escenario pesimista, no es un hecho que logremos revertir la tendencia a la devastación.

Los tratados sobre desarrollo sustentable, señalan que para alcanzar un equilibrio con nuestro entorno, es decir, que la explotación se debe de llevar de tal forma, que permitamos una recuperación de los mismos, para el caso de los recursos renovables.

Los estudios que determinarán los gastos máximos permisibles de extracción, serán indispensables para evitar fenómenos como abatimiento, intrusión salina, hundimientos diferenciales, y agotamiento. Además de sistemas de tratamiento de aguas residuales, reestructuración de grandes áreas de riego, por mecanismos de hidroponía, incorporar a las grandes reservas de la biosfera los sistemas económicos, que a través de ecoturismo o tala moderada, evitará su devastación y a la vez, permitirá una derrama económica a la entidad.

Ejemplo en la optimización y soluciones no convencionales del uso y distribución del agua, es Israel. Luego de emplear casi todos sus recursos hídricos, y a pesar de promover enérgicos programas de conservación, la cantidad básica de agua del país sigue siendo apenas suficiente.

Estos esfuerzos se han centrado en los siguientes aspectos¹⁷:

Utilización de las aguas desbordadas de las lluvias de invierno. Estas aguas, recolectadas en lagos artificiales (de los cuales 120 fueron construidos en la última década), son usadas para la irrigación y, cuando es posible, para reabastecer los depósitos acuíferos. Los lagos también retienen las aguas residuales purificadas y aguas en tránsito de una región a otra. El reabastecimiento de los depósitos acuíferos también ayuda a impedir la evaporación y en las áreas costeras, la intrusión de agua de mar. Una vez bajo tierra, el agua está disponible para su bombeo cuando sea necesario.

Reutilización de aguas residuales residenciales e industriales purificadas. De aproximadamente 300 millones de m³ por año, ésta es la mayor fuente de agua que aún no se ha desarrollado plenamente. Más de un tercio de esta cantidad es utilizada hoy en día en

¹⁵ Ibid

¹⁶ Ibid

¹⁷ "El Agua en Israel 2" www.israel-embassy.org.ar/embajada/agua2.htm

la agricultura, especialmente para los cultivos de algodón y frutas, productos que no yacen directamente en la tierra. El resto es usado para reabastecer aguas subterráneas o simplemente se deja correr hasta los ríos y los mares debido a la falta de instalaciones de depósito.

Desalación. Israel cuenta con unas 30 plantas de desalación, la mayoría de ellas en el área de *Eilat*. Las más grandes utilizan el proceso de osmosis inversa para tratar 27.000 m³ diarios de agua salobre, supliendo así la mitad de la demanda de *Eilat*. Toda el agua salobre disponible en la región de *Eilat-Aravá* es desalada hoy en día. El futuro en la desalación se centra en el agua de mar como fuente, y depende de que se encuentren maneras de hacer que el proceso sea eficiente con relación al costo.

Aumento de la pluviosidad. La siembra de nubes con cristales de yoduro de plata, llevada a cabo sobre la cuenca del *Kineret* desde 1976, ha aumentado la pluviosidad anual en el área en un 15 a 18 por ciento. La Organización Meteorológica Mundial mencionó el programa israelí como el único en el mundo que demuestra estadísticamente un éxito significativo.

Conservación. Siendo el método más confiable y menos costoso para aumentar los recursos hídricos del país, el desafío que representa está siendo enfrentado por todos los sectores.

En la agricultura, los avances en la tecnología de irrigación, como la irrigación por goteo y las microregaderas, han reducido la pérdida de agua hasta en un 20 por ciento. La irrigación utiliza métodos computarizados, que incrementa estos logros. En la industria, se están introdujeron gradualmente instalaciones especiales de reutilización, y están siendo rediseñadas con fines de conservación las instalaciones de enfriamiento y otros aparatos de gran consumo de agua. Estas medidas han hecho de la industria un líder en la conservación de agua, con un aumento de consumo industrial calculado de 100 millones de m³ en 1,989/1,990 a 130 millones de m³ en el año 2,000. En el gobierno municipal, los esfuerzos de conservación se centran en las mejoras de la efectividad administrativa, las reparaciones y el control de los sistemas de agua municipales. Los parques fueron puestos bajo un sistema de conservación que incluye la selección de plantas que requieran menos agua, el riego nocturno y con frecuencia mínima y la utilización de sistemas de riego tendientes a la conservación. Las medidas de conservación se aplican en todas las instituciones públicas, bajo jurisdicción municipal, incluyendo a las escuelas. En los hogares, instituciones centrales y municipales instan a los ciudadanos a ahorrar agua. La consigna "no derrochar ni una gota"

*Mekorot*¹⁸

Mekorot Ltda. Es la compañía nacional de agua de Israel, responsable por la administración de los recursos hídricos del país, desarrollo de nuevas fuentes y asegura el suministro regular de agua a todos los lugares y para todos los propósitos. Fundada en 1937 y con sede en Tel Aviv, *Mekorot* ha cavado 1,300 pozos, ha instalado 700 estaciones de bombeo (más de 3.000 bombas en operación), ha construido 600 embalses y ha tendido 6,500 kilómetros de tuberías. Además, controla la cantidad de agua en sus laboratorios biológicos, construye y opera plantas de desalación y fluorización, y realiza operaciones de siembra de nubes.

¹⁸ Ibid

*Agua y Riego*¹⁹

El sector agrícola de Israel consume anualmente 1.2 mil millones de metros cúbicos de agua, de lo cual 900 millones son agua potable. El resto del agua proviene de reciclaje, agua de inundación, agua salobre o pozos salinos. Israel le da máxima utilización a sus recursos hídricos. Debido a que el clima en gran parte del país es árido y semiárido, existe una búsqueda constante de nuevas tecnologías que ayuden a superar las limitaciones de agua. La variedad de regiones cismáticas dentro del país se caracteriza por enormes diferencias de pluviometría; El promedio anual de lluvia en el norte del país fluctúa entre 700-800 mm., en tanto que en el centro es de 400-600 mm., y en el sur (el Néguev y la Aravá) sólo llega a 25 mm. La producción agrícola de Israel ha aumentado doce veces desde que el Estado fue establecido, en tanto que el consumo de agua por hectárea ha permanecido constante.

*Manejo de los Recursos Hídricos*²⁰

La Ley de Agua de Israel establece que todas las fuentes hídricas ubicadas dentro de las fronteras del país son propiedad del Estado y "se dedican a las necesidades de los habitantes y al desarrollo del país". De acuerdo con la ley, la Comisión de Agua es responsable por todos los recursos hídricos, y tiene a su cargo determinar las políticas del agua, establecer cuotas, planear y desarrollar los recursos hídricos. Asimismo, se ocupa de la prevención de polución, explotación de afluentes, desarrollo de plantas de desalinización, conservación y drenaje de suelos, y demás. La Comisión de Agua asigna anualmente el 70% de la cuota de agua a los agricultores, para luego determinar la asignación del resto de acuerdo con la cantidad de precipitación. A fin de fomentar el ahorro de agua, el agricultor paga según el porcentaje de agua asignada que utiliza, donde la primera mitad de cada cuota de agua usada es menos costosa que la segunda mitad, de acuerdo con la cantidad de precipitación; y a fin de fomentar el ahorro de agua, el agricultor paga según el porcentaje de agua .

*Soluciones Alternativas*²¹

La escasez natural de recursos hídricos ha obligado al país a desarrollar varias soluciones. Una de ellas es la adopción de riego por presión. Este método ha reducido el consumo de agua por unidad de tierra en 50% -70%, y se usa actualmente en todas las áreas bajo riego. Otra solución es el uso de agua reciclada. La mayoría de los cultivos de campo se riegan con agua reciclada. Además de la economía en agua, su uso resuelve un problema ecológico.

Aproximadamente 230 millones de metros cúbicos de aguas tratadas se utilizan anualmente en la agricultura, y se estima que la cantidad aumentará. La Comisión de Agua espera que para el año 2,010, un tercio de toda el agua que se utiliza en la agricultura será

¹⁹ Ibid

²⁰ Ibid

²¹ Ibid

agua reciclada. La política es reducir la cantidad de agua potable que se asigna a la agricultura.

El continuo desarrollo de embalses refleja la política oficial de explotar las precipitaciones al máximo.

*Riego por Presión*²²

La vasta experiencia que existe en Israel ha producido una gama de nuevos desarrollos tecnológicos que se exportan con éxito. Los fabricantes de sistemas de riego por goteo introducen entre cinco y diez productos nuevos al año. Aproximadamente el 80% del equipo de riego que se fabrica en el país está destinado a la exportación. Los fabricantes adaptan sus productos a las necesidades específicas del usuario. El comprador extranjero suministra datos sobre el cultivo y la topografía del terreno, y recibe asesoría profesional sobre los requisitos de agua, la selección de filtros adecuados para el tipo de agua que utiliza, recomendaciones sobre fertilizantes apropiados para prevenir la acumulación de residuos y obstrucciones, y toda información adicional que sea necesaria.

*Riego por Goteo*²³

El riego por goteo suministra de uno a ocho litros de agua por hora. Su índice de eficiencia de 95% hace que el sistema de riego por goteo sea muy adecuado para el cultivo intensivo. Emisiones de bajo caudal para cultivos bajo substrato artificial: Los sistemas de riego por pulsos diseñados para uso en invernaderos utilizan goteros de bajo caudal que suministran 200 cc. por hora. El sistema se caracteriza por la distribución uniforme de humedad a través del medio, al tiempo que reduce las pérdidas de agua por escurrimiento. El fertirriego, que combina el riego con la fertilización, se emplea en el 80% del área bajo riego. Antes de utilizar agua reciclada en los sistemas de riego, es necesario filtrarla y darle el tratamiento debido a fin de minimizar el peligro de taponamiento en los goteros. Los filtros instalados dentro de las líneas de riego consisten en una unidad dentada de plástico que crea un flujo giratorio en el agua que lo atraviesa, a fin de eliminar cualquier partícula y así prevenir obstrucciones en las estrechas salidas de agua de los goteadores.

*Riego Subterráneo*²⁴

Cuando los laterales de riego por goteo se entierran a una profundidad de hasta 50 cm, la superficie del suelo permanece seca y es posible continuar el trabajo, aún durante el riego. El herbicida *Treflán*, evita que los goteros enterrados se tapen debido al desarrollo radicular intensivo a su alrededor. Válvulas de aire que se abren cuando se cierra el agua, permiten introducir aire en la tubería para evitar que el gotero succione suciedades del exterior.

Se han desarrollado varios tipos de goteros: goteros de línea, goteros autocompensados, y goteros integrados extruidos en la pared de los laterales.

²² Ibid

²³ Ibid

²⁴ Ibid

*Riego por Micro Aspersión*²⁵

La micro aspersión permite regar cada árbol individualmente, con su propio emisor. También existe una serie de accesorios diseñados principalmente para uso en plantaciones frutales e invernaderos. La descarga de los micro aspersores oscila entre 20 y 300 litros por hora, en tanto que la eficiencia del sistema puede alcanzar valores de hasta 85-90%. Los micro aspersores humedecen el área de riego parcialmente, dejando una parte seca.

*Riego por Aspersión*²⁶

Este sistema se caracteriza porque humedece el área de riego en su totalidad. Los aspersores alcanzan una eficiencia de 70%-80% (en tanto que el riego abierto sólo llega a 40%).

*Operación de los Sistemas de Riego*²⁷

Todos los sistemas de riego por presión pueden ser operados por computadora. La computarización permite operar el sistema en tiempo real y programar una serie de operaciones, tales como monitoreo, operación continua durante muchas horas al día, precisión, confiabilidad, y economía de mano de obra. El sistema se cierra automáticamente cuando registra un desvío en los volúmenes preestablecidos de agua o fertilizante. La computarización también permite que el operador fije anticipadamente los intervalos de fertirriego más adecuados.

Existen diferentes tipos de sensores, como tensiómetros y otros, que permiten fijar el intervalo y la lámina de riego y fertilización. Estos sensores se entierran en el suelo y suministran información sobre los niveles de humedad a su alrededor directamente a la computadora. Otro tipo de sensor determina los intervalos y lámina de riego según los cambios de diámetro en el tallo o en el fruto. Este dispositivo se conecta directamente a la computadora y permite la operación automática de los sistemas de riego según los requisitos.

²⁵ Ibid

²⁶ Ibid

²⁷ Ibid

II. Descripción del sistema

II.1 Conveniencia de la obra

Descripción del sistema Huitzilapan-Xochicauatla.

Dentro de los programas de trabajo que se realizaron por parte del Gobierno del Estado de México, a través de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (C.E.A.S.), se encuentran incluidos los proyectos ejecutivos de las Redes de Distribución de Agua Potable. Las poblaciones que comprenden al denominado **Sistema Huitzilapan-Xochicauatla**, ubicado en la zona montañosa del Municipio de Lerma, son las siguientes:

- 1).- San Lorenzo Huitzilapan y Manzana De Sahara.
- 2).- Colonia Adolfo Lopez Mateos, Secciones I, II Y III.
- 3).- Colonia Guadalupe Victoria Huitzilapan.
- 4).- Localidades de Flor de Gallo Huitzilapan y Endeshí.
- 5).- Localidad de Santa Cruz Huitzilapan.
- 6).- Localidad de San Agustín Huitzilapan.
- 7).- La Concepcion Xochicauatla.

Este sistema pretende dotar del líquido a la región, ya que se encuentra carente de cuerpos de agua aprovechables de una manera representativa, como pueden ser ríos, manantiales con gasto considerable, mantos acuíferos someros, etc. Las escasas fuentes de abastecimiento con los que se cuentan en la denominada “Zona Alta”, son unos manantiales a 15 Km de distancia, presentados en la región conocida como “Villa Alpina”, que aun bajo temporales, aportan un gasto insuficiente y no satisfactorio, ni siquiera para las necesidades en esta zona. Por lo que respecta a la llamada “Zona baja”, en el poblado de San Lorenzo, también existe un manantial con escasa aportación, razón por la cual presenta grandes carencias de este líquido.

Por las razones antes mencionadas, los estudios del C.E.A.S. dieron como resultado, la necesidad de captar del sistema “Acueducto Lerma” el líquido, ubicado en la zona mas baja de la región, requiriendo el bombeo de agua hasta las zonas más elevadas: siendo el desnivel entre el Acueducto Lerma (sitio de captación) y el tanque más elevado de 467 m.

Para realizar dicha tarea, se requirió implementar un sistema de bombeo, que incrementará el valor del gradiente hidráulico, suficiente para alcanzar el nivel de los tanques de rebombeo. Estos tanques servirán en algunos casos también como tanque de regularización.

El sistema se denomina Huitzilapan-Xochicauatla, por existir dos regiones bien definidas e independientes, pero interconectadas entre sí, por requerir una sola captación

para todo el sistema, la planta de bombeo número uno (PB)²⁸, de esta se bombea el agua a la PB2 y a partir de aquí, el sistema se bifurca en dos subsistemas: Xochicuautla y Huitzilapan.

El subsistema que se dirige a la región de la Concepción-Xochicuautla, rebompeará el agua de la PB2 a la PB3 y de esta a la PB4, de aquí el agua pasará a una caja de transición para de ahí, por gravedad llegar a la PB5, para finalmente, llevar el agua al tanque más elevado de esta zona, que es un tanque superficial de 60 m³ ubicado en la cota (2,964.78).

Sin embargo, conforme al proyecto que se desarrolló, de la PB5 se deberá bombear el agua al tanque de la zona baja y al tanque de la zona media.

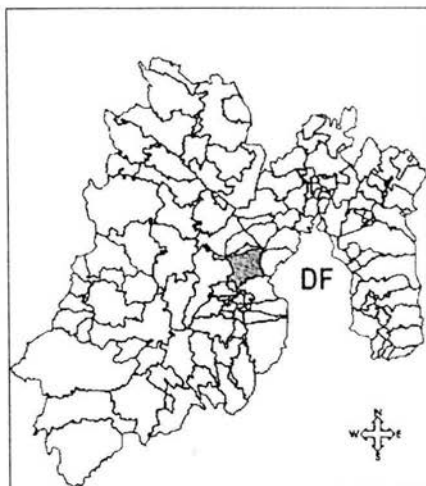
Para el segundo sistema que beneficiará a la región de Huitzilapan se tiene que de la PB2 en forma independiente, se bombeará el agua a un tanque superficial de 200 m³, que es el que regularizará el abastecimiento del agua de San Lorenzo Huitzilapan y de esta misma PB2, se inicia el Sistema Huitzilapan, que consiste en el rebompeo de la PB2, a la PB6, ubicado en la Col. Adolfo López Mateos, de esta planta PB6, el agua se rebompeará a la PB7, ubicada en la zona baja de la Colonia Guadalupe Victoria, de esta planta se rebompeará el agua a la PB8, ubicada en la zona alta de la misma Col. Guadalupe Victoria, para finalmente bombear el agua hasta el tanque de 500 m³, denominado por los colonos tanque mayor y es el depósito principal del sistema, ya que de este tanque se llevará el agua a las Colonias Guadalupe Victoria, Adolfo López Mateos, y a las poblaciones de San Agustín H., Santa Cruz H., Flor de Gallo y a la comunidad de Endeshi.

A la fecha, la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México y el H. Ayuntamiento de Lerma, tienen un avance considerable en la construcción del sistema, ya que se tiene construido aproximadamente el 90% de las líneas de conducción, los tanques de regularización, y los de bombeo de las zonas: Col. Guadalupe Victoria Col. Adolfo López Mateos San Lorenzo H. y la Concepción Xochicuautla, faltando de construirse los tanques de la Población de San Agustín, Flor de Gallo Santa Cruz y Endeshi. Actualmente CEAS esta en la etapa de equipamiento electro-mecánico de las plantas de bombeo y conexión al Acueducto Lerma.

Dentro de los estudios y proyectos que le faltan al sistema, se encuentran las redes de distribución de todas las poblaciones y algunas líneas de conducción, de aquí la conveniencia de la ejecución de estos proyectos y es el objeto del presente trabajo.

²⁸ En lo sucesivo, se empleará PB, para referirse a Planta de Bombeo.

II.2 Descripción de la región Huitzililapan-Xochicuautla



II.2.1 Categoría política

Las diversas localidades que conforman la región Huitzililapan-Xochicuautla, son Delegaciones Municipales que pertenecen al Municipio de Lerma, Estado de México. Todas las localidades en estudio son del tipo rural.

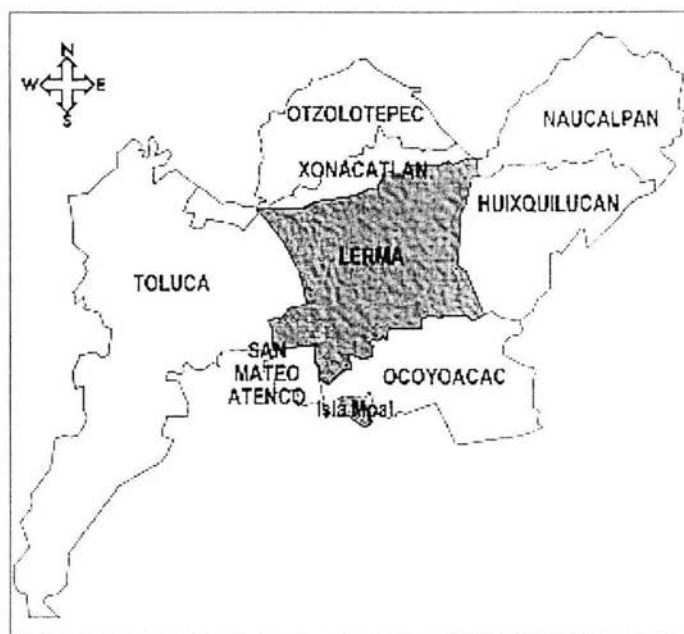
II.2.2 Situación geográfica

La región denominada Huitzililapan-Xochicuautla pertenece al Municipio de Lerma de Villada. Tiene su centro de gravedad aproximadamente entre las coordenadas geográficas de 19° 24' y 19° 25' de latitud norte y 99° 28' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, de acuerdo al plano E14A38 del INEGI.

El Municipio de Lerma de Villada se localiza al Este de la Ciudad de Toluca, en la parte central del Estado de México, dentro de la Región 1 (TOLUCA). Cuenta este Municipio con dos zonas bien definidas, una llana al este (contigua a Toluca), y otra al noreste, en la que se encuentra la región en estudio, que abarca la zona montañosa del Municipio.

Los límites del Municipio son: al Norte, el Municipio de Xonacatlán, al Sur, los Municipios de Metepec y Ocoyoacac, al Este con el Municipio de Huixquilucan y el Distrito Federal y al Oeste con los Municipios de Toluca y San Mateo Atenco.

La región esta integrada por las siguientes poblaciones: San Lorenzo Huitzilapan, (que le da su nombre a toda la región de Huitzilapan) Colonia Guadalupe Victoria H., Colonia Adolfo López Mateos, con sus tres Secciones I, II, y III, Flor de Gallo H., Endeshi, Santa Cruz H., y las dos poblaciones mas alejadas del centro de la región que son San Agustín Huitzilapan (al pie de la Carretera Federal Toluca Naucalpan km 32) y el poblado de La Concepcion Xochicuautla, el sitio más alejado a partir de la desviación denominada "El Charco" en dirección de Amomolulco.



II.2.3 Clima

El clima es del tipo templado frío, con una temperatura media anual de 10.5°C ., la temperatura media máxima en los meses de mayo y junio es de 21.6°C y la media mínima en el mes de enero es de 7.3°C . La temperatura en los meses mas fríos, diciembre y enero, ha llegado a descender hasta -7°C . La época de lluvias es de junio a septiembre, llegando a ser excepcionalmente fuertes las precipitaciones pluviales durante los meses de julio, agosto y parte de septiembre. Las heladas son normales en estas zonas altas, suelen iniciarse en octubre y prolongarse hasta enero, mes en el que son frecuentes las granizadas. Los vientos dominantes son de norte a sur.

II.2.4 Aspecto topográfico

El aspecto se presenta accidentado, por estar ubicado en una zona montañosa y escarpada, observándose una topografía de grandes desniveles en distancias cortas. Un claro ejemplo es la pendiente de las calles, donde las escasamente trazadas aprovechando las curvas de nivel, con pendientes medias y relativamente planas son las ubicadas en las faldas, pero principalmente tienen pendientes muy pronunciadas.

En general, las poblaciones nombradas con anterioridad, presentan grandes diferencias de nivel, llegando a tenerse en el poblado de San Lorenzo Huitzilapan la cota 2,610 m y en la Colonia Guadalupe Victoria se rebasa en el tanque principal la cota 3,000m.

II.2.5 Hidrografía

No se presentan afloramientos de agua aprovechables con carácter perenne; existen numerosas cañadas por las que escurren las aguas pluviales de temporal y que se convierten en afluentes transitorios del Río Lerma. El denominado Río San Lorenzo que corre de Oriente a Poniente, también sólo conduce agua en temporada de lluvias.

II.2.6 Comunicaciones

La carretera que comunica a las poblaciones aledañas entre sí, es un ramal que parte de la carretera Toluca-Naucalpan en la bifurcación denominada "El Charco", y que llega al poblado de Amomolulco, atravesando los poblados de Huitzilapan, Flor de Gallo, Col. Adolfo López Mateos, Col. Guadalupe Victoria, Col. Santa Cruz y la Concepción Xochicuautla. El Poblado de San Agustín Huitzilapan se encuentra al pie de la Carretera Toluca-Naucalpan; y finalmente la población de San Lorenzo Huitzilapan, que se ubica en la zona baja del sistema, se comunica con el camino que va de la zona alta de la Colonia Adolfo López Mateos a la carretera del Acueducto Lerma, la cual a su vez une la población de Amomolulco, con la carretera Toluca- Naucalpan, a la altura de Xonacatlán.

Por lo que respecta a otros medios de comunicación, la zona no registra servicios de correos, telégrafos, ni radio comunicación, solamente cuenta con servicio de telefonía rural.

