



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO EJECUTIVO DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA EN BLOQUE DEL SISTEMA
MÚLTIPLE RÍO BLANCO, MUNICIPIO DE
PEÑAMILLER, QUERÉTARO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
JOSÉ VICENTE SANTÍN MARTÍNEZ

ASESOR: M. I. ENRIQUE CÉSAR VALDÉZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CIUDAD UNIVERSITARIA , 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

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

NOMBRE: Santín Martínez
Jose Vicente

FECHA: 12-V-04

FIRMA: p.p. ~~Ma Guadalupe~~ de Santín

A Yazmín,
mi esposa.

A Adri y Gaby,
mis hermanas.

A Lupita y Vicente,
mis padres.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/148/02

Señor
JOSÉ VICENTE SANTÍN MARTÍNEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. ENRIQUE CESAR VALDEZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"PROYECTO EJECUTIVO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN BLOQUE DEL SISTEMA MÚLTIPLE RÍO BLANCO, MUNICIPIO DE PEÑAMILLER, QUERÉTARO"

INTRODUCCIÓN

- I. CONCURSO Y BASES DE LICITACIÓN
- II. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO DE LA ZONA DE ESTUDIO
- III. PROYECTO EJECUTIVO
- IV. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria a 16 Octubre 2002.

EL DIRECTOR

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

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Objetivo y justificación de la tesis	5
CAPÍTULO I. CONCURSO Y BASES DE LICITACIÓN	7
1.1 Pliego de condiciones	7
1.2 Procedimientos de contratación	7
1.3 Clases de contrato	9
1.4 Ley y reglamentos aplicables	14
1.5 Formulación de propuestas	17
1.5.1 Propuesta técnica	18
1.5.2 Propuesta económica	19
CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO DE LA ZONA DE ESTUDIO	24
2.1 Características del medio natural	24
2.1.1 Localización geográfica	24
2.1.2 Climas	26
2.1.3 Fisiografía	26
2.1.4 Geología	27
2.1.5 Edafología	28
2.1.6 Uso del suelo y vegetación	29
2.1.7 Hidrología	30
2.1.8 Geohidrología	31
2.1.9 Calidad del agua	31
2.1.10 Balance hidráulico municipal	32
2.2 Características del medio socioeconómico	32
2.2.1 Población	32
2.2.2 Servicios	33
2.2.3 Actividades económicas	35

CAPÍTULO III. PROYECTO EJECUTIVO	37
3.1 Datos básicos de proyecto	37
3.1.1 Período de diseño y vida útil	39
3.1.2 Población de proyecto	42
3.1.3 Demanda de agua potable	49
3.1.4 Variación de la demanda y gastos de diseño	51
3.1.5 Regularización	54
3.2 Diseño de la línea de conducción	56
3.2.1 Análisis de alternativas	56
3.2.2 Estudio topográfico	61
3.2.3 Trazo altimétrico	62
3.2.4 Trazo planimétrico	62
3.2.5 Memoria descriptiva	65
3.2.6 Memoria de cálculo	71
3.2.6.1 Conducción por gravedad	71
3.2.6.2 Conducción por bombeo	72
3.2.6.3 Cálculo del diámetro más económico	73
3.2.6.4 Análisis de transitorios	75
3.2.6.4.1 Procedimiento general	76
3.2.6.5 Diseño de sistemas de protección	78
3.2.6.6 Válvulas especiales	80
3.2.6.7 Silletas	83
3.2.6.8 Juntas de expansión	85
ANEXO A. BASES DE LICITACIÓN	88
CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	108

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una nación depende en gran medida de su infraestructura y un rezago de ésta afecta desfavorablemente a su economía. En los últimos años, México ha logrado grandes avances en materia de manejo de los recursos hidráulicos ya que, por una parte, existe el proceso de planeación hidráulica que considera el manejo del agua por cuencas hidrológicas y, por otra parte, hay una mayor participación del usuario para el uso y salvaguarda del recurso.

Los sistemas de agua y saneamiento han sido incrementados en los ámbitos rural y urbano. En 1990 la cobertura de la infraestructura nacional de agua potable era del 78%; para 1998 este valor se incrementó al 86.4%, lo que representó un aumento en el número de habitantes que cuentan con este servicio de prácticamente 19.7 millones. Mientras que en 1990 once entidades federativas contaban con cobertura superior al 85%, en 1998 el número se incrementó a veintitrés, en tanto que el número de entidades con coberturas inferiores al 70% se redujo de diez a cinco.

El impacto de estas acciones se aprecia en la salud pública, ya que las enfermedades causadas por beber agua contaminada ocupan el lugar trece entre las causas de mortalidad en el país.

Los recursos para el financiamiento del sector están contenidos en los presupuestos federal, estatales y municipales. Paulatinamente se busca que las tarifas y la recaudación asociada permitan que los organismos operadores sean autosuficientes, excepto en el medio rural, que continuará siendo subsidiado. En los años recientes se ha incorporado la participación de la iniciativa privada en el suministro, aunque todavía a

pequeña escala, ya sea mediante concesiones integrales o a través de contratos de servicios de actividades específicas que pueden incluir la medición, facturación y cobro a los usuarios.

En materia de investigación, México cuenta con varios centros que tienen relación directa con los temas que atañen al sector de agua potable y saneamiento, el principal es el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Uno de los aspectos más importantes que se realizan en materia de agua potable es la construcción de infraestructura para ampliar la cobertura, y el presente trabajo se refiere a un ejemplo de las acciones realizadas.

En promedio, México recibe 772 mm de lluvia al año, lo que equivale a 1,519 km³ de agua anuales. El 70% de esta lluvia se evapora y el resto escurre en los ríos y arroyos o recarga los acuíferos. Considerando la población existente en el país en 1998, la disponibilidad de agua teórica por habitante es de 4,977 m³ por año. Por lo anterior, se podría decir que, en relación con otros países, México cuenta con agua abundante; sin embargo, existe una marcada heterogeneidad en la distribución de estos recursos, tanto temporal como espacial, ya que la mayor parte de las lluvias se producen en sólo cuatro meses del año y las precipitaciones más abundantes se dan en el sureste del país y zonas costeras, donde se genera el 50% del escurrimiento en el 20% del territorio nacional, mientras que en el norte, que constituye el 30% de la superficie del país se genera sólo el 4% del escurrimiento.

Si la estimación se hace respecto al número de habitantes, en las regiones que alojan al 60% de la población y producen el 70% del PIB, el volumen de agua pluvial es sólo el 25% del total.

Al respecto, se han identificado cerca de 600 acuíferos distribuidos en el territorio nacional, de los cuales unos 450 son regionales por su extensión, capacidad e importancia relativa; de estos, alrededor de 100 están sometidos a una importante sobreexplotación que ha inducido problemas de intrusión salina en 18 acuíferos en los estados costeros del país. Ello es preocupante, ya que en la mayoría de los acuíferos sobre explotados se asientan poblaciones que dependen, exclusivamente de esa fuente de abastecimiento.

En lo que se refiere a la calidad, desde 1974 se evalúa, a través de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua, con el propósito de conocer los efectos de las descargas en los cuerpos de aguas superficiales. Dicho sistema de monitoreo es realizado por la Comisión Nacional del Agua y su red de laboratorios, además de los datos que otras dependencias locales recolectan. Se reconoce que esta red no es todavía suficiente y que su complementación requiere de importantes inversiones en equipo y estructura organizacional. La CNA ha adoptado un índice de calidad del agua, conocido como ICA, que agrupa 18 parámetros convencionales con los cuales se clasifican los cuerpos de agua en seis niveles de calidad, de acuerdo al uso al cual se destine el agua.

Los cuerpos de agua superficial presentan calidad variable, lo que hace necesaria la aplicación de procesos de potabilización previos a su utilización. En México, generalmente toda el agua de abastecimiento a las

poblaciones recibe desinfección. Se considera que es necesario mejorar la atención a la calidad de paramentos físico químicos.

Por otra parte, la concentración de población y actividades industriales origina que en 20 cuencas hidrológicas se genere el 89% de la carga orgánica total del país, medida en términos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

La mayor parte de la población de las zonas urbanas cuenta con los servicios de agua potable y alcantarillado; en contraste, existe una cantidad importante de habitantes en las comunidades rurales que carecen de estos servicios.

Para disminuir los rezagos en las zonas rurales se aplican las siguientes estrategias: otorgamiento de subsidios a través de las tres instancias de gobierno para la terminación o construcción de obras de agua y saneamiento, y promoción de la participación de la población en la operación y mantenimiento de los sistemas para contribuir a asegurar su vida útil. Se considera que estos subsidios se deberán continuar en el largo plazo.

En localidades con población menor a 499 habitantes se instalan hidrantes públicos (puestos de toma), en tanto que en localidades con poblaciones entre 500 y 2,500 habitantes el servicio se proporciona a través de tomas domiciliarias.

Objetivo y justificación de la tesis

El objetivo del presente trabajo consiste en aplicar la ingeniería civil en el proceso de elaboración de un proyecto ejecutivo de abastecimiento de agua potable para atender una zona rural de la República Mexicana.

El agua ha sido tema central en foros mundiales debido a la escasez de este recurso vital para la humanidad. Este es un ejemplo de la falta de planeación, organización, vigilancia, entre otras, del uso de los recursos naturales que día a día se van consumiendo.

La salud es de suma importancia para el buen desarrollo de una población y el agua es parte fundamental. Por ello, no sólo se debe atender la forma de llevar el agua a la población, sino también su calidad y cantidad. La calidad ha sido establecida en las normas oficiales mexicanas correspondientes y la cantidad depende de los usos y costumbres de la población en estudio.

Las poblaciones rurales de la República Mexicana cuentan con infraestructura deficiente; se abastecen de forma rudimentaria que, muchas de las veces, representa grandes esfuerzos humanos. Ejemplos de estos suministros son los aljibes, que consisten en depresiones en los terrenos para la captación de aguas pluviales, envío de pipas para la distribución en tambos, etc. En estas circunstancias la calidad del agua es inadecuada para el consumo. Lo anterior lleva a los habitantes a emigrar a lugares donde las condiciones de vida son mejores y normalmente es hacia a las grandes ciudades.

La dispersión de habitantes en el medio rural es una de las causas por las que es difícil el suministro ya que entre más retiradas estén sus viviendas, se requiere mayor inversión en construcción y operación.

Los motivos anteriores me llevan a la realización de este proyecto haciendo uso de los conocimientos adquiridos durante mi formación universitaria y profesional.

CAPITULO I

CONCURSO Y BASES DE LICITACIÓN

Desde los tiempos antiguos las especificaciones han sido esenciales en la construcción. Antes de que el hombre supiera escribir, las especificaciones se transmitían en forma oral. Conforme el hombre comenzó a usar herramientas y materiales cada vez más complejos y la sociedad se hizo más complicada, fue necesario proporcionar especificaciones escritas con gran detalle que cubrieron las múltiples facetas del trabajo de construcción.

1.1 Pliego de condiciones

El pliego de condiciones incluye dos grandes partes: 1) las bases según las cuales un concursante prepara y presenta su postura o proposición para ejecutar el trabajo, así como las condiciones del contrato bajo las cuales el concursante contratado (el contratista) debe realizar el trabajo y 2) las especificaciones detalladas necesarias para que se efectúe el trabajo. Esta combinación de bases y especificaciones, junto con los planos aprobados y los documentos del concurso, componen la documentación del contrato. Al preparar las especificaciones para un proyecto de Ingeniería, el ingeniero considerará muchos factores. Entre los más importantes están:

- Naturaleza del promovente: sector público o privado.
- Magnitud del proyecto.
- Duración estimada del tiempo de ejecución.
- Si se requiere que el ingeniero se ajuste a una forma estándar de especificaciones, o el ingeniero tiene libertad al prepararlas.

- Si se ha contratado por parte del promovente un abogado que revise los aspectos legales de las bases del contrato.
- Si se ha contratado por parte del promovente a ingenieros asesores que revisen las especificaciones.

Asimismo, el ingeniero debe darse cuenta de que los tribunales de justicia reconocen el status de las relaciones contractuales entre el promovente y el contratista, como las que se dan entre individuos libres e independientes, y no como las que se dan entre un director y un representante. Las bases del contrato deben apoyar esta relación, absteniéndose de imponer métodos de ejecución de lo trabajos y de ejercer control sobre los trabajadores del contratista.

Después que se han establecido las condiciones básicas, los ingenieros están obligados a preparar documentos completos del convenio para los proyectos. Es costumbre que las principales partes de estos documentos consistan en lo siguiente:

- Convocatoria para concurso (por medio de ella se avisa a los contratistas, o se les invita a concursar).
- Información a los concursantes.
- Formá de propuesta.
- Cláusulas del convenio: contrato.
- Clase de fianza.
- Estipulaciones generales, o condiciones generales.
- Estipulaciones especiales, o condiciones especiales.
- Especificaciones técnicas.

1.2 Procedimientos de contratación

La negociación de los contratos entre los promoventes y los contratistas cuando se va a realizar un trabajo de proyecto o construcción, requiere que las partes contratantes observen ciertas formalidades legales. Tales pasos se incluyen en los documentos mencionados antes, los cuales, junto con los planos y especificaciones normalizadas constituyen los documentos del contrato. La naturaleza y el contenido de los documentos del contrato varían según la organización promovente del proyecto y el procedimiento que se emplea en la recepción de propuestas.

Es una práctica normal en dependencias estatales y paraestatales, en todos sus niveles, someter a concurso los contratos para las obras públicas. En tales casos, en las fechas fijadas y por medio de un anuncio en diversos medios informativos, se invita a las empresas profesionales a que hagan propuestas selladas para realizar dichas obras. Después de abiertas las propuestas, publicadas, tabuladas y evaluadas, se determina la propuesta de costo más bajo.

Es costumbre proporcionar los planos y especificaciones a los concursantes en perspectiva que han hecho su solicitud y han pagado los cargos establecidos. En la mayoría de los casos, las propuestas se acompañan por una garantía, que consiste en general en un cheque certificado o en una fianza de seguridad, o de ambos, para asegurarse de que el concursante elegido sostendrá su oferta. Si se hace la concesión, se devuelve la garantía. Si el concursante cuya propuesta tiene el costo más bajo no cumple en los términos de contrato, la cantidad del cheque certificado se cobrará para liquidar los daños y se hará cumplir las obligaciones

establecidas en la fianza de seguridad como una compensación para el promovente por el costo de adjudicar el contrato a otro contratista o por el costo en el cual se incurre al volver a poner el proyecto en concurso. Como regla general, sólo se aceptan las propuestas de concursantes competentes (esto se evidencia en los informes acerca de la solvencia económica y de la experiencia que se presentan al promovente).

En el procedimiento anterior, los documentos del contrato incluyen, en general, la notificación de concurso (que puede incluir las instrucciones a los concursantes o se les pueden proporcionar separadamente), la propuesta de programa de los trabajos, la resolución de la adjudicación del contrato, hecha en la forma del contrato, la fianza del contrato, los planos y las especificaciones, los convenios complementarios, las modificaciones a las órdenes, las cartas u otra información, y todas las disposiciones legales que se incluyan en el contrato, sea que estén o no estén anotadas realmente. Todos los documentos constituyen un legajo legal.

Cuando la ley lo requiere, se acompaña la presentación de la propuesta con un acta notarial de no confabulación. Esta carta certifica que se presenta la oferta sin que haya colusión o fraude; además, que ningún miembro de la dependencia gubernamental, ejecutivo o empleado del promovente esta directa o indirectamente interesado en la oferta.

1.3 Clases de contrato

Los contratos de trabajos públicos casi siempre se adjudican sobre la base de competencia en un concurso. En general, tales contratos son de dos tipos: a precio unitario o por medida, suma global o precio alzado, lo cual depende de la forma de pago del patrono o contratante. Los contratos que hacen los promoventes privados se obtienen en concurso o se negocian; pero, en cualquier caso, en general pertenecen a las mismas dos clases mencionadas.

Contrato a precio unitario

Cuando no es posible establecer en los proyectos los límites exactos de las diversas partidas incluidas en el contrato, para fines de pago se divide en sus principales elementos según la clase de trabajo y los oficios que considera. A cada elemento unitario se le conoce como partida de pago; el número de unidades es estimado por el ingeniero y se llama cantidad estimada. Este número se alista en el presupuesto y se requiere que los concursantes presenten un precio unitario por cada unidad. Un ejemplo de esto es la cantidad de kilómetros de levantamiento topográfico que se proponen a determinado precio unitario por kilómetro.

Se obtiene el presupuesto total sumando los importes de todas las partidas del presupuesto, importes a los que se llega multiplicando la cantidad de obra por partida por el precio unitario correspondiente. El presupuesto total es la base de comparación de todas las proposiciones recibidas y sirve para establecer la oferta de costo mas bajo, misma que será hecha por el concursante a quien se va a adjudicar el contrato. Los pagos al contratista

se harán sobre la base de la cantidad real de cada partida incorporada en el proyecto al precio unitario establecido en el contrato.

Contrato a suma global o a precio alzado

Se emplea un contrato a suma global cuando es posible establecer con seguridad, sobre los planos, los volúmenes del proyecto estipulados en el contrato. Con esto, el concursante hará una estimación precisa que sirva de base a un presupuesto. En esta clase de contrato, es imperativo que los planos y las especificaciones sean claros y muestren con detalle todas las características y requisitos del proyecto. Se paga al contratista sobre la base de un presupuesto de suma global, o a precio alzado, que cubra todas las labores y servicios detallados en los planos y las especificaciones.

Contrato a suma global y precios unitarios

No es poco frecuente que en el mismo contrato se combinen las propuestas de precio unitario y suma global; por ejemplo, el proyecto de la obra de captación se incluirá en la propuesta como una partida de precio alzado, en tanto que los precios unitarios pueden requerirse para las características de cantidades variables, como la colocación de mojoneras.

Contrato negociado

En ocasiones, se negocian los contratos de los proyectos públicos y con mas frecuencia, los de las privadas. Estos contratos se preparan o redactan sobre la base de una o más formas de pago diferentes. Algunas de las que más se usan son:

- El método de pago a precio alzado o precio unitario o una combinación de los dos.
- El contrato de dirección de proyecto.

En un contrato negociado, el promovente escoge a un contratista reconocido por su formalidad, experiencia y capacidad y en una negociación directa se establecen las cláusulas del convenio entre ellos y la cantidad que se pagará como honorarios. Los factores que contribuyen en la selección de un contratista están determinados de ordinario por los procedimientos de calificación de competencia empleados en las dependencias públicas mediante cuestionarios e investigaciones. Tales cuestionarios se adaptan con facilidad a los contratos que se negocian entre particulares.

El convenio de suma global o precio alzado se negocia basándose en el análisis del ingeniero. Se determina y se conviene en un porcentaje fijo de sobretasa y utilidad, y se llega a un acuerdo en cuanto a los precios dados por el contratista y los estimados por el ingeniero.

Un contrato de dirección de proyecto requiere que el contratista divida el proyecto en varias partes. Aquí el contratista acepta ofertas de trabajo de un grupo de subcontratistas y los contrata. Es costumbre que el primer contratista realice cierta parte prescrita del proyecto y coordine el trabajo de los subcontratistas. El promovente le reembolsa al primer contratista su trabajo, el trabajo de todos los subcontratistas y, además, le paga una pequeña utilidad y honorarios por concepto de administración de los subcontratos.

Contratos con incentivos

Aquí la premisa básica es que el promovente pagará primas si se hacen economías en el proyecto y si éste se termina a tiempo; de otra manera, si hay ineficiencia y retraso, el contratista tiene que pagar un castigo.

1.4 Ley y reglamentos aplicables

En el caso de las dependencias gubernamentales y obedeciendo al origen de los recursos con los que se solventarán los contratos por celebrar, como es el caso de recursos federales, las dos partes involucradas tendrán que sujetarse a la LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADAS CON LAS MISMAS, así como a su respectivo reglamento.

Los contratos para la elaboración de proyectos quedan sujetos a esta Ley, como lo dispone el artículo cuarto menciona lo siguiente: "Para efectos de esta Ley, se consideran como servicios relacionados con las obras públicas, los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública; las investigaciones, estudios, asesorías y consultorías que se vinculen con las acciones que regula esta Ley; la dirección o supervisión de la ejecución de las obras y los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones. Asimismo, quedan comprendidos dentro de los servicios relacionados con las obras públicas los siguientes conceptos:

- I. La planeación y el diseño, incluyendo los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de ingeniería básica, estructural, de instalaciones, de infraestructura, industrial, electromecánica y de cualquier otra especialidad de la ingeniería que se requiera para integrar un proyecto ejecutivo de obra pública;
- II. La planeación y el diseño, incluyendo los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto urbano, arquitectónico, de diseño gráfico o

- artístico y de cualquier otra especialidad del diseño, la arquitectura y el urbanismo, que se requiera para integrar un proyecto ejecutivo de obra pública;
- III. Los estudios técnicos de agrología y desarrollo pecuario, hidrología, mecánica de suelos, sismología, topografía, geología, geodesia, geotecnia, geofísica, geotermia, oceanografía, meteorología, aerofotogrametría, ambientales, ecológicos y de ingeniería de tránsito;
 - IV. Los estudios económicos y de planeación de preinversión, factibilidad técnico económica, ecológica o social, de evaluación, adaptación, tenencia de la tierra, financieros, de desarrollo y restitución de la eficiencia de las instalaciones;
 - V. Los trabajos de coordinación, supervisión y control de obra; de laboratorio de análisis y control de calidad; de laboratorio de geotecnia, de resistencia de materiales y radiografías industriales; de preparación de especificaciones de construcción, presupuestación o la elaboración de cualquier otro documento o trabajo para la adjudicación del contrato de obra correspondiente;
 - VI. Los trabajos de organización, informática, comunicaciones, cibernética y sistemas aplicados a las materias que regula esta Ley;
 - VII. Los dictámenes, peritajes, avalúos y auditorías técnico normativas, y estudios aplicables a las materias que regula esta Ley;
 - VIII. Los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir, sustituir o incrementar la eficiencia de las instalaciones de un bien inmueble;
 - IX. Los estudios de apoyo tecnológico, incluyendo los de desarrollo y transferencia de tecnología entre otros, y

X. Todos aquellos de naturaleza análoga."

De igual forma esta ley nos permite regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto, ejecución y control de las obras públicas, así como de los servicios relacionados con las mismas.

El Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, detalla lo mencionado en la Ley. Así, contiene capítulos referentes a: Licitación Pública, acto de presentación y apertura de proposiciones, evaluación de las propuestas, fallo para la adjudicación, desechamiento de propuestas, cancelación, nulidad total y licitaciones desiertas; excepciones a la licitación pública, la contratación, el contrato, garantías, modificaciones a los contratos, la ejecución, responsables de los trabajos, bitácora, forma de pago, anticipos, suspensión de obra, terminación anticipada del contrato, rescisión administrativa del contrato, recepción de los trabajos, finiquito y terminación del contrato; ajuste de costos, cálculo de los ajustes de costos; análisis, cálculo e integración de los precios unitarios; costo directo, costo indirecto, costo por financiamiento; cargo por utilidad, cargos adicionales, contratos a precio alzado, contratos mixtos, servicios relacionados con las obras públicas; integración y evaluación de la propuesta, mecanismo de puntos y porcentajes; sanciones, inconformidades y las conciliaciones.

1.5 Formulación de propuestas

La elaboración de propuestas para participar en un concurso es de suma importancia, ya que es una de las fuentes de trabajo que tienen las empresas consultoras.

En el anexo A del presente trabajo se muestra un tipo de bases de licitación para la elaboración de un proyecto en una dependencia estatal del gobierno. En este apartado se muestran todos los requisitos que debe cumplir el consultor, los cuales deben satisfacerse en su totalidad y sin errores, ya que cualquier incumplimiento significaría la descalificación.

Para la elaboración de las propuestas es recomendable integrar un equipo responsable para poder cumplir en forma y tiempo con todos los requisitos, tanto legales como técnico-económicos.

El uso de la computadora como herramienta en la formulación de las propuestas, reduce tiempos y errores en gran medida. Tal es el caso del uso de programas como procesadores de palabras, hojas de cálculo y los programas para la elaboración de precios unitarios.

Los documentos que integran una propuesta están divididos, a su vez, en dos partes: propuesta técnica y propuesta económica que a continuación se resumen.

1.5.1 Propuesta técnica

Esta propuesta consiste en la descripción detallada de la forma en que el proyectista planea resolver los trabajos referentes al concurso. Además, se presenta información sobre la situación legal de la empresa, currículum (citando los proyectos similares al proyecto que se concursará), programas de ejecución, mano de obra, equipo, material, etcétera.

Todos los datos que se mencionen en esta propuesta deberán ser expresados de forma clara, para que en el momento que se lleve a cabo su revisión, la propuesta cuente con los mejores elementos para su evaluación. En algunos casos la forma de evaluar las propuestas es mediante puntuación, así que se debe buscar la mejor puntuación en ambas propuestas.

Es importante destacar que en esta propuesta no se debe incluir ningún tipo de precio ya que es un elemento para descalificación. Se deberán firmar todas las hojas de esta propuesta por el representante de la empresa, sin excepción.

Una recomendación para la elaboración de las propuestas consiste en hacer carpetas para cada documento que se pide, esto permitirá tener un mejor control. Así, una vez terminada la propuesta se revisa que cada carpeta tenga todos los documentos que se piden y que estén firmados; se sugiere que al menos dos personas efectúen esta revisión.

1.5.2 Propuesta económica

La propuesta económica debe realizarse minuciosamente ya que es la parte principal de ambas propuestas debido a que ésta puede marcar la diferencia entre ganar o perder el concurso.

En el cuadro 1.1 se muestran las partes que conforman un catálogo de conceptos. En éste documento se presentan los precios unitarios que fueron concebidos mediante un análisis, así como el importe total del presupuesto. Las cantidades, unidades y descripción de los conceptos son proporcionados por quien realiza el concurso según sus necesidades.

El primer paso a realizar en esta propuesta es el análisis de precios unitarios que se puede efectuar con ayuda de un programa de cómputo. El cuadro 1.2 muestra una hoja típica correspondiente al análisis de un precio unitario. Se pueden apreciar todos los elementos que intervienen en un concepto tales como: clave, concepto, unidad, cantidad, precio unitario, total, materiales, mano de obra, equipo, auxiliares, costo directo, costo indirecto, financiamiento y utilidad. Todos estos elementos deben ser perfectamente analizados para tener la mejor oferta.

Una recomendación muy importante para la elaboración de esta propuesta consiste en proponer los mejores rendimientos tanto en mano de obra como en equipo, para poder tener mejores precios unitarios. De igual forma es recomendable tener una base de datos de precios para que la propuesta se pueda realizar en el menor tiempo posible, debido a que en ocasiones los periodos para entrega de documentos son muy cortos y también permitiría revisar un número mayor de veces la propuesta.

Finalmente, una vez realizado el programa de trabajos que está integrado en la propuesta técnica, se procede a la elaboración de programas de erogaciones que tendrá el consultor a lo largo del proyecto, tanto programas globales como particulares, tales como los referentes a la mano de obra, equipo, materiales y otros. A su vez, se tendrá que especificar las cantidades de cada insumo que se utilizarán, como se muestra en el cuadro 1.3, donde se puede observar la mano de obra por manejar, sus unidades, cantidades, precios unitarios y sus respectivos montos.

Con todos los elementos descritos, la dependencia que convoca al concurso estará en posibilidades de elegir al mejor proponente de acuerdo a cada una de sus ofertas.

COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS
CONCURSO No. 180-98-2001
PROYECTO EJECUTIVO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN BLOQUE DEL
SISTEMA MÚLTIPLE RÍO BLANCO, MUNICIPIO DE PEÑAMILLER, QUERÉTARO
UBICACION: RIO BLANCO. MPIO. DE PEÑAMILLER

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
I	PROYECTO EJECUTIVO DE AGUA EN BLOQUE				
1	VISITAS TECNICAS				
1.1	Visita de reconocimiento a la zona de estudio	Visita	1.00	0.00	0.00
1.2	Visitas de presentación de avances	Visita	4.00	0.00	0.00
2	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	Expedien	1.00	0.00	0.00
3	DIAGNOSTICO SIMPLIFICADO	Dictamen	1.00	0.00	0.00
4	REQUERIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA	Expedien	1.00	0.00	0.00
5	IDENTIFICACION DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO				
5.1	Aforos en manantiales, ríos y canales.	Aforo	2.00	0.00	0.00
5.2	Análisis físico-Químicos y Bacteriológicos	Análisis	2.00	0.00	0.00
6	TOPOGRAFIA				
6.1	Línea de conducción	Km	50.00	0.00	0.00
6.2	SITIOS ESPECIALES				
6.2.1	Localización y levantamiento de la captación y tanques	Sitios	17.00	0.00	0.00
6.3	Red de distribución	Km	3.00	0.00	0.00
7	PROYECTOS EJECUTIVOS				
7.1	Obra de Capacitación	Proyecto	1.00	0.00	0.00
7.2	Líneas de conducción	Km	50.00	0.00	0.00
7.3	Tanques de regulación	Proyecto	6.00	0.00	0.00
7.4	Red de distribución	Proyecto	1.00	0.00	0.00
8	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Manual	1.00	0.00	0.00
9	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, INFORME PREVENTIVO	Estudio	1.00	0.00	0.00
10	DOCUMENTACION PARA LICITACION DE OBRAS	Expedien	1.00	0.00	0.00
11	ANALISIS FINANCIERO DE COSTOS	Análisis	1.00	0.00	0.00
12	PRODUCTOS A ENTREGAR				
12.1	Informe parcial	Informe	3.00	0.00	0.00
12.2	Edición del Informe final	Informe	1.00	0.00	0.00
12.3	Presentación del proyecto	Presenta	1.00	0.00	0.00
	Total de PROYECTO EJECUTIVO DE AGUA EN BLOQUE				0.00

Cuadro 1.1 Catálogo de conceptos

COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS**CONCURSO No. 180-98-2001**

PROYECTO EJECUTIVO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN BLOQUE DEL
SISTEMA MÚLTIPLE RÍO BLANCO, MUNICIPIO DE PEÑAMILLER, QUERÉTARO
UBICACION: RIO BLANCO. MPIO. DE PEÑAMILLER

Análisis de Precio Unitario					
Descripción					
Clave: 7.2				Unidad :	Km
Lineas de conducción				Cantidad :	50.00
				Precio U. :	0.00
				Total :	0.00
C Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
MA-001	PAPELERIA.	LOTE	0.25000	0.00	0.00
Total de Materiales					0.00
Mano de Obra					
MO-003	INGENIERO HIDRAULICO PROYECTISTA.	JOR	1.00000	0.00	0.00
	Rendimiento		: 2.85714	Total	0.00
MO-015	DIBUJANTE.	JOR	1.00000	0.00	0.00
	Rendimiento		: 2.85714	Total	0.00
Total de Mano de Obra					0.00
Equipo					
F E-COMPUTO	EQUIPO DE COMPUTO (COMPUTADORA PENTIUM IV Y IMPRESORA LASER, SIN CAPTURISTA.	HR	8.00000	0.00	0.00
Total de Equipo					0.00
Auxiliares					
E-PLOTTER	PLOTTER H.P.	HR	2.00000	0.00	0.00
Total de Auxiliares					0.00
				Costo Directo	0.00
				Indirectos (10.48%)	0.00
				Subtotal	0.00
				Financiamiento (1.02%)	0.00
				Subtotal	0.00
				Utilidad (7.65%)	0.00
				Precio Unitario	0.00

** CERO PESOS 00/100 M.N. **

Cuadro 1.2 Análisis de precio unitario

COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS**CONCURSO No. 180-98-2001**

PROYECTO EJECUTIVO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN BLOQUE DEL
SISTEMA MÚLTIPLE RÍO BLANCO, MUNICIPIO DE PEÑAMILLER, QUERÉTARO
UBICACION: RIO BLANCO. MPIO. DE PEÑAMILLER

Explosión de Insumos de Presupuesto						
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Monto	%
Mano de Obra						
MO-001	JEFE DE PROYECTO.	JOR	42.30000	0.00	0.00	
MO-002	COORDINADOR DE PROYECTO.	JOR	39.20000	0.00	0.00	
MO-003	INGENIERO HIDRAULICO PROYECTISTA.	JOR	54.55000	0.00	0.00	
MO-007	AYUDANTE GENERAL.	JOR	2.00000	0.00	0.00	
MO-008	TECNICO TOPOGRAFO.	JOR	84.80000	0.00	0.00	
MO-009	AUXILIAR DE TOPOGRAFO.	JOR	84.80000	0.00	0.00	
MO-010	CADENERO.	JOR	169.60000	0.00	0.00	
MO-011	INGENIERO CALCULISTA ESTRUCTURISTA.	JOR	5.50000	0.00	0.00	
MO-012	INGENIERO CALCULISTA DE COSTOS.	JOR	1.00000	0.00	0.00	
MO-015	DIBUJANTE.	JOR	26.50000	0.00	0.00	
MO-016	CAPTURISTA.	JOR	21.80000	0.00	0.00	
MO-020	INGENIERO ELECTROMECANICO	JOR	1.00000	0.00	0.00	
MO-021	INGENIERO AMBIENTALISTA	JOR	5.00000	0.00	0.00	
OCHF-CAMIONETA	CHOFER DE CAMIONETA.	JOR	61.50000	0.00	0.00	
Total de Mano de Obra					0.00	
TOTAL DEL REPORTE					0.00	

Cuadro 1.3 Análisis de mano de obra

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

En un documento publicado por la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro se establece que uno de sus principales objetivos es el aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos en el estado. Se agrega que garantizar el desarrollo sustentable del agua, debe considerarse como una forma de vida.