II.2.7 Aspecto de la región.

Se observa vegetación exuberante de coníferas y diversidad de fauna no endémica, donde los poblados que se asientan a las faldas de las montañas y zonas altas de los montes, están en estado de parsimonia perenne y apacibilidad. Su gente es cálida, no conflictiva, y con disposición a participar en proyectos diversos de servicios, con fines sociales.

Al irse incrementando las márgenes de poblados y el número de habitantes, los cerros se han ido deforestando paulatinamente, para dar lugar a viviendas, calles o cultivo, que en la zona generalmente es maíz. Dentro de los lugares ya poblados, todavía se observa un follaje lozano.

La mayoría de las edificaciones visualizadas en toda la región son de un solo nivel, aisladas y con grandes intersticios entre una y otra, salvo en zonas céntricas de poblados o asentamientos al pie de carreteras, en las que si existe alguna contigüidad. Aunque pocas, se presentan edificaciones de dos niveles, como escuelas, algunas casas, e iglesias, destacando en estas últimas las torres.

Las vías de comunicación terrestre predominantes son brechas de terracería; en menor escala se presentan accesos pavimentados, con carpeta de concreto hidráulico (15 cm de espesor), y caminos empedrados. Prioritariamente, se han mejorado las calles de mayor pendiente con losas de concreto hidráulico, para dar paso a zonas altas al transporte de suministros.

II.2.8 Situación socio-económica

Al no contar con ningún registro de producción municipal que especifique con exactitud el tipo de actividades económicas de la diversidad poblacional, se implementó la observación de campo.

De acuerdo a lo observado, no cuentan con mas medios de producción que los que proporciona la paupérrima agricultura de temporal, con sistemas de cultivos procedentes del siglo pasado en países industrializados. La zona es rica en bosques de coníferas, que podrían activar una explotación maderera racional, la cual se presenta en su mínima expresión. La práctica de la ganadería ocupa el segundo lugar dentro de las actividades económicas de la región, pero dista mucho de ser importante, ya que se requiere de grandes extensiones de pastizal, con pocos accidentes del terreno, para lograr una producción modesta (entre otros factores).

Fuera de épocas de cultivo o cosecha, se lleva a cabo un éxodo masivo de varones a los centros urbanos, ya sea a las cabeceras municipales cercanas, a la Ciudad de Toluca o bien a la Ciudad de México, para trabajar generalmente en la industria de la construcción.

La estructura familiar se rige a la usanza de nuestro país; donde la aportación monetaria la realiza el varón, siendo este una figura de autoridad. La mujer interviene en los menesteres del hogar (en general), así como apoyo del varón en labores agrarias; es común que sea de naturaleza prolifera. Los hijos son empleados como mano de obra después de alcanzar una cierta edad para realizar un trabajo físico; esto repercute en una alta tasa de crecimiento poblacional.

El esparcimiento se presenta de manera general en las fechas de fiestas religiosas y patrias, así como eventos de relevancia social, como son bodas, quince años, velorios, etc.

II.2.9 Servicios públicos existentes

La región de Huitzilapan-Xochicauatla, cuenta con servicios escolares desde jardín de niños hasta nivel Preparatoria. Dicha Escuela Preparatoria se encuentra en la Colonia Adolfo López Mateos. En las restantes localidades y colonias, existen escuelas primarias y

escuelas secundarias así como jardín de niños, siendo la población escolar proporcionalmente elevada.

Por lo que respecta al servicio de salud, o sea, centros de asistencia médica, solamente en la Colonia Adolfo López Mateos cuenta con un Centro de Salud denominado: "Centro de Salud del Sagrado Corazón de Jesús". En la mayoría restante, no existe ningún centro de este tipo, a excepción de Santa María Atarasquillo, San Isidro Huitzilapan, San Francisco Xonacatlán y acuden los pobladores a recibir este servicio a las poblaciones vecinas y en casos graves van directamente a Toluca. Hay un servicio médico que consiste en el llamado Carro Móvil, que periódicamente recorre la zona, pero su servicio no es constante.

Algunas poblaciones cuentan con servicio de alcantarillado, que han ido siendo instalados por las propias comunidades, probablemente con alguna dirección de las autoridades municipales. También existen instaladas letrinas. La recolección de basura es muy deficiente, la cobertura varía en las localidades del 20% al 50%.

II.2.10 Descripción del sistema actual de agua potable.

Tanto en las visitas técnicas efectuadas, como durante la ejecución de los trabajos de topografía, se fue recabando información para tener conocimiento de la situación actual de los sistemas de agua potable en cada una de las poblaciones.

En todos los poblados, es notorio que la distribución del agua se efectúa, salvo excepciones, en forma individual, lo que quiere decir que prácticamente cada casa tiene su propia línea de abastecimiento de agua. Estas consisten en llevar desde los tanques y depósitos de agua existentes, conducciones individuales de poliducto, generalmente a flor de tierra, ya sea en calles de tierra o pavimentadas. Esto por supuesto lo hacen las gentes con mayores recursos y posibilidades económicas, porque los que no lo pueden hacer, no tienen servicio de agua, y como consecuencia se tiene el servicio bastante deficiente.

Por lo que respecta a cada una de las poblaciones en particular, tenemos que en la población de La Concepción Xochicuautla, prácticamente no hay servicio de agua potable actualmente. La gente se surte de agua para los usos mínimos necesarios, de los tanques existentes, los cuales son llenados por medio del servicio de pipas que proporciona el H. Ayuntamiento de Lerma. Estas pipas también efectúan el llenado de tambos.

Existen tuberías antiguas, (de más de 25 años), en algunas pocas calles de la localidad, porque según cuentan los vecinos, en alguna ocasión llegó el agua a La Concepción, de unos manantiales de San Francisco Talmimilolpan, sin embargo, conflictos entre pueblos, hicieron que dejara de funcionar este abastecimiento. Existen varios tanques construidos por la comunidad, y como se verá más adelante, existen los tanques de rebombeo y/o de distribución, construidos algunos por el Municipio y otros por la C.E.A.S.

La otra población alejada del núcleo que forma la zona de Huitzilapan, es San Agustín Huitzilapan. Este poblado se encuentra en condiciones similares a la Concepción,

en cuanto a la carencia de servicio de agua potable, con la diferencia que esta población no cuenta con tanques de agua construidos, salvo uno pequeño en la zona alta, a un costado de donde se ubica la Iglesia, el cual se encuentra fuera de servicio y un pequeño depósito de agua, que más bien es un registro que se surte de un manantial lejano, y del que apenas si se conectan unas ocho líneas de poliducto.

Las Colonias Guadalupe Victoria y Adolfo López Mateos, cuentan con más agua disponible, pero son los núcleos que cuentan con mayor número de pobladores. La Colonia Guadalupe Victoria, cuenta en su zona alta, con un tanque antiguo que tiene una capacidad de 100 M³, que se abastece de las aportaciones insuficientes de unos manantiales ubicados en Villa Alpina aproximadamente a 15 KM. de distancia. La distribución es por medio de cuatro líneas de tuberías de pvc de 2" diámetro, que fueron construidas colectivamente por grupos organizados de colonos.

Sin embargo, aunque salen del mismo tanque las cuatro líneas de tuberías, no existe una red de distribución propiamente dicha, porque a pocas calles del tanque se vuelve a presentar el caso de los poliductos individuales superficiales, que forman un espagueti de tubos en las calles. La manera de efectuar la distribución individual, o sea, la conexión a las tuberías existentes, consiste en conectar el extremo final de los tubos de pvc, a un tramo de tubo de hierro galvanizado de un metro o menos de longitud, hacerle perforaciones al tubo de Fo. Go. y por medio de soldadura, conectar niples de 13 mm para formar un peine de tubos. A dichos niples, se conectan los poliductos sujetos con abrazaderas, para de esta manera hacer sus tomas de agua potable. Es frecuente que estas líneas de poliducto tengan recorridos de más de 100 m. de longitud.

La colonia Adolfo López Mateos presenta un caso similar, ya que un grupo de colonos ha contribuido con aportaciones económicas y de trabajo a la construcción de un tanque y de una línea de conducción, que trae el agua de unos manantiales denominados "Las Lajas", también distante unos 15 km de la localidad. El sistema de distribución es idéntico al de la Col. Guadalupe Victoria.

Sin embargo, en estas dos colonias, aunque aparentemente cuentan con servicio de agua potable, este es totalmente insuficiente en época de estío, ya que la aportación de los manantiales baja considerablemente en temporada de secas y únicamente tienen servicio de agua potable en la temporada de lluvias. Como se ha hecho notar, no se cubren los requerimientos de toda la población, quedando un numeroso núcleo de pobladores sin este indispensable servicio.

III. Diseño Hidráulico del Sistema

Este se calculó basado en los datos proporcionados por el CEAS, aplicado de manera general a todos los casos de marcación.

Cálculo hidráulico

Los datos base proporcionados por el CEAS son:

Dotación por Habitante por Día (D.H.P.D.)	150 lt
Coficiente de Variación Diaria (CVD)	1.2
Coficiente de Variación Horaria (CVH)	1.5
Coficiente de Regularización (CR)	14.58

Para la determinación de la pérdida de carga hidráulica por fricción, partimos de la ecuación de Manning:

$$v = \frac{S^{1/2} R^{2/3}}{n} \quad (\text{m/s}) \quad \text{---} \quad \textcircled{1}$$

Ecuación de Continuidad

$$v = \frac{Q}{A} \Rightarrow Q = Av \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad \text{---} \quad \textcircled{2}$$

En las que:

Pendiente del Gradiente Hidráulico de Energía

$$s = \frac{H_f}{L}$$

Radio Hidráulico

$$R = \frac{A}{P} \quad (\text{m}) \quad \text{---} \quad \textcircled{3}$$

donde:

v	Velocidad del agua en la tubería	(m/s)
s	Pendiente del gradiente hidráulico	-
Hf	Pérdidas de carga por fricción	(m)
L	Longitud de tubería	(m)
n	Coefficiente de rugosidad de la tubería	-
R	Radio hidráulico de la tubería	(m)
A	Área hidráulica	(m ²)

Considerando para área y perímetro hidráulicos tubo lleno, tenemos:

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \quad (\text{m}^2)$$

$$p = \pi D \quad (\text{m})$$

Sustituyendo ambas en la ecuación de radio hidráulico (3)

$$R = \frac{A}{p} = \pi \frac{D^2}{4\pi D} = \frac{D}{4} \quad (\text{m})$$

En la ecuación de Manning (1), sustituimos los valores obtenidos de S y R

$$v = \frac{\left(\frac{Hf}{L}\right)^{1/2} \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3}}{n} \quad (\text{m/s})$$

Ahora, tomando la Ecuación de Continuidad (2), sustituimos los valores de A y v

$$Q = \pi \frac{D^2}{4} \frac{\left(\frac{Hf}{L}\right)^{1/2} \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3}}{n} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

Despejando H_f tenemos que:

$$H_f = Q^2 L (10.3 \frac{n^2}{D^{16.3}}) \quad (m)$$

Si hacemos:

$$K = (10.3 \frac{n^2}{D^{16.3}})$$

finalmente tenemos:

$$H_f = KQ^2 L \quad (m)$$

III.1 Antecedentes

El objeto del presente trabajo, es el de realizar el "PROYECTO EJECUTIVO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN HUITZIZILAPAN Y XOCHICUAUTLA, MPIO. DE LERMA, ESTADO DE MEXICO.", y por ser este trabajo una continuación del proyecto de este sistema desarrollado por la C.E.A.S., se consideran los datos básicos de diseño que ya habían sido determinados por la dependencia y son los datos a partir de los cuales se elaborará el proyecto.

III.2 Datos básicos de diseño

No	Localidad	Población	Gasto medio diario	Gasto máximo diario	Gasto máximo horario	Cap.Reg Necesaria.	Cap.Reg Existente
		L.P.S.	L.P.S.	L.P.S.	L.P.S.	m ³	m ³
1	San Lorenzo H	5,200	9.03	10.83	16.25	160	200
2	Col. A. L. Mateos	4,470	7.76	9.31	13.97	140	300
3	Col. Gpe. Victoria	4,580	7.95	9.54	14.31	140	500
4	Flor de Gallo	2,600	4.51	5.42	8.12	80	0
5	Santa Cruz H.	2,910	5.05	6.06	9.09	90	0
6	San Agustín H.	5,620	9.76	11.71	17.56	170	0
7	Concepción - Xoch.	10,400	18.06	21.67	32.50	389	350
	SUMAS	35,780	62.12	74.54	111.80	1,100	1,100

III.3 Parámetros de proyecto

Para la determinación de los anteriores datos básicos de diseño, la CEAS partió de los siguientes parámetros:

DOTACIÓN POR HABITANTE POR DÍA	150 lt
COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA	1.2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA	1.5
COEFICIENTE DE REGULARIZACIÓN	14.58

Considerando los siguientes números de habitantes para cada una de las localidades, para el año de 1990, en el que realizó los estudios, determinando, a partir de dichos números, la población de proyecto para un periodo económico de 15 años, o sea, para el año 2005.

III.4 Datos de población

No	LOCALIDAD	POBLACION	
		Año 1990	Año 2005
1.-	San Lorenzo Huitzilapan	2,500	5,200
2.-	Col. Adolfo López Mateos.	2,150	4,470
3.-	Col. Guadalupe Victoria	2,200	4,580
4.-	Flor de Gallo Huitzilapan.	1,250	2,600
5.-	Santa Cruz Huitzilapan	1,400	2,910
6.-	San Agustín Huitzilapan	2,700	5,620
7.-	La Concepción Xochicuautila	5,000	10,400
	SUMAS	17,200	35,780

Cuadro Comparativo de Datos de Población

NO	LOCALIDAD	POBLACIÓN		
		Según CEAS Año 1990	Censo INEGI Año 1990	Datos de Campo Año 1995
1.-	San Lorenzo Huitzilapan	2,500	743	2,000
2.-	Col. Adolfo López Mateos.	2,150	1,187	2,500
3.-	Col. Guadalupe Victoria	2,200	1,350	2,000
4.-	Flor de Gallo Huitzilapan.	1,250	190	1,000

5.-	Santa Cruz Huitzililapan	1,400	397	1,200
6.-	San Agustín Huitzililapan	2,700	1,076	2,200
7.-	La Concepción Xochicuautila	5,000	1,278	3,500
	SUMAS	17,200	6,221	14,400

El cuadro anterior muestra una gran diferencia entre los datos del INEGI y los datos de CEAS, sin embargo, a partir de lo observado en las visitas efectuadas a los sitios de proyecto y sobre todo, tomando en cuenta los datos que fueron proporcionados para las localidades estudiadas por los C. Delegados del Agua Potable y por los miembros de los Consejos de participación Ciudadana a finales de 1994, se deduce que los datos de CEAS, de 1990, fueron más aproximados a la población existente que los del INEGI, por lo que es factible considerar como población de proyecto para el año 2010, la población obtenida en el estudio por CEAS para el proyecto ejecutivo de la línea de conducción (1ª etapa)

III.5 Determinación de los gastos de proyecto para las líneas de interconexión.

Los cálculos hidráulicos de las líneas de conducción se detallan en el *Anexo I (hoja de Cálculo)*, así como la ubicación de los elementos y líneas existentes en el *Anexo II (Plano)*.

a) Interconexión del tanque de San Lorenzo Huitzililapan al tanque de la Manzana De Sahara

Esta línea de interconexión del tanque existente de San Lorenzo Huitzililapan, con una capacidad de 200 m³, estará ligada al tanque de proyecto de la Manzana De Sahara, con capacidad proyectada 20 m³.

Considerando que la red de agua potable de la Manzana de Sahara es parte de la red de San Lorenzo Huitzililapan y a partir de los datos básicos de diseño:

Q máximo horario	16.25 lps
Longitud de la red de San Lorenzo H	6,478.75 m
Longitud de la red de la Manzana de Sahara	735.25 m

se tiene que un gasto unitario de:

$$q = \frac{16.25}{6478.75} = 0.0025082$$

De donde:

$$1. - Q_{m \text{ diario}} = \frac{0.0025082 \times 735.25}{1.5} = 1.23 \text{ L.P.S.}$$

b) Interconexión del tanque Sta. Cruz al tanque Huitzilapan.

En este tramo, la línea de interconexión del tanque existente de 500 m³ ubicado en la Colonia Gpe. Victoria, estará ligado al tanque de proyecto de Santa Cruz Huitzilapan de 90 m³.

El gasto máximo diario para esta localidad está dado en los datos básicos de diseño determinados por la CEAS y es :

Q máx diario = 6.06 L.P.S.

c) Interconexión del tanque de Col. Gpe. Victoria al tanque Manzana de Sahara

Esta línea se conformará desde el tanque existente de 500 m³ de la Colonia Gpe. Victoria al tanque de proyecto de Flor De Gallo Huitzilapan de 80 m³.

El gasto máximo diario para esta localidad está dado en los datos básicos de diseño determinados por la CEAS y es :

Q máx diario = 5.42 L.P.S.

d) Interconexión del tanque Flor de Gallo al tanque de Endeshi Huitzilapan

Por último, se realizará una interconexión al tanque de proyecto de 80 m³ de Flor De Gallo al tanque existente de Endeshi Huitzilapan de 150 m³.

Considerando que la red de agua potable de Endeshi Huitzilapan es parte de la red de Flor de Gallo Huitzilapan y a partir de los datos básicos de diseño:

Q máx horario	8.12	L.P.S.
Longitud de la red de Santa Cruz Huitzilapan	6,973.39	m
Longitud de la red de Endeshi	2,102.68	m

se tiene que un gasto unitario de:

$$2.- q = \frac{8.12}{6,973.39} = 0.00116443$$

De donde:

$$3.- Q_{m \text{ diario}} = \frac{0.00116443 \times 2,102.68}{1.5} = 1.63 \text{ L.P.S.}$$

III.6 Análisis de la capacidad de regularización de proyecto.

Con relación a la capacidad de regularización para cada una de las localidades, se efectuó el siguiente análisis, tomando en cuenta tanto los resultados anteriores, como los resultados de los cálculos hidráulicos de las redes, que se presentan posteriormente.

1) San Lorenzo Huitzilapan.

En San Lorenzo Huitzilapan, de conformidad con los datos básicos de diseño, resulta una capacidad necesaria de regularización de 160 m^3 para la Manzana de Sahara, que tiene una línea de conducción independiente, pero que se abastece también del mismo tanque. Al requerirse un gasto máximo diario de 1.23 lps (pag. 15), la capacidad adicional del tanque para la regularización de esta Manzana de Sahara resulta de:

$$1.23 \times 14.58 = 17.93 \approx 20 \text{ m}^3$$

$$160 \text{ m}^3 + 20 \text{ m}^3 = 180 \text{ m}^3$$

En la localidad se cuenta con un tanque superficial de mampostería con una capacidad de 200 m^3 ubicado en la cota 2,780.57, por lo que el aspecto de la regularización para esta localidad queda cubierto en forma satisfactoria.

2) Colonia Adolfo López Mateos

En la Colonia Adolfo López Mateos resulta una capacidad de regularización necesaria de 140 m^3 . El planteamiento original para resolver el problema de las redes de distribución de esta Colonia, contaba con el tanque de la PB-7, ubicado en la cota 2,837.93, con una capacidad de 200 m^3 para cubrir los requerimientos de regularización de las tres secciones que componen la Colonia Adolfo López Mateos.

Sin embargo, las primeras alternativas de solución con el planteamiento original, dieron por resultado que las Secciones I y II de esta Colonia, no pueden ser abastecidas por el tanque de la PB-7, ya que no llega el agua a ellas con suficiente presión, por lo que hubo necesidad de considerar como tanque de regularización, otro tanque existente, en buen estado, ubicado a menor distancia con una capacidad de 100 m³, con una cota plantilla a la elevación 2,855.11 m. como tanque de regularización para estas dos secciones.

Actualmente el tanque es abastecido por los manantiales de "LAS RAJAS". En el proyecto no se consideran estas aportaciones y este tanque se considera que será abastecido por el tanque mayor de 500 m³, ubicado en la zona alta de la Colonia Guadalupe Victoria, sin embargo, al operar el sistema podrán considerarse las aportaciones de estos manantiales en época de lluvias y suplirse las deficiencias de gasto de los manantiales de las épocas de estiaje abasteciendo el Tanque "Las Rajas" por medio del tanque mayor de 500 m³.

De acuerdo a los cálculos hidráulicos de la red de distribución de la Colonia Adolfo López Mateos, la longitud total de la red resultó de 10,905.95 m.

Conforme a los datos básicos de diseño, se tiene:

$$\begin{array}{lcl} Q \text{ máx hor} & = & 13.97 \text{ L.P.S.} \\ \text{Gasto unitario } q & = & 0.001280952 \end{array}$$

Para las Secciones I y II de la Colonia Adolfo López Mateos, corresponden 5,003.70 m., por lo que el gasto máximo horario para estas dos secciones resulta:

$$Q_{mxhor}(IyII) = 0.001281 \times 5,003.70 = 6.4 \text{ L.P.S.}$$

$$CapReg = \frac{6.41}{1.5} \times 14.58 = 62.3 \approx 65 \text{ m}^3$$

por lo que, para las Secciones I y II, se tiene :

$$Cap. \text{ de Reg. Construida (100 m}^3) \gg Cap. \text{ de Reg. Necesaria (65 m}^3)$$

Para el resto de la Colonia, o sea para la Sección III y la zona de la Preparatoria, que se abastecerán del tanque existente de 200 m³ (PB-7), con una cota de salida de 2,837.93 m, se tiene como longitud de la red en ese tramo 5,902.25 m, por lo que el gasto máximo horario resulta:

$$Q \text{ máx horario} = 0.01281 \times 5,902.25 = 7.56 \text{ L.P.S.}$$

Por lo que la capacidad de regularización requerida es de:

$$CapReg = \frac{7.56}{1.5} \times 14.58 = 73.5 \approx 75 \text{ m}^3$$

Cap. de Reg. Construida (200 m^3) > Cap. de Reg. Necesaria (75 m^3)

3) Colonia Guadalupe Victoria

En la Colonia Guadalupe Victoria se encuentra ubicado el tanque de mayor elevación (Cota 3,048.74) y mayor capacidad (500 M3), el cual regularizará las redes de distribución para el abastecimiento de agua potable de varias poblaciones.

Los volúmenes de regularización para las poblaciones que se abastecen de este tanque son las siguientes:

	Capacidad Necesaria	
Col. Guadalupe Victoria	140 m^3	(Dato básico)
Col. Adolfo López Mateos	65 m^3	(Dato básico)
Flor de Gallo y Endeshi	80 m^3	(Dato básico)
Santa Cruz Huitzilapan	90 m^3	(Dato básico)
San Agustín Huizizilapa	170 m^3	(Dato básico)
SUMA	$545 \text{ m}^3 > 500 \text{ m}^3$	(Capacidad construida o existente)

- Flor de Gallo Huitzilapan.

En Flor de Gallo existe un tanque superficial en regular estado, por lo que los pobladores propusieron un sitio para la construcción de un nuevo tanque.

La capacidad necesaria para el tanque de Flor de Gallo, considerando que de este se abastecerá también el poblado de Endeshi resultó, como hemos visto de 80 m^3 .

Por lo que respecta a Endeshi, considerando el gasto máximo horario determinado en la pagina 36, la capacidad de regularización requerida es:

$$4. -CapReg = 1.63 \times 14.58 = 23.81 \approx 25 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque construido en este poblado es de 150 m^3 .

- Santa Cruz Huitzilapan

En Santa Cruz Huitzilapan no existe tanque de regularización. La capacidad del tanque para la regularización resultó de 90 m^3 , de acuerdo a los datos básicos de diseño.

- *San Agustín Huizizilapan*

En el poblado de San Agustín Huitzilapan tampoco existe tanque de regularización. La capacidad del tanque de acuerdo a los datos básicos de diseño deberá ser de 170 m³.

- *La Concepción Xochicauatla:*

La Concepción Xochicauatla se dividió en tres zonas: zona alta, zona media y zona baja.

Zona Alta:

La zona alta cuenta con un tanque de 60 m³ de capacidad ubicado en la cota 2,965.78, que distribuirá el agua a la zona alta y a una colonia denominada "La Loma".

El gasto máximo horario para La Concepción Xochicauatla es de 32.50 L.P.S. conforme a los datos básicos de diseño.

La longitud total de la red de proyecto de esta localidad resultó de 12,610.47 m. por lo que el gasto máximo unitario resultó de:

$$q = 0.002577224$$

Longitud de red en la zona alta	=	950.02 m.
Longitud de red "La Loma"	=	1,810.26 m.
Longitud de la zona alta + "La Loma"	=	2,760.28 m.

$$Q \text{ máx horario} = QL(za) = 0.002577224 \times 2760.28 = 7.11 \text{ L.P.S.}$$

$$5. - Q_m \times \text{diario} = \frac{7.11}{1.5} = 4.74$$

Capacidad de regulación necesaria para la zona alta y La Loma :

$$14.58 \times 4.74 = 69 \text{ m}^3$$

Capacidad de reg. necesaria (69m³) > *Capacidad de Reg existente* (60m³).

En forma particular para la zona de La Loma, que cuenta con un tanque de 50m³, en la cota 2,931.73, la longitud de red es igual a 1,810.26.

$$Q \text{ máx horario} = 0.002577224 \times 1810.26 = 4.67$$

$$6. - Qm \text{ x diario} = \frac{4.67}{1.5} = 3.11$$

Cap. de Reg. necesaria La Loma

$$14.58 \times 3.11 = 45.34 \text{ m}^3$$

Cap de Reg. necesaria (45m³) < Cap de reg existente (50m³)

Zona Media:

El tanque existente de la zona media, que tiene una capacidad de 90 m³ y está ubicado en la cota 2,924.37, abastecerá a la zona media:

$$\text{Longitud de red zona media} = 4,640.19 \text{ m.}$$

$$Q_{\text{máx horario}} = qL(m) = 0.002577224 \times 4,640.19 = 11.96$$

$$7. - Qm \text{ x diario} = \frac{11.96}{1.5} = 7.97$$

Cap. de Reg. necesaria

$$14.58 \times 7.97 = 116.2 \text{ m}^3$$

Cap de Reg. necesaria (116m³) > Cap de reg existente (90m³)

Zona Baja:

El tanque existente de la zona baja, cuenta con una capacidad de 100 M3 y está ubicado en la cota 2,886.31, abastecerá a la zona baja y a la Colonia denominada "La Joya".

$$\text{Longitud de red zona baja} = 4,036.95 \text{ m.}$$

$$\text{Longitud de red La Joya} = 1,173.05 \text{ m.}$$

$$\text{Longitud de Red zona baja + La Joya} = 5,210.00 \text{ m.}$$

$$Q_{\text{máx horario}} = qL(b) = 0.002577224 \times 5,210.00 = 13.43 \text{ L.P.S.}$$

$$8. - Q_m \text{ x diario} = \frac{13.43}{1.5} = 8.95$$

Cap. de Reg. necesaria

$$14.58 \times 8.95 = 130.49 \text{ m}^3$$

$$\text{Cap de Reg. necesaria (130m}^3) > \text{Cap de reg existente (100m}^3)$$

En forma particular para La Joya, cuenta con un tanque de 50 m³, en la cota 2,858.55.

Longitud de red zona La Joya = 1,173.05 m.

$$Q_{\text{máx horario}} = qL(m) = 0.002577224 \times 1,173.05 = 3.023 \text{ L.P.S.}$$

$$9. - Q_m \text{ x diario} = \frac{3.023}{1.5} = 2.02$$

Cap. de Reg. necesaria

$$14.58 \times 2.02 = 29.45 \text{ m}^3$$

$$\text{Cap de Reg. necesaria (29m}^3) < \text{Cap. de reg. existente (50m}^3)$$

En las zonas de la Joya y La Loma no hay problema, pero en los restantes tanques si existe déficit en la regularización.

Suma de gastos máximos horarios

<i>Zona Alta</i>	7.11 L.P.S
<i>Zona Media</i>	11.96 L.P.S
<i>Zona Baja</i>	13.43 L.P.S

∴ la sumatoria de todos los gastos parciales, nos arroja:

$$\sum Q = 32.50 \text{ L.P.S}$$

Donde este representa el *Gasto Máximo de Diseño*

III.7 Resumen de la capacidad de regulación

TANQUE	Cap de Reg. Necesaria	Cap. de Reg. Existente	Capacidad de Reg. Faltante
1.- San Lorenzo Huitzilapan y Manzana de Sahara <i>San Lorenzo Huitzilapan</i> <i>Manzana de Sahara</i>	180 20	200 0	0 20
2.- Colonia Adolfo López Mateos <i>(PB-7) Sección III y Zona Prepa.</i> <i>(Las Lajas) Sección I y II</i>	75 65	200 100	0 0
3.- Colonia Guadalupe Victoria	545	500	45
4.- Flor de Gallo y Endeshi <i>Flor de Gallo</i> <i>Endeshi</i>	80 25	0 150	80 0
5.- Santa Cruz Huitzilapan	90	0	90
6.- San Agustín Huitzilapan	170	0	170
7.- La Concepción Xochicuautla <i>Zona Alta</i> <i>Zona Media</i> <i>Zona Baja</i> <i>La Loma</i> <i>La Joya</i>	69 116 130 45 29	60 90 100 50 50	9 26 30 0 0

III.8 Redes de distribución

Las características topográficas de la región, obligan a la utilización de redes abiertas, por lo que los planteamientos para la solución del problema en cada localidad, se efectuaron tomando en cuenta esta condición y todas las redes de distribución se analizaron y calcularon como redes abiertas.

Se utilizaron tuberías de PVC en los sitios en donde existen terracerías y tuberías de Fo Go, en los lugares en los que existen losas de concreto hidráulico como pavimento, con la finalidad de afectar lo menos posible estas construcciones. En algunos tramos también se utilizaron tuberías de Fo Go, en donde se encontró material tipo C.

En general no se tomaron en cuenta para los proyectos, las pocas tuberías existentes, debido a que la mayoría tiene una existencia de alrededor de 25 años.

Todas las redes de proyecto de las localidades estudiadas, operan como redes abiertas.

Con las hojas de los cálculos hidráulicos sirviendo como guía general y con los planos del proyecto de cada localidad, se deducen los recorridos del agua.

En los planos del proyecto de cada localidad, se indican las redes abiertas, los diámetros de las tuberías, los materiales y tipo de tuberías, los sitios de las cajas rompedoras, ubicación de válvulas de seccionamiento y el diseño de todos los cruceros, las cotas del terreno y las cargas disponibles en cada uno de los nudos, los cuales están comprendidos en los rangos que marcan las normas para este caso, 0.7 a 5.0 kg/cm².

i San Lorenzo Huitzilapan

El agua se distribuye del tanque superficial existente de 200 m³, ubicado en la cota 2,780.57 en una tubería de FoGo de 4" hacia una caja de válvulas que distribuye el agua hacia dos sitios: la población de San Lorenzo Huitzilapan y la Manzana del Sahara.

El ramal que se dirige al poblado de San Lorenzo, continúa hasta una caja rompedora de presión con cota de salida igual a 2731.00 m., que a su salida cuenta con una caja de válvulas, que también distribuye el agua hacia dos zonas de la población: la zona alta y la zona baja. El ramal que se dirige a la zona alta lo hace por la Avenida Central Huitzilapan. El ramal que distribuye el agua a la zona baja, llega primero a un tanque existente de 20 m³ de capacidad, que se utiliza como caja rompedora de presión para después distribuir el agua en esta zona, prolongándose este ramal hasta la zona de panteones por la calle Real.

El ramal que conduce el agua a la Manzana de Sahara, lo hace por una línea de conducción de 1 1/2" de diámetro de PVC, que llegará a un tanque superficial de 20 m³ de capacidad, aun no construido. Este tanque regulará el gasto de esta manzana. Una red de PVC de 2", cubre esta zona.

El ramal de la zona alta cuenta con una caja rompedora de presión a 2.00 m. del cruceo 5-B, cuya cota de salida es la 2,673.65.

En el ramal que distribuye el agua en la Manzana de Sahara, se ubica una caja rompedora de presión a 2.00 m. del cruceo 2-A, con cota de salida en la elevación 2,690.0.

ii. Colonia Adolfo López Mateos

Para distribuir el agua en la Colonia Adolfo López Mateos, como se ha mencionado antes, se utilizarán dos tanques, la PB-7 y el tanque de "Las Rajas".

Del tanque de la PB-7, con 200 m³ de capacidad y ubicado en la cota 2,837.93, se distribuye el agua a la sección III y a la zona de la Preparatoria. La línea que distribuye el agua a la zona de la Preparatoria, principia con una tubería de PVC de 4" de diámetro hasta

el crucero 42, de este crucero cambia la tubería a Fo Go con 2" de diámetro, por ser zona de la carretera y pavimentada. Cuenta esta red con una caja rompedora de presión a 4.00 m del crucero 43-C3N, con cota de salida de 2,790.00, terminando la zona de la Preparatoria en el crucero 43 J.

A partir del crucero 44, la red se dirige a la Sección III de esta Colonia, con tubería de PVC de 4" de diámetro por la carretera, hasta llegar al crucero 47, en el que principia un ramal de 2" de diámetro de Fo Go, que distribuye el agua a una zona baja que requiere de una caja rompedora de presión a 2.00 m. del crucero 47-A, con cota de salida en la elevación 2,814.43.

Del crucero 47, sigue con tubería de PVC de 4" de diámetro, hasta el crucero 17-1, en el que cambia a Fo Go de 4", hasta llegar al crucero 15, que es donde comienza la Sección III, en el que cambia el diámetro a 3", continuando con Fo Go. El tramo de 3" de diámetro termina en el crucero auxiliar 4 y de ahí en adelante se distribuye el agua con tubería de 2" de diámetro, cambiando de PVC a Fo Go de acuerdo a la características del pavimento, ya sean terracerías o pavimento de concreto.

Del tanque "Las Rajas", con capacidad de 100 m³, y cota de plantilla 2,855.11, sale el ramal que distribuye el agua a las secciones I y II, con una tubería de PVC de 3" de diámetro. Al llegar al crucero 20-A, un ramal se dirige a la Sección I y otro a la Sección II.

El ramal que distribuye el agua a la Sección I, a partir del crucero 20-a, cambia a Fo Go, con el mismo diámetro de 3", continuando con este diámetro hasta el crucero 13, a partir del cual, la red en la Sección I es de 2", cambiando de Fo Go a PVC, conforme cambia el tipo de pavimento, de concreto a terracería.

La red que distribuye el agua a la Sección II, inicia en el crucero 20-a, con un corto tramo de tubería de 3" de diámetro de Fo Go, cambiando a 2" en el crucero N, continuando en toda esta Sección II con 2" de diámetro, también cambiando de Fo Go a PVC, según el tipo de pavimento.

iii. Colonia Guadalupe Victoria

A la salida del tanque existente de 500 m³, con cota de 3,048.74, se ubica una caja que distribuye el agua a varias de las localidades en estudio: a San Agustín Huitzilapan, a Flor de Gallo Huitzilapan, a Santa Cruz H. y a la propia Colonia Guadalupe Victoria.

El ramal correspondiente a la Colonia Guadalupe Victoria, llega primero al tanque existente en la zona alta, de 100 m³ de capacidad, con cota de 2,992.03, que operará como caja rompedora de presión. De este tanque se lleva el agua al crucero 30, donde el agua se divide en dos ramales, uno hacia la calle 16 de Septiembre, que distribuye el agua a la zona norte de la Colonia y que conduce también el caudal necesario hacia el tanque existente de 100 m³, denominado "Las Rajas", que abastecerá a las Secciones I y II de la Colonia Adolfo López Mateos.

Este ramal tiene ubicada una caja rompedora de presión a 2.00 m del crucero G-1, con cota de salida de 2,850.59

El otro ramal se dirige por la calle de Lerma, al crucero 33, en donde un ramal sigue por la misma calle de Lerma hacia abajo para abastecer el resto de la Colonia y otro lleva el agua a la calle de Quintana Roo, que también forma parte de la Colonia.

Este ramal es el que presenta la topografía más accidentada de esta Colonia, por lo que existió la necesidad de varias cajas rompedoras de presión en la red.

Por ser varias estas cajas, se enuncia su ubicación y cota de salida:

<i>CRUCERO</i>	<i>COTA DE SALIDA</i>
10	2,900.00
7'	2,855.00
F-1	2,871.69
35	2,900.00
38	2,863.50

iv. Flor De Gallo y Endeshi

Las localidades de Flor de Gallo, Huitzilapan y Endeshi H., se abastecen del tanque existente de 500 m³ ubicado en la localidad de Guadalupe Victoria en la cota 3,048.74 m.

Cada una de estas localidades requiere de su propio tanque de regularización. El tanque de Flor de Gallo, como hemos visto anteriormente, deberá de ser de 80 m³ de capacidad, con cota de salida en la elevación 2,881.66. La localidad de Endeshi cuenta con un tanque existente de 150 m³ de capacidad, aunque la capacidad requerida de regularización es de solamente 25 m³; la cota de salida de este tanque esta ubicada en la elevación 2,771.95.

Los tres tanques citados, el de Guadalupe Victoria, el de Flor de Gallo y el de Endeshi, se interconectan por medio de dos líneas de conducción. La línea de conducción que une el tanque de 500 m³ con el 80 m³ de Flor de Gallo, se proyecta con tuberías de PVC de 2" y 1 1/2". La línea que liga el tanque de Flor de Gallo con el de Endeshi, se proyectó con tuberías también de PVC, de 2", 1 1/2" y 1".

Dadas las condiciones topográficas de las dos localidades, el agua será distribuida por medio de redes abiertas que partirán de los tanques respectivos.

En la localidad de Flor de Gallo se requieren tres cajas rompedoras de presión que se ubican de la siguiente manera:

<i>CAJA</i>	<i>COTA</i>	<i>CRUCERO</i>
CRP1	2,821.54	6
CRP2	2,785.66	Z-1
CRP3	2,772.36	W

La red abierta de la localidad de Endeshi, requiere de otras dos cajas rompedoras de presión:

<i>CAJA</i>	<i>COTA</i>	<i>CRUCERO</i>
CRP4	2,734.35	3
CRP5	2,691.35	12

v. Santa Cruz Huitzilapan

A esta localidad el agua le llegará por medio de una línea de conducción de 4" de diámetro, desde el tanque existente de 500 m³ hasta el sitio propuesto para la construcción de un tanque superficial de proyecto de 90 m³ de capacidad.

Desde este sitio, el agua bajará hasta una primera caja rompedora de presión que controlará la presión del agua de una zona alta; el ramal que no pasa por la caja, conducirá el agua a un tanque superficial existente de 300 m³ de capacidad con cota 2,931.62.

De este tanque existente parte la red abierta en la que por medio de cajas rompedoras de presión, se van controlando las presiones en la red, debido a los grandes desniveles existentes, también en esta localidad.

La ubicación de estas cajas rompedoras es la siguiente:

<i>CAJA</i>	<i>CRUCERO</i>	<i>COTA DE SALIDA</i>
CRP1	2	2,970.00
T. EXIST	T.EXIST	2,931.62
CRP2	9	2,886.62
CRP3	18	2,888.33
CRP4	20	2,861.75

vi. San Agustín Huitzilapan

El agua proveniente del tanque de 500 m³ llegará por una línea de conducción proyectada por el H. Ayuntamiento de Lerma (OPDAPAS), al sitio propuesto para la

construcción de un tanque superficial, con una capacidad de regularización de 170 m³, ubicado en la cota 2,946.65.

La tubería sale de dicho tanque con un diámetro de P.V.C. de 6" de diámetro hasta llegar al crucero 18' en donde se bifurca en dos tuberías, una es un ramal de PVC de 2" hacia el oriente; la tubería principal sigue el trazo de un camino de terracería, para continuar por un costado de la carretera hasta el crucero 15' en el que se cambia el diámetro a 4"; continua con este diámetro hasta el crucero 4' desde donde se divide la tubería en tres ramales: un ramal de 3" de PVC cruza la carretera Naucalpan Toluca en los cruceros 4-A y 4-B con tubería de Fo Go, este ramal introduce la red al poblado y distribuye el agua a la región oriental de la localidad de San Agustín.

El otro ramal que parte del crucero 4' con tubería de 2" de PVC para llevar el agua a la zona norte, o sea, la zona que queda fuera del poblado al otro lado de la carretera.

El ramal principal continua con un diámetro de 4" hasta encontrar un puente ubicado entre los cruceros 3' y 2', que será el sitio del otro cruce de la carretera.

A partir del crucero 2', se forman dos ramales, uno pequeño hacia la derecha y otro, el principal, hacia la izquierda, conduce el agua a la porción principal de la Localidad.

Por medio de cajas rompedoras se controla la presión en los diferentes ramales de toda la red, la cuales se localizan de la manera siguiente:

<i>CAJA</i>	<i>CRUCERO</i>	<i>COTA DE SALIDA</i>
CRP1	8'	849.63
CRP2	16-3	836.00
CRP3	16-A	808.00
CRP4	11	753.00
CRP5	4'	860.00
CRP6	21	833.24
CRP7	25-1	848.19
CRP8	19-8	808.94
CRP9	19-10	776.60
CRP10	27	845.54
CRP11	39	789.98

vii. La Concepcion Xochicuautila

La localidad de la Concepción Xochicuautila, cuenta con tres zonas de presión bien definidas: Zona Alta, Zona Media y Zona baja, cada una de ellas cuenta con sus respectivos tanques de regularización ya construidos.

El tanque de la zona alta de 60 m³ de capacidad con cota 2,965.75, proporcionará agua a la zona alta de la población, que queda arriba del tanque de la zona media. De este mismo tanque de la zona alta, parte un ramal con una tubería existente de 4" de PVC, hacia un tanque existente de 50 m³ de capacidad ubicado en una zona alta de una colonia de esta población que se llama "La Loma" con cota 2,731.73, de este tanque sale una red abierta, que distribuye el agua en esta zona, que es la porción oriente del poblado.

La zona media de la Concepción, se abastece de un tanque existente de 90 m³ de capacidad con cota 2,924.37, que por medio de redes abiertas, riega el agua a esta zona media del poblado, que comprende la porción de la carretera hacia arriba del poblado.

La zona baja, que se abastece del tanque existente ubicado en la cota 2,886.31 de 100 m³ de capacidad y cubre la parte comprendida de la carretera hacia abajo. Esta zona baja incluye la pequeña localidad de "La Joya", que forma parte de la Concepción Xochicuautla.

La red de esta localidad, por sus características topográficas, en forma similar a las otras localidades, también requirió de cajas rompedoras de presión.

A continuación se da su ubicación y cota de salida:

	CRUCERO	COTA DE SALIDA
ZONA LA LOMA	113	2,891.60
ZONA MEDIA	27-A'T 27G	2,875.00 2,860.22
ZONA LA JOYA	11.8	2,818.50

III.9 *Diseño de cruceros*

Los cruceros se diseñaron adaptando la geometría de los sitios de cruceros, a las piezas especiales estándar comerciales, tomando en cuenta, el material de las tuberías, conforme a los diámetros determinados en los cálculos hidráulicos y procurando utilizar el menor número posible de piezas.

Por las condiciones topográficas de toda la región, el trazado de calles en las localidades es bastante irregular, por esta razón, en algunos casos, las piezas especiales estándar no se adaptan en un 100% a las condiciones geométricas de los cruceros, por lo que en esos casos, se tomaron en cuenta las deflexiones que aceptan las propias tuberías, para dar los ángulos necesarios en campo, por lo que el trazo definitivo quedará a Juicio del Ingeniero Residente de Obra.

Las altimetrías así como todos los cruceros diseñados y cuantificación de piezas especiales correspondientes, aparecen en los planos respectivos que se encuentran anexados.

IV Planeación

A partir de las últimas centurias, se ha gestado un crecimiento poblacional que ha ido superando de manera paulatina la capacidad del medio ambiente para proveernos, en lo que en antaño se creyó, un proceso perenne. Además, se han identificado una serie de factores primordiales en la degradación del medio ambiente, tales como:

- 1) Un crecimiento desmedido de la población, que ha creado enormes presiones ambientales.
- 2) Este crecimiento, en particular los países desarrollados, ha estado acompañado de nuevos procesos industriales que alteran el ambiente.
- 3) El crecimiento poblacional y la industrialización han dado origen a la urbanización, es decir, el movimiento de personas que emigran desde pequeños asentamientos a pueblos y ciudades, lo cual contribuye a intensificar los problemas ambientales en relación con la densidad de personas e industrias.
- 4) El crecimiento explosivo del uso de energía y la introducción de nuevos productos, en particular desde la segunda guerra mundial, que ha acentuado más la tensión ambiental.

El éxito económico y los elevados niveles de vida en los centros urbanos de las naciones desarrolladas, han estado acompañados del consumo de recursos naturales como el agua, madera, depósitos minerales, suministro de energía y terrenos.²⁹

Estos excesos, nos han conducido a un discernimiento más profundo sobre la planeación en el aprovechamiento de espacios y recursos naturales. Si bien existen vestigios desde tiempos remotos de planeación, estaba enfocada a objetivos tales como resguardo y protección. Estos objetivos han sufrido cambios constantes y vertiginosos, desde que las exigencias para satisfacer las necesidades humanas se han vuelto más extensas.

Según José Luis Coraggio, la evolución en los últimos años de la planificación se ha dado en base a circunstancias muy diversas de nuestro medio:

La teoría y en buena medida la práctica de las políticas públicas de los cincuenta y sesenta estaban signadas por la planificación como metodología básica. Inspiradas en los procesos de reconstrucción de la Europa de postguerra y de la industrialización socialista, no sólo las grandes obras de infraestructura, sino la misma política económica y tecnológica eran instrumentalmente referidas a objetivos de largo y mediano plazo de orden nacional. Se planificaba la estructura productiva sectorial e indirectamente la estructura social deseada.

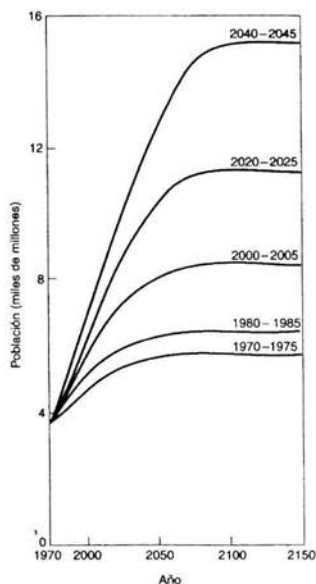
Hoy impera el paradigma del mercado libre. Hoy se habla del estado anímico de "los mercados", nuevo sujeto sin cara, constructor o destructor de economías, estados y sociedades. Las grandes empresas globales, sin duda, planifican sus acciones. Los gobiernos puede decirse que aún hacen planificación financiera (con énfasis en cómo endeudarse y pagar los servicios de la deuda). ¿Pero qué pasa con la planificación de la economía real, de las ciudades, de las regiones, del bienestar social?

La "globalización", es decir, la disolución de la entidad nacional de empresas y clases, de mercados y sociedades, entidad superada por la apertura a procesos y poderes de ámbito mundial, parece poner en cuestión, entre otras cosas, la posibilidad de pensar y planificar acciones para determinar soberanamente el futuro de un país. El

²⁹ Glynn Henry y Gary Heinke. *Ingeniería ambiental*. Pag 14 (1999)

Estado aparece cada vez más limitado a sus funciones de administrador de aspectos marginales de un proceso que no controla. Es más, la política misma acentúa su mercantilización, urgida de acceder al costoso escenario mediático y de acentuar mecanismos clientelares en la competencia electoral.³⁰

Las proyecciones de la población mundial hechas por T. Frejka en marzo de 1973, basadas en un estudio correspondiente a diversos supuestos, en relación con el año que se alcanzaría un nivel mundial de reposición, nos señalan como un número más probable, según la desaceleración mundial, las líneas de los años 2,000 a 2,005 y 2,020 a 2,025, aunque daría una población mundial estabilizada en alrededor de 10,000 millones.