El agua es un bien que se debe aprovechar racional y organizadamente. Su uso debe satisfacer en la mejor forma las diversas necesidades, evitando su degradación irreversible y en todos los casos su gestión debe ser armónica, justa y equitativa.

La planeación regional del agua es fundamental para atender y responder en términos jurídicos, organizacionales y técnicos a las demandas de agua de los diferentes sectores.

En este capítulo se describen las características naturales y socioeconómicas de la zona de estudio que deben considerarse en la planeación del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.1 Características del medio natural

2.1.1 Localización geográfica

El municipio de Peñamiller pertenece a la región económica denominada Cadereyta, junto con los municipios de Cadereyta, Colón y Tolimán. Se

localiza dentro de las coordenadas extremas 21°14' y 20°57' de latitud norte y los 99°39' – 100°02' de longitud oeste, con una elevación de 1330 metros sobre el nivel del mar. El municipio tiene una superficie territorial de 795 km², que representa el 6.8% de la superficie del estado, por lo cual se sitúa en el cuarto lugar en extensión territorial. Sus colindancias, mostradas en la figura 2.1, son: al norte con el estado de Guanajuato; al este con el municipio de Pinal de Amoles y Cadereyta de Montes; al sur con el municipio de Cadereyta de Montes y Tolimán; al oeste con el municipio de Tolimán y el estado de Guanajuato.



Fig. 2.1 Localización geográfica

2.1.2 Climas

En el municipio ocurren los siguientes climas: semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad; templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad; templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad; semiseco semicálido; semiseco templado y seco semicálido.

Derivado de los registros de precipitación de las estaciones climatológicas, en el período 1966-1994, el municipio registra una precipitación media anual de 395.7 mm, siendo en este período el año más húmedo el de 1994 con 678.80 mm en promedio y el más seco fue 1987 con una precipitación promedio de 134.80 mm. Cabe hacer mención que las isoyetas que se presentan en el municipio marcan un área predominante, con rango entre los 400 y 500 mm; sin embargo, en la zona norte y noroeste se presentan áreas con precipitaciones mayores que están influenciadas por los vientos húmedos que chocan con la parte serrana del municipio.

La temperatura media anual registrada es de 21.5 grados centígrados, siendo la temperatura promedio más baja de 20.8 °C en 1976 que fue el año mas frío, y el año con promedio de temperatura más alta fue 1995 con 28.3 °C.

2.1.3 Fisiografía

De acuerdo con la regionalización fisiográfica realizada por el INEGI, el municipio se localiza dentro de dos provincias: Sierra Madre Oriental, en la

subprovincia denominada Carso Huasteco y la provincia denominada Mesa del Centro, en la subprovincia Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato.

En cuanto a las condiciones fisiográficas del municipio, se definen elevaciones que fluctúan entre los 1,500 a 2,820 metros sobre el nivel medio del mar, dichas elevaciones son: Cerro El Oro, Cerro El Plomo, mesa de Salinas, Cerro Piloncito, Cerro Sombreroete, Cerro Vizcaíno, Cerro El Indio, Cerro Campanario, Cerro Comedero, Cerro Grande, Cerro Palo Alto, Cerro La Tembladera y Cerro San Juanico (ver tabla 2.1).

Tabla 2.1 Principales elevaciones del municipio de Peñamiller

NOMBRE	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		ALTITUD msnm
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	
CERRO EL ORO	21	12	99	43	2820
CERRO EL PLOMO	21	12	99	42	2760
MESA DE SALINAS	21	10	100	00	2500
CERRO PILONCITO	21	08	99	44	2440
CERRO SOMBRERETE	21	11	99	44	2300
CERRO VIZCAÍNO	21	05	99	42	2240
CERRO EL INDIO	21	09	99	58	2200
CERRO CAMPANARIO	21	01	99	50	2140
CERRO COMEDERO	21	09	99	56	2120
CERRO GRANDE	21	07	99	56	1960
CERRO PALO ALTO	21	03	99	53	1960
CERRO LA TEMBLADERA	21	04	99	45	1880
CERRO SAN JUANICO	21	01	99	44	1700

2.1.4 Geología

Por la ubicación geográfica del municipio, el origen de las rocas que se distribuyen en él se derivan de la actividad volcánica, de tectonismo y del modelado exógeno. La mayor parte del territorio está compuesta por rocas de origen volcánico con un 51.49%; sin embargo, derivado de los

eventos geológicos en el territorio municipal afloran rocas de tipo sedimentario, las cuales corresponden al 48.59% de éste.

En el municipio se identifican dos elementos litológicos con mayor presencia: las riolitas combinadas con tobas ácidas y las calizas combinadas con lutitas, ambas cubren cerca del 67% de la superficie del municipio.

2.1.5 Edafología

Dentro del territorio municipal se identifican cinco tipos de suelos que cuentan con diferentes características. El suelo que muestra mayor superficie es el Litosol, el cual se caracteriza por ubicarse dentro de pendientes mayores a 15%. Este tipo de suelo se caracteriza por ser predominantemente rocoso y delgado, localizado en las sierras del municipio y cuenta con escasa cobertura vegetal. Son suelos de baja productividad agrícola.

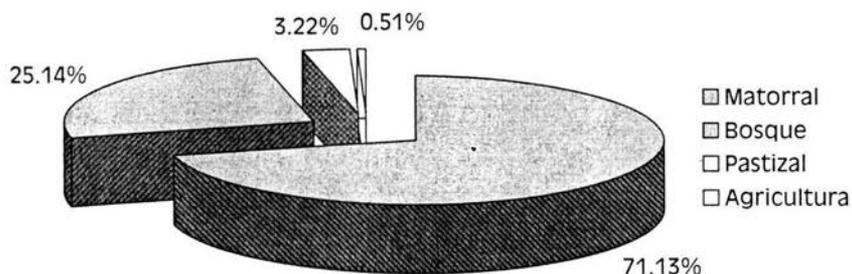
Los Luvisoles son suelos ricos en materia orgánica y minerales, se encuentran asociados a vegetación arbustiva y son suelos con horizontes que van de 10 a 15 cm de espesor. Estos suelos también se localizan en zonas planas y pie de monte y son de origen acumulativo. Los suelos tipo Phaeozem, el cual se caracteriza por ubicarse dentro de pendientes menores a 10%, son suelos con un horizonte que tiene de 15 a 25cm de espesor y son ricos en materia orgánica.

2.1.6 Uso del suelo y vegetación

El municipio tiene una distribución de vegetación con características especiales, que son derivadas de sus condiciones topográficas, altimétricas y edafológicas, pero sobre todo climáticas.

En la parte baja del municipio existen suelos de muy buena calidad por ser vegas de río o de arroyos que frecuentemente son cubiertos por las aguas, de esta manera reciben capas adicionales de sustancias fertilizantes que las corrientes acarrean; sin embargo, por la escasez de lluvia, la variedad de productos agrícolas y frutícolas se ve limitada. Peñamiller se caracteriza por una superficie de 71.13% de matorral, el cual es utilizado para la actividad pecuaria, el 25.14% de bosque, el 3.22% de pastizal y el 0.51% en agricultura (ver figura 2.2).

Figura 2.2 Uso del suelo y vegetación



2.1.7 Hidrología

El territorio de Peñamiller pertenece a la Región Hidrológica No. 26 conocida como Cuenca del Río Pánuco, específicamente al Río Tamuín y al Río Moctezuma, los cuales pertenecen a las subcuencas Río Extoraz y al Río Santa María.

Por otro lado, en el municipio los ríos son principalmente estacionarios, la mayor parte del año no llevan agua y sólo en verano se presentan escurrimientos importantes.

Para cuantificar los volúmenes escurridos en la Región Hidrológica No. 26 se aplicó un modelo llamado de los números de escurrimiento, el cual toma como insumos la precipitación, la edafología, el uso de suelo y vegetación, las pendientes de terreno y la temperatura.

Para la Región Hidrológica No. 26, derivado del balance realizado, se determinó que la precipitación media anual es de 395.7 mm, dato que fue calculado a partir de información climatológica del período 1970-1994 proporcionada por la Comisión Nacional del Agua y obtenida gracias a la red nacional de estaciones climatológicas que opera.

Con base en dicha precipitación media anual, se determinó que el volumen producido en el municipio es de 314.58 millones de m³ anuales, lo que genera un escurrimiento potencial de 28.12 millones de m³/anuales, volumen que representa la oferta de agua superficial existente en el municipio.

2.1.8 Geohidrología

Derivado de sus características geológicas, en el municipio de Peñamiller se cuenta con 2 pozos indios y 1 pozo profundo; es decir, existen 3 pozos distribuidos en 2 sistemas con una capacidad instalada de 31.52 litros por segundo, este gasto se define como la oferta actual de agua subterránea estimada para el municipio.

2.1.9 Calidad del agua

La calidad del agua en las fuentes de abastecimiento de las localidades del municipio de Peñamiller, es aceptable; sin embargo, para garantizar la calidad se aplica el proceso de desinfección con cloro.

En lo que se refiere a las descargas de aguas residuales, la cabecera municipal no cuenta con un sistema de tratamiento, por lo que se descarga todo el volumen hacia el Río Extoraz, sin ningún tratamiento a la fecha.

Por lo que se refiere a la calidad de agua residual de la localidad de San Miguel Palma, la caracterización realizada mostró que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) total y soluble están fuera de los límites máximos permisibles establecidos por la Norma NOM-001-ECOL-98. Con respecto a las grasas y aceites, sólidos sedimentables y suspendidos totales, los valores determinados en el laboratorio muestran una concentración grande de estos parámetros, los cuales rebasan también los límites máximos permisibles marcados por la norma citada.

2.1.10 Balance hidráulico municipal

Con respecto al balance hidráulico del municipio, de acuerdo con los resultados de la evaluación realizada, se observa que los volúmenes escurridos son del orden de 28.12 millones de m³/anuales que es el escurrimiento potencial de agua superficial generada en el municipio; sin embargo, estos volúmenes hasta el momento no son aprovechados.

En la fuente de abastecimiento se explota un gasto de 31.52 litros por segundo, es decir, 0.99 millones de m³ al año. Dicho caudal no satisface plenamente las necesidades de abastecimiento, ya que la demanda actual generada por una población de 18,809 habitantes, calculada por CONAPO para 1999, y una dotación de 150 litros/habitante/día, es de 32.65 litros por segundo.

Aunado a ello, las condiciones de aprovechamiento están influidas por la distribución geográfica y topográfica de las localidades del municipio.

2.2 Características del medio socioeconómico

2.2.1 Población

Como se mencionó, el municipio de Peñamiller cuenta con una superficie de 795 km², que representa un 6.8% de la superficie estatal. En su territorio se distribuyen un total de 139 localidades con una población de 18, 809 habitantes de acuerdo con los cálculos realizados por el Consejo Estatal de Población para 1999. Del total de las localidades existentes en el municipio, sólo 3 rebasan los 1,000 habitantes: Camargo, Agua Fría y la cabecera municipal Peñamiller.

De acuerdo con el conteo 1995 realizado por el INEGI el municipio contaba con un total de 17,748 habitantes, 49% mujeres y 51% hombres, lo que permite observar que el municipio tiene comportamiento similar a los municipios del estado de Querétaro.

La mayor parte de la población del municipio se localiza dentro del rango comprendido entre los 15 a 64 años de edad, que representan un 54.2% de la población total. La población de 1 a 15 años y mayor de 64 años de edad representan el 45.80% del total, por lo que se considera que la población del municipio es joven.

El crecimiento demográfico en el municipio, se ha expresado con una tasa media anual para el período 1950-1995 del 1.51%, lo cual se puede explicar por la movilidad de la población, ya que este municipio tiene una alta tasa de migración, tanto a las ciudades del interior del estado, como a los Estados Unidos de Norteamérica.

2.2.2 Servicios

Agua Potable

Derivado de la información procesada por el INEGI en el Conteo 95, la cobertura del servicio a nivel municipal de agua potable es del 69.19%, es decir, las viviendas servidas son un total de 2199. Con esta cobertura y considerando un grado de hacinamiento de 5.6 habitantes por vivienda, la población servida sería de 12,314 habitantes para ese año. Por otra parte, la Comisión Estatal de Aguas opera en el municipio dos sistemas de agua potable que benefician a 12 localidades, lo que representa una cobertura de 16.88% a nivel municipal, para un total de 3,175 habitantes. La

cobertura de agua potable en la cabecera municipal es de 95% beneficiándose a 1,020 habitantes.

Para satisfacer las necesidades y requerimientos de la población en el municipio de Peñamiller, se cuenta con infraestructura hidráulica, la cual permite el abastecimiento de la cabecera municipal y localidades cercanas a ella.

Hay una fuente de abastecimiento (agua subterránea) y tres obras de captación. El sistema tiene un total de 8,009 metros de líneas de conducción. Para la distribución del agua en las localidades del municipio se cuenta con un total de 20,254 m de tubería que hace llegar a las viviendas el suministro de agua potable.

Alcantarillado

La cobertura municipal del servicio de alcantarillado, según reporta el Censo 1995 del INEGI, es de 14.47% de las viviendas. Por lo que se refiere a la cobertura de alcantarillado en la cabecera municipal, el censo 95 recogió el dato de 80 por ciento.

Energía eléctrica

Los resultados del Censo 95 para el municipio de Peñamiller, muestran que el servicio de energía eléctrica que brinda la Comisión Federal de Electricidad, beneficia al 77.69% del total de viviendas (2,470).

Población económicamente activa

La población económicamente activa del municipio, según el XI Censo de Población y Vivienda de INEGI 1990, es de 3,506 habitantes de los cuales 3,117 son hombres y 389 son mujeres; de esta población, 3,262 habitantes son ocupados y 244 son desempleados.

2.2.3 Actividades económicas

Agricultura

La actividad agrícola que se ha venido dando en el municipio de Peñamiller es principalmente de temporal, ya que en la zona la superficie en la que opera la agricultura con infraestructura de riego es mínima. Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en el municipio 1,116 hectáreas son de agricultura de temporal y sólo 590 ha son de riego.

Ganadería

Con relación a la actividad pecuaria, el municipio no cuenta con una infraestructura importante para el desarrollo de la actividad en gran escala.

Actividad forestal

La producción forestal maderable que se da en el municipio es de 31 m³ en rollo (coníferas, pinos, otras) y el volumen de la producción forestal no maderable es de 293 toneladas (orégano y damiana).

Comercio y abasto

En todo el municipio en 1998 existían 153 establecimientos comerciales y de servicios y 85 establecimientos de productos básicos. Al 31 de diciembre de 1995 se contaba con 17 tiendas rurales de abastecimiento a zonas populares urbanas, 5 tianguis y 4 lecherías.

Según la Secretaria de Desarrollo Económico a 1997 en el municipio existían 24 tiendas de Liconsa Bajío y 3 tianguis.

Industria

Por lo que se refiere al sector secundario, representado por la actividad industrial, en Peñamiller existe una empresa orientada a alimentos bebidas y tabaco, 2 orientadas a textil y prendas de vestir. Por las características de la región no se cuenta con mayor actividad industrial en el municipio.

Educación y servicios

En el municipio se cuenta con 104 escuelas, siendo 41 de preescolar, 51 de primaria, 11 de secundaria y 1 bachillerato. Cuenta además con algunas misceláneas , casas adaptadas para el comercio en pequeño y tiendas de abarrotes de productos para el consumo regional.

CAPITULO III

PROYECTO EJECUTIVO

3.1 Datos básicos de proyecto

Las localidades beneficiadas por el proyecto son 27 y se ubican al sur de la fuente de abastecimiento, en el municipio de Peñamiller. La tabla 3.1 muestra una lista de las localidades beneficiadas.

Tabla 3.1 Localidades beneficiadas

POBLACION
AGUA DE PEDRO
AGUA FRIA
ALTO BONITO
LOS CERRITOS
CUESTA DE LOS IBARRA
LOS ENCINOS
LOS LLANOS DE BUENAVISTA
LOMA BLANCA
LAS MESAS
EL PILON
EL PORTUGUEZ
PUEBLO NUEVO
PUERTO DEL COBRE
RIO BLANCO
TECOZAUTLA
LA ZANCONA
EL ALAMO
EL GARAMBULLAL
LOS MORENOS
EL MOTOSHI
OJO DE AGUA
PEÑAMILLER
SAN JUANICO
SAN LORENZO
SEBASTIANES
LA VEGA
EL ZAPOTE I

Los datos básicos de proyecto se obtuvieron mediante recorridos realizados en la zona de estudio, recopilación de información existente en oficinas del INEGI y, principalmente en los manuales: Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Datos Básicos (Libro V 1ra. Sección Tema 1); Sistemas Rurales (Libro II 1ra) Sección Tema 6), editados por la Gerencia de Normas Técnicas de la Comisión Nacional del Agua.

Durante las visitas a las diferentes dependencias se obtuvo la siguiente información, la cual se clasifica de acuerdo a la oficina o entidad del gobierno que la proporcionó.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
 - 1) Anuario Estadístico del Estado de Querétaro.
 - 2) Carta topográfica de Peñamiller F-14-C-47 Estado de Querétaro escala 1:50,000.
 - 3) Resultados del Censo de población y vivienda de 1980.
 - 4) Resultados del Censo de población y vivienda de 1990.
 - 5) Resultados del Conteo de población y vivienda de 1995.
 - 6) Resultados del Censo de población y vivienda de 2000.

- Comisión Estatal de Aguas (CEA) del Gobierno del Estado y la Comisión Nacional del Agua (CNA) en Querétaro.
 - 1) Plan hidráulico estatal.
 - 2) Plan hidráulico municipal.

3.1.1 Período de diseño y vida útil

Un sistema de abastecimiento de agua potable se proyecta con capacidad prevista para dar servicio durante cierto tiempo después de su instalación que se denomina período de diseño, y que se define como el número de años durante los cuales el sistema propuesto será adecuado para satisfacer las necesidades de una comunidad.

En general, el período de diseño es menor que la vida útil o sea el tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva sin incurrir en gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que implique ser eliminada por insuficiente. Rebasado el período de diseño, la obra continuará funcionando hasta cumplir su vida útil en términos de una eficiencia cada vez menor.

La tabla 3.2 presenta los períodos de diseño recomendables para los diferentes elementos de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Tabla 3.2 Período de diseño para diferentes elementos

ELEMENTOS	PERIODO DE DISEÑO
Pozo	5
Línea de conducción	5 a 20
Planta Potabilizadora	5
Estación de bombeo	5 a 10
Tanque	5 a 20
Distribución primaria	5 a 20

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Para definir en forma adecuada el periodo de diseño, es necesario considerar, entre otros, los siguientes factores:

- La vida útil de las estructuras y equipos, tomando en cuenta el estado en que se encuentran y lo obsoleto que lleguen a ser.
- La facilidad o dificultad para ampliar las obras existentes o planeadas.
- Previsión de los crecimientos urbanos, comerciales o industriales.
- Tasas de interés sobre los adeudos.
- Las condiciones propias del crédito en cuanto a la duración del mismo.
- Comportamiento de las obras durante los primeros años, cuando no estarán operando a toda su capacidad.

En caso de ser posible, es conveniente hacer el diseño por módulos con el fin de diferir las inversiones el mayor tiempo posible, al mismo tiempo que se logra disponer de infraestructura con bajos niveles de capacidad ociosa en el corto plazo. De acuerdo con este criterio, se recomienda diseñar todos los componentes de un sistema rural para períodos de 5 años o más.

En cuanto a la vida útil de las obras se pueden mencionar algunos de los múltiples factores que la determinan y entre los más importantes se encuentran los siguientes:

- Calidad de la construcción y de los materiales utilizados.
- Calidad de los equipos electromecánicos y de control
- Calidad del agua a manejar.
- Diseño del sistema
- Operación y mantenimiento

La tabla 3.3 muestra la vida útil de diversos elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 3.3 Vida útil de diversos elementos

ELEMENTOS	VIDA UTIL (años)
Pozo excavado	30
Pozo perforado sin pantalla (filtro)	20
Pozo perforado con pantalla (filtro)	10
Motor diesel rápido	10
Motor diesel lento	15
Bomba tipo pozo profundo	15
Bomba centrífuga, horizontal	18
Bomba de pistón	20
Bomba sumergible	8
Tanques de almacenamiento de concreto o mampostería	40
Tuberías de acero recubiertas	25
Líneas y tuberías de acero sin recubrir	20
Tuberías de asbesto-cemento, P.V.C.	20
Tuberías de fierro fundido secundarias	15
Equipo de filtración, ablandamiento y desinfección	15
Válvula de: compuerta, globo, etc.	15
Medidores de agua, instrumentos de medición y accesorios	8
Motor eléctrico	20
Arrancador eléctrico	15

Fuente: Comisión Nacional del Agua

De acuerdo a los estudios realizados por la Comisión Estatal de Aguas (CEA) el periodo de diseño por adoptar en este proyecto será de 25 años. Observando la tabla 3.3 el periodo de diseño para una línea de conducción es de 20 años por lo que se tiene una diferencia de 5 años con el periodo elegido.

3.1.2 Población de proyecto

El diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, se basa en una estimación de la población futura a la que servirá, denominada población de proyecto; este número de habitantes corresponde al que se tendrá al último día del periodo de diseño que se fijó.

Los factores básicos del cambio en la población son dos: a) el aumento natural, o sea el exceso de los nacimientos sobre las muertes; y b) la migración neta, o sea, el exceso o pérdida de la población que resulten del movimiento de las familias hacia adentro y hacia fuera de un área determinada.

Las tasas de natalidad y muerte no se mantienen constantes a través del tiempo, es decir, que aun el hacer estimaciones de población de un año a otro encierra cierta incertidumbre e inexactitudes.

Además, es importante señalar que las condiciones socioeconómicas tienen una influencia decisiva sobre los factores de crecimiento de la población, tanto en el aumento natural como en la migración neta. De esto se desprende que el análisis de las condiciones socioeconómicas es importante en la mecánica de la predicción del crecimiento de las poblaciones. No importa el área para la cual se haga la estimación, deberán tenerse en cuenta, tanto las fuerzas socioeconómicas internas como las externas. Los atractivos de una comunidad (agua, alcantarillado, calles pavimentadas, comercios, zonas de recreación), tanto lugar para vivir, como lugar para trabajar, son también factores importantes en el crecimiento de su población.

La mejor base para estimar las tendencias de la población futura de una comunidad es su pasado desarrollo, y la fuente de información más importante sobre el mismo en México son los censos levantados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático, como son el aritmético, geométrico, parabólico, etc. Para la estimación de la población futura del proyecto que nos ocupa, se utilizaron los datos de los censos 1980, 1990, 2000 y el conteo 1995 de población y vivienda del INEGI, así como el modelo geométrico recomendado por la Comisión Estatal de Aguas.

Modelo Geométrico

El modelo geométrico de crecimiento de población se caracteriza por tener una velocidad de crecimiento directamente proporcional al valor de la población en cada instante de tiempo, o sea

$$\frac{dP}{dt} = K_G P \quad \text{ec. 3.1}$$

ó

$$\frac{dP}{P} = K_G dt \quad \text{ec. 3.2}$$

donde K_G es la velocidad de crecimiento cuando la población P es la unidad.

Integrando la ecuación (3.2) se obtiene

$$\int_1^2 \frac{dP}{P} = K_G \int_1^2 dt \quad \text{ec. 3.3}$$

$$\text{Ln}P_2 - \text{Ln}P_1 = K_G (t_2 - t_1) \quad \text{ec. 3.4}$$

y de la ec. (3.4)

$$K_G = \frac{\text{Ln}P_2 - \text{Ln}P_1}{t_2 - t_1} \quad \text{ec. 3.5}$$

Para un tiempo T cualquiera:

$$\text{Ln}P = \text{Ln}P_2 + K_G (T - t_2) \quad \text{ec.3.6}$$

La expresión (3.6) puede escribirse:

$$\text{Ln}P = \text{Ln}P_0 + K_G t \quad \text{ec. 3.7}$$

donde P_0 es la población cuando $t = 0$.

Tomando antilogaritmos a (3.7) se obtiene:

$$P = P_0 \cdot e^{K_G t} \quad \text{ec. 3.8}$$

La ecuación (3.8) es la conocida como de capitalización con interés compuesto, es decir, el interés periódico se capitaliza aumentando el capital anterior y usualmente e^{K_G} se representa como $(1+i)$, donde i es la tasa de interés y la expresión de P quedará

$$P = P_0(1+i)^t \quad \text{ec. 3.9}$$

A partir de la ec. (3.9), podemos obtener una expresión para la tasa de interés por simple despeje:

$$i = \sqrt[t]{\frac{P}{P_0}} - 1 \quad \text{ec. 3.10}$$

Si queremos obtener un estimado del número de habitantes que habrá en el 2010 en el poblado de Agua de Pedro, se procede de la siguiente manera:

Sustituyendo en la ecuación 3.10 los datos censales que aparecen en la tabla 3.4:

$$i_{80-90} = \sqrt[10]{\frac{126}{93}} - 1 = 0.03083$$

esto es 3.08% anual

Para el siguiente período

$$i_{90-95} = \sqrt[5]{\frac{177}{126}} - 1 = 0.07033 \text{ ó } 7.03\% \text{ anual}$$

En el último período

$$i_{95-2000} = \sqrt[3]{\frac{181}{177}} - 1 = 0.00447 \text{ ó } 0.45\% \text{ anual}$$

Una tasa anual promedio anual será:

$$i_{\text{anual}} = \frac{3.08 + 7.03 + 0.45}{3} = 3.52\%$$

Con estas tasas, se obtiene la población para 2010 con la ecuación 3.9

$$P_{2010} = 181(1 + 0.0352)^{(2010-2000)}$$

$P_{2010} = 256$ habitantes

De la misma forma se procedió con todas las localidades listadas en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Población de proyecto

POBLACION DE PROYECTO														
POBLACION	AÑO				TASA DE CRECIMIENTO					AÑO DE PROYECTO				
	1980	1990	1995	2000	i1	i2	i3	Iprom	i	2005	2010	2015	2020	2025
AGUA DE PEDRO	93	126	177	181	0.0308	0.0703	0.0045	3.52%	3.52%	215	256	304	362	430
AGUA FRIA	966	1008	1037	1216	0.0043	0.0057	0.0324	1.41%	1.41%	1304	1399	1500	1609	1726
ALTO BONITO	176	140	151	163	-0.0226	0.0152	0.0154	0.27%	1.00%	171	180	189	199	209
LOS CERRITOS		52	53	49		0.0038	-0.0156	-0.59%	1.00%	51	54	57	60	63
CUESTA DE LOS IBARRA	76	72	45	36	-0.0054	-0.0897	-0.0436	-4.63%	1.00%	38	40	42	44	46
LOS ENCINOS	522	473	520	347	-0.0098	0.0191	-0.0777	-2.28%	1.00%	365	383	403	423	445
LOS LLANOS DE BUENAVISTA		84	85	68		0.0024	-0.0436	-2.06%	1.00%	71	75	79	83	87
LOMA BLANCA			65	72			0.0207	2.07%	2.07%	80	88	98	108	120
LAS MESAS	196	163	158	175	-0.0183	-0.0062	0.0206	-0.13%	1.00%	184	193	203	214	224
EL PILON	337	369	337	331	0.0091	-0.0180	-0.0036	-0.42%	1.00%	348	366	384	404	424
EL PORTUGUEZ	347	379	410	443	0.0089	0.0158	0.0156	1.34%	1.34%	474	506	541	579	618
PUEBLO NUEVO			194	196			0.0021	0.21%	1.00%	206	217	228	239	251
PUERTO DEL COBRE		69	86	84		0.0450	-0.0047	2.02%	2.02%	93	103	113	125	138
RIO BLANCO	364	414	298	341	0.0130	-0.0636	0.0273	-0.78%	1.00%	358	377	396	416	437
TECOZAUTLA	63	44	61	79	-0.0353	0.0675	0.0531	2.84%	2.84%	91	105	120	138	159
LA ZANCONA	52	69	73	82	0.0287	0.0113	0.0235	2.12%	2.12%	91	101	112	125	138
EL ALAMO	200	184	151	157	-0.0083	-0.0388	0.0078	-1.31%	1.00%	165	173	182	192	201
EL GARAMBULLAL	52	53	48	58	0.0019	-0.0196	0.0386	0.70%	1.00%	61	64	67	71	74
LOS MORENOS	78	92	55	61	0.0166	-0.0978	0.0209	-2.01%	1.00%	64	67	71	74	78
EL MOTOSHI	75	80	94	104	0.0065	0.0328	0.0204	1.99%	1.99%	115	127	140	154	170
OJO DE AGUA			29	30		0.0068	0.0068	0.68%	1.00%	32	33	35	37	38
PEÑAMILLER	767	932	965	1003	0.0197	0.0070	0.0078	1.15%	1.15%	1062	1124	1190	1260	1334
SAN JUANICO	433	406	481	425	-0.0064	0.0345	-0.0245	0.12%	1.00%	447	469	493	519	545
SAN LORENZO	196	226	267	234	0.0143	0.0339	-0.0260	0.74%	1.00%	246	258	272	286	300
SEBASTIANES	104	82	68	87	-0.0235	-0.0368	0.0505	-0.32%	1.00%	91	96	101	106	112
LA VEGA	201	218	241	244	0.0082	0.0203	0.0025	1.03%	1.03%	257	270	285	299	315
EL ZAPOTE I	97	86	87	76	-0.0120	0.0023	-0.0267	-1.21%	1.00%	80	84	88	93	97
TOTAL										6760	7209	7694	8218	8784

En la tabla 3.4 se muestran, para cada localidad considerada en el proyecto, los siguientes datos:

Año. En estas columnas se capturaron el número de habitantes que para los años 1980, 1990, 1995 y 2000 registró el INEGI en cada población. En algunos años para cierto poblado no se encontró registro de número de habitantes, como es el caso de Pueblo Nuevo en los años 1980 y 1990.

Tasa de crecimiento. Las columnas *i1*, *i2*, e *i3* corresponden a la tasa de crecimiento que presentó cada población entre los años 1980-1990, 1990-1995 y 1995-2000, respectivamente. Debido a la ausencia de información en algunos años, no fue posible determinar esta tasa en todos los casos.

La columna *iprom* muestra un promedio de las tres tasas obtenidas anteriormente y en el caso donde se presentan solo una o dos tasas, éstas son las que se promedian.

Finalmente en *i* se tiene la tasa de crecimiento que se adopta para la obtención de la estimación de población en los años 2005, 2010, 2015, 2020 y 2025 con el modelo geométrico. El criterio utilizado para tomar los valores de esta tasa consistió en que aquellas poblaciones donde el *iprom* era mayor al 1%, ese *iprom* era el adoptado. En los casos donde el *iprom* era menor al 1% incluyendo las tasas negativas, el *i* utilizado fue el 1%. Esto obedece a las observaciones de crecimiento que ha tenido la Comisión Estatal de Aguas en el sentido de que una vez que la infraestructura de agua potable es construida, la localidad tiene mayor atractivo para establecerse en ella.

Modelo de extensión de la curva

Para tener una comparativa con los resultados anteriores, se aplicó el método de la extensión de la curva al poblado de Peñamiller, el cual consiste en graficar los datos de población en un par de ejes coordenados: el de las ordenadas para los datos de población y el de las abscisas para las fechas a que corresponden dichos datos. Una vez que se tienen los puntos localizados, se unen por medio de una línea que será la curva representativa de la población (figura 3.1). Esta curva se prolonga siguiendo la tendencia anterior, hasta el tiempo futuro deseado, encontrando así la población en el eje de las ordenadas.

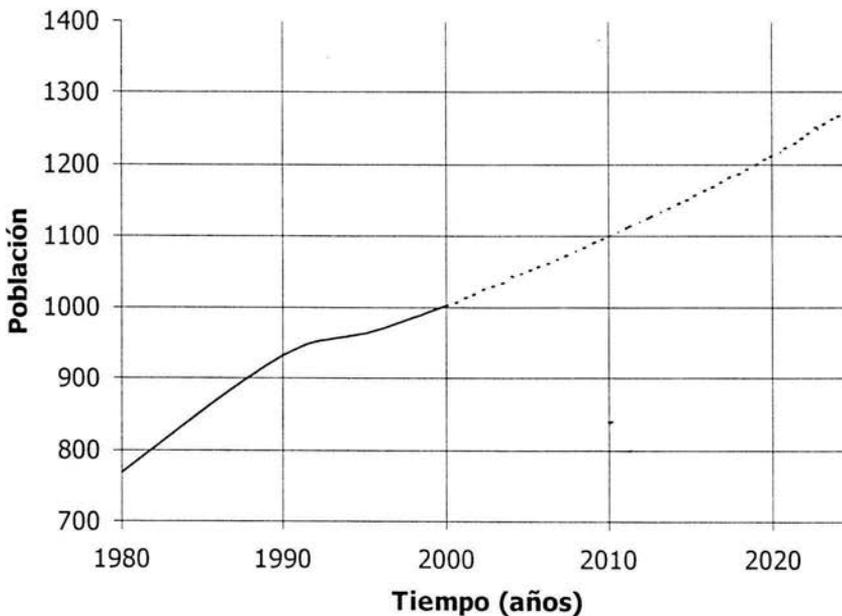


Figura 3.1

En la figura anterior se puede observar que para el año 2025, la población estimada en Peñamiller sería de 1280 habitantes y lo estimado con el modelo geométrico correspondió a 1334 habitantes. Lo anterior demuestra que las poblaciones estimadas con el modelo utilizado, cubren las poblaciones estimadas con otros modelos.