Fuente: T. Frejka, "The Prospect for a Stationary World Population", *Scientific American*, marzo 1973.

“Esta información tiene implicaciones pasmosas: en menos de 100 años habrá alrededor de dos veces más personas en el mundo en proporción a las que hay en la actualidad. La tarea de alimentarlas, vestir las y darles empleo será monumental”³¹. Esta afirmación podría reflejar un escenario *Kafkiano*, pero lo que es un hecho, es que herramientas como la planeación y administración de nuestros recursos, es el mejor instrumento para combatir esta visión.

³⁰ José Luis Coraggio. “Perspectivas de la planificación urbana en el contexto de la globalización”. www.rosario.gov.ar/per/Acti/Ponen6.html

³¹ Glynn Henry y Gary Heinke. *Ingeniería ambiental*. Pag 29 (1999)

IV.1 Cálculo de crecimiento poblacional

El crecimiento poblacional suele presentarse de forma exponencial, ya sea creciente o decrecientemente, en relación con un intervalo unitario. Esto se expresa como:

$$P = P_0 e^{rt}$$

en donde

P = tamaño futuro de la población

P_0 = tamaño actual de la población

t = número de años para la extrapolación

r = tasa de crecimiento calculado para cada uno de los años t (expresado como fracción)

e = base de logaritmos naturales

Generalmente r se encuentra expresado como un porcentaje anual de crecimiento. Es importante señalar, que para cualquier país o entidad, la tasa de crecimiento poblacional, está determinada por cuatro factores primordiales: nacimientos, defunciones, éxodos y desarraigo. La *tasa de crecimiento* se define como:

$$r = (n - m) + (i - e)$$

en donde n , m , i y e son respectivamente las tasas de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración, donde la diferencia positiva entre nacimientos y decesos se conoce como *aumento natural de la población*, y la diferencia entre éxodos y desarraigo, se conoce como la *migración neta*. Otro parámetro empleado para determinar el desarrollo exponencial, es el *tiempo de duplicidad*, que hace referencia al tiempo requerido para duplicar el número de pobladores, sobre la base de una tasa de crecimiento constante, r . La expresión empleada para determinar una aproximación es:

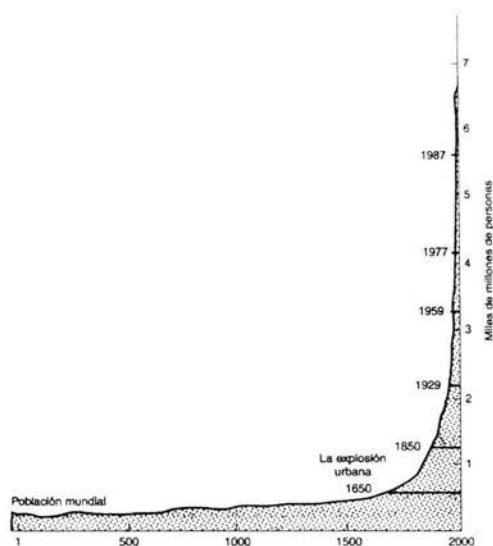
$$T_{nm} \approx \frac{70}{r}$$

donde T_{nm} es el tiempo de duplicación en años, y r es la tasa de crecimiento anual.

Es interesante observar como se ha gestado las tendencias mundiales del crecimiento poblacional, y que han sido descritas por Bramwell, quien señaló las principales ingerencias de este comportamiento:

La figura proporciona una imagen gráfica del crecimiento de la población mundial en los últimos dos milenios. Durante la era Cristiana el número de habitantes en el mundo era de, aproximadamente, 300 millones de personas. Para 1650, año que se considera como el principio de la era moderna de la ciencia y la tecnología, había aumentado a 500 millones; desde entonces el crecimiento ha sido tan explosivo que para 1983 había 4.700 millones. En otras palabras, se necesitó casi el tiempo que tiene la humanidad sobre la Tierra, quizá 500.000 años, para tener una población de 1.000 millones, cantidad estimada en el año 1800; pero bastaron 130 años (hasta 1930) para agregar otros 1.000 millones, 30 más (hasta 1960) para llegar a los 3.000, y solo 15

más (hasta 1975) para agregar otro tanto y alcanzar una población mundial estimada de 4,000 millones. Así pues, la población mundial ha crecido en proporciones que ha aumentado aproximadamente 2% por cada mil años durante la era paleolítica hasta dos por ciento anual a mediados de la década de los cincuenta, esto es, un crecimiento de mil veces.³²



Fuente: R. D. Bramwell. *Towns and Cities* (Gage Studies Series) 1977

De hecho, existen planteamientos que rebaten este supuesto de un desarrollo mundial de la población indefinido, “David Susuki, renombrado genetista y activista ambiental, empleó bacterias para ilustrar la imposibilidad del crecimiento exponencial indefinido de la población, del producto interno bruto (PIB), del uso de energía, de la contaminación o, de hecho, cualquier cosa que crezca constantemente en proporción con su tamaño. Susuki sugirió (1986) imaginar un tubo de ensaye con un medio para bacterias en su interior:

A las 11:00 introducimos una célula bacteriana con un tiempo de duplicación de un minuto. Un minuto más tarde hay dos células, a las 11:02 hay cuatro, y así sucesivamente hasta que, a las 12:00 el tubo está lleno. La pregunta es, ¿a qué hora está el tubo a la mitad? La respuesta, desde luego, es a las 11:59. Si usted fuera una bacteria, ¿en qué momento se daría cuenta de que hay un problema de espacio (o de población)? A las 11:55, “creo que tenemos un problema de espacio”, sería el hazmerreír de los demás: ¡cualquier bacteria sensata podría ver que el 97% del tubo estaba vacío! No obstante faltarían sólo cinco minutos para que el tubo quedara lleno.

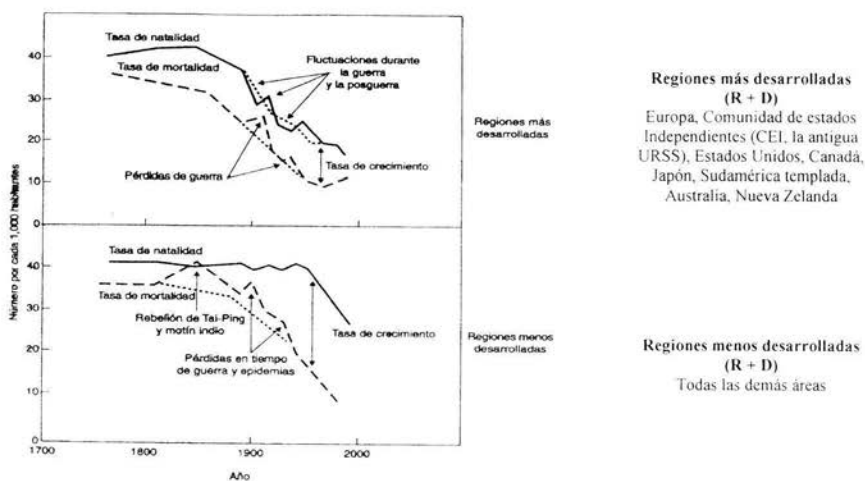
³² R. D. Bramwell. *Towns and Cities* (Gage Studies Series) 1977

Suponga que a las 11:58 algunas células emprendedoras salieran del tubo, recorriendo el planeta en busca de nuevos recursos, y regresan con tres tubos de ensayo de alimentos.

Esto es un hallazgo fenomenal, ¡tres veces las existencias conocidas! (¿Se imagina usted cuánto nos tranquilizaría si hiciéramos un hallazgo de petróleo de tal magnitud?) ¿Cuánto tiempo se ganaría con esto? A las 12:00, el primer tubo estaría lleno, a las 12:01, el segundo tubo quedaría lleno, y a las 12:02, ¡los cuatro estarían hasta el tope! Al cuadruplicar la cantidad de alimento sólo se ganan dos minutos si el crecimiento continúa al mismo ritmo".³³

Otro discernimiento interesante, es el observar el desarrollo poblacional de las zonas poco desarrolladas versus las más desarrolladas. En la figura inferior se puede observar los eventos más representativos de mortandad a través de la historia, que como se señaló anteriormente, esta diferencia con la natalidad no dará el *aumento natural de la población*:

Fuente: Datos anteriores a 1950 de la ONU (1971); datos posteriores a 1950 de la ONU (1981)



Estos nos señalan básicamente, que los decesos en zonas más desarrolladas han sido compensados y superados por el desarrollo de las menos favorecidas. Es probable que para el periodo 1985-2010 mantengamos una tasa del orden de 1.6%³⁴, y en términos absolutos, para los países menos desarrollados de África, América Latina y Asia, una tasa del 2.5%³⁵, implica que para mantener el nivel de vida actual, se tendría que obtener una

³³ Glynn Henry y Gary Heinke. *Ingeniería ambiental*. Pag 18 (1999)

³⁴ *Ibid*

³⁵ *Ibid*

duplicidad de los servicios e infraestructura básica en los próximos 28 años, estos sin considerar la renovación por fin de vida útil. Por eso, la reducción de la tasa de población es tan relevante en estos países, teniendo como finalidad el bienestar futuro.

IV.2 Programa de obra

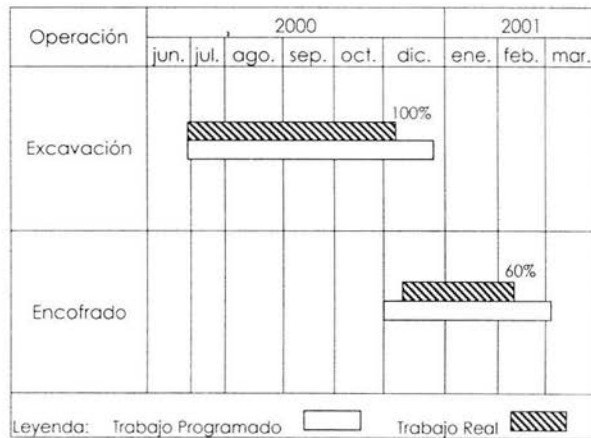
Parte de una buena planeación y administración de una obra, requiere de la presentación de un programa de tiempo cuando se comienza la preparación de un estimado. Este consiste en fijar un plan tentativo de la mecánica para hacer el trabajo, con las partidas más importantes o dirigentes.

El programa de obra o avance muestra todas las partidas, así como la interrelación que existe entre todos los trabajos y sus respectivos tiempos de ejecución. Basándose en el programa de obra, se describen en forma breve el trabajo, haciendo hincapié en las características indefinidas, peligrosas e inciertas, así como las partidas que sean probables que incrementen o disminuyan. Además se debe incluir el número de horas-hombre y horas-máquina requeridas para la ejecución de cada una de las partidas. Algunos programas incorporan en el mismo formato, el flujo de efectivo, o ingreso versus egreso de cada uno de los conceptos o partidas.

IV.2.1 Diagrama de Gantt

Existen diversas metodologías para elaborar un programa de obra, como son el caso del *diagrama de precedencias* para determinar la ruta crítica, el *diagrama de barras triangulares* o el *diagrama de barras rectangulares* o de Gantt.

La representación más empleada es el diagrama de barras rectangulares o de Gantt, que consiste en señalar las fechas de inicio y terminación de una actividad, por medio de una barra. Las actividades que deben de iniciar de manera simultanea, así como las que se deben concluir antes de iniciar otra³⁶.



³⁶ Frederick S. Merrit. *Manual del ingeniero civil, volumen III*. Pag. 4-13 (1984)

Para obtener esta mecánica, las actividades se dividen en partidas, y estas a su vez, en conceptos. Con el fin de comparar el trabajo ejecutado con el propuesto en el programa de obra, se dibuja otra barra debajo de la propuesta, que señala el tiempo real de inicio y fin de la ejecución. Los programas pueden presentarse en forma tubular o gráfica, pero esta última se emplea mayormente por su fácil visualización.

En la tabla anterior, se puede observar el concepto “Excavación”, que se debe iniciar un julio del 2000 y concluir la segunda semana de diciembre del mismo año. La barra inferior indica que la actividad inició a tiempo, pero su concluyó la cuarta semana de diciembre. En el caso del concepto “Encofrado”, se debió iniciar la segunda semana de diciembre, pero se adelantó dos semanas, y se debió concluir la segunda semana de febrero y se prolongó hasta finales de este.

La gran importancia de los programas, es en el control de rendimientos y tiempos programados, ya que cada actividad que no se cumple en fecha programada, representa una erogación fuera de presupuesto y un retraso en la entrega de la obra, que dependiendo del tipo de contrato, se pueden cobrar multas por atraso de obra. El exhaustivo control de las obras, permite señalar problemas que no se habían identificado en un principio, y que la constructora puede disputar como no imputables al costo que debe absorber.

IV.3 Proforma de egresos

Consiste en un mecanismo para determinar si la ejecución del proyecto, se está llevando a cabo con los recursos presupuestados. Este sistema también conocido como *flujo de efectivo*, permite al mismo tiempo conocer los fondos disponibles en cuenta, para cubrir los gastos al día de pago.

Existen variantes sobre la implementación de este método, fundamentalmente por la forma en que se tenga pensado obtener los recursos. En el caso de proyectos que se cuenta con un contrato de precios unitarios, este mecanismo es empleado básicamente durante el desarrollo de la construcción, ya que no es la propia constructora la que conseguirá un crédito para cubrir los gastos de proyecto. En el caso de inmobiliarias, es de suma importancia la habilidad para presentar este estudio en el análisis financiero del proyecto a los inversionistas, ya que reflejará confianza y menor incertidumbre sobre el riesgo que representa la inversión.

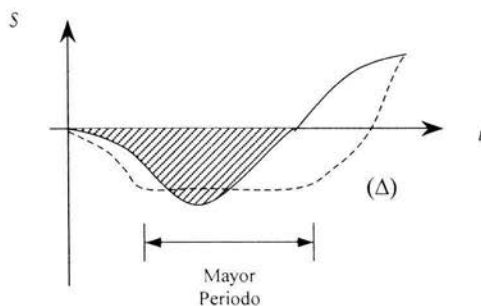
Es importante el ajuste entre el tiempo de ingreso y egreso del capital, ya que siempre existen diferencias entre el compromiso del pago y el cubrirlo, y así mismo, entre el compromiso de recibir dinero y recibirlo realmente. “Tales efectos tienen un impacto considerable sobre la salud financiera de la organización, ya sea para el propietario o para el contratista, y refleja los arreglos de crédito que realizará la organización con sus acreedores y deudores, ya que se requiere tener efectivo cuando se venzan los pagos a los acreedores. En muchas ocasiones, no se tiene disponible efectivo a la mano en la cuenta bancaria de la compañía, especialmente los primeros días de un proyecto, cuando se requiere un financiamiento excesivo con muy poco rendimiento. La mayoría de las organizaciones de la industria de la construcción descansan fuertemente en límites de

crédito extensos, dados los proveedores y en sobregiros bancarios. Los proyectos deben autofinanciarse tan pronto como sea posible, de tal manera que la compañía no tenga que descansar en sobregiros bancarios, incurriendo así en altos costos financieros.”³⁷

En conclusión, el flujo de efectivo es la ubicación del dinero en el tiempo. Independientemente de la inflación. El dinero tiene distinto valor según su ubicación en el tiempo por tres razones.

- Costo de oportunidad
- Riesgo o incertidumbre
- Deseo de consumo

Existe una diversidad en el comportamiento de las curvas ingreso – egreso vs. Tiempo, el caso más común se observa en la siguiente gráfica:



Un ejemplo muy sencillo se puede observar, si supusiéramos que deseamos construir un “carrito de hamburguesas.” Requerimos de un periodo de tiempo para analizar la inversión y hacer un supuesto de ingresos hasta el valor de recuperación, para lo cual requeriríamos de un capital inicial que nos permita funcionar en el periodo de operación por debajo del punto en que se inician los ingresos, es decir el punto de equilibrio.

	Evaluación	Estudios	Construcción		Operación								Σ	
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Egresos	-5	-20	-120	-130										-275
Ingresos	0	0	0	25	50	50	50	50	50	50	50	50	50	425
Flujo Primario	-5	-20	-120	-105	50	50	50	50	50	50	50	50	50	150

Donde:

$$\text{Ingresos} = 425$$

$$\text{Egresos} = 275$$

$$\text{Utilidad} = 150$$

³⁷ Hira N. Ahuja y Michael A. Walsh. *Ingeniería de costos y administración de proyectos*. Pag. 182 (1995)

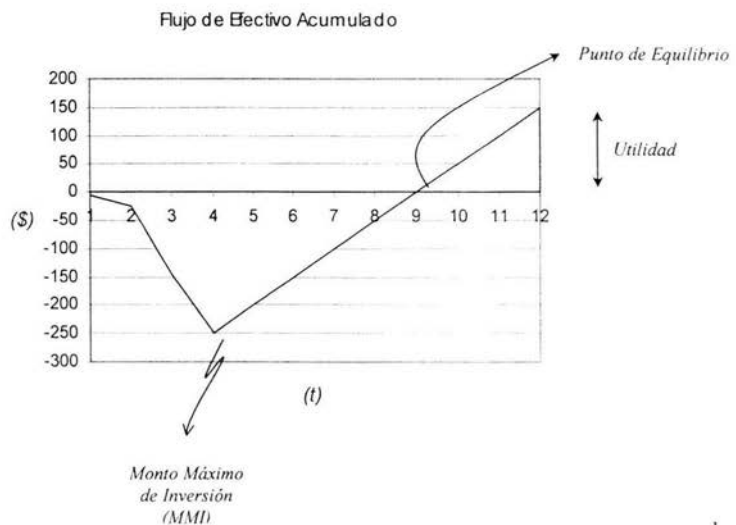
∴ nos brinda un margen de utilidad:

$$\text{Margen} = \frac{150}{425} = 35\%$$

Ahora, del flujo acumulado

Flujo Acumulado	-5	-25	-145	-250	-200	-150	-100	-50	0	50	100	150
-----------------	----	-----	------	------	------	------	------	-----	---	----	-----	-----

Que nos brinda la siguiente representación gráfica☺



Este sencillo ejemplo nos puede brindar una idea, del control de capital que se puede realizar, y sobre todo el tipo de previsiones necesarias para la elaboración de un proyecto que concentre importantes montos de inversión.

V Análisis Financiero

El análisis financiero es propiamente definido como “las técnicas de medición de la rentabilidad de un proyecto individual”³⁸. Para este trabajo, se requiere de haber determinado previamente todos los aspectos relativos a la preparación de la información que posibilitará evaluar un proyecto en función de las diversas oportunidades que existen en el mercado.

Los siguientes subtemas, representan las herramientas de medición para evaluar la rentabilidad de un proyecto en particular.

V.1 Evaluación económico-financiera del proyecto

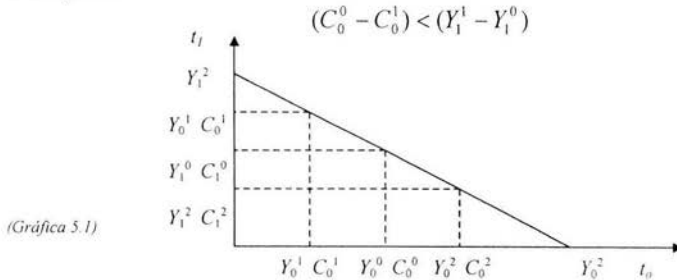
Toda consideración elaborada para la evaluación de la inversión, tiene como premisa que con el simple hecho de transcurrir el tiempo, se debe conceder un beneficio monetario al inversionista por el simple hecho de poner a disposición su capital, con la atenuante de hacer o no, uso de este capital en un tiempo determinado. Este concepto es conocido como valor de dinero en el tiempo.

Para determinar los flujos de efectivo en el tiempo, se requiere de una tasa de interés que represente la equivalencia de dos sumas de dinero en dos periodos diferentes. Lo cual lo expresamos:

$$Y_1^1 = (C_0^0 - C_1^1)(1 + i) + Y_1^0$$

Donde el ingreso presente Y_0^0 , representado en la gráfica (5.1) en el eje del momento presente t_0 , y un ingreso futuro Y_1^1 , representado en el eje del tiempo futuro (periodo próximo) t_1 . Con ambos ingresos, es posible un consumo actual C_0^0 y un consumo futuro C_1^1 . Sin embargo, también es posible un consumo C_0^1 , que permitirá ahorros posibles de invertir en alguna opción que genere un interés i , de tal manera que el periodo 1 el ingreso Y_1^1 se vería incrementado Y_2^1 .

La abstención de un consumo presente, espera una recompensa futura representada por i :



³⁸ Nassir y Reinaldo Sapag Chain. *Preparación y evaluación de proyectos*. Pag. 293 (2000)

Si se ahorrase todo el ingreso actual, es decir, si no hubiera consumo en el periodo cero, el ingreso futuro esperado máximo sería representado por Y_1^2 en el gráfico, donde:

$$Y_1^2 = Y_0^0(1+i) + Y_1^0$$

De igual forma, el consumo actual se puede incrementar recurriendo a préstamos, por ejemplo, a cuenta de futuros ingresos. En el gráfico, un consumo actual de C_0^2 reduce la capacidad de consumo futuro a C_1^2 , donde:

$$(C_0^2 - C_0^0)(1+i) = (C_1^0 - C_1^2)$$

y donde

$$C_0^2 = C_0^0 + \frac{C_1^0 - C_1^2}{(1+i)}$$

El máximo consumo actual está limitado, entonces, por el punto Y_0^2 del gráfico, o sea,

$$Y_0^2 = \frac{C_1^0}{(1+i)} C_0^0$$

Bien puede apreciarse que la línea que une Y_0^2 con Y_1^2 representa el lugar geométrico de todas las combinaciones de consumo presente y futuro equivalentes en términos de valor tiempo del dinero. El valor capitalizado es Y_1^2 , que en consecuencia, representa el mismo atractivo que Y_0^2 para el inversionista, en términos de valoración de sus flujos de ingreso en el tiempo.

Al representar la recta alternativas idénticas en preferencias de consumo actual y futuro, puede medirse el valor del dinero en el tiempo de cualquiera de sus puntos. Por simplicidad de cálculo, conviene hacerlo en Y_1^2 ó en Y_0^2 . Hacerlo en Y_1^2 es calcular un valor capitalizado o descontado³⁹.

Bierman y Amidt⁴⁰ explican el significado del valor actual señalando que “un dólar recibido ahora es más valioso que un dólar recibido dentro de cinco años en virtud de las posibilidades de inversión disponibles para el dólar de hoy. Al invertir o prestar el dólar recibido hoy, puedo tener considerablemente más de mi dólar dentro de cinco años. Si el dólar recibido se emplea ahora para el consumo, estaré dando más que el valor de un dólar de consumo en el año cinco. Por esta razón, los ingresos futuros deben descontarse siempre”.

³⁹ Ibid

⁴⁰ Bierman y Smidt. El presupuesto de bienes de capital. Pag 39 (1977)

El objetivo de descontar siempre los flujos de caja futuros proyectados es, entonces, determinar si la inversión en estudio rinde mayores beneficios que los usos de alternativa de la misma suma de dinero requerida por el proyecto⁴¹.

V.1.1 Tasa media de rendimiento

Como tarea primordial que se pretenda realizar en toda empresa, industria, nación, etcétera, es la búsqueda de nichos de inversión, y así conseguir una distribución del propio capital. Es decir, que esta búsqueda constante se simplifica llanamente en *gastar el dinero hoy, para obtener un rendimiento mañana*.