3.1.3 Demanda de agua potable

Debido a que no existen histogramas de consumo por cada tipo de usuario se determinó el consumo con base en la tabla 3.5 que corresponde a los resultados del "Estudio de Actualización de Dotación en el País", efectuado por la CNA (Comisión Nacional del Agua) a través del IMTA (Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua), en varias ciudades de la República Mexicana, durante los años de 1992 y 1993.

Tabla 3.5 Consumos domésticos

CONSUMOS DOMESTICOS PER CAPITA			
CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l/hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
CALIDO	400	230	185
SEMICALIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100

Notas:

- 1) Para los casos de climas semifrío y frío se consideran los mismos valores que para el clima templado
- 2) El clima se selecciona en función de la temperatura media anual (Tabla 3.6)

Tabla 3.6 Clasificación de climas

CLASIFICACION DE CLIMAS POR SU TEMPERATURA	
TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TIPO DE CLIMA
MAYOR QUE 22	CALIDO
DE 18 A 22	SEMICALIDO
DE 12 A 17.9	TEMPLADO
DE 5 A 11.9	SEMIFRIO
MENOR QUE 5	FRIO

El consumo doméstico se calcula multiplicando los datos de consumo por cápita, por el número de habitantes. El clima de la zona en estudio se define en función de la temperatura media multianual de 21.49° centígrados que para esta zona se considera clima semicálido subhúmedo a cálido subhúmedo por ser su temperatura menor a 22°C.

Los usuarios, además de cubrir sus necesidades primordiales, utilizan el agua para otros usos como el riego de hortalizas en sus jardines y para abrevadero de animales, por lo que se debe considerar esta circunstancia al asignar una dotación de consumo. De contar con un suministro de agua potable en cantidad y calidad, esto favorecerá un desarrollo económico sustentable para los habitantes de esta región.

Por lo anterior, se consideró una dotación adicional de agua que además incluyera el suministro de agua a escuelas, mercados, terminales de autobuses, centros comerciales, hospitales, clínicas, oficinas (federales, estatales y municipales, privadas, sociedades y otras), rastro, etcétera.

De acuerdo con experiencias nacionales e internacionales, se estima que en localidades donde opera un programa de detección y control de fugas, se

puede aspirar a reducir el porcentaje de fugas entre el 1% y el 2% anualmente; razón por la que se puede esperar que en el mediano plazo (5 a 10 años) las fugas sean del orden del 30%.

Finalmente, atendiendo las consideraciones expuestas se adoptó una dotación de 150 litros/habitante/día.

3.1.4 Variación de la demanda y gastos de diseño

Los coeficientes de variación se derivan de la fluctuación de la demanda debido a los días laborables y otras actividades. Los requerimientos de agua en una localidad no son constantes, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria. Debido a la importancia de estas fluctuaciones para el abastecimiento de agua potable, es necesario obtener los gastos máximo diario y máximo horario, los cuales se determinan, el primero, multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario y, el segundo, el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario. La tabla 3.7 muestra los gastos utilizados para el diseño de las estructuras en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Los coeficientes de variación diaria y horaria que recomienda la CNA para sistemas de agua potable son 1.4 y 1.55 respectivamente, en localidades urbanas y 1.2 y 1.5 en sistemas rurales, respectivamente.

Tabla 3.7 Gastos de diseño

GASTO DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE AGUA POTABLE		
Tipo de Estructura	Gasto Máximo Diario	Gasto Máximo Horario
Fuentes de abastecimiento	•	
Obra de captación	•	
Línea de conducción antes del tanque de regularización	•	
Tanque de regularización	•	
Línea de alimentación a la red		•
Red de distribución		•

Nota: • Diseño necesario

Debido a que el proyecto consiste en una línea de conducción, el gasto de diseño corresponde al gasto máximo diario y se calcula con las expresiones siguientes:

$$Q_{med} = D P / 86400 \quad \text{ec. 3.11}$$

donde:

Q med - es el gasto medio diario, dado en (L/s).

D - es la dotación, dada en (L/hab/día).

P - es la población de proyecto.

86400 - es la cantidad de segundos en un día.

$$Q_{Md} = C_{vd} \times Q_{med.} \quad \text{ec. 3.12}$$

donde:

Q_{Md} - es el gasto máximo diario, dado en (L/s).

C_{vd} - es el coeficiente de variación diaria.

Q_{med} - es el gasto medio diario, dado en (L/s).

La tabla 3.8 muestra la población de proyecto para cada localidad, así como su respectivo gasto máximo diario.

Tabla 3.8 Gasto máximo diario para cada población

POBLACION	AÑO 2025	QMD LPS
AGUA DE PEDRO	430	0.90
AGUA FRIA	1726	3.60
ALTO BONITO	209	0.44
LOS CERRITOS	63	0.13
CUESTA DE LOS IBARRA	46	0.10
LOS ENCINOS	445	0.93
LOS LLANOS DE BUENAVISTA	87	0.18
LOMA BLANCA	120	0.25
LAS MESAS	224	0.47
EL PILON	424	0.88
EL PORTUGUEZ	618	1.29
PUEBLO NUEVO	251	0.52
PUERTO DEL COBRE	138	0.29
RIO BLANCO	437	0.91
TECOZAUTLA	159	0.33
LA ZANCONA	138	0.29
EL ALAMO	201	0.42
EL GARAMBULLAL	74	0.15
LOS MORENOS	78	0.16
EL MOTOSHI	170	0.35
OJO DE AGUA	38	0.08
PEÑAMILLER	1334	2.78
SAN JUANICO	545	1.14
SAN LORENZO	300	0.63
SEBASTIANES	112	0.23
LA VEGA	315	0.66
EL ZAPOTE I	97	0.20
	8779	18.29

3.1.5 Regularización

La regularización tiene por objeto cambiar el régimen de suministro (captación-conducción), que normalmente es constante, a un régimen de demandas (de la red de distribución), que siempre es variable.

El tanque de regularización es la estructura destinada para cumplir esta función; debe proporcionar un servicio eficiente, bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión y mantenimiento sea mínimo.

Adicionalmente a la capacidad de regularización, se puede disponer de un volumen extra para alimentar a la red de distribución en condiciones de emergencia (incendios, desperfectos en la captación o en la conducción, etc). Este volumen debe justificarse plenamente en sus aspectos técnicos y financieros. La capacidad del tanque está en función del gasto máximo diario y de la ley de demandas en la localidad; puede calcularse por métodos analíticos o gráficos.

El coeficiente de regularización está en función del tiempo (número de horas por día) de alimentación de las fuentes de abastecimiento al tanque; se almacena el agua en las horas de demanda baja, para distribuirla en las de demanda alta.

La capacidad de regularización varía si se cambia el horario de alimentación (o bombeo), aun cuando permanezca constante el número de horas de alimentación. Si se bombea 20 horas de las 0 a las 20 horas el coeficiente de regularización resulta de 12.57, diferente al valor de 9.6 obtenido para

20 horas con horario de las 4 a las 24 horas. Por ello es importante considerar para el cálculo de la capacidad de los tanques, tanto el número de horas, de alimentación o bombeo como su horario, el cual estará en función de las políticas de operación y los costos de energía eléctrica, los cuales son mayores en las horas de máxima demanda (horas pico).

El Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A., actualmente Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), elaboró un estudio en la Ciudad de México para determinar los coeficientes de regularización. Se consideró abastecimiento durante 24, 20 y 16 horas del día. En la tabla 3.9 se presentan los coeficiente de regularización obtenidos.

Tabla 3.9 Coeficientes de regularización

COEFICIENTES DE REGULARIZACION	
Tiempo de suministro al tanque hr	Coefficiente de regularización R
24	14.3
20 (De las 4 a las 24 hrs.)	9.6
16 (De las 6 a las 22 hrs.)	17.3

En el presente estudio se consideró un coeficiente de regularización de 14.3 para 24 horas de bombeo y para obtener la capacidad del tanque de regularización se utilizó la siguiente expresión:

$$C = R Q_{MD} \quad \text{ec. 3.13}$$

donde:

- C - Capacidad del tanque, en m³
- R - Coeficiente de regularización.
- Q_{MD} - Gasto máximo diario, en L/s.

3.2 Diseño de la línea de conducción

3.2.1 Análisis de alternativas

Antes de efectuar el proyecto definitivo de la conducción, se hizo un estudio de alternativas, el cual se concentró en la búsqueda de la solución más económica, con una combinación de tramos a bombeo y a gravedad. En estas alternativas también se incluyeron los tanques existentes que se consideraron en la toma de decisiones.

Si la línea tiene la carga suficiente para operar por gravedad, el diámetro estará completamente definido. Cuando la conducción está alimentada por bomba, el problema tiene múltiples soluciones y la mejor se decide con criterios económicos. En el apartado correspondiente a la memoria de cálculo se hace una descripción de la selección del diámetro más económico para conducciones a bombeo.

Las figuras 3.2, 3.3 y 3.4 muestran los trazos de las alternativas que se analizaron y la tabla 3.10 el costo para cada alternativa, considerando diferentes materiales de tubería (asbesto-cemento, PVC, HDPE, etc.), una tasa de interés del 12 % y 20 años de préstamo, datos que fueron proporcionados por la Comisión Estatal de Aguas. En las tres alternativas se consideró tubería de acero y fierro galvanizado debido a que la tubería esta proyectada superficialmente por el alto costo que representan las excavaciones para los otros materiales. La alternativa 3 fue seleccionada porque representa la alternativa que tiene el menor costo de operación.

Tabla 3.10 Costos de alternativas

ALTERNATIVA 1	TRAMO		COSTO ANUAL DE BOMBEO	COSTO DE CONDUCCION	AMORTIZACION DE CONDUCCION	COSTO ANUAL DE OPERACIÓN
	EB1	EB2	\$ 642,322.19	\$ 1,645,337.71	\$ 327,836.93	\$ 970,159.12
EB2	TT0	\$ 593,757.67	\$ 644,781.34	\$ 128,474.01	\$ 722,231.68	
TT0	TT2	GRAVEDAD	\$ 3,981,778.81	\$ 793,377.64	\$ 793,377.64	
TOTAL		\$ 1,236,079.86	\$ 6,271,897.86	\$ 1,249,688.58	\$ 2,485,768.44	

ALTERNATIVA 2	TRAMO		COSTO ANUAL DE BOMBEO	COSTO DE CONDUCCION	AMORTIZACION DE CONDUCCION	COSTO ANUAL DE OPERACIÓN
	EB1	EB2	\$ 642,322.19	\$ 1,645,337.71	\$ 327,836.93	\$ 970,159.12
EB2	E	\$ 615,182.60	\$ 1,952,863.81	\$ 389,112.14	\$ 1,004,294.74	
E	TT2	314302.1	\$ 940,570.59	\$ 187,410.63	\$ 501,712.73	
TOTAL		\$ 1,571,806.89	\$ 4,538,772.11	\$ 904,359.70	\$ 2,476,166.59	

ALTERNATIVA 3	TRAMO		COSTO ANUAL DE BOMBEO	COSTO DE CONDUCCION	AMORTIZACION DE CONDUCCION	COSTO ANUAL DE OPERACIÓN
	EB1	EB2	\$ 642,322.19	\$ 1,645,337.71	\$ 327,836.93	\$ 970,159.12
EB2	TT3	\$ 670,373.44	\$ 985,935.48	\$ 196,449.68	\$ 866,823.12	
TT3	TT2	GRAVEDAD	\$ 2,347,627.89	\$ 467,769.70	\$ 467,769.70	
TOTAL		\$ 1,312,695.63	\$ 4,978,901.08	\$ 992,056.31	\$ 2,304,751.94	