Para saber cual será la mejor inversión, requerimos de un parámetro de referencia o medida del rendimiento del capital. Una importante parámetro es la *tasa de rendimiento del capital*, que indica el rendimiento monetario neto por peso (o dólares según el caso) de capital invertido. Una definición acertada es que “La tasa de rendimiento del capital es el rendimiento neto anual (alquiler menos gastos) por dólar del capital invertido. Es una cifra pura, un porcentaje anual”⁴². Pero la gran disyuntiva es ¿En qué sector se obtiene el mejor rendimiento de capital dentro de una economía?. Bueno, las inversiones pueden ser muy diversas, desde automóviles, edificaciones, pozos de petróleo, discos de computadora, etcétera. Los asesores financieros nos señalan que no se cuenta con suficiente dinero para invertir en todos los rubros, así que existe una diversidad de métodos, que consiste en comparar las tasas de rendimiento de capital de los diferentes proyectos. Como señala Samuelson “primero se calcula en cada caso el costo monetario del bien de capital, a continuación se estiman los ingresos monetarios anuales o alquileres generados por el activo. El cociente entre el alquiler anual y el costo monetario es la tasa de rendimiento del capital: nos dice qué cantidad de dinero obtenemos por cada dólar invertido, medido en dólares anuales por dólar de inversión”⁴³.

En la siguiente tabla⁴⁴, se puede observar al caso particular de Estados Unidos, en donde los distintos sectores brindan un beneficio por la inversión realizada. Cabe aclarar, que hay sectores más riesgosos que otros, por lo cual los instrumentos que aparentemente brindar un mayor beneficio, pueden significar también la pérdida total de la inversión.

Clases de Activos	Tasa real de rendimiento	
	Periodo	(porcentaje anual)
Bonos de Sociedades:		
Seguros (Aaa)	1926-1983	0,5
Arriesgados (< Baa)	1926-1983	2,0
Acciones de sociedades	1925-1992	6,5
Préstamos personales:		
Hipotecas	1975-1988	4,8
Tarjetas de crédito	1975-1988	6,8
Préstamos para la compra de autos	1975-1988	11,2

⁴¹ Ibid

⁴² Paul A. Samuelson y William D. Nordhaus. Economía. Pag. 253 (1996)

⁴³ Ibid

⁴⁴ Fuente: Roger G. Ibbotson y Gary P. Brinson, *Investment Markets*, McGraw-Hill 1987

“Generalmente, cuando las empresas poseen capital el rendimiento está incluido en los *beneficios*, que son una renta residual igual a los ingresos totales menos los costes totales. Cuando una persona posee algunas acciones, el rendimiento es la parte que obtiene de los beneficios globales de la empresa. Aunque este rendimiento tiene un nombre distinto (*beneficio*) y es más arriesgado que muchas otras inversiones, es un rendimiento del capital y tiene las dimensiones de dólares de ingresos al año por dólar invertido”⁴⁵.

En el caso de la industria de la construcción, es considerada como un sector riesgoso y por ende, brinda beneficios más elevados que otros grupos. Cuando se busca grupos ávidos de invertir, genera una gran seguridad el presentar un análisis que brinde una visión muy objetiva de los riesgos que se pueden correr, pero sobre todo, de los grandes beneficios que se pueden llegar a obtener.

V.1.2 Plazo de amortización

Generalmente la percepción que tenemos del plazo de amortización es directamente sobre el monto de inversión, pero poco sabemos al respecto del monto ejercido para la evaluación, independientemente del resultado arrojado.

Los hermanos Sapag Chain, proponen contrariamente a la mayoría de las opiniones, la exclusión del monto de la evaluación del proyecto, dentro del capital de inversión. Esto fundamentado en que por regla general, los costos serán absorbidos si se toma la decisión de llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, su efecto tributario puede ser representativo, si suponiendo que como resultado de la evaluación, se arroja la creación de una empresa, y por ende se puede contabilizar. El costo del estudio, implicó en ambos casos un gasto que solo se puede contabilizar para el caso de que el proyecto se realice. Par el caso de una empresa en funcionamiento, tanto el gasto como su efecto tributario son irrelevantes, ya que independientemente del resultado este puede ser contabilizado.

Este encuentra sustento en que al igual que se deprecian los activos fijos de una empresa, los activos intangibles pueden actuar de la misma forma. Esto es “mientras la pérdida del valor contable de los activos fijos se denominaba depreciación, la pérdida del valor contable de los activos intangibles se denomina amortización”⁴⁶.

V.1.3 Valor neto actualizado

El objetivo de determinar el valor neto actualizado, es el de brindar información sobre los beneficios monetarios que devengue la inversión, los cuales deberán ser superiores a una tasa bancaria, ya que de nos ser así, el riesgo de inversión no será retribuido; este mecanismo se denomina flujo de efectivo o flujo de caja. Existen principalmente tres conceptos para la proyección del flujo, el valor actualizado neto

⁴⁵ Ibid

⁴⁶ Nassir y Reinaldo Sapag Chain. *Preparación y evaluación de proyectos*. Pag. 293 (2000)

(VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) y en menor escala se presenta la relación beneficio-costo descontada.

Este método consiste en aceptar el proyecto si el valor actual neto (VAN) es superior a cero, donde básicamente es la diferencia entre todos los ingresos contra los egresos traídos a valor presente.

La ecuación que representa dicho valor es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde Y_t representa el flujo de ingresos del proyecto, E_t sus egresos e I_0 la inversión inicial en el momento cero de la evaluación. La tasa de descuento se representa por i .

Al aplicar este criterio el resultado puede ser igual a cero, indicando que el proyecto renta justo lo que se realizó de inversión. Este nos señala que el factor riesgo, no está siendo redituable y sería más conveniente invertir el capital en otro tipo de instrumentos.

El que en definitiva representa el parámetro más empleado es la tasa interna de retorno. Como señala Bierman y Smidt⁴⁷ “la TIR representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se pagaran con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo”, aunque sirve aclarar que “esta es una apreciación muy particular, ya que no incluye los conceptos de costo de oportunidad, riesgo ni evaluación del contexto de la empresa en conjunto”⁴⁸

Es interesante señalar que estos dos métodos nos pueden llevar a resultados totalmente opuestos, tanto por tener un carácter de alternativas mutuamente excluyentes, como por existir restricciones de capital para implementar todos los proyectos aprobados.

En este caso, es conveniente del auxilio de otros métodos que igualmente presentan inconvenientes en mayor o menor escala.

V.1.4 Relación beneficio/costo

Este método poco usual, presenta el inconveniente de que cuando se considera un flujo no descontado de caja, no considera el valor del dinero en el tiempo. Esto se puede solucionar si se descuentan los flujos de la tasa de descuento y se calcula la suma acumulada de los beneficios netos actualizados al momento cero.

⁴⁷ Bierman y Smidt. *El presupuesto de bienes de capital*. Pag. 39 (1977)

⁴⁸ Nassir y Reinaldo Sapag Chain. *Preparación y evaluación de proyectos*. Pag. 307 (2000)

Estas mismas limitaciones han inducido a utilizar factores descontados. Para ello simplemente se aplica la expresión siguiente:

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

donde Y son los ingresos y E son los egresos, incluida la inversión inicial.

Cuando comparamos resultados de la relación costo-beneficio contra el valor actualizado neto, se puede observar que si el VAN es cero la RBC es igual a 1 y si la VAN es superior a cero, la RBC será mayor que 1.

La discrepancia de estos métodos radica en que “este método (RBC) con respecto al VAN, entrega un índice de relación en lugar de valor concreto, requiere de mayores cálculos al hacer necesarias dos actualizaciones en vez de una, y se debe calcular una razón, en lugar de efectuar una simple resta”⁴⁹.

V.2 Concepto de vida útil

El concepto de vida útil, es de una percepción muy ambigua en cuanto a la determinación de un valor certero en el tiempo. Por lo general, hemos empleado aproximaciones en relación con experiencias pasadas, que nos brindan una idea de cual será la vida útil, y más aún, la económica. La incorporación de una gran cantidad de variables, hace de esta una resolución prácticamente imposible, ya que podemos incorporar tantas variables como existan en el microcosmo que circunda nuestra obra.

En la vida cotidiana, se han presentado una gran cantidad de casos que han superado con mucho las expectativas de vida útil, y es que un buen mantenimiento y condiciones ambientales óptimas, pueden prolongar hasta por décadas el uso de estructuras. El caso del Gran Canal del Desagüe en la Ciudad de México, es un ejemplo de vida útil excedida en relación con las ambiguas estimaciones de los periodos de tiempo.

Existe una percepción muy distinta en los países más desarrollados, ya que el considerar la extensión al tiempo de uso de las estructuras, incrementa el riesgo de un colapso, y los costos por indemnización superarían con muchos el costo mismo de la obra. Aunque en realidad esta cultura no es del todo errónea, no es adoptada en países como el nuestro, en gran medida por la inversión de recursos que se emplearían para el reemplazo periódico de grandes obras, como son el caso de estadios, edificaciones, obras hidráulicas, etcétera. Y es que más que adoptar una visión tradicional sobre el riesgo

⁴⁹ Ibid

implícito por un colapso, la idea sería el optimizar al máximo la inversión a través de nuevos mecanismos de evaluación del tiempo recomendable de uso.

El método propuesto por el Ing. Federico Alcaraz en *Valores actualizados de series finitas de pagos, en procesos inflacionarios y su influencia en el concepto de vida útil*, señala como alternativa a la evaluación de los métodos convencionales, una serie infinita que incorpora todos los ingresos o pagos, realizados durante la vida de la obra.

El valor actualizado de la serie de n pagos con crecimiento continuo, es decir, proceso inflacionario constante, donde la expresión es:

$$C_o = F * P_1$$

donde

$$F = \left(\frac{(1+i)^n - k^n}{(1+i)^n (1+i-k)} \right) \quad \text{-----} \quad (1)$$

y los valores de las variables representan

- n = periodo de tiempo aplicable
- i = interés constante aplicable al periodo
- k = tasa constante del proceso inflacionario
- P_1 = pago promedio en el periodo

Existe una serie de restricciones para esta serie, donde k es un valor menor a i , ya que la serie no converge para este valor y la serie no es aplicable, es decir

$$k < 1 + i$$

Y el caso en que n representa el 90% del valor de F , ya que como una variación del 10% es muy pequeña para predecir con tantos años de anticipación, se deduce que no vale la pena divagar para establecer la vida útil de la inversión.

Ejemplo

Suponiendo la elección entre dos equipos:

- 1 motogenerador de 210 Hp, con un costo de \$ 75,000.00
- 1 motogenerador de 210 Hp, con un costo de \$ 83,000.00

donde

Costo de Gasolina	\$5.10/lt.
Costo de Diesel	\$4.5/lt

Consumos:

Para gasolina:	0.35 lt./Hp-hr.
Para Diesel:	0.32 lt./Hp-hr.
Duración del Equipo:	15 años de 7,000 hrs.
Interés	24.5% anual
Inflación	19% anual

Alternativa a)

Consumo Horario:	$0.35 \times 210 = 73.5$ lt./hr.
Consumo Anual:	$73.5 \times 7,000 = 514,500$ lt.
Costo Anual:	$514,500 \times 5.10 = \$2,623,950.00$

Valor anualizado para la serie uniforme de 15 años anuales de \$2,623,950.00, al 24.5% anual y 19% anual de inflación.

Resolviendo la ecuación (1) tenemos que

$$F \approx 8.95$$

Valor actualizado

$$\$2,623,950.00 \times 8.95 = \$23,484,352.5$$

más el costo del motogenerador

$$\text{Costo Opción a)} = \$23,484,352.5 + \$75,000.00 = \$23,559,352.5$$

Para la alternativa b)

Consumo Horario:	$0.32 \times 210 = 67.2$ lt./hr.
Consumo Anual:	$67.2 \times 7,000 = 470,400$ lt.
Costo Anual:	$470,400 \times 4.50 = \$2,116,800.00$

Valor actualizado (misma condición para F)

$$\$2,116,800.00 \times 8.95 = \$18,945,360.00$$

más el costo del motogenerador

$$\text{Costo Opción b)} = \$18,945,360.00 + \$83,000.00 = \$19,028,360.00$$

∴ La mejor opción es el caso b), aunque la inversión inicial sea mayor.

VI. Proceso Constructivo

La ejecución de todo proyecto requiere entre muchas cosas, de una mecánica que nos permita simplificar, organizar y optimizar los recursos para una correcta realización de la obra. Esta mecánica está establecida tanto para equipos, personal y herramientas, así como los procesos que nos darán un adecuado funcionamiento de la estructura. Estos tratados para la realización óptima de un proyecto, generalmente omiten un análisis que determine la disposición plena de mano de obra calificada, equipo y herramientas. Y aunque es indudable que estas previsiones se realizan para grandes obras, como puede ser una hidroeléctrica, un gaseoducto, una escollera, etcétera; existen de por medio montos de inversión muy importantes, que inducen a minimizar los riesgos o desviaciones por falta de consideraciones. Pero en el caso de los proyectos a menor escala (en comparación con estos mega proyectos), el análisis previo es prácticamente nulo.

Es difícil en ocasiones percibir, que un análisis en este tipo de obras, nos brindaría un valor agregado independiente del resguardo de recursos. Por ejemplo, en lo que sería considerado como un gasto adicional por la labor de gabinete, nos podría generar un programa de obra más acertado a los rendimientos obtenidos por la gente que habite la región; si en un supuesto estos rendimientos fuesen demasiado bajos, nos permitiría discernir sobre el tipo de beneficio que nos interesa brindar, propiamente una derrama económica temporal, o bien una óptima administración de los recursos. Y no es que el objetivo sea difuso, sino todo lo contrario, que sepamos claramente como podemos ejercer los recursos públicos de una manera más acertada.

Además de que en las comunidades apartadas y de escasos recursos, es muy difícil tener acceso a equipo y mano de obra calificada. En los procesos constructivos, es común prescindir de un programa de obra supuesto para la elaboración del presupuesto. Y aunque *in situ*, pueden variar las condiciones a las supuestas en gabinete, no se darán de manera radical, repercutiendo en la variación de los tiempos y una consiguiente diferencia en el monto final ejercido. No obstante, de que la finalidad del presente trabajo no es proponer un recurso que incorpore mano de obra oriunda y recursos locales, una ejecución elaborada de manera integral y participativa con las entidades, podría generar además del beneficio que representa la propia obra, una derrama económica en la entidad.

Han existido diversos programas encaminados a sumar esfuerzos entre oriundos y estado, pero que realmente surgieron por la necesidad de brindar servicios a las comunidades, salvando la escasez de recursos. Así es como surgieron propuestas en las cuales, el estado aportaba los recursos, y las comunidades organizadas brindaban la mano de obra.

En el sexenio pasado, Guillermo Guerrero Villalobos (director de la CNA), se dirigió al expresidente Ernesto Zedillo al presentar el programa de las Principales Estrategias del Sector Hidráulico:

Para cumplir con este plan, 50 por ciento de los recursos los aportará el gobierno federal, mientras que el resto correrá a cargo de los gobiernos estatal y municipal, por lo cual, también

se planea organizar un nuevo sistema de recaudación y fortalecer el área de fiscalización a usuarios.⁵⁰

Es ineludible que estos programas han permitido en gran medida, el brindar servicios básicos a las comunidades, pero a su vez, un análisis más detallado nos permitiría identificar la existencia de un mayor número de beneficios implícitos. Estos en muchas ocasiones no son palpables para el usuario final, pero nos brinda una visión mucho más amplia, para ponderar el tipo de enfoque que queremos conceder como instancia pública.

VI.1 Mecánica de Suelos

La instalación de tuberías se puede realizar, tanto en superficie como sepultadas, o bien, combinando ambos sistemas, dependiendo en gran medida por factores como topografía, geología, tipo de tubería, etcétera. El dejar expuesta la tubería en la superficie, representa como principal ventaja el ahorro en el costo de excavación, aunque el intemperismo, la acción del tráfico e inclusive el aspecto visual pueden ser contraproducentes. El sepultar la tubería evita en gran medida los inconvenientes anteriores, pero representa un costo adicional en el proyecto.

Lo que resultaría un elemento de gran ayuda en ambos eventos, es un estudio sobre las condiciones de capacidad portante del suelo. Un estudio de esta naturaleza es un importante apoyo en los procesos constructivos en general, aunque en muchas ocasiones, se deja relegado por considerarse innecesaria su aplicación, y que además representa un costo adicional no ponderable. A continuación se señalan algunos de los casos prácticos de aplicación, así como los métodos más aplicables para una determinación más sencilla de las capacidades del terreno que con las cámaras triaxiales:

Obra en superficie: Se requiere de la construcción de apoyos para la tubería denominados atraques. Estas estructuras permiten la transmisión de esfuerzos ejercidos por la acción del fluido, siendo de suma importancia, que el terreno cuente con las condiciones óptimas de capacidad portante ante tales esfuerzos. En el segundo caso, esta herramienta puede ser mucho más versátil, ya que además de señalarnos la capacidad del suelo, nos permitirá determinar cuales serán los mecanismos de extracción del material, así como los volúmenes arrojados por el abundamiento.

Conducciones superficiales: La determinación de la capacidad de carga del atraque depende de las cargas de la instalación (tubería, fluido y cargas accidentales) y de los tipos de suelos (estratigrafía) y sus propiedades, a través de sondeos y pruebas de laboratorio. Si hablamos de conducciones de poco gasto, como es el caso de poblados con

⁵⁰ Jaime Balderas Alarcón. "Desigual distribución de agua potable en México; grave rezago en el medio rural". *El Nacional*. (20/May/97)

pocos habitantes, las cargas que serán pequeñas y las dimensiones en planta de los apoyos también serán reducidas, para estos casos conviene la utilización de equipos portátiles para ensayos de penetración estándar (Ref: Juárez B., E. y Rico R., A., 1992, *Mecánica de Suelos*, "Tomo I", editorial Limusa, México D. F., pp. 620-623) o también equipos portátiles instrumentados, como por ejemplo el penetrómetro dinámico de energía variable denominado PANDA, de la compañía francesa *Sol Solution*.

Conducción subterránea de tuberías: Se deben excavar zanjas de poca profundidad sin ademe, salvo que el material de las paredes de la excavación no sea estable. La capacidad portante del suelo en tal caso (tuberías de diámetro pequeño) es poco significativa a comparación del control de compactación de la zanja al finalizar la instalación, ya que si la compactación es deficiente o no se realiza, se presentarán hundimientos superficiales en la zona excavada por el paso de vehículos o de personas. Convendría en este caso realizar un control de compactación de las zanjas con equipos portátiles para la atenuación de este efecto.

VI.2 Despalme

Aunque en definitiva, el despalme no sea la actividad que requiera de un mayor discernimiento, es indispensable por muy diversas razones. Esta actividad la podemos definir como *el retiro del material contenido en el estrato superficial, producto de la degradación orgánica o detrítico, a través de medios manuales o mecánicos*. El contenido en este estrato es muy diverso, encontramos desde raíces o tocones, hojarasca, ramas, musgos, etcétera. En general, una gran cantidad de materia orgánica en descomposición.

El problema como es sabido en este tipo de suelos, es la enorme compresibilidad a la que pueden ser sometidos, y con una consiguiente escasa capacidad de carga. En el caso de edificaciones, los problemas advertidos varían desde un asentamiento diferencial y deformación de las estructuras, hasta el pandeo de firmes, grietas en muros y losas, facturas en albañales y registros, etcétera. Y aunque en realidad, el problema para las redes de conducción no es la carga que esta transmite; la mayoría de este tipo de instalaciones corren a través de avenidas, calzadas, calles, etcétera. Es importante señalar, que para el caso de movimiento de tierras en caminos, también se contempla el retiro del material orgánico, pero no olvidemos también, que la profundidad de la base puede llegar a ser mucho menor que la cota arrojada en el cálculo de la red.

El cruce de la tubería por los diversos sistemas de tránsito vehicular, puede originar una diferencia en la transmisión de esfuerzos del bulbo de presiones, por lo cual es importante preparar el fondo de la zanja, que posteriormente recibirá la carga del tránsito vehicular y peatonal.

Otros problemas generados por no retirar este material, es el asentamiento que pudiese recibir la red en ciertas zonas, que se reflejará en fugas, contaminación del agua

por intrusión, disminución de la vida misma de la red, y con el consiguiente costo que implica esta falta de previsión. Es también importante el contenido del detrito, ya que este puede variar en la abrasión a las tuberías que se había contemplado para la vida económica.

Y aunque estos factores pueden variar desde un efecto despreciable hasta un efecto considerable, la mejor opción es prevenirlo.

VI.3 Zanjas

Las zanjas son básicamente trincheras, que tienen como finalidad sepultar las líneas de conducción. El dimensionamiento de cada sección, se encuentra en tablas elaboradas fundamentalmente de forma empírica, y que son regularmente la base para su diseño. Al no considerar el tipo de material existente en el subsuelo, se generan una serie de interrogantes.

- a) El desconocimiento del material, obliga a proteger la excavación con ademes, que refleja un costo adicional. Si se conociese el ángulo de fricción interna del material, se podría evitar esta protección.
- b) El nivel freático puede inundar el fondo de la zanja, descomponiendo el relleno que protege a la tubería, y provocar abrasión el mismo tiempo.
- c) Las condiciones del material fuera de época de estiaje, varían en relación directa con la cohesión y el ángulo de fricción interna.
- d) El contenido de humedad en el relleno a compactar, variará el grado de compactación requerido, permitiendo hundimientos.
- e) Los asentamiento diferenciales, podrían exceder la resistencia a la flexión en la tubería y provocar fugas, así como contaminación del fluido.
- f) La mala distribución de esfuerzos, generada por el bulbo de presiones del tráfico vehicular, provocará deformaciones y un desgaste prematuro.
- g) Al tener una variación en la compactación, permite infiltración y deformación

Por la ardua tarea que puede resultar un estudio de mecánica de suelos, en antaño se implementaron sistemas empíricos que facilitaron e hicieron un uso más práctico del diseño de elementos. Las ventajas que nos brindan la tecnología actualmente, son innumerables, y el incorporarlas a los sistemas constructivos representa en la mayoría de los casos un ahorro sustancial en todo sentido.

VI.3.1 En material tipo A y B

Los mecanismos empleados en la actualidad para excavar son muy diversos, desde los procesos realizados con herramientas (tipo A) que sugieren la poca evolución que hemos conseguido en tal aspecto, y como persiguen algunas investigaciones realizadas sobre las herramientas y procesos empleados desde hace 4000 años por los egipcios:

La piedra para el revestimiento exterior de la pirámide se obtiene de las canteras de Tura en la orilla este del Nilo, cerca de las colinas de Mugattan. Las herramientas usadas para este trabajo consistían en excelentes útiles de cobre, entre ellos sierras capaces de cortar cualquier tipo de piedra caliza. El número de trabajadores necesarios para construir una pirámide debió ser necesariamente enorme.⁵¹

contra las grandes dragas empleadas para la excavación (tipo B) de minas a cielo abierto, de 40 m³ de capacidad en la almeja. Es difícil juzgar sobre ambos procesos, ya que si bien es prácticamente imposible mecanizar una obra al 100%, las labores consideradas por algunos activistas de extrema izquierda como “infrahumanas”, son indispensables, fundamentalmente por la incosteabilidad de las obras, y por un factor esencial en la industria de la construcción, lo difícil de establecer una línea de producción como se realiza en la mayoría de las industrias. Esto ha procurado que muchas labores se realicen a la usanza, y no con la ayuda de sistemas inteligentes.

Los sistemas de construcción de zanjas es un tipo de excavación muy antiguo, y que se emplearon fundamentalmente para la agricultura en el acondicionamiento de la tierra. En la actualidad, las zanjas se emplean para canales, drenaje y por supuesto, para el alojamiento de tuberías. Los equipos mayormente empleados para la excavación de zanjas en seco, son los aditamentos de pala de retroexcavadora y de cucharón de almeja, y de máquinas para hacer zanjas del tipo de rueda y de rosario de cangilones. Para el caso de zonas pantanosas, la draga de arrastre es la herramienta preferida⁵².

VI.3.2 En material tipo C

El uso de explosivos en la excavación es implementado, cuando la viabilidad económica en el uso de maquinaria no lo permite. La excavación superficial de la roca tiene como fin tres propósitos básicos, el despalme, que consiste en la remoción de cualquier tipo de material para descubrir estratos subsecuentes, corte, que tiene como fin bajar el nivel de la superficie, y explotación, donde el valor de la roca es el interés mismo⁵³.

Existen diversos métodos para el manejo y control de voladuras, que en relación con el tipo de trabajo que se desee realizar, nos determinará una máxima eficiencia a un menor costo.

Para el diseño de una voladura, los objetivos que se desean cubrir son⁵⁴:

- Granulometría deseada
- Consumo mínimo de explosivos para fracturar la roca
- Mínima barrenación posible

⁵¹ www.monografias.com/trabajos6/peg/peg.shtml#meto

⁵² Herbert L. Nichols, Jr. *Manual de excavaciones*. pag. 147 (1981)

⁵³ Herbert L. Nichols, Jr. *Manual de excavaciones*. pag. 295 (1981)

⁵⁴ Federico Alcaraz Lozano. *Los explosivos en la construcción*. pag. 54 (1990)

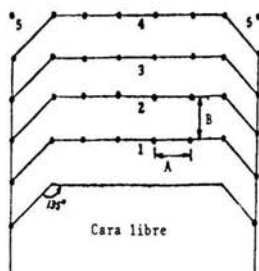
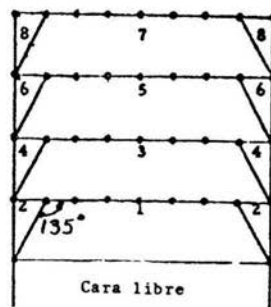
- Mínimas proyecciones de la roca
- Fracturación mínima de la roca no volada

El diseño óptimo más no infalible, de la distribución de los barrenos y su profundidad, así como longitud de taco y cargas, nos brindará el mejor aprovechamiento de la energía que se dispersa con la explosión. Cubriendo así al máximo los objetivos arriba citados.

*Distribución de Barrenos*⁵⁵

Existe una serie de distribuciones predeterminadas para la barrenación llamadas plantillas, que va desde una estructura muy sencilla en la secuencia de ignición hasta las más complejas en su secuencia. Obviamente la más compleja representa un material más fragmentado y mejor depositado, pero que presenta los grandes inconvenientes en la probabilidad de errar las igniciones centrales, y arrojar una pésima voladura. A su vez, un arreglo más sencillo disminuye el riesgo de errar una voladura, con un material menos fragmentado y depositado de una manera más dispersa. Existen varios tipos de plantillas:

a) Cada hilera de barrenos inicia con un mismo número de retardo (figura derecha), a excepción de las esquinas. Esto permite que la roca en cada barreno tenga una libre salida. Este arreglo requiere el doble de intervalos que de hileras, y en el caso del desplazamiento de grandes volúmenes, tiene el inconveniente de que los intervalos no son suficientes para una secuencia de encendido.

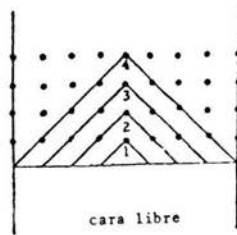


b) Como variante de la plantilla anterior, se tiene la presentada en la figura de la izquierda, y que al igual requiere el encendido de toda la hilera a excepción de las esquinas. Este arreglo requiere de un menor número de intervalos en los estopines, y la cara libre del banco ya no es recta.

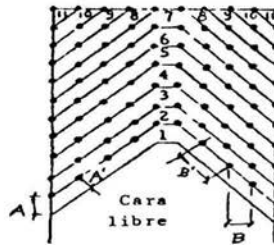
c) En el arreglo mostrado en la siguiente figura, permite con la voladura un mejor acabado en los taludes y una mejor fragmentación de la roca, así como rezaga más

⁵⁵ Ibid

concentrada. Tiene como inconveniente, el que la ignición de los barrenos laterales en la misma hilera que la central no tenga salida libre, provocando una voladura defectuosa.

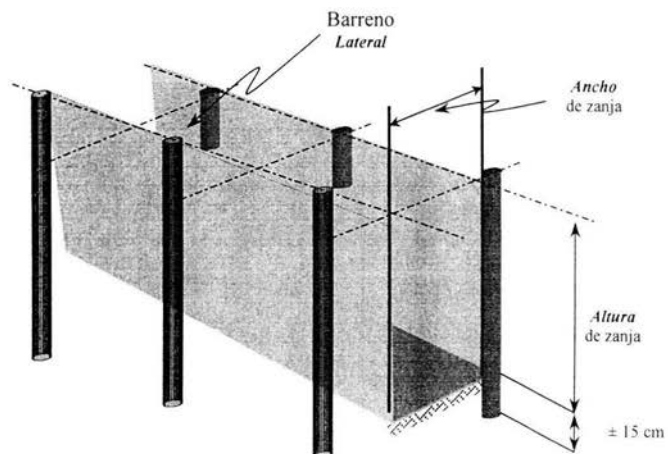


d) A fin de evitar el fenómeno anterior, se emplea una plantilla como la mostrada en la figura, de manera que los barrenos centrales tengan salida libre, aunque fuesen los primeros en estallar.



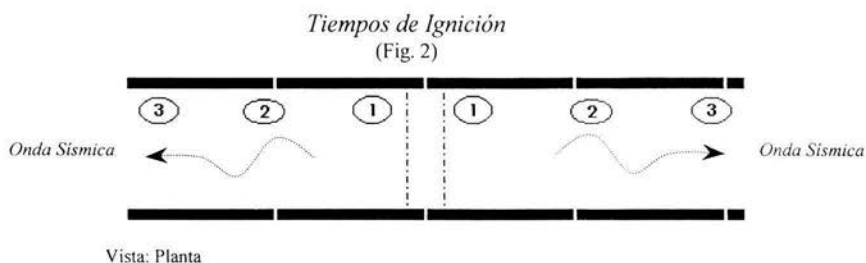
De los cuatro tipos de voladura citados arriba, su aplicación en el caso de zanjas es una versión modificada del último arreglo. Este sistema consiste de dos etapas:

1º.- Se debe realizar un pre-fracturamiento de la roca de forma longitudinal a lo que básicamente conformará las paredes de la zanja. La finalidad de realizarse en esta forma, es garantizar que la segunda etapa, no producirá una voladura del material central defectuoso (figura 1).

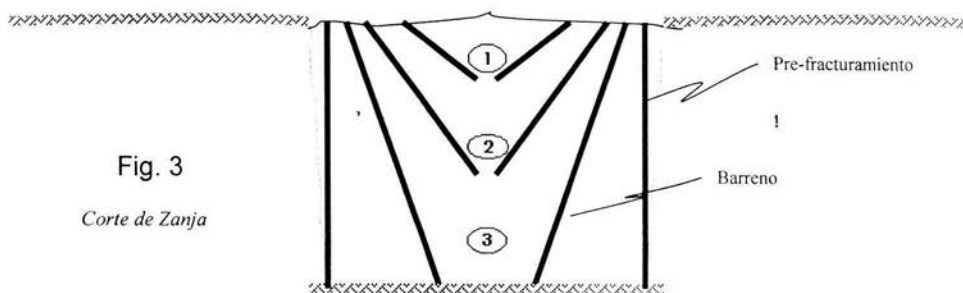


(Fig. 1)
Pre - Fracturamiento

Además, los tiempos de ignición deben correr de forma inversa (fig. 2). Esto permitirá que la propagación de las ondas sísmicas no adopten el mismo periodo, generando una onda sísmica de mayor incidencia en las estructuras aledañas.



2°.- Una vez realizado el pre-fracturamiento, el siguiente paso es la extracción del material que se encuentra dentro de la zanja. La barrenación se efectúa como se observa en la figura 3, y según los tiempos señalados, la extracción se efectúa de la parte superior a la inferior. Una forma eficaz de evitar daños en zonas urbanas, es colocar neumáticos sobre la zanja y cubrir la zanja con una red tejida con cabos. Esto contendrá el material expulsado de una manera muy exitosa, evitando que las proyecciones del material extraído pueda ocasionar daños, sobre todo en las obras que se realicen en zonas urbanas.



VI.4.1 Pegue de tuberías

El *pegue de tuberías* como coloquialmente se le conoce, es la unión o ensamble por medio de una pieza de interconexión entre los tramos de tubería, ya sean estos curvos o rectos. Este sistema permite adecuarse a las condiciones topográficas del terreno, cambios de dirección y variación entre los diámetros de las tuberías. Además permite incorporar

equipos de bombeo, válvulas, ramificaciones, etcétera. Estas son conocidas como “piezas especiales”⁵⁶ y son elaboradas en fierro fundido, fibro-cemento o PVC.

Existe una diversidad de juntas para cada tipo de tubería, aunque la más conocida es la denominada “junta giboult”, que por medio de bridas, tornillos y un empaque de unión, permite conectar por un extremo una tubería de fierro fundido y por la otra boca, una punta de fibro-cemento.

Estas juntas del tipo flexible tienen grandes ventajas, tales como absorber la dilatación del material, deslizamientos o imprecisiones en el montaje del conjunto, o bien para desconectar con relativa sencillez los equipos de bombeo⁵⁷.

Por la relativa sencillez de estos sistemas, también es importante considerar un buen mantenimiento preventivo, proyectado desde la misma elaboración del proyecto. Existen en la actualidad muchos problemas acaecidos por la exención de mantenimiento, o bien por la terminación de la vida útil de nuestro conjunto. En un estudio realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), se pudo observar:

En las localidades urbanas de la República Mexicana se desperdicia alrededor del 38% del agua que se suministra a las redes de distribución, debido a las pérdidas por fugas en las tuberías y accesorios.⁵⁸

Este estudio forma parte del programa integral, que consiste básicamente en impartir capacitación y ejercer concieniar a los diversos operadores del servicio en las disímiles entidades. Y aunque estas acciones prometen disminuir las fugas en los sistemas de hasta un 18%, es probable que pasen muchos años antes de que se alcance esta cifra. Y es que en definitiva, cuando realicemos proyectos que programen los costos requerido por el sistema para el reemplazo, y sobre todo, la adopción de una cultura administrativa que permita una proyección de capital para el mantenimiento, actualización o bien desmantelamiento de las instalaciones a largo plazo, muchos problemas que nos acaecen podrán ser mitigados.

1

⁵⁶ Enrique César Valdez. Abastecimiento de agua potable. Pag. 118 (1994)

⁵⁷ Ibid

⁵⁸ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Informe Sexenal 1995 – 2000. pag 3 (2000)

Conclusiones

El presente trabajo pretende abordar de una manera breve y somera la situación global que persiste en el consumo del agua, ya que este es un tema muy vasto e indiscutiblemente, difícil de concretar en una solución única. El discernimiento para obtener igualmente un criterio único sobre las acciones perniciosas y benéficas en materia, así como dispositivos que subsanen los atrasos, extravíos, distensiones, y demás adjetivos, parece sempiterno.

Cuando se solicitó por parte de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS) del Estado de México el cálculo de la red, tenía como objetivo dotar de agua a las comunidades, que por su altitud y lejanía, presentaban un déficit de suministro. Desgraciadamente, este no se llevó a cabo por falta de recursos, lo cual propicia que el proyecto quede obsoleto, y por consiguiente, genere una cierta incertidumbre en la vigencia de los resultados obtenidos.

El brindar agua potable a estas comunidades, representa un gran reto por las condiciones extremas tales como topográficas, fuentes de abastecimiento, y fundamentalmente por el elevado costo que implica dotar a grupos minoritarios de servicios. Según el último censo de población (2000), existen aproximadamente más de 24 millones de mexicanos (es decir 25.32%) viviendo en poblaciones con menos de 2500 habitantes. Aunado a esta gran inversión, existe la problemática de duplicar los sistemas en las próximas tres décadas según proyecciones de población, únicamente para mantener la misma proporción en el suministro de agua potable.

Este reto implica que el trabajo de renovar los sistemas obsoletos, infuncionales, o con grandes mermas no se concluya con dotar a estas familias de agua, sino que una visión de largo plazo, nos permita fijar metas en rubros tales como el mantenimiento de las redes de distribución de agua potable, la búsqueda del uso sustentable de nuestros recursos naturales renovables y no renovables, así como de los programas poblacionales a seguir para incrementar el rendimiento de estos, la calidad del agua potable, con sus repercusiones en la salud e implicaciones en el Sector Salud.

Para poder sustentar todo este trabajo, se requiere de adecuar nuestro marco legal en un sentido en el cual, esta visión de largo plazo, pueda llevarse a cabo. Además de que los programas y proyectos particulares, se adecuen al plan nacional de desarrollo, según la vocación regional, es decir, si es del tipo agrícola, industrial, urbano, pesquero, etcétera. Si partimos de los requerimientos más amplios, podremos establecer una base para ordenar y establecer políticas para la disposición del agua, de reserva, uso consuntivo del medio, tratamiento y reaprovechamiento.

Otro gran reto consistirá en generar una conciencia ciudadana e industrial del uso racional del agua. Esta deberá darse desde la misma formación en los colegios, por campañas de difusión y sobre todo, por incentivos económicos que en muchas ocasiones resultan más efectivos que las sanciones severas.

Siendo el agua indispensable para la vida, su conservación y uso es de las mayores prerrogativas en los países del mundo. El estudio y la diversidad de idiosincrasias sobre cómo debemos llevar a cabo esta tarea es muy variado, así como la evolución sobre esta visión de cómo debemos enfrentar el problema. Lo que fundamentalmente nos ha brindado esta amplia experiencia, es que existe una estrecha correlación entre todos los sistemas del planeta, y que las pequeñas variaciones pueden repercutir en grandes afectaciones. El descartar al menor número de interventores, y el suponer los diversos escenarios que nos acarrearán las acciones que realicemos, será preponderante para alcanzar un punto menos álgido en el aprovechamiento de este vital líquido.

Literatura Citada

Libros:

- Almanaque Mundial 1998.
Editorial: Editorial Televisa
- D.P. Krynine y W.R. Judd. Principios de geología y geotecnia para ingenieros.
Editorial: Omega. 1975
- Du Pont S.A. de C.V. Manual para el uso de explosivos.
Editorial: Du Pont S.A. de C.V. 1991
- Enrique Cesar Valdéz. Abastecimiento de agua potable, Volumen 1.
UNAM, Facultad de Ingeniería. 1994
- Enrique Cesar Valdéz. Impacto ambiental.
Editorial: UNAM, Facultad de Ingeniería / IMTA. 1993
- Federico Alcaraz Lozano. Los explosivos en la construcción.
Editorial: Fundación para la enseñanza de la construcción. 1990
- Frederick S. Merrit. Manual del ingeniero civil, Volumen 1,2 y 3.
Editorial: McGraw-Hill. 1984
- Harold Koontz, Cyril O'Donnell y Heinz Weihrich. Administración.
Editorial: McGraw-Hill. 1985
- Herbert L. Nichols, Jr. Manual de Excavaciones.
Editorial: C.E.C.S.A. 1981
- Hira N. Ahuja y Micheal A. Walsh. Ingeniería de costos y administración de proyectos.
Editorial: Alfaomega. 1995
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Informe sexenal 1995-2000
Editorial: SEMARNAP. 2000
- J. Glynn Henry y Gary W. Heinke. Ingeniería ambiental.
Editorial: Pearson. 1996
- Juárez Badillo y Rico Rodríguez. Mecánica de Suelos, Volumen 1.
Editorial: Limusa . 1980
- John D. Bledsoe. Successful Estimating Methods... from Concepts to Bid.
Editorial: Southam Construction Information Network. 1992

Laura Cabrera Arriaga, Verónica Aguilar Sierra y Javier Alcocer Durand. Aguas continentales y diversidad biológica en México.
Editorial: CONABIO. 2000

Nassir Spag Chain y Reinaldo Spag Chain. Preparación y evaluación de proyectos.
Editorial: McGraw-Hill. 2000

Paul A. Samuelson y William D. Nordhaus. Economía.
Editorial: McGraw-Hill. 1996

Ray K Linsley, Jr., Max A. Kohler y Joseph L.H. Paulhus. Hidrología para ingenieros.
Editorial: McGraw-Hill. 1977

Steven E. Bolten. Manual de administración financiera, Volumen 2.
Editorial: Limusa. 1992

Leyes y Normas:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 1999

Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México. 1999

Ley que crea el Organismo Público Descentralizado denominado Comisión del Agua del Estado de México. 1997

Artículos www:

Ruth Sullivan y Leyla Boulton. “El agua se vende bien” 12/11/00.
<http://ar.clarin.com/suplementos/economico/2000-11-12/n-01901.htm>
Traducción de Claudia Gilman.

-----“El Agua en Israel 2”
<http://www.israel-embassy.org.ar/embajada/agua2.htm>

“Pirámides de Egipto. La pirámide en construcción”
<http://www.monografias.com/trabajos6/pieg/pieg.shtml>

José Luis Coraggio. “Perspectivas de la planificación urbana en el contexto de la globalización”
<http://www.rosario.gov.ar/per/Acti/Ponen6.html>

Tesis:

Rodolfo Hernández Casanova, Oscar Luna González y Luis Palacios Vázquez. “Diseño, Construcción y Control administrativo de edificaciones para uso habitacional” (caso particular: proyecto “retorno julieta”). UNAM 1998

Ericka Paulín Sobrevals. “Las fronteras marinas mexicanas: el caso de la zona occidental”. UDLA 2000

Jorge Torres Enriquez. “Rehabilitación de tramos cortos del camino: Km 53.4 (La puerta-Sultepec) – Km 5.0 (Tejupilco – Amatepec)”. UNAM 2000

Marco Antonio Millán Horita. “Construcción del metropolitano Línea B tramo elevado”. UNAM 1999

Elizabeth Prieto Santa Anna, Guadalupe Velásquez Oliman, Martha Guadalupe Mellado Montiel. “Análisis geoquímico del agua subterránea del valle de Puebla”. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 1999

Anexo I

ALTERNATIVA:	XOCREDOK	LOCALIDAD	LA CONCEPCION XOXHICUAUTLA									
REVISO:		MUNICIPIO	LERMA									
PENDENCIA:	C.E.A.S.	ESTADO	DE MEXICO									
FECHA:												
RED ABIERTA LA LOMA												
CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE AGUA POTABLE												
TRAMO	LONG M	q lps/tramo	Q l.p.s.	DIAM mm	MAT TUBO	K (Manning)	Hf m	COTAS (m) PIEZOM.	TERRENO	CARGA DISP	NOTAS	VELOCIDAD
TANQUE 1			0.00467					965.78	965.78	0.00		
46								965.30	964.78	0.52		
CAMB DIA	175.00	0.00045	0.00467	0.1055	P.V.C.	134.90	0.51	964.79			TUB EXISTENTE	0.53
119	130.00	0.00034	0.00421	0.0821	P.V.C.	514.50	7.00	957.79	932.00	25.79	TUB EXISTENTE	0.80
119 A	80.00	0.00021	0.00021	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	957.78	934.58	23.20		0.08
119			0.00367					957.79	932.00	25.79		
119 B	112.98	0.00029	0.00029	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.04	957.75	920.05	37.70		0.12
119			0.00338					957.79	932.00	25.79		
119 C	120.00	0.00031	0.00075	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.27	957.52	918.00	39.52		0.31
119 D	170.00	0.00044	0.00044	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.13	957.39	909.78	47.61		0.18
119			0.00263					957.79	932.00	25.79		
119'	10.00	0.00003	0.00003	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	957.79	931.00	26.79		0.01
TANQUE	5.00	0.00001	0.00261	0.0508	FO GO	15781.25	0.54	957.25	933.83	23.42		1.29
TANQUE			0.00260					931.73	931.73	0.00		
119 ST	5.00	0.00001	0.00260	0.0508	FO GO	15781.25	0.53	931.20	930.73	0.47		1.28
117	112.98	0.00029	0.00258	0.0557	P.V.C.	4069.00	3.07	928.13	920.05	8.08		1.06
116	59.00	0.00015	0.00229	0.0557	P.V.C.	4069.00	1.26	926.87	909.98	16.89		0.94
115	10.60	0.00003	0.00214	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.20	926.67	907.87	18.80		0.88
113	87.52	0.00023	0.00211	0.0557	P.V.C.	4069.00	1.59	925.08	891.60	33.48		0.87
C.R.P.E	2.00	0.00001	0.00179	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.03	925.05	892.25	32.80		0.73
113			0.00010					925.08	891.60	33.48		
113 T	39.07	0.00010	0.00010	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	925.08	881.60	43.48	CAJA R.P.	0.04
C.R.P.S			0.00178					891.60	891.60	0.00	COTA SALIDA	
112	37.07	0.00010	0.00178	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.48	891.12	880.75	10.37	891.60	0.73
111	26.14	0.00007	0.00169	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.30	890.82	874.57	16.25		0.69
110	58.60	0.00015	0.00162	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.62	890.20	873.81	16.39		0.66
108	257.80	0.00066	0.00147	0.0557	P.V.C.	4069.00	2.26	887.94	869.77	18.17		0.60
107	59.30	0.00015	0.00080	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.16	887.78	866.35	21.43		0.33
106	41.80	0.00011	0.00065	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.07	887.71	860.87	26.84		0.27
105	45.40	0.00012	0.00054	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.05	887.66	860.14	27.52		0.22
104	165.00	0.00043	0.00043	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.12	887.54	860.60	26.94		0.17
LONG TRAMO LA LOMA=										1,810.26		
ZONA ALTA DE TANQUE 1 A TANQUE 2												
CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE AGUA POTABLE												
TRAMO	LONG M	Q l.p.s.	DIAM mm	MAT TUBO	Hf m	COTAS (m) PIEZOM.	TERRENO	CARGA DISP	NOTAS	VELOCIDAD		
ANQUE 1	SALE	0.00711										
46	5.00	0.00001	0.00711	0.0730	FO GO	1887.85	0.48	965.78	965.78	0.00	COTA PLANTILLA	1.70
45	111.00	0.00029	0.00244	0.0557	P.V.C.	4069.00	2.68	962.62	937.41	25.21		1.00
45 A	18.03	0.00005	0.00005	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	962.62	938.34	24.28		0.02
45			0.00210	0.0557	P.V.C.	4069.00		962.62	937.41	25.21		0.86
44	48.20	0.00012	0.00210	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.87	961.75	936.86	24.89		0.86
43	41.57	0.00011	0.00198	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.66	961.09	933.44	27.65		0.81
43 A	124.00	0.00032	0.00075	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.28	960.81	931.00	29.81		0.31
43 A'	40.00	0.00010	0.00010	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	960.81	930.00	30.81		0.04
43 A			0.00333					960.81	931.00	29.81		
43 B	87.00	0.00022	0.00033	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.04	960.77	928.44	32.33		0.13
43 T	40.00	0.00010	0.00010	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	960.77	926.00	34.77		0.04
43			0.00112					961.09	933.44	27.65		
42	111.97	0.00029	0.00112	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.57	960.52	926.00	34.52		0.46
42 A	70.00	0.00018	0.00018	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	960.51	918.00	42.51		0.07
42			0.00065					960.52	926.00	34.52		
20'	43.25	0.00011	0.00065	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.07	960.45	922.13	38.32		0.27
20' A	150.00	0.00039	0.00039	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.09	960.36	910.37	49.99		0.16
20'			0.00015					960.45	922.13	38.32		
20' B	60.00	0.00015	0.00015	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	960.44	915.00	45.44		0.06
LONG ZONA ALTA=										950.02		
RED A PARTIR DEL TANQUE No 2: ZONA MEDIA												
TRAMO	LONG M	Q l.p.s.	DIAM mm	MAT TUBO	Hf m	COTAS (m) PIEZOM.	TERRENO	CARGA DISP	NOTAS	VELOCIDAD		
ANQUE 2		0.01196										
19	5.00	0.00001	0.01196	0.1020	FO GO	391.47	0.28	924.37	924.37	0.00		1.46
19 A	10.00	0.00003	0.00048	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	924.08	924.00	0.08		0.20
19 B	175.00	0.00045	0.00045	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.14	923.94	888.00	35.94		0.19
19			0.01147	0.1055				924.09	924.00	0.09		
20	33.25	0.00009	0.01147	0.1055	P.V.C.	134.90	0.59	923.50	922.13	1.37		1.31
20 A	50.75	0.00013	0.00057	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.07	923.43	915.80	7.63	EMPEDRADO	0.23
20 B	61.33	0.00016	0.00044	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.05	923.38	908.43	14.95	EMPEDRADO	0.18
20 C	109.57	0.00028	0.00028	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.04	923.34	893.71	29.63	EMPEDRADO	0.12
20			0.01081		P.V.C.			923.50	922.13	1.37		
21	150.00	0.00039	0.01081	0.1055	P.V.C.	134.90	2.37	921.13	910.37	10.76		1.24
21 A	25.80	0.00007	0.00015	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	921.13	907.60	13.53		0.06
21 B	33.00	0.00009	0.00009	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	921.13	906.00	15.13		0.03
21			0.01027	0.1055	P.V.C.	134.90	0.00	921.13	910.37	10.76		1.18
22	39.55	0.00010	0.01027	0.1055	P.V.C.	134.90	0.56	920.57	908.96	11.61		1.18
23	133.60	0.00034	0.00352	0.0821	P.V.C.	514.50	0.85	919.72	894.24	25.48		0.66
37	68.05	0.00018	0.00112	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.35	919.37	892.29	27.08		0.46
37 A	76.02	0.00020	0.00020	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	919.36	880.90	38.46		0.08