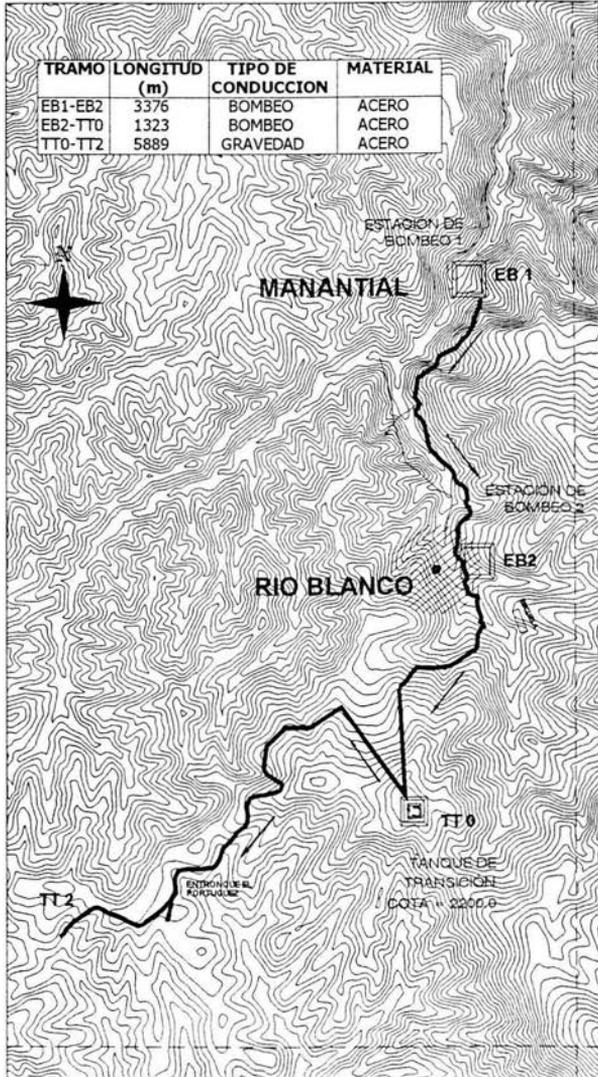


Figura 3.2 Trazo de la alternativa 1

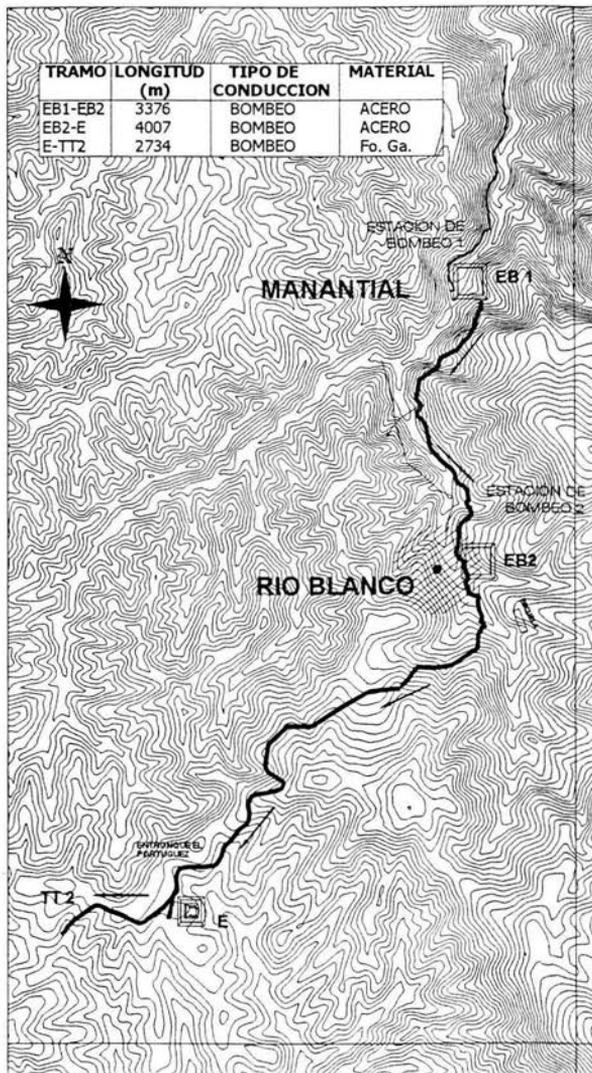


Figura 3.3 Trazo de la alternativa 2

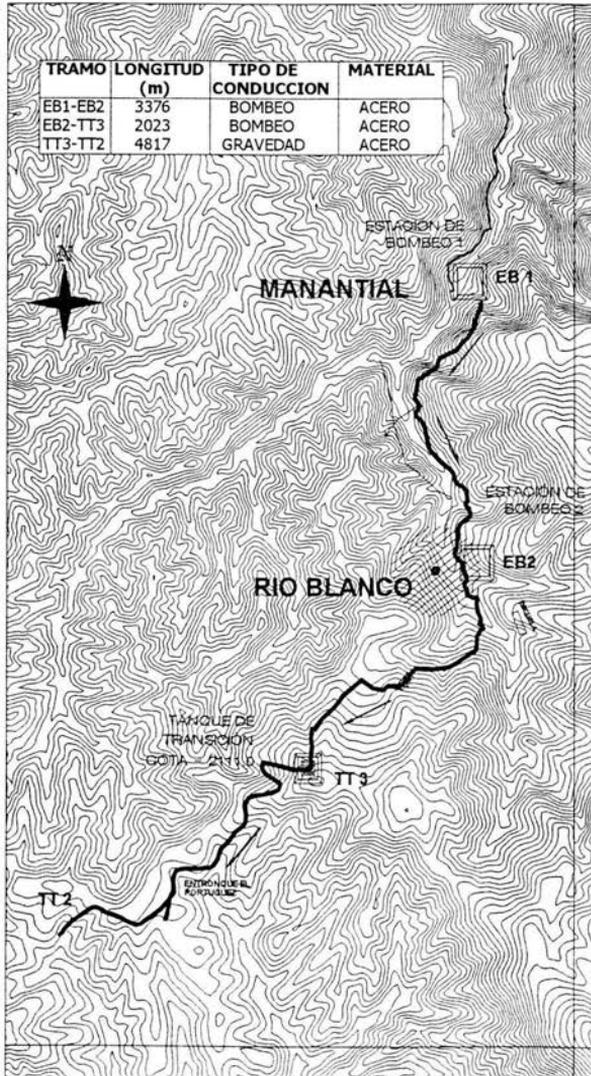


Figura 3.4 Trazo de la alternativa 3

3.2.2 Estudio topográfico

Como punto de partida para el diseño de la línea de conducción, se efectuó el trazo con base en cartas topográficas escala 1:50 000, del INEGI. Como criterio principal para el trazo se consideró la topografía preliminar obtenida por la CEA y los lineamientos marcados en los términos de referencia. La carta utilizada fue Peñamiller F-14-C-47.

En dicha carta, se obtuvieron las elevaciones y puntos de interés, tales como cruces de carreteras, cauces, ubicación de las localidades que beneficia el proyecto, así como los tanques de regularización.

Con el fin de complementar la información cartográfica obtenida, se exploró el trazo de la línea; la conclusión fue que era necesario otro estudio topográfico que complementara los efectuados por la Comisión Estatal de Aguas, para tener datos más precisos acerca del área en estudio.

El estudio se apoyó en el banco de nivel sugerido por la Comisión Estatal de Aguas para referir todo el levantamiento.

A lo largo de la nivelación se colocaron señales físicas para el control del trazo y referencia de los puntos. Se definieron trayectorias distintas a las de los caminos existentes con el propósito de lograr un ahorro de tubería. Se localizaron los cruces con corrientes de agua, alcantarillas y caminos. La totalidad del trabajo de topografía se realizó con una estación total, GPS y accesorios complementarios.

3.2.3 Trazo altimétrico

Los planos de la línea de conducción fueron dibujados en perfil con escala horizontal 1:5000 y escala vertical 1:500 como se muestra en la figura 3.5. En la escala horizontal se registra, para cada cadenamamiento, la cota del terreno natural, la cota piezométrica y por último la carga disponible. Las elevaciones son registradas en la escala vertical. En los planos se establece el tipo de tubería (material) con sus características físicas (longitud, espesor, clase, diámetro, etc.), así como de funcionamiento hidráulico (gasto y velocidad).

3.2.4 Trazo planimétrico

La planta de la línea de conducción se dibujó en planos a escala 1:5000 como se muestra en la figura 3.6. En estos se asentaron las coordenadas cartesianas, cuadro de construcción, orientación, croquis de localización, atraques y las características de la tubería (material, longitud, espesor, clase, diámetro, etcétera).

En ambos trazos están localizadas las piezas especiales y dispositivos de control para que el constructor tenga mayor referencia a la hora de ejecutar los trabajos.

Una vez recopilada y confirmada toda la información necesaria, se realizó el diseño de la línea de conducción, así como de todas sus estructuras tomando en cuenta su comportamiento bajo régimen de flujo permanente y transitorio.

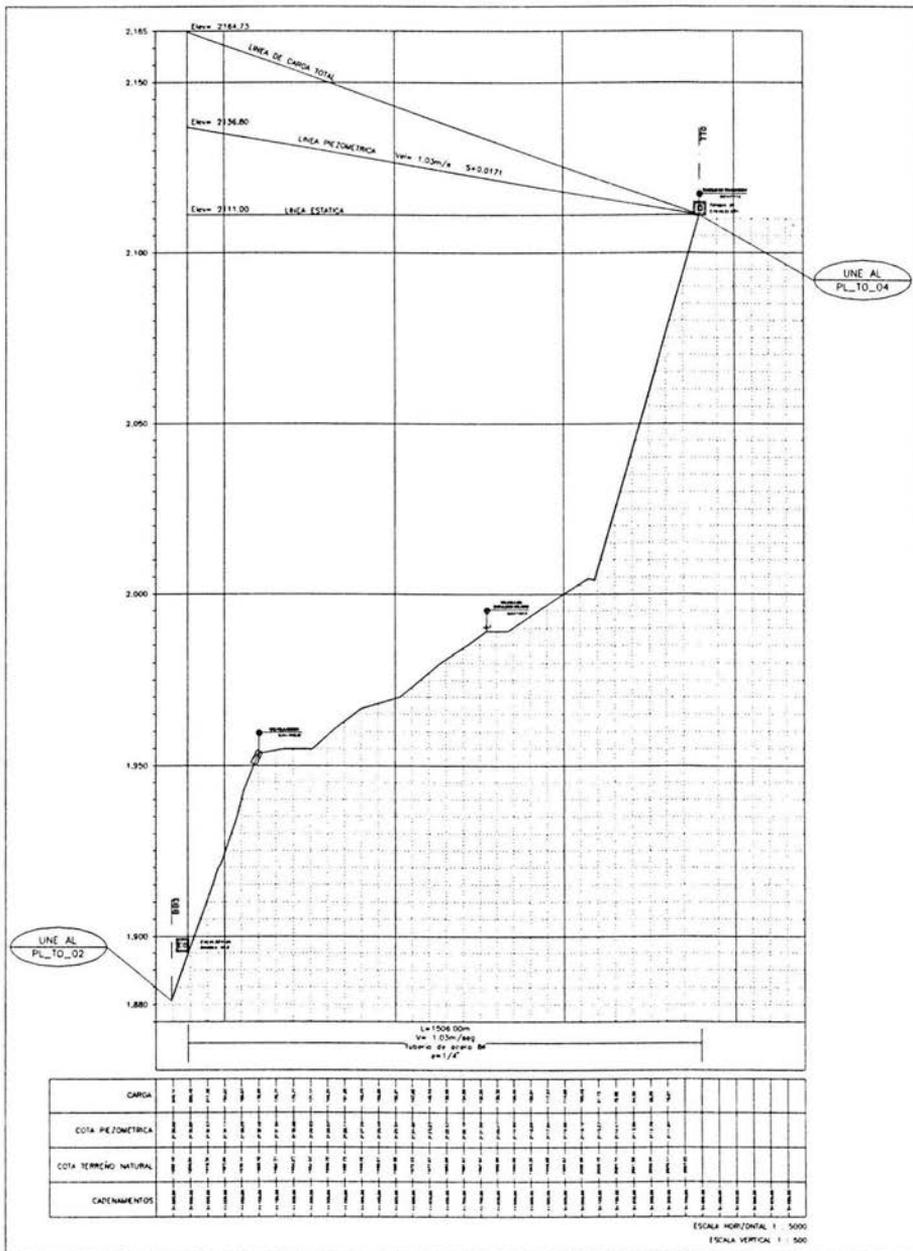


Figura 3.5 Trazo altimétrico

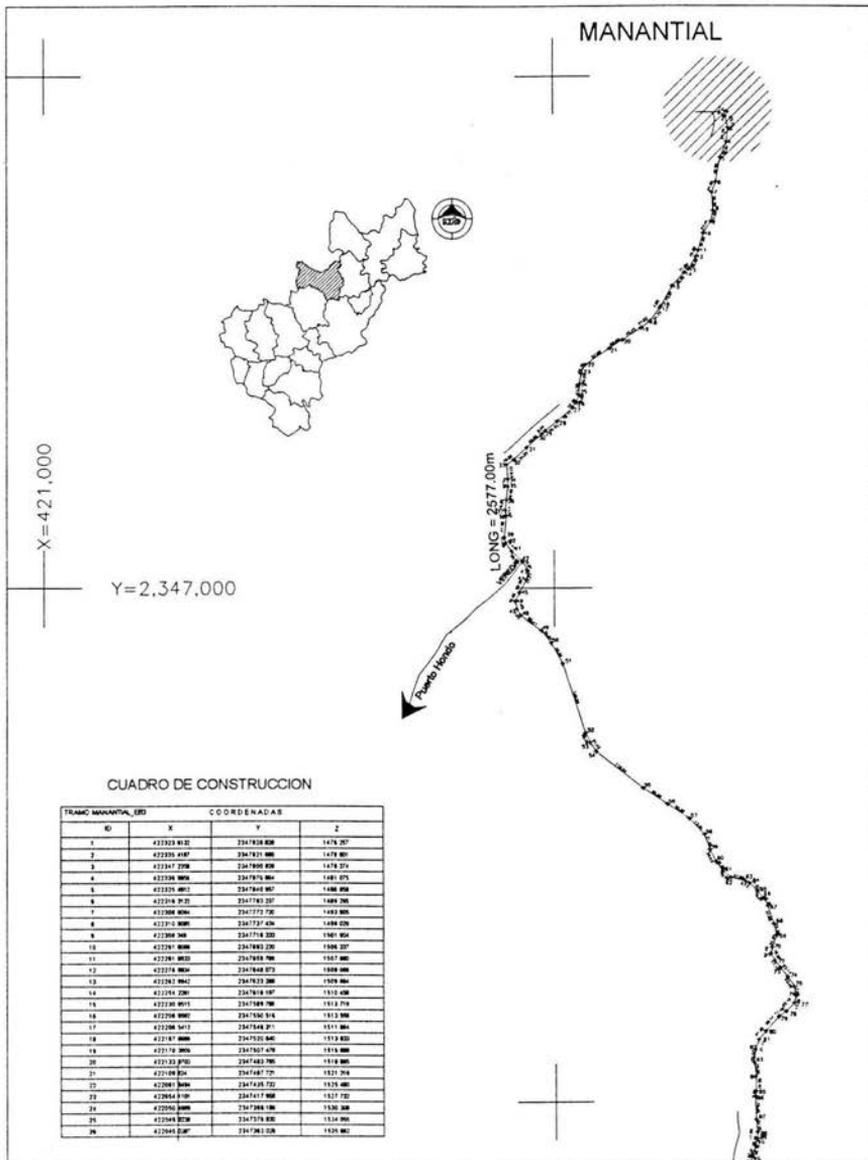


Figura 3.6 Trazo planimétrico

Posteriormente a los cálculos para la línea de conducción y habiendo determinado la ubicación de sitios especiales sobre los planos, tales como tanque de transición, estaciones de bombeo, tanques de regularización, etc., se localizaron dichos sitios en campo para efectuar el levantamiento topográfico correspondiente. Éste se llevó a cabo a base de secciones transversales y radiaciones para poder configurar la zona.

Los planos para estos sitios contienen curvas de nivel a cada 50 cm, así como fotografías para mayor referencia.

3.2.5 Memoria descriptiva

El arreglo más favorable, de acuerdo a las exigencias técnicas motivadas por la topografía tan accidentada en que se trazó la línea, se observa en la figura 3.7 y se describe a continuación:

La obra de captación consiste en una caja de concreto armado que cubre la salida del canal cerrado proveniente del manantial. De dicha caja el agua es conducida por gravedad, mediante una tubería de acero de 8", a un tanque existente, desde donde se bombeará a un primer tanque de rebombeo.

El proyecto consta esencialmente de dos partes: la primera corresponde a una conducción por bombeo, la cual llega a un tanque de transición y de aquí el agua se conduce por gravedad a todos los poblados beneficiados.

En la primera parte de la conducción la carga dinámica total por vencer es demasiado grande, por lo que una sola estación de bombeo sería insuficiente. Debido a esto se diseñaron tres estaciones de bombeo,

Falta página

N° 66

ubicadas en cotas tales que para cada estación se tuviera que vencer la misma carga dinámica total. Esto se decidió con el fin de tener bombas con las mismas características y contar con sólo una bomba de repuesto en caso de falla de un equipo.

La tubería de la conducción a bombeo se propuso de acero de 6" de diámetro y con un espesor de ¼"; se apoyará silletas de concreto reforzado ubicadas a cada 12 m y con juntas de expansión a cada 120 m para absorber las deformaciones que sufre el acero a causa de los cambios de temperatura que se presentan en el lugar. Para evitar la formación de bolsas de aire a lo largo de la línea de conducción se propusieron válvulas de admisión y expulsión de aire en puntos estratégicos como se explica en el apartado 3.2.6.6. Del análisis efectuado para condiciones hidráulicas transitorias, que se incluye en el apartado 3.2.6.4, se propone controlar el golpe de ariete con la colocación de válvulas de no retorno (check) en el primer tercio de cada tramo. Cabe señalar que para cada tramo se hizo un análisis económico como se describe posteriormente.

El tramo correspondiente a la conducción por gravedad se dividió en dos, de acuerdo con las zonas habitadas que serán atendidas: sur, donde la conducción se dirige a partir de una derivación al poblado de los Encinos como primer punto de entrega, y poniente, que parte de la derivación arriba mencionada y se dirige hacia Pueblo Nuevo como primer punto de entrega. Los diámetros de las tuberías (para diámetros igual o menor que 4" serán de fierro galvanizado cedula 40), gastos, velocidades, longitudes y otras características de la líneas, se muestran en la tabla 3.11. Se verificó que a cada punto de entrega se llegara con la presión y velocidad que se indica en el apartado 3.2.6.1. Por la altitud a la que se encuentra el poblado

de Cuesta de los Ibarra, el conducir agua por el mismo sistema hasta dicho poblado, representaría un costo adicional muy elevado, por lo que se recomendó ubicar un hidrante cercano al tanque de Alto Bonito donde se puedan abastecer los habitantes de Cuesta de los Ibarra y, como una segunda recomendación, llevar el agua a este punto con un sistema de bombeo pequeño.

Se incluyeron los tanques de regularización existentes para cada poblado y fue necesario ubicar y proyectar otros se ubicaron y proyectaron. Para la localidad de Agua de Pedro la línea de conducción comenzará a partir del tanque ubicado en Puerto del Cobre y no de la línea principal que se dirige a Ojo de Agua.

La zona poniente está constituida por una línea principal, la cual empieza abasteciendo de agua al poblado de los Encinos. Por las características de distribución del poblado se ubicaron dos cajas rompedoras de presión las cuales junto con el primer tanque de entrega estarán conectadas entre sí por una tubería secundaria, con esto se tendrán tres zonas de presión para los Encinos, controladas por cada uno de los tanques. Después de abastecer a los Encinos la conducción se dirige al poblado del Pílon y se procedió de igual manera como en el poblado anterior, colocando una caja rompedora

Tabla 3.11 Parámetros hidráulicos del sistema

TRAMO	DIAMETRO NOMINAL mm	piq.	ÁREA (m ²) A	CASTO (m ³ /seg) Q	VELOCIDAD (m/seg) V	LONGITUD (mts.) L	Q ²	COEF. FRICCIÓN MANNING	PERDIDAS FRICCIÓN HF	COTA piezom	COTA LLEGADA Terreno	CARGA ENTRADA m
Tanque TransEntronque 1	152.40	6	0.0182	0.0182	0.9989	2082.27	0.00035200	0.014	31.78	2111.00	2026.41	52.81
ZONA SUR												
Entronque 1 P1	152.40	6	0.0182	0.0096	0.5245	500.00	0.00009154	0.014	2.10	2077.11	1972.78	104.33
P1 Encinos	101.60	4	0.0081	0.0096	1.1801	7800.00	0.00009154	0.014	285.33	1791.78	1627.53	164.25
Encinos Pilon	101.60	4	0.0081	0.0083	1.0265	8600.00	0.00006926	0.014	238.03	1553.76	1405.25	148.51
P1 Motoshí	101.60	4	0.0081	0.0076	0.9399	4081.90	0.00005806	0.014	94.72	1459.04	1333.89	125.15
Pilon Carambullal	76.20	3	0.0046	0.0022	0.4792	2024.30	0.00000477	0.014	17.92	1314.90	1268.71	46.19
T2 Zapote-Sn Lo	76.20	3	0.0046	0.0013	0.2891	1275.70	0.00000174	0.014	4.11	1310.79	1270.41	40.38
Carambullal La vega	50.80	2	0.0020	0.0008	0.3782	1028.41	0.00000059	0.014	9.74	1305.17	1268.71	36.46
T1 T2	101.60	4	0.0081	0.0073	0.8967	318.10	0.00000285	0.014	6.72	1452.32	1332.82	119.50
T2 T3	101.60	4	0.0081	0.0071	0.6266	1700.00	0.00002581	0.014	17.53	1434.79	1340.14	94.65
T3 P2	101.60	4	0.0081	0.0030	0.3688	1600.00	0.00000894	0.014	5.72	1429.07	1309.42	119.65
Entronque 4 Morenos	50.80	2	0.0020	0.0004	0.2117	1100.00	0.00000018	0.014	3.26	1425.81	1303.79	122.02
Morenos Alamo	50.80	2	0.0020	0.0003	0.1552	2800.00	0.00000010	0.014	4.46	1424.61	1306.06	118.55
P2 T4 Peñamillier	76.20	3	0.0046	0.0030	0.6559	2000.00	0.00000895	0.014	33.16	1395.91	1376.84	19.07
ZONA PONIENTE												
Entronque 1 Pblo. Nuevo	152.40	6	0.0182	0.0087	0.4744	4358.61	0.00007488	0.014	15.00	2079.22	2026.66	37.55
Pblo. Nuevo Agua Fria	101.60	4	0.0081	0.0079	0.9771	3325.93	0.00006275	0.014	83.40	1980.81	1822.28	158.53
Agua Fria Entronque 2	101.60	4	0.0081	0.0054	0.6678	2183.76	0.00002931	0.014	25.58	1955.23	1842.07	113.16
Entronque 2 El Portuguez	101.60	4	0.0081	0.0027	0.3309	3306.09	0.00000720	0.014	9.51	1945.72	1614.00	331.72
El Portuguez Entronque 3	76.20	3	0.0046	0.0014	0.3176	1421.08	0.00000210	0.014	5.53	1940.20	1674.00	266.20
Entronque 3 Alto Bonito	50.80	2	0.0020	0.0007	0.3225	1980.61	0.00000043	0.014	13.63	1926.56	1824.00	102.56
Alto Bonito Cuesta de los	50.80	2	0.0020	0.0001	0.0463	1745.95	0.00000001	0.014	0.25	1926.51	1978.00	-51.69
Alto Bonito Loma Blanca	50.80	2	0.0020	0.0002	0.1210	1621.26	0.00000006	0.014	1.57	1924.99	1876.50	48.49
Entronque 3 Tecozautla	50.80	2	0.0020	0.0008	0.3922	1294.18	0.00000063	0.014	13.17	1927.02	1685.00	242.02
Tecozautla La Zancana	50.80	2	0.0020	0.0006	0.2908	593.32	0.00000035	0.014	3.32	1923.70	1747.50	176.20
Entronque 2 PA	76.20	3	0.0046	0.0027	0.5988	2900.00	0.00000746	0.014	40.09	1915.15	1770.00	145.15
PA P. Del Cobre	50.80	2	0.0020	0.0027	1.3474	151.96	0.00000746	0.014	18.26	1896.89	1774.00	122.89
P. Del Cobre Agua de Piedr	50.80	2	0.0020	0.0016	0.7996	2033.18	0.00000263	0.014	86.04	1713.96	1614.00	99.96
P. Del Cobre Las Mesas	50.80	2	0.0020	0.0004	0.2164	1129.15	0.00000019	0.014	3.50	1893.39	1831.00	62.29
Las Mesas Ojo de Agua	50.80	2	0.0020	0.0001	0.0540	1147.67	0.00000001	0.014	0.22	1893.17	1869.00	24.17

Nota: El sombreado identifica los tramos pertenecientes a la línea principal.

de presión, obteniéndose dos zonas de carga. Continuando con el curso de la línea nos encontramos con el poblado de Motoshi, aquí se localizó una derivación que va hacia el Garambullal y en este último poblado se construirá un tanque del que se abastecerán los puntos de entrega de los poblados de San Lorenzo, el Zapote y la Vega. Después de Motoshi y siguiendo la tubería principal se suministrará a un tanque cercano a San Juanico para abastecer a los puntos de entrega de San Juanico, Sebastianes, Morenos y el Álamo. Finalmente, en la localidad de Peñamiller concluye la línea en un tanque ubicado en la parte alta de este poblado.

El cadenamamiento se inicia a partir de la estación de bombeo No. 1 (0+000), ya que es el punto donde se descarga el gasto proporcionado por la captación.

En el punto donde existe un cambio de conducción por bombeo a conducción por gravedad, se propone un tanque de transición con carga constante, el cual se encuentra ubicado en la cota 2111. Sus características geométricas son: 9.0 x 9.0 y 4m de altura, para una capacidad de almacenamiento de 200 m³.

El procedimiento y criterio adoptado para el diseño de las estructuras y dispositivos de control contra transitorios, así como su localización, se muestran en el apartado 3.2.6.4.

Los desfogues se proponen en puntos bajos de los tramos con el fin de desaguar la línea en caso de roturas durante su operación; también se pueden usar para el lavado de la línea durante la construcción. El crucero se forma con una tee con brida y una tapa ciega.

3.2.6 Memoria de Cálculo

3.2.6.1 Conducción por gravedad

El empleo de tuberías en conducciones permite hacer el análisis hidráulico de los conductos trabajando como canal o a presión, dependiendo de las características topográficas que se tengan. En cualquier caso, la velocidad mínima de escurrimiento será de 0.3 m/s, para evitar el asentamiento de partículas que arrastre el agua. La velocidad máxima permisible para evitar la erosión del conducto será la que se indica en la tabla 3.12.

Tabla 3.12 Velocidades máximas permisibles

Material de la tubería	v (m/s)
Fibrocemento	5.0
Acero galvanizado	5.0
Acero sin revestimiento	5.0
Acero con revestimiento	5.0
PEAD	5.0
PVC	5.0
Concreto simple hasta 0.45 m de diámetro	3.0
Concreto reforzado de 0.60 m de diámetro o mayor	3.5

Cuando la tubería trabaje a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la carga disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras las pérdidas secundarias no se toman en cuenta por ser muy pequeñas.

Se empleará la siguiente fórmula:

$$h_f = K L Q^2 \quad \text{ec. 3.14}$$

en donde:

h_f = pérdidas por fricción, en m.

$$K = \frac{10.3n^2}{D^{16}}$$

L = longitud de la conducción, en m.

Q = gasto en m³/s

n = coeficiente de rugosidad (tabla 3.13)

D = diámetro del tubo, en m.

Tabla 3.13 Coeficientes de rugosidad

Material de la tubería	n
Asbesto cemento	0.010
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Acero galvanizado	0.014
Fierro fundido	0.013
Acero soldado sin revestimiento	0.014
Acero soldado con revestimiento interior a base de Epoxy	0.011
PVC	0.009

3.2.6.2 Conducción por bombeo

El cálculo hidráulico se basa en la fórmula $h_f = KLQ^2$, cuyo significado ya se dio anteriormente.

En toda la línea de conducción por bombeo se hará el estudio del diámetro más económico, determinando el costo total de operación anual para varias alternativas de diámetros; el valor mínimo será el que fije el diámetro adecuado.

3.2.6.3 Cálculo del diámetro más económico.

Se realizó el cálculo del diámetro económico con base en la anualidad mínima de amortización para el período económico de la obra. Para esto, se utilizó el criterio para determinar el diámetro económico del manual "Diseño y Operación de Conducciones Hidráulicas a Presión, 1ª. Edición" (SARH, 1988) en cada uno de los tramos trabajando a bombeo. La tabla 3.14 muestra el cálculo del diámetro más económico para el tramo del manantial al primer rebombeo.

En la determinación del diámetro económico intervienen el costo de construcción (inversión inicial) y el costo de operación del sistema para un material dado de tubería, dando la relación un valor óptimo en que se balancean ambos costos. Sin embargo, en ocasiones es necesario elegir un diámetro que no es el mas económico, pero que está cercano a él, con el fin de satisfacer el funcionamiento hidráulico exigido por la resistencia de trabajo de la tubería y ciertas características topográficas. Bajo esta situación, se tienen dos opciones: 1) Cambiar el tipo de material por uno más resistente, siendo necesario para este caso la utilización de tubería de acero por las presiones que resultan, lo cual incrementaría considerablemente el costo total de la obra ; y 2) utilizar diámetro mayor al más económico, del mismo material, con el fin de reducir las presiones en los puntos mencionados y asegurar el adecuado funcionamiento hidráulico.

Falta página

N° 74

3.2.6.4 *Análisis de transitorios*

Existen problemas originados por el golpe de ariete, los cuales se deben evitar y son los siguientes.

Sobrepresiones

Las altas presiones que se producen como resultado del golpe de ariete pueden superar la resistencia de los diferentes accesorios (válvulas, juntas, etc.) o de la propia tubería hasta provocar su rotura o avería.

Depresiones (vacíos y separaciones de la columna líquida)

En caso de presentarse un vacío (presión menor que la atmosférica) dentro de la tubería, se tiene una presión inferior a la que actúa afuera. Para tuberías enterradas, además de la presión atmosférica, actúa también el empuje del terreno, para el caso de las tuberías que van sobre la superficie este problema no se presenta con la misma intensidad. Si fuera el caso debido a esta diferencia de presiones se puede llegar al colapso de la tubería. La estabilidad frente al colapso depende de la relación entre su diámetro D y el espesor de la pared δ (menor en caso de existir un mayor valor de D/δ).

Al efecto de depresiones son más sensibles las conducciones enterradas que, debido al recubrimiento de tierras y a su excesiva deformabilidad, pierden su sección recta circular, lo que se traduce en una notable pérdida de su resistencia. Las tuberías plásticas son más vulnerables a dichas condiciones, mientras que las de concreto las soportan bien.

En los tipos de tuberías cuyos sistemas de unión incluyen juntas de goma, éstas pueden ser succionadas por el vacío causando fugas de agua en el sistema, a pesar de que los tubos queden intactos.

En casos de vacíos mayores se producen separaciones de la columna líquida. Como se explicó, el cierre posterior de estas separaciones puede acompañarse de depresiones muy altas.

Fatiga del material

La acción repetida de cargas dinámicas durante un lapso prolongado disminuye la resistencia del material del que está hecha la tubería y sus accesorios, es decir, interviene el fenómeno conocido como "falla por fatiga". Transitorios de mayor magnitud pueden provocar también vibraciones en la tubería que se transmiten a los bloques de apoyo, cimientos, etc., que también están sujetos a una falla por fatiga.

La posibilidad de esta falla crea el peligro de averías durante el periodo de explotación y acorta la vida útil de las diferentes instalaciones y accesorios o de todo el sistema hidráulico. Es evidente que al disminuir la frecuencia y la magnitud de los transitorios y al asegurar un transitorio más paulatino, puede reducirse al mínimo dicha fatiga.

3.2.6.4.1 Procedimiento general

El propósito principal al analizar una u otra forma de protección en un sistema hidráulico es garantizarlo contra los tres posibles problemas del golpe de ariete: sobrepresiones, depresiones y rotación excesiva de las máquinas hidráulicas.

Cuando es posible más de una forma de protección, se debe tomar la decisión con base en otras consideraciones, que pueden ser económicas, de disponibilidad de los medios necesarios, de seguridad, etcétera.

El análisis de transitorios de un sistema determinado puede efectuarse en el siguiente orden:

- a) Empleando el programa *Ariete* v.3.4. se analiza el transitorio en el sistema sin ninguna protección antiariete. Los resultados de este primer análisis son muy importantes, ya que determinan la necesidad o no de protección, revelan los lugares en peligro y sirven como una orientación en la búsqueda de una solución adecuada.
- b) En función de los resultados del análisis del caso sin protección, se selecciona el medio de control más adecuado.
- c) Se proponen algunas posibles características de los medios antiariete, los criterios de prediseño, la disponibilidad de los medios antiariete, etcétera.
- d) Se efectúa un análisis del golpe de ariete en el sistema con los medios de control considerados y empleando el programa. Los resultados presentan una de las dos posibilidades siguientes: la protección resuelve todos los problemas o no los resuelve.

- e) Si son posibles otras formas de protección, además de las ya estudiadas, se repiten para ellas los mismos procedimientos de los incisos c, y d.

- f) Después de una comparación entre las alternativas estudiadas se escoge la variante definitiva tomando en cuenta aspectos económicos, constructivos, de seguridad, etcétera.

Si resulta que con ninguno de los medios antiarriete se resuelven los problemas para el sistema en estudio, no quedará otra solución que utilizar tuberías y equipos de mayor resistencia (de una clase superior). Si se toma en cuenta la cantidad y variedad de los medios antiarriete considerados, ese caso puede asumirse como poco probable para un sistema que se haya diseñado correctamente para el régimen de operación normal.

No obstante que existe el recurso de cambiar la clase de la tubería, la solución antiarriete no debe descartarse por completo, ya que puede resultar ventajosa, ante todo, en los casos en que los problemas del golpe de ariete se presentan en una parte pequeña del sistema a presión.

3.2.6.5 Diseño de sistemas de protección

Para la línea de conducción en estudio se buscó seleccionar los medios de control mediante el siguiente procedimiento:

Se analizó el transitorio sin dispositivos de control en la conducción, observándose si las presiones máximas que se producen en el transitorio

superan la resistencia de los tubos propuesta y si existen presiones negativas.

En nuestro caso las presiones máximas pueden ser absorbidas por la tubería, sin embargo, las presiones negativas que se presentan no pueden ser absorbidas, por lo que se necesitan dispositivos de control.

Como los vacíos presentan serios problemas se analizó el transitorio con alguno de los medios de control que se presentan en el programa, en la sección " Caso cuando en la tubería se producen vacío ".

Se realizaron varias corridas del programa con diferentes medios para determinar el más adecuado para nuestro caso.

Válvulas de alivio

Para poder fortalecer la protección antiarriete se consideraron válvulas de alivio en cada rebombeo.

Seccionamiento de la tubería por medio de válvulas de no retorno

La protección se fortalece también con la ubicación de una válvula de no retorno en uno de los puntos intermedios de la tubería. De esa forma se detienen las ondas de sobrepresión reflejadas desde el tanque antes de llegar al inicio de la tubería y se producen sobrepresiones menores.

La ventaja consiste en el cambio de lugar de dichas sobrepresiones. Por eso las válvulas de no retorno ubicadas en puntos intermedios, resultan ventajosas en los casos de topografía adecuada, donde están presentes

lugares de presiones estáticas bajas con reserva de resistencia en las tuberías.

Una idea previa de la utilidad de las válvulas de no retorno intermedias se puede obtener fácilmente con el uso de las líneas de presiones máximas y las líneas de presiones admisibles, obtenidas por el programa.

3.2.6.6 Válvulas especiales

Válvulas de admisión y expulsión de aire

Están provistas de un flotador interno y un gran orificio de venteo para automáticamente expulsar y admitir aire al llenar o vaciar un sistema.

Cuando la línea se llena el aire será sustituido por el líquido, las válvulas de admisión y expulsión de aire colocadas en los puntos altos cerrarán y abrirán sólo cuando la línea sea vaciada o la presión interna sea igual o menor a la atmosférica.

Las válvulas de admisión y expulsión de aire (figura 3.8) no purgan aire cuando el sistema se encuentra en operación y bajo presión. Para purgarlo se requiere de las válvulas eliminadoras de aire.

Válvulas eliminadoras de aire

Las válvulas eliminadoras de aire (figura 3.9) están diseñadas para que un sistema de bombeo trabaje a la máxima capacidad de flujo calculado. Tienen un orificio de venteo calculado para automáticamente purgar el

aire acumulado en los puntos altos cuando el sistema está en operación y bajo presión. Las válvulas eliminadoras de aire evitan restricción en la línea como si tuviera una válvula de seccionamiento parcialmente cerrada, al ocurrir este fenómeno se presentan problemas tales como mayor consumo de energía, un gasto menor al calculado, y en ocasiones la obstrucción del sistema y golpe de ariete.