37			0.00075					919.37	892.29	27.08		
36	72.70	0.00019	0.00075	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.17	919.20	893.71	25.49		0.31
35	21.15	0.00005	0.00056	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.03	919.17	892.47	26.70		0.23
35 A	125.00	0.00032	0.00032	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.05	919.12	888.00	31.12		0.13
35			0.00019					919.17	892.47	26.70		
35 B	72.00	0.00019	0.00019	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	919.16	876.17	42.99		0.08
23			0.00205					919.72	894.24	25.48		
24	15.55	0.00004	0.00205	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.27	919.45	894.69	24.76		0.84
25	75.35	0.00019	0.00201	0.0557	P.V.C.	4069.00	1.24	918.21	882.87	35.34		0.83
25 A	46.04	0.00012	0.00012	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	918.21	883.41	34.80		0.05
25			0.00170					918.21	882.87	35.34		
31	61.81	0.00016	0.00170	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.73	917.48	880.90	36.58		0.70
32*	81.94	0.00021	0.00021	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	917.47	870.04	47.43		0.09
31			0.00133					917.48	880.90	36.58		
31 A	53.55	0.00014	0.00133	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.39	917.09	879.93	37.16		0.55
34	52.57	0.00014	0.00119	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.30	916.79	876.17	40.62		0.49
33	32.15	0.00008	0.00106	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.15	916.64	873.63	43.01		0.43
33 A	88.32	0.00023	0.00023	0.0508	FO GO	15781.25	0.07	916.57	875.86	40.71		0.11
33			0.00075					916.64	873.63	43.01		
32	165.50	0.00043	0.00075	0.0508	FO GO	15781.25	1.46	915.18	870.04	45.14		0.37
32 B	40.00	0.00010	0.00010	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	915.18	865.80	49.38		0.04
32			0.00022					915.18	870.04	45.14		
32 A	84.24	0.00022	0.00022	0.0508	FO GO	15781.25	0.06	915.12	865.98	49.14		0.11
TRAMO	LONG	Q	DIAM	MAT			Hf	COTAS (m)	CARGA	NOTAS		
	M	I.p.s.	mm	TUBO			m	PIEZOM.	TERRENO	DISP		
22			0.00665					920.57	908.96	11.61		
26	75.37	0.00019	0.00665	0.0821	P.V.C.	514.50	1.72	918.85	904.28	14.57		1.26
26 A	32.57	0.00008	0.00137	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.25	918.60	907.45	11.15		0.56
39	75.31	0.00019	0.00129	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.51	918.09	896.77	21.32		0.53
39 A	72.95	0.00019	0.00019	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	918.08	894.69	23.39		0.08
39			0.00091	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	918.09	896.77	21.32		0.37
40	10.10	0.00003	0.00091	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.03	918.06	896.36	21.70		0.37
28	70.44	0.00018	0.00088	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.22	917.84	883.62	34.22		0.36
28 A	116.68	0.00030	0.00030	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.04	917.80	868.00	49.80		0.12
28			0.00040	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	917.84	883.62	34.22		0.16
29	42.67	0.00011	0.00040	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.03	917.81	883.41	34.40		0.16
29 A	112.24	0.00029	0.00029	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.04	917.77	868.00	49.77		0.12
TRAMO	LONG	Q	DIAM	MAT			Hf	COTAS (m)	CARGA	NOTAS		
	M	I.p.s.	mm	TUBO			m	PIEZOM.	TERRENO	DISP		
26			0.00509					918.85	904.28	14.57		
27	179.08	0.00046	0.00509	0.0821	P.V.C.	514.50	2.38	916.47	884.64	31.83		0.96
27 A	54.00	0.00014	0.00119	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.31	916.16	883.01	33.15		0.49
28*	131.00	0.00034	0.00034	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.06	916.10	883.62	32.48		0.14
27 A			0.00071	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	916.16	883.01	33.15		0.29
27 A*	40.00	0.00010	0.00071	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.08	916.08	875.00	41.08		0.29
C.R.P.	2.00	0.00001	0.00046	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	916.08	875.65	40.43	CAJA ROMPEDORA	0.19
27 A*			0.00015					916.08	875.00	41.08	COTA 875.00	
27 AT	56.40	0.00015	0.00015	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	916.08	866.00	50.08		0.06
C.R.P.			0.00046					875.00	875.00	0.00		
27 B	54.40	0.00014	0.00046	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.05	874.95	864.90	10.05		0.19
27 C	58.39	0.00015	0.00032	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.02	874.93	855.21	19.72		0.13
27 D	64.77	0.00017	0.00017	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	874.92	847.51	27.41		
TRAMO	LONG	Q	DIAM	MAT			Hf	COTAS (m)	CARGA	NOTAS		
	M	I.p.s.	mm	TUBO			m	PIEZOM.	TERRENO	DISP		
27			0.00344					916.47	884.64	31.83	ONCRETO	
27 D	254.95	0.00066	0.00344	0.0640	FO GO	4078.62	12.27	904.20	870.00	34.20	ONCRETO	1.07
27 E	25.85	0.00007	0.00068	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.05	904.15	870.05	34.10		0.28
27 F	71.57	0.00018	0.00061	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.11	904.04	861.88	42.16		0.25
27 G	21.10	0.00005	0.00042	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.02	904.02	860.22	43.80	AJA COTA	0.17
C.R.P.	2.00	0.00001	0.00026	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	904.02	860.87	43.15	860.22	0.11
27 G			0.00010					904.02	860.22	43.80		
27 GT	40.00	0.00010	0.00010	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	904.02	855.00	49.02		0.04
C.R.P.			0.00026					860.22	860.22	0.00		
27 H	101.77	0.00026	0.00026	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.03	860.19	846.72	13.47		0.11
TRAMO	LONG	Q	DIAM	MAT			Hf	COTAS (m)	CARGA	NOTAS		
	M	I.p.s.	mm	TUBO			m	PIEZOM.	TERRENO	DISP		
27 D			0.00210	0.0508	Fo.Go.	15781.25	0.00	904.20	870.00	34.20	ONCRETO	1.04
15	157.10	0.00040	0.00210	0.0508	Fo.Go.	15781.25	10.96	870.00	857.81	12.19	ONCRETO	1.04
15 A	111.65	0.00029	0.00029	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.04	869.96	844.43	25.53		0.12
15			0.00141	0.0508	Fo.Go.	15781.25	0.00	870.00	857.81	12.19	ONCRETO	0.70
14	128.04	0.00033	0.00141	0.0508	Fo.Go.	15781.25	4.02	865.98	848.33	17.65	ONCRETO	0.70
14 A	84.96	0.00022	0.00048	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.08	865.90	839.10	26.80		0.20
14 B	100.00	0.00026	0.00026	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.03	865.87	834.10	31.77		0.11
14			0.00060	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	865.98	848.33	17.65		0.25
14 C	31.43	0.00008	0.00060	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.05	865.93	848.54	17.39		0.25
14 D	42.35	0.00011	0.00052	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.05	865.88	846.60	19.28		0.21
14 E	15.12	0.00004	0.00041	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	865.87	847.07	18.80		0.17
13	113.98	0.00029	0.00037	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.06	865.81	844.43	21.38		0.15
12 A	31.16	0.00008	0.00008	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	865.81	843.97	21.84		0.03
TRAMO	LONG	Q	DIAM	MAT			Hf	COTAS (m)	CARGA	NOTAS		
	M	I.p.s.	mm	TUBO			m	PIEZOM.	TERRENO	DISP		
RED A PARTIR DEL TANQUE 3												
ANQUE 3	SALE	0.01342						886.31	886.31	0.00	PLANTILLA	
1	5.00	0.00001	0.01342	0.1020	FO GO	391.47	0.35	885.96	885.31	0.65	886.31	1.64
2	46.04	0.00012	0.01341	0.1055	P.V.C.	134.90	1.12	884.84	883.41	1.43		1.53
3	112.24	0.00029	0.01329	0.1055	P.V.C.	134.90	2.68	882.16	865.31	16.85		1.52
4	11.73	0.00003	0.00623	0.0821	P.V.C.	514.50	0.23	881.93	864.20	17.73		1.18
4 A	33.55	0.00009	0.00404	0.0730	FO GO	1887.85	1.03	880.90	865.98	14.92		0.96
4 B	65.40	0.00017	0.00395	0.0821	P.V.C.	514.50	0.52	880.38	864.79	15.59		0.75

LONG. ZONA MEDIA=

4640.19

4 B1	65.00	0.00017	0.00017	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	880.37	864.00	16.37		0.07	
4 B			0.00361					880.38	864.79	15.59			
4 C	41.52	0.00011	0.00361	0.0821	P.V.C.	514.50	0.28	880.10	860.27	19.83		0.58	
4 D	19.80	0.00005	0.00351	0.0821	P.V.C.	514.50	0.13	879.97	859.40	20.57		0.66	
E.T.	5.00	0.00001	0.00303	0.0730	FO GO	1887.85	0.09	879.88	860.45	19.43		0.72	
4 D			0.00042					879.88	860.45	19.43			
11.6	163.81	0.00042	0.00042	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.12	879.76	842.15	37.61		0.17	
LA JOYA			0.00303					858.55	858.55	0.00	TUBERIA EX.	S R R	
TANQUE			0.00303	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.19	858.36	858.00	0.36	TUBERIA EX.	S R R	1.24
11.3	5.00	0.00001	0.00303	0.0557	P.V.C.	4069.00	6.08	852.28	842.15	10.13	TUBERIA EX.	S R R	1.24
11.6	163.81	0.00042	0.00302	0.0557	P.V.C.	4069.00	1.72	850.56	828.61	21.95	TUBERIA EXISTENTE		1.07
11.7	62.76	0.00016	0.00260	0.0557	P.V.C.	4069.00	1.09	849.47	818.50	30.97	TUBERIA EXISTENTE		1.00
11.8	45.27	0.00012	0.00244	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	849.47	812.04	37.43	TUBERIA EXISTENTE		0.05
11.9T	42.86	0.00011	0.00011	0.0557	P.V.C.	4069.00		850.56	828.61	21.95			
11.8			0.00221					850.52	819.15	31.37	TUBERIA EXISTENTE		0.91
C.R.P.E	2.00	0.00001	0.00221	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	818.50	818.50	0.00			
C.R.P.S	0.00	0.00000	0.00220	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.81	817.69	812.04	5.65			0.90
11.90	40.86	0.00011	0.00220	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.78	816.91	800.26	16.65			0.86
11.10	43.54	0.00011	0.00210	0.0557	P.V.C.	4069.00	1.39	815.52	784.24	31.28			0.82
11.11	86.29	0.00022	0.00199	0.0557	P.V.C.	4069.00		815.52	784.24	31.28			
11.11			0.00176					815.52	784.24	31.28			
11.11 A	132.54	0.00034	0.00048	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.13	815.39	785.00	30.35	TERRAC		0.20
11.11 B	55.00	0.00014	0.00014	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	815.39	785.00	30.39	TERRAC		0.06
11.11			0.00128					815.52	784.24	31.28			
11.12	20.58	0.00005	0.00128	0.0508	FOGO	15781.25	0.53	814.99	783.55	31.44	CONCRETO		0.63
11.12 A	24.00	0.00006	0.00006	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	814.99	775.00	39.99	TERRACERIA		0.03
11.12			0.00117					814.99	783.55	31.44	CONCRETO		
11.13	85.69	0.00022	0.00116	0.0508	FOGO	15781.25	1.81	813.18	778.55	34.63	CONCRETO		0.57
11.14	80.98	0.00021	0.00094	0.0508	FOGO	15781.25	1.12	812.06	769.27	42.79	CONCRETO		0.46
11.15	75.00	0.00019	0.00073	0.0508	FOGO	15781.25	0.62	811.44	775.00	36.44	CONCRETO		0.36
11.15 A	180.00	0.00046	0.00046	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.16	811.28	775.00	36.28	TERRACERIA		0.19
11.15			0.00007					811.44	775.00	36.44			
11.16	26.87	0.00007	0.00007	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	811.44	800.00	11.44	TERRACERIA		0.03
4			0.00216					881.93	864.20	17.73			
6	160.95	0.00041	0.00216	0.0508	FO GO.	15781.25	11.90	870.03	855.01	15.02			1.07
6 A	129.90	0.00033	0.00175	0.0508	FO GO.	15781.25	6.28	863.75	834.95	28.80	CONCRETO		0.86
6A1	50.00	0.00013	0.00013	0.0508	FO GO.	15781.25	0.01	863.74	833.00	30.74	CONCRETO		0.06
6A			0.00129					863.75	834.95	28.80	CONCRETO		
6A2	40.00	0.00010	0.00010	0.0508	FO GO.	15781.25	0.01	863.74	831.00	32.74	CONCRETO		0.05
6A			0.00118					863.75	834.95	28.80	CONCRETO		
6 B	70.93	0.00018	0.00118	0.0508	FO GO.	15781.25	1.57	862.18	823.31	38.87	CONCRETO		0.58
6B1	60.00	0.00015	0.00015	0.0557	FO GO.	15781.25	0.02	862.16	818.00	44.16	CONCRETO		0.06
6B			0.00085					862.18	823.31	38.87	CONCRETO		
6C	63.35	0.00016	0.00040	0.0557	FO GO.	15781.25	0.16	862.02	813.65	48.37	CONCRETO		0.16
6C1	40.00	0.00010	0.00010	0.0557	FO GO.	15781.25	0.01	862.01	813.80	48.21	CONCRETO		0.04
6C			0.00013					862.02	813.65	48.37	CONCRETO		
6 D	50.00	0.00013	0.00013	0.0557	FO GO.	15781.25	0.01	862.01	814.00	48.01	CONCRETO		0.05
6B			0.00045					862.18	823.31	38.87	CONCRETO		
6 E	78.90	0.00020	0.00045	0.0557	FO GO.	15781.25	0.25	861.93	821.48	40.45	CONCRETO		0.18
6 F	96.00	0.00025	0.00025	0.0557	FO GO.	15781.25	0.09	861.84	825.00	36.84	CONCRETO		0.10
TRAMO	LONG	Q	DIAM	MAT			Hf	COTAS (m)		CARGA	NOTAS		
	M		mm	TUBO			m	PIEZOM.	TERRENO	DISP			
3			0.00677				0.00	882.16	865.31	16.85			
5	92.27	0.00024	0.00677	0.0821	P.V.C.	514.50	2.18	879.98	865.79	14.19			1.28
6	84.00	0.00022	0.00653	0.0730	FO GO	1887.85	6.77	873.21	855.01	18.20			1.56
7	90.70	0.00023	0.00632	0.0730	FO GO	1887.85	6.84	866.37	847.51	18.86			1.51
8	18.65	0.00005	0.00608	0.0730	FO GO	1887.85	1.30	865.07	847.00	18.07			1.45
9	64.66	0.00017	0.00464	0.0730	FO GO	1887.85	2.63	862.44	843.84	18.60			1.11
9	111.23	0.00029	0.00447	0.0730	FO GO	1887.85	0.10	862.34	838.34	24.00			1.07
9 A	41.50	0.00011	0.00025	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	862.33	829.44	32.89			0.10
9 B	4.45	0.00001	0.00014	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	862.33	829.12	33.21			0.06
9 C	49.60	0.00013	0.00013	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	862.33	817.29	45.04			0.05
9			0.00394					862.34	838.34	24.00			
10	97.04	0.00025	0.00394	0.0730	FO GO	1887.85	2.84	859.50	833.20	26.30			0.94
10 D	80.00	0.00021	0.00021	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	859.49	811.26	48.23			0.08
10			0.00348					859.50	833.20	26.30			
10 A	53.27	0.00014	0.00348	0.0730	FO GO	1887.85	1.22	858.28	829.96	28.32			0.83
10 B	97.60	0.00025	0.00040	0.0730	FO GO	1887.85	0.03	858.25	824.71	33.54			0.10
10 C	58.00	0.00015	0.00015	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	858.24	814.96	43.28			0.06
10 B			0.00294					858.24	824.71	33.53			
18	125.34	0.00032	0.00294	0.0508	FO GO	15781.25	17.11	841.13	815.43	25.70			1.45
17	98.00	0.00025	0.00198	0.0508	FO GO	15781.25	6.09	835.04	814.96	20.08			0.98
17 A	94.76	0.00024	0.00173	0.0557	P.V.C.	4069.00	1.16	833.88	797.44	36.44			0.71
17 B	53.20	0.00014	0.00149	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.48	833.40	789.12	44.28			0.61
17 C	14.08	0.00004	0.00077	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.03	833.37	787.42	45.95			0.32
17 D	117.30	0.00030	0.00073	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.26	833.11	785.64	47.47			0.30
17 E	10.85	0.00003	0.00043	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	833.10	784.28	48.82			0.18
17 F	106.00	0.00027	0.00040	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.07	833.03	785.00	48.03			0.16
17 G	50.00	0.00013	0.00013	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	833.03	795.00	38.03			0.05
17 B			0.00058					833.40	789.12	44.28			0.24
17 H	165.30	0.00043	0.00058	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.23	833.17	793.00	40.17			0.24
17 I	60.20	0.00016	0.00016	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	833.16	788.40	44.76			0.06
18			0.00063					841.13	815.43	25.70			
18 A	96.12	0.00025	0.00063	0.0508	FO GO	15781.25	0.61	840.52	810.62	29.90			0.31

18 B	50.00	0.00013	0.00039	0.0508	Fo Go	15781.25	0.12	840.40	808.00	32.40		0.19
18 C	100.00	0.00026	0.00026	0.0508	Fo Go	15781.25	0.10	840.30	801.00	39.30		0.13
TRAMO	LONG		Q	DIAM	MAT		Hf	COTAS (m)		CARGA	NOTAS	
	M		I.p.s.	mm	TUBO		m	PIEZOM.	TERRENO	DISP		
8			0.00140					865.07	847.00	18.07		
8'	16.72	0.00004	0.00140	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.13	864.94	847.77	17.17		0.57
8 A	141.70	0.00037	0.00136	0.0557	P.V.C.	4069.00	1.06	863.88	849.67	14.21		0.56
8 B	20.37	0.00005	0.00099	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.08	863.80	848.76	15.04		0.41
11	59.73	0.00015	0.00094	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.21	863.59	846.78	16.81		0.39
11 A	53.37	0.00014	0.00023	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	863.58	839.25	24.33		0.09
11 B	34.97	0.00009	0.00009	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.00	863.58	833.20	30.38		0.04
11			0.00056					863.59	846.78	16.81		
11'	7.41	0.00002	0.00056	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.01	863.58	846.72	16.86		0.23
12	90.41	0.00023	0.00054	0.0557	P.V.C.	4069.00	0.11	863.47	843.97	19.50		0.22
16	118.83	0.00031	0.00031	0.0508	FO.GO	15781.25	0.18	863.29	824.71	38.58	CONCRETO	0.15
											LONG ZONA BAJA=	5210.00

SUMAS 12,610.47 0.03250 I.p.s.
GASTO TOTAL ACUMULADO 0.03250 I.p.s. 0.00000 (Diferencia)

[: D A T O S

12,610.47 LONGITUD DE PROYECTO
0.03250 GASTO MAXIMO HORARIO
0.000002577 = GASTO UNITARIO EN M3 POR SEGUNDO POR METRO
0.002577224 = GASTO UNITARIO EN LITROS POR SEGUNDO POR METRO

LA CAPACIDAD DE REGULACION EXISTENTE

	q max hor	long red	qmax dia corresp	Cap tanq		Capacidad por zonas	
				necesaria	exist	Sobrante	Faltante
LA JOYA	0.00303	1,176.93	0.00202	29.49	50	20.51	
LA LOMA	0.00467	1,810.26	0.00311	45.36	50	4.64	
ANQUE 1	0.00711	2,760.28	0.00474	69.16	60	-9.16	
ANQUE 2	0.01196	4,640.19	0.00797	116.26	90	-26.26	
ANQUE 3	0.01342	5,208.88	0.00895	130.51	100	-30.51	
UMAS =		12,610.47	0.02167	315.95	350	34.05	-65.92

GASTO MAX. DIARIO 21.67 I.p.s.
q max diario / m
1.71841E-06 (= Gasto máximo diario unitario)

	Q max horario		Q max diario	
GASTO PARA LAS ZONAS ALTA Y LA LOMA	7.11	I.p.s.	4.74	I.p.s.
GASTO PARA LA ZONA MEDIA	11.96	I.p.s.	7.97	I.p.s.
GASTO PARA LA ZONA BAJA	13.42	I.p.s.	8.95	I.p.s.
GASTO TOTAL	32.50	I.p.s.	21.67	I.p.s.

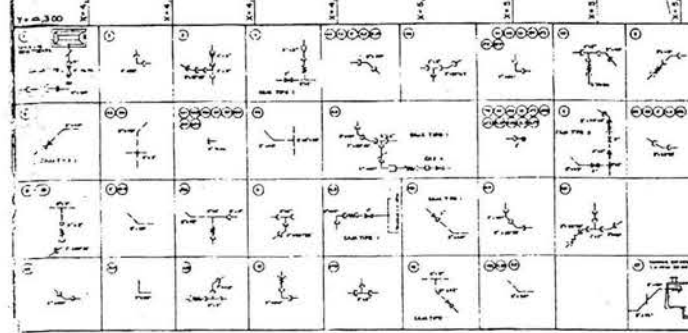
[:

P.V.C.	K de CEAS	DIAM.int	AREA	CALCULADA
				$K = (10.293 \cdot n^2) / (D^{16/3})$ $n = .009$
RD 26 1" K=	102800.00	0.0304	0.00073	102888.75
RD 26 1 1/4" K=	27240.00	0.0390	0.00119	27248.91
RD 26 1 1/2" K=	13160.00	0.0447	0.00157	13163.97
RD 26 2" K=	4069.00	0.0557	0.00244	4071.92
RD 26 3" K=	514.50	0.0821	0.00529	514.63
RD 26 4" K=	134.90	0.1055	0.00874	135.10
RD 26 5" K=	43.48	0.1305	0.01338	43.46
RD 26 6" K=	17.18	0.1553	0.01894	17.18
RD 26 K 8" =	4.19	0.2023	0.03214	4.19
RD 26 K 10" =	1.65	0.2508	0.04940	1.33

FIERRO GALVANIZADO

	n	D int	AREA	K CEAS	CALULADA
K 1 1/2" =	0.014	0.0380	0.00113	75939.35	75335.75
K 2" =	0.014	0.0508	0.00203	15781.25	16016.73
K 2 1/2" =	0.014	0.0640	0.00322	4078.62	4672.55
K 3" =	0.014	0.0730	0.00419	1887.85	2316.28
K 4" =	0.014	0.1020	0.00817	391.47	389.03
K 5" =	0.014	0.1270	0.01267	121.76	120.84
K 6" =	0.014	0.1520	0.01815	46.65	46.35
K 8" =	0.014	0.2030	0.03237	9.95	9.91
K 10" =	0.014	0.2540	0.05067	3.01	3.00

1,400
1,500
1,600
1,700
1,800
1,900
2,000
2,100
2,200
2,300
2,400
2,500
2,600
2,700
2,800
2,900
3,000



CRUCEROS ZONA BAJA

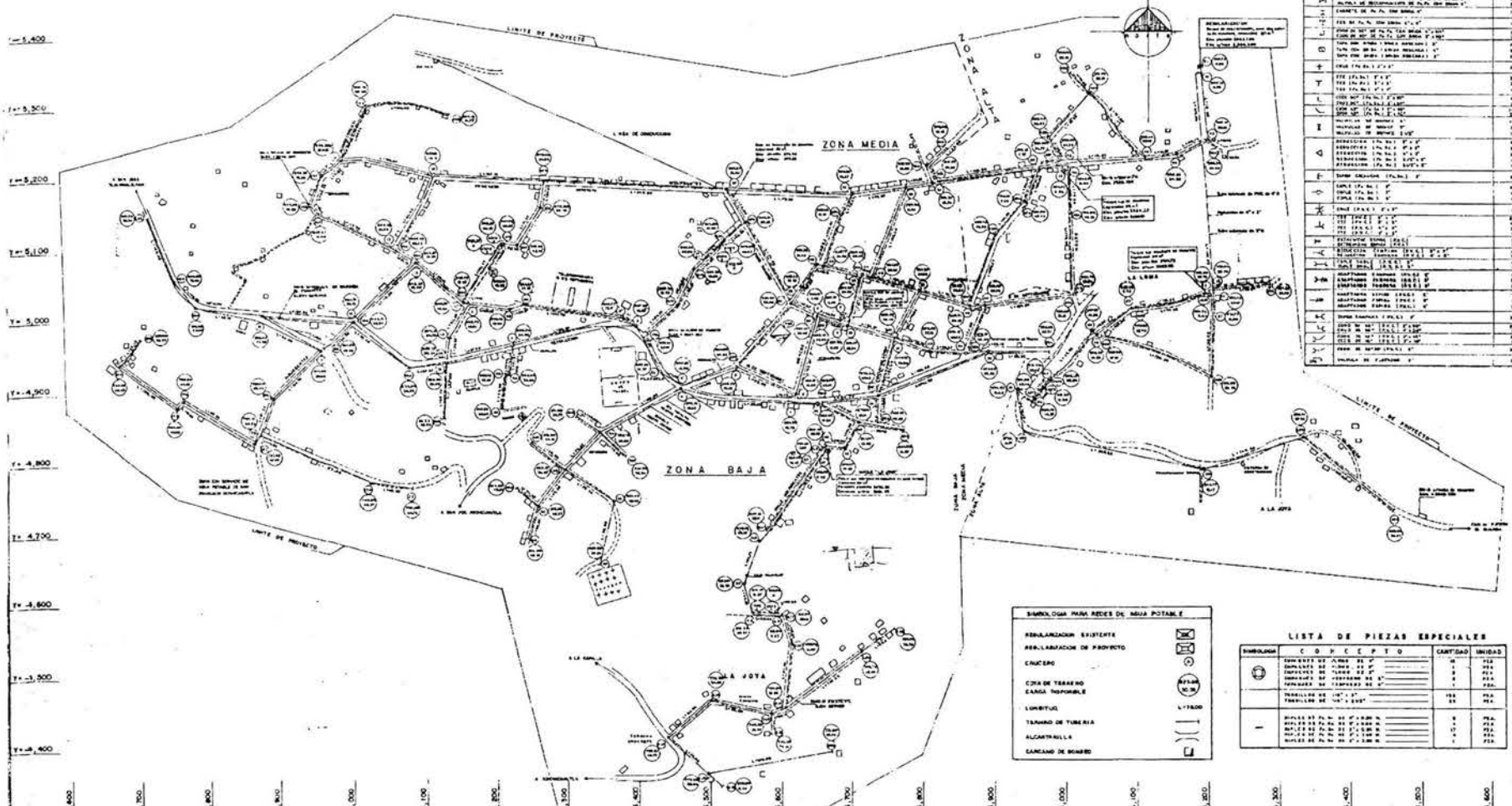
Gobierno del Estado de México
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento
Dirección de Estudios y Proyectos

GRUPO INGENIERIA INTEGRAL SA DE CV

PROYECTO EJECUTIVO
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

LA CONCEPCION NOCHIMATLÁN, MUNICIPIO DE LERMA

ELABORADO POR: [Firma]
REVISADO POR: [Firma]
AUTORIZADO POR: [Firma]



SIMBOLOGIA PARA REDES DE AGUA POTABLE

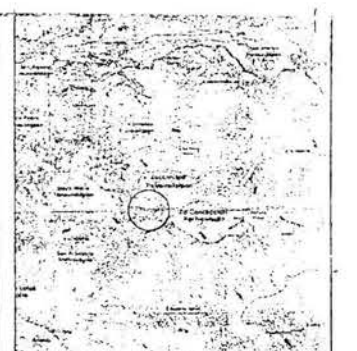
REGULACION EXISTENTE
REGULACION DE PROYECTO
CRUCERO
CIRCUITO DE TRABAJO
CÁMARA DE REVISION
LIMBIQUE
TRAMO DE TUBERIA
ALCAHATILLA
CÁMARA DE BOMBEO

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

NUMERO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
1	VALVULA DE AGUA 1/2"	1	PIEZA
2	VALVULA DE AGUA 3/4"	1	PIEZA
3	VALVULA DE AGUA 1"	1	PIEZA
4	VALVULA DE AGUA 1 1/2"	1	PIEZA
5	VALVULA DE AGUA 2"	1	PIEZA
6	VALVULA DE AGUA 2 1/2"	1	PIEZA
7	VALVULA DE AGUA 3"	1	PIEZA
8	VALVULA DE AGUA 4"	1	PIEZA
9	VALVULA DE AGUA 6"	1	PIEZA
10	VALVULA DE AGUA 8"	1	PIEZA
11	VALVULA DE AGUA 10"	1	PIEZA
12	VALVULA DE AGUA 12"	1	PIEZA
13	VALVULA DE AGUA 14"	1	PIEZA
14	VALVULA DE AGUA 16"	1	PIEZA
15	VALVULA DE AGUA 18"	1	PIEZA
16	VALVULA DE AGUA 20"	1	PIEZA
17	VALVULA DE AGUA 24"	1	PIEZA
18	VALVULA DE AGUA 30"	1	PIEZA
19	VALVULA DE AGUA 36"	1	PIEZA
20	VALVULA DE AGUA 42"	1	PIEZA
21	VALVULA DE AGUA 48"	1	PIEZA
22	VALVULA DE AGUA 54"	1	PIEZA
23	VALVULA DE AGUA 60"	1	PIEZA
24	VALVULA DE AGUA 72"	1	PIEZA
25	VALVULA DE AGUA 84"	1	PIEZA
26	VALVULA DE AGUA 96"	1	PIEZA
27	VALVULA DE AGUA 108"	1	PIEZA
28	VALVULA DE AGUA 120"	1	PIEZA
29	VALVULA DE AGUA 144"	1	PIEZA
30	VALVULA DE AGUA 168"	1	PIEZA
31	VALVULA DE AGUA 192"	1	PIEZA
32	VALVULA DE AGUA 216"	1	PIEZA
33	VALVULA DE AGUA 240"	1	PIEZA
34	VALVULA DE AGUA 270"	1	PIEZA
35	VALVULA DE AGUA 300"	1	PIEZA
36	VALVULA DE AGUA 360"	1	PIEZA
37	VALVULA DE AGUA 420"	1	PIEZA
38	VALVULA DE AGUA 480"	1	PIEZA
39	VALVULA DE AGUA 540"	1	PIEZA
40	VALVULA DE AGUA 600"	1	PIEZA

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

NUMERO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
1	VALVULA DE AGUA 1/2"	1	PIEZA
2	VALVULA DE AGUA 3/4"	1	PIEZA
3	VALVULA DE AGUA 1"	1	PIEZA
4	VALVULA DE AGUA 1 1/2"	1	PIEZA
5	VALVULA DE AGUA 2"	1	PIEZA
6	VALVULA DE AGUA 2 1/2"	1	PIEZA
7	VALVULA DE AGUA 3"	1	PIEZA
8	VALVULA DE AGUA 4"	1	PIEZA
9	VALVULA DE AGUA 6"	1	PIEZA
10	VALVULA DE AGUA 8"	1	PIEZA
11	VALVULA DE AGUA 10"	1	PIEZA
12	VALVULA DE AGUA 12"	1	PIEZA
13	VALVULA DE AGUA 14"	1	PIEZA
14	VALVULA DE AGUA 16"	1	PIEZA
15	VALVULA DE AGUA 18"	1	PIEZA
16	VALVULA DE AGUA 20"	1	PIEZA
17	VALVULA DE AGUA 24"	1	PIEZA
18	VALVULA DE AGUA 30"	1	PIEZA
19	VALVULA DE AGUA 36"	1	PIEZA
20	VALVULA DE AGUA 42"	1	PIEZA
21	VALVULA DE AGUA 48"	1	PIEZA
22	VALVULA DE AGUA 54"	1	PIEZA
23	VALVULA DE AGUA 60"	1	PIEZA
24	VALVULA DE AGUA 72"	1	PIEZA
25	VALVULA DE AGUA 84"	1	PIEZA
26	VALVULA DE AGUA 96"	1	PIEZA
27	VALVULA DE AGUA 108"	1	PIEZA
28	VALVULA DE AGUA 120"	1	PIEZA
29	VALVULA DE AGUA 144"	1	PIEZA
30	VALVULA DE AGUA 168"	1	PIEZA
31	VALVULA DE AGUA 192"	1	PIEZA
32	VALVULA DE AGUA 216"	1	PIEZA
33	VALVULA DE AGUA 240"	1	PIEZA
34	VALVULA DE AGUA 270"	1	PIEZA
35	VALVULA DE AGUA 300"	1	PIEZA
36	VALVULA DE AGUA 360"	1	PIEZA
37	VALVULA DE AGUA 420"	1	PIEZA
38	VALVULA DE AGUA 480"	1	PIEZA
39	VALVULA DE AGUA 540"	1	PIEZA
40	VALVULA DE AGUA 600"	1	PIEZA



CONCEPTO

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
REGULACION EXISTENTE	1	PIEZA
REGULACION DE PROYECTO	1	PIEZA
CRUCERO	1	PIEZA
CIRCUITO DE TRABAJO	1	PIEZA
CÁMARA DE REVISION	1	PIEZA
LIMBIQUE	1	PIEZA
TRAMO DE TUBERIA	1	PIEZA
ALCAHATILLA	1	PIEZA
CÁMARA DE BOMBEO	1	PIEZA

ZONA ALTA Y ZONA LA LOMA

CANTIDADES DE OBRA

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
REGULACION EXISTENTE	1	PIEZA
REGULACION DE PROYECTO	1	PIEZA
CRUCERO	1	PIEZA
CIRCUITO DE TRABAJO	1	PIEZA
CÁMARA DE REVISION	1	PIEZA
LIMBIQUE	1	PIEZA
TRAMO DE TUBERIA	1	PIEZA
ALCAHATILLA	1	PIEZA
CÁMARA DE BOMBEO	1	PIEZA

CANTIDADES DE TUBERIA

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
TUBERIA DE 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 3/4"	1	PIEZA
TUBERIA DE 1"	1	PIEZA
TUBERIA DE 1 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 2 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 3"	1	PIEZA
TUBERIA DE 4"	1	PIEZA
TUBERIA DE 6"	1	PIEZA
TUBERIA DE 8"	1	PIEZA
TUBERIA DE 10"	1	PIEZA
TUBERIA DE 12"	1	PIEZA
TUBERIA DE 14"	1	PIEZA
TUBERIA DE 16"	1	PIEZA
TUBERIA DE 18"	1	PIEZA
TUBERIA DE 20"	1	PIEZA
TUBERIA DE 24"	1	PIEZA
TUBERIA DE 30"	1	PIEZA
TUBERIA DE 36"	1	PIEZA
TUBERIA DE 42"	1	PIEZA
TUBERIA DE 48"	1	PIEZA
TUBERIA DE 54"	1	PIEZA
TUBERIA DE 60"	1	PIEZA
TUBERIA DE 72"	1	PIEZA
TUBERIA DE 84"	1	PIEZA
TUBERIA DE 96"	1	PIEZA
TUBERIA DE 108"	1	PIEZA
TUBERIA DE 120"	1	PIEZA
TUBERIA DE 144"	1	PIEZA
TUBERIA DE 168"	1	PIEZA
TUBERIA DE 192"	1	PIEZA
TUBERIA DE 216"	1	PIEZA
TUBERIA DE 240"	1	PIEZA
TUBERIA DE 270"	1	PIEZA
TUBERIA DE 300"	1	PIEZA
TUBERIA DE 360"	1	PIEZA
TUBERIA DE 420"	1	PIEZA
TUBERIA DE 480"	1	PIEZA
TUBERIA DE 540"	1	PIEZA
TUBERIA DE 600"	1	PIEZA

ZONA BAJA

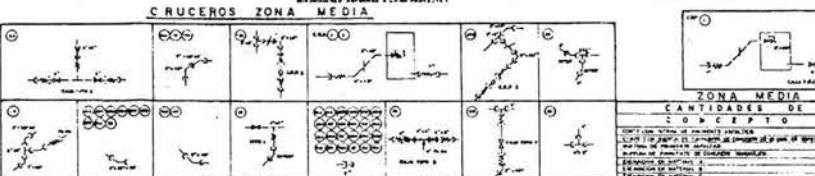
CANTIDADES DE TUBERIA

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
TUBERIA DE 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 3/4"	1	PIEZA
TUBERIA DE 1"	1	PIEZA
TUBERIA DE 1 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 2 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 3"	1	PIEZA
TUBERIA DE 4"	1	PIEZA
TUBERIA DE 6"	1	PIEZA
TUBERIA DE 8"	1	PIEZA
TUBERIA DE 10"	1	PIEZA
TUBERIA DE 12"	1	PIEZA
TUBERIA DE 14"	1	PIEZA
TUBERIA DE 16"	1	PIEZA
TUBERIA DE 18"	1	PIEZA
TUBERIA DE 20"	1	PIEZA
TUBERIA DE 24"	1	PIEZA
TUBERIA DE 30"	1	PIEZA
TUBERIA DE 36"	1	PIEZA
TUBERIA DE 42"	1	PIEZA
TUBERIA DE 48"	1	PIEZA
TUBERIA DE 54"	1	PIEZA
TUBERIA DE 60"	1	PIEZA
TUBERIA DE 72"	1	PIEZA
TUBERIA DE 84"	1	PIEZA
TUBERIA DE 96"	1	PIEZA
TUBERIA DE 108"	1	PIEZA
TUBERIA DE 120"	1	PIEZA
TUBERIA DE 144"	1	PIEZA
TUBERIA DE 168"	1	PIEZA
TUBERIA DE 192"	1	PIEZA
TUBERIA DE 216"	1	PIEZA
TUBERIA DE 240"	1	PIEZA
TUBERIA DE 270"	1	PIEZA
TUBERIA DE 300"	1	PIEZA
TUBERIA DE 360"	1	PIEZA
TUBERIA DE 420"	1	PIEZA
TUBERIA DE 480"	1	PIEZA
TUBERIA DE 540"	1	PIEZA
TUBERIA DE 600"	1	PIEZA

ZONA BAJA

CANTIDADES DE OBRA

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
REGULACION EXISTENTE	1	PIEZA
REGULACION DE PROYECTO	1	PIEZA
CRUCERO	1	PIEZA
CIRCUITO DE TRABAJO	1	PIEZA
CÁMARA DE REVISION	1	PIEZA
LIMBIQUE	1	PIEZA
TRAMO DE TUBERIA	1	PIEZA
ALCAHATILLA	1	PIEZA
CÁMARA DE BOMBEO	1	PIEZA



ZONA MEDIA

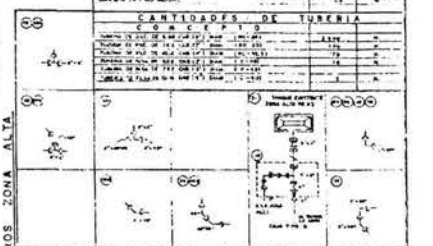
CANTIDADES DE TUBERIA

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
TUBERIA DE 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 3/4"	1	PIEZA
TUBERIA DE 1"	1	PIEZA
TUBERIA DE 1 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 2 1/2"	1	PIEZA
TUBERIA DE 3"	1	PIEZA
TUBERIA DE 4"	1	PIEZA
TUBERIA DE 6"	1	PIEZA
TUBERIA DE 8"	1	PIEZA
TUBERIA DE 10"	1	PIEZA
TUBERIA DE 12"	1	PIEZA
TUBERIA DE 14"	1	PIEZA
TUBERIA DE 16"	1	PIEZA
TUBERIA DE 18"	1	PIEZA
TUBERIA DE 20"	1	PIEZA
TUBERIA DE 24"	1	PIEZA
TUBERIA DE 30"	1	PIEZA
TUBERIA DE 36"	1	PIEZA
TUBERIA DE 42"	1	PIEZA
TUBERIA DE 48"	1	PIEZA
TUBERIA DE 54"	1	PIEZA
TUBERIA DE 60"	1	PIEZA
TUBERIA DE 72"	1	PIEZA
TUBERIA DE 84"	1	PIEZA
TUBERIA DE 96"	1	PIEZA
TUBERIA DE 108"	1	PIEZA
TUBERIA DE 120"	1	PIEZA
TUBERIA DE 144"	1	PIEZA
TUBERIA DE 168"	1	PIEZA
TUBERIA DE 192"	1	PIEZA
TUBERIA DE 216"	1	PIEZA
TUBERIA DE 240"	1	PIEZA
TUBERIA DE 270"	1	PIEZA
TUBERIA DE 300"	1	PIEZA
TUBERIA DE 360"	1	PIEZA
TUBERIA DE 420"	1	PIEZA
TUBERIA DE 480"	1	PIEZA
TUBERIA DE 540"	1	PIEZA
TUBERIA DE 600"	1	PIEZA

ZONA MEDIA

CANTIDADES DE OBRA

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
REGULACION EXISTENTE	1	PIEZA
REGULACION DE PROYECTO	1	PIEZA
CRUCERO	1	PIEZA
CIRCUITO DE TRABAJO	1	PIEZA
CÁMARA DE REVISION	1	PIEZA
LIMBIQUE	1	PIEZA
TRAMO DE TUBERIA	1	PIEZA
ALCAHATILLA	1	PIEZA
CÁMARA DE BOMBEO	1	PIEZA

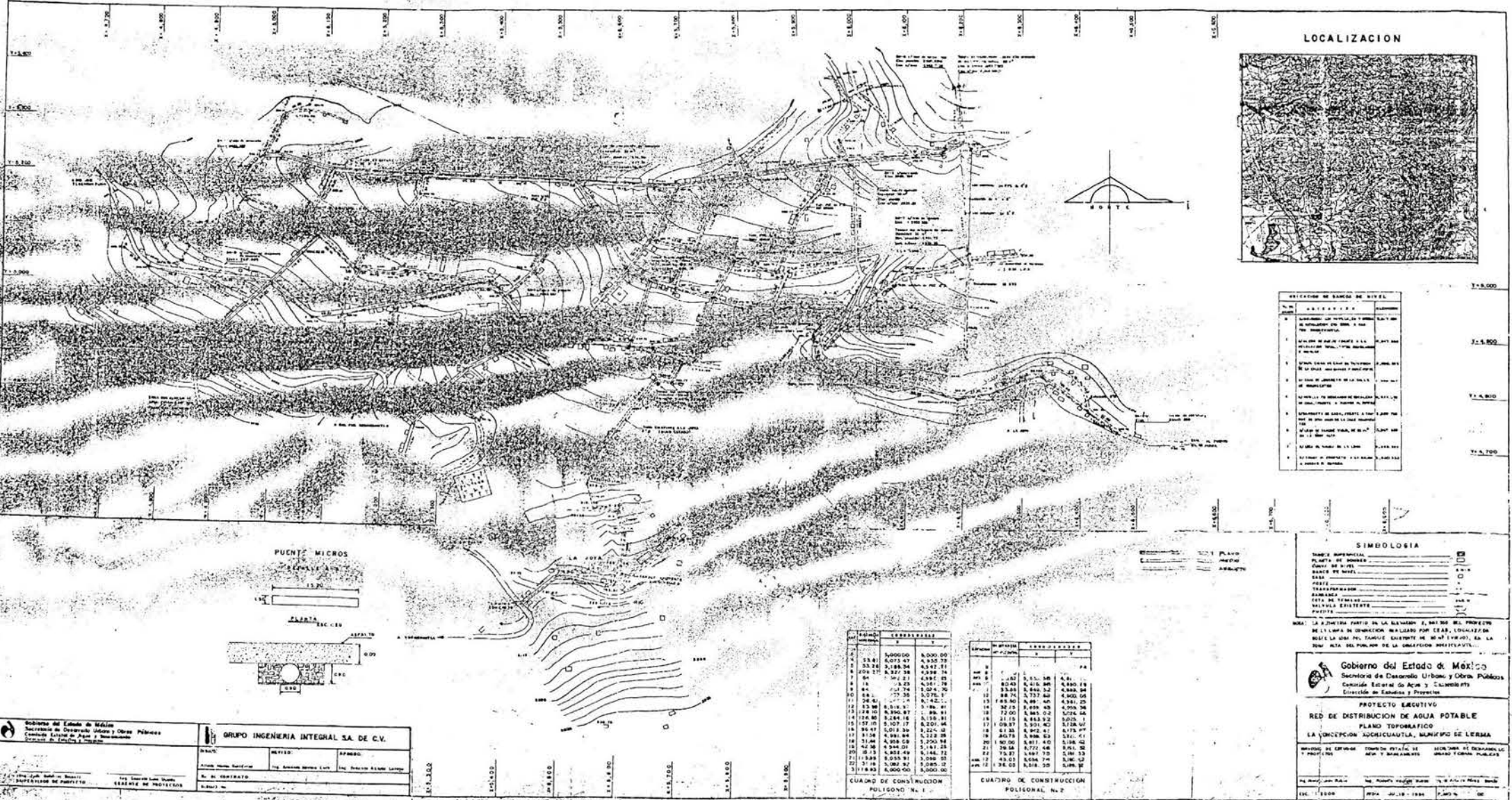


Gobierno del Estado de México
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento
Dirección de Estudios y Proyectos

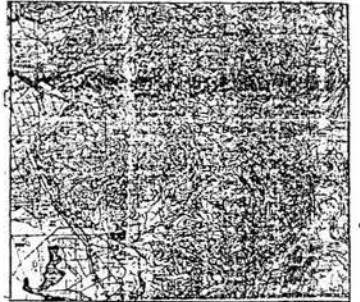
PROYECTO EJECUTIVO
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

LA CONCEPCION NOCHIMATLÁN, MUNICIPIO DE LERMA

ELABORADO POR: [Firma]
REVISADO POR: [Firma]
AUTORIZADO POR: [Firma]



LOCALIZACION

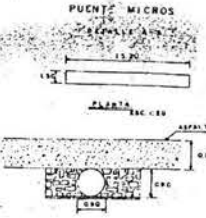


DETALLE DE BANCOS DE NIVEL

No.	DESCRIPCION	ALTIMETRIA
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

SIMBOLOGIA

...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...



CUADRO DE CONSTRUCCION

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

CUADRO DE CONSTRUCCION

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Gobierno del Estado de México
 Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
 Comisión Estatal de Agua y Saneamiento
 Dirección de Estudios y Proyectos

GRUPO INGENIERIA INTEGRAL S.A. DE C.V.

PROYECTO EJECUTIVO
 RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
 PLANO TOPOGRAFICO
 LA CONCEPCION AGRICOLAULTA, MUNICIPIO DE LERMA

ESTADO DE GUANAJUATO
 MUNICIPIO DE LERMA
 CARRILLO DE LA VILLA

NO. 1000
 JUNIO DE 1988
 ESCALA: 1:500