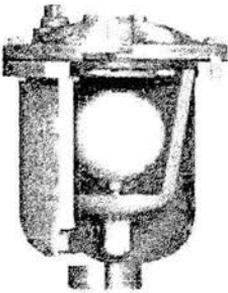


Figura 3.8

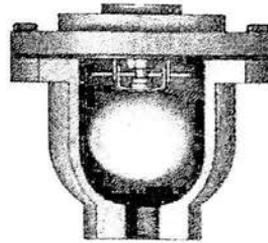


Figura 3.9

Válvulas de admisión, expulsión y eliminación de aire combinadas

El diseño de esta válvula (figura 3.10) es el resultado de la combinación de la válvula de admisión y expulsión de aire con la válvula eliminadora de aire, en dos cuerpos ensamblados por medio de conexiones de fierro tropicalizado. Su función es admitir y expulsar grandes volúmenes de aire cuando la línea de conducción es llenada o vaciada, y también purgar o eliminar el aire que se acumule con la válvula eliminadora de aire, garantizando con esta doble función un considerable ahorro de energía y evitar rupturas en la tubería.

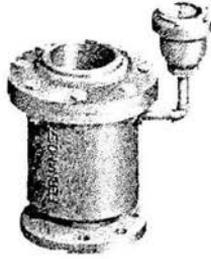


Figura 3.10

En el diseño de la línea de conducción en estudio se colocaron válvulas combinadas en pendientes ascendentes fuertes en el punto más alto y antes de las bajadas bruscas. Donde se presenta un topografía plana se colocaron válvulas eliminadoras de aire a cada 800 m como recomendación del fabricante.

Para la selección del diámetro de la válvula se recurrió a la tabla 3.15 proporcionada por el fabricante.

Tabla 3.15 Diámetro de válvulas

Q	D (pulgadas)
25	1/2
45	3/4
80	1
245	2
450	3
690	4
1450	6
3150	8
4500	10
7000	12

Q gasto en lps de la línea
D diámetro de la válvula

3.2.6.7 *Silletas*

La longitud máxima entre apoyos está en función de la flecha máxima permisible por flexión que pueda presentarse en la tubería. La deformación en cualquier punto, depende de la longitud del claro, de las condiciones de apoyo, de las diferentes condiciones de cargas verticales y de la rigidez de la tubería.

Debido a la gran variedad de condiciones y combinaciones de carga que pueden existir; para la determinación de la flecha podrán utilizarse expresiones para claros simplemente apoyados.

El comportamiento adecuado de un sistema sujeto a diferentes condiciones de carga, se puede lograr mediante el control de sus deformaciones, para lo cual se tomará un valor permisible de $L/360$ (ec. 3.15), siendo éste de uso común para estructuras de acero, las cuales se pueden dañar con deformaciones mayores.

La flecha máxima deberá ser calculada en función de las condiciones de apoyo de la tubería y las cargas a que esté sometida. En el caso de tubería simplemente apoyada con carga uniforme, la flecha al centro del claro puede calcularse con:

$$Y = \frac{5WL^4}{384EI} \quad \text{ec. 3.16}$$

donde:

- Y es la flecha máxima al centro del claro (cm)
- W es la carga o masa uniforme por unidad de longitud (kg/cm)
- L es la distancia entre apoyos (cm)

E es el módulo de elasticidad del material (2,100,000 kg/cm²)

I es el momento de inercia de la sección transversal de la tubería (cm⁴)

Para el cálculo de la flecha de una tubería con extremos restringidos y carga uniforme, el valor obtenido en la ecuación (3.16) deberá multiplicarse por un factor de 0.2 y cuando la tubería se encuentre simplemente apoyada con claros iguales se utilizará un factor de 0.6. Si las condiciones de la tubería difieren de las mencionadas, la flecha se calcula usando expresiones que impliquen las condiciones reales.

Igualando la ecuación (3.16) multiplicada por el factor de 0.6 y la ecuación (3.15), se tiene:

$$0.6 \frac{5WL^4}{384EI} = \frac{L}{360}$$

despejando L se tiene:

$$L = \sqrt[3]{\frac{384EI}{360 \cdot 0.6 \cdot 5W}} \quad \text{ec. 3.17}$$

donde

$$I = \frac{\pi}{4} (r_e^4 - r_i^4) \quad \text{ec. 3.18}$$

Y

$$W = \text{peso/m de tubería} + \text{peso/m de agua}$$

Para la línea de conducción en estudio, la tubería es de 6" (15.24cm) de diámetro y un espesor de ¼" (0.635cm) la distancia entre apoyos se obtiene de la siguiente manera:

$$I = \frac{\pi}{4} \left(\left(\frac{15.24 \text{ cm}}{2} \right)^4 - \left(\frac{13.97 \text{ cm}}{2} \right)^4 \right) = 778.32 \text{ cm}^4$$

$$\text{Peso/m tubería} = \gamma_{\text{tubería}} A = 0.00786 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \cdot 29.14 \text{cm}^2 = 0.229 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$$\text{Peso/m agua} = \gamma_{\text{agua}} A_{\text{agua}} = 0.001 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \cdot 153.27 \text{cm}^2 = 0.153 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$$W = 0.229 + 0.153 = 0.382 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$$L = \sqrt[3]{\frac{(384)2,100,000(778.32)}{360(0.6)5(0.382)}} = 1150 \text{cm}$$

Por lo tanto las silletas deben construirse a cada 12 metros.

3.2.6.8 Juntas de expansión

Las juntas de expansión (figura 3.11) se emplean en tramos rectos de tubería superficial para absorber los desplazamientos por temperatura. Las juntas permiten suficiente movimiento de expansión y contracción.

En líneas de conducción instaladas en terrenos planos, las juntas de expansión deben colocarse en medio de dos atraques. En terrenos inclinados, las juntas se colocarán normalmente cercanas al atraque, del lado cuesta abajo. La localización y espaciamiento de las juntas de expansión se debe determinar en función de los requerimientos y del perfil topográfico. En puentes, la localización de las juntas de expansión deberá ser acorde con la ubicación de las juntas de expansión de la estructura del puente. Normalmente se instalan juntas de expansión del tipo caja empaque, la cual consiste en anillos de hule instalados en medio de camisas, permitiendo un cierto movimiento en la tubería. Cuando se

instala una junta de expansión, el movimiento permitido debe ser establecido dependiendo de la longitud del tubo y el gradiente de temperatura del lugar. Para el análisis de deformación por efecto de la temperatura en operación se recomienda que como mínimo se tome un gradiente de temperatura de 20 °K.

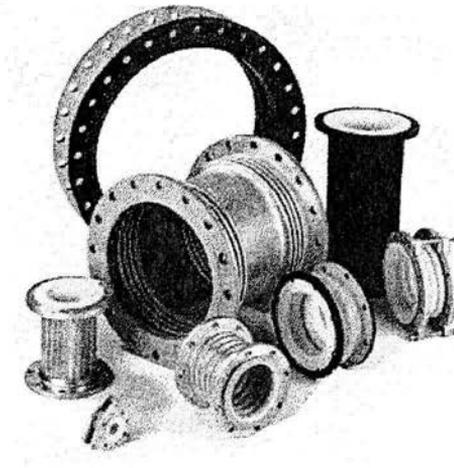


Figura 3.11

La fuerza producida por el gradiente de temperatura es:

$$F = AE\alpha_0\Delta_T \quad \text{ec. 3.19}$$

Para nuestro caso,

A = área de la sección transversal = 29.14 cm²

E = módulo de elasticidad del acero = 2'100,000 kg/cm²

α_0 = coeficiente lineal de expansión térmica para el acero = 11.7 x 10⁻⁶

Δ_T = gradiente de temperatura = 33 °K

$$F = (29.14)(2'100,000)(11.7 \times 10^{-6})(33) = 23,627 \text{ kg}$$

Considerando apoyos a cada 12m, se tiene que la fuerza vertical sobre cada apoyo es:

$$W = \text{masa del tubo y agua} = 0.229 + 0.153 = 0.382 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

Considerando apoyos a cada 12m y un coeficiente de fricción entre el acero y el neopreno de 0.4, se tiene:

$$F_H = 1200 \times 0.382 = 458 \text{ kg (fuerza horizontal en el apoyo)}$$

$$F_{\text{fric}} = 0.4 \times 458 = 183.36 \text{ kg (fuerza de fricción en el apoyo)}$$

Dado que un tramo de 120 m tiene 10 apoyos, la fuerza total de fricción es:

$$F_{\text{fric}} = 10 \times 183.36 = 1,833.60 \text{ kg}$$

Restando a la fuerza producida por el gradiente de temperatura la fuerza de fricción:

$$F - F_{\text{fric}} = 23,627 - 1833.60 = 21,793.40 \text{ kg}$$

y el desplazamiento longitudinal:

$$\Delta = \frac{FL}{AE} = \frac{21,793.40(12000)}{29.14(2'100,000)} = 4.27 \text{ cm}$$

Si se utilizan juntas de expansión para absorber 4.27 cm, se propone una junta de preferencia a la mitad, para el tramo de 120 m.

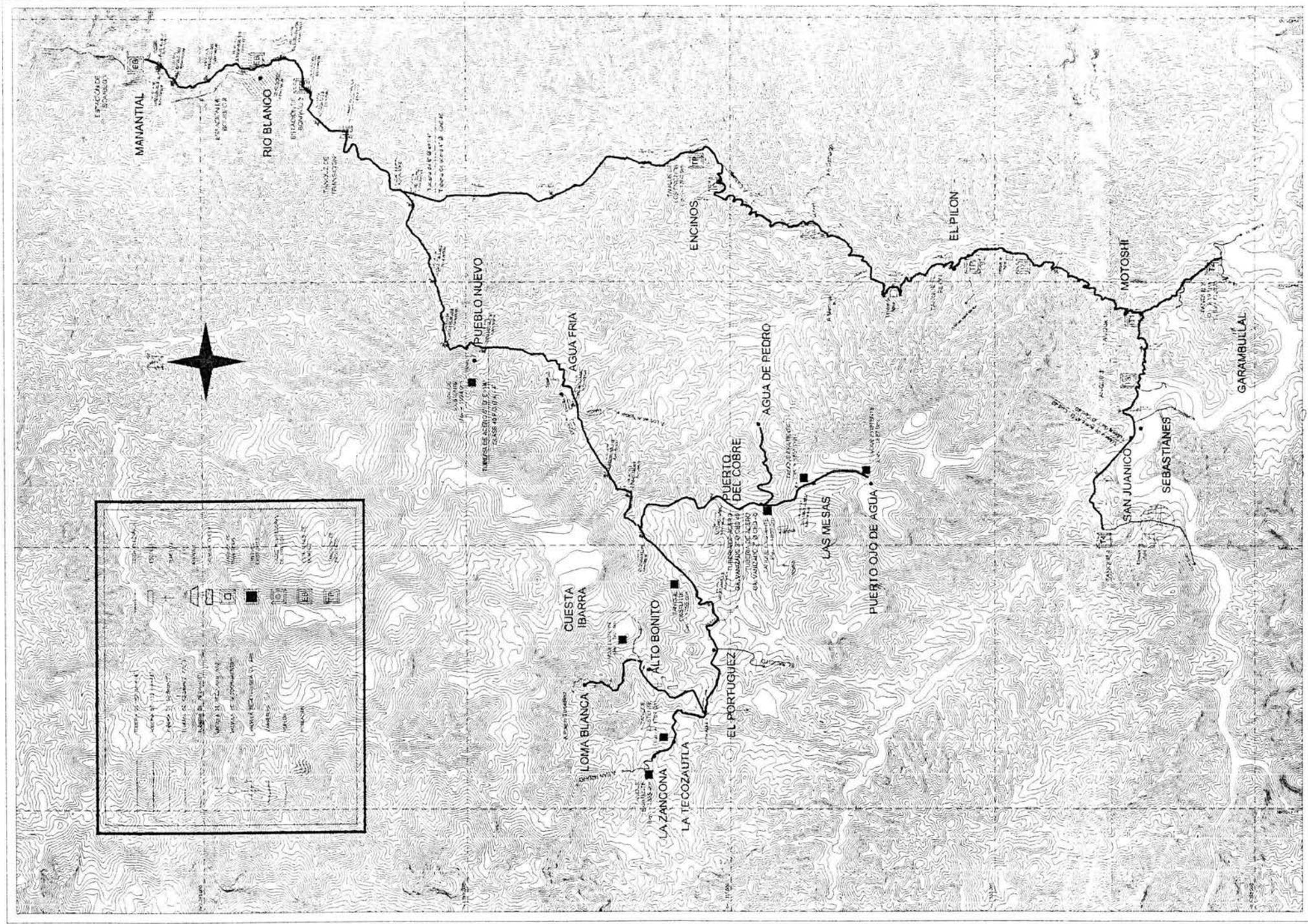


Figura 3.7 Arreglo general del sistema

ANEXO A

BASES DE LICITACIÓN

Oferentes elegibles

Podrán participar en esta licitación, aquellos licitantes que fueron seleccionados por el COMITÉ DE SELECCIÓN DE CONTRATISTAS QUE COORDINA LA SECRETARIA DE LA CONTRALORÍA DEL ESTADO.

Un oferente, incluidos todos los miembros de un consorcio, asociación, o grupo, sus filiales o empresas que formen parte de un mismo grupo económico o financiero, sólo podrán presentar una oferta por licitación. Si en una licitación determinada, un oferente participa en más de una oferta, no se evaluarán las ofertas de los oferentes involucrados. Esto, sin embargo, no limita la participación de subcontratistas en más de una oferta. Para estos efectos:

- a) se entiende que forman parte de un mismo grupo económico o financiero, las empresas que tengan directores, accionistas (con participación de más del 5%), o representantes legales comunes, y aquéllas que dependan o subsidien económica o financieramente a otra empresa;

- b) ninguna filial del Contratante o de una agencia de compras, incluyendo empresas que formen parte de un mismo grupo económico o financiero según la definición anterior, será elegible para participar en licitaciones que involucren a dicho Contratante o agencia;

c) cuando una empresa, sus filiales o empresas que formen parte de un mismo grupo económico o financiero según la definición anterior, además de ofrecer servicios de consultoría, tengan la capacidad de proveer bienes o construir obras, no podrán proveer bienes o construir obras en un proyecto en que dicha empresa o su filial o empresa del mismo grupo económico o financiero haya participado como consultor en la preparación del diseño o especificaciones técnicas de los bienes u obras objeto de la licitación. La determinación de si existe o no conflicto de intereses, será prerrogativa del Contratante.

Las empresas estatales del país del Beneficiario sólo pueden participar en la licitación correspondiente si gozan de autonomía legal y financiera, operan de acuerdo con las leyes comerciales, no pertenecen ni dependen del Beneficiario y no gozan de exenciones o ventajas legales o reglamentarias que pueden alterar el principio de igualdad de los Oferentes.

Se considera que es incompatible y por lo tanto, no serán elegibles aquellos oferentes cuyo personal estable o expertos pertenecen o pertenecieron a la institución que reciba el financiamiento o que será beneficiaria de los servicios de los expertos y que hayan estado vinculados directamente en la preparación del proyecto objeto de la licitación, dentro de los 6 meses previos a la fecha prevista como límite para la recepción de propuestas.

El formulario tipo para declaración de Nacionalidad de la empresa deberá ser proporcionado por el oferente para certificar su nacionalidad. Esto

también aplica a subcontratistas, proveedores o consultores individuales que la empresa emplee para ejecutar el trabajo objeto de esta licitación.

Prácticas corruptivas

Se exige que los prestatarios (incluyendo los beneficiarios de los préstamos) así como los proveedores/contratistas que participen en proyectos con financiamiento de Banco, observen los más altos niveles éticos, ya sea durante el proceso de licitación, o de ejecución de un contrato. Las definiciones de acciones que constituyen prácticas corruptivas, entre otras, se enuncian a continuación:

- a) Soborno (cohecho) significa todo acto u omisión que, en función de su cargo o investidura, realice un funcionario público o quien actúe en su lugar, contrario a sus deberes y en especial el ofrecer, dar, recibir o solicitar cualquier cosa de valor que sea capaz de influir en las decisiones durante el proceso de licitación o contratación de consultores o durante la ejecución del contrato correspondiente. Se incluyen en esta definición los actos de la misma naturaleza, realizados por oferentes o terceros en beneficio propio;

- b) Extorsión o coacción significa el hecho de amenazar a otro con causarle a él mismo o a miembros de su familia, en su persona, honra, o bienes, un mal que constituye delito, para influir en las decisiones durante el proceso de licitación o de contratación de consultores o durante la ejecución del contrato correspondiente, ya sea que el objetivo se hubiese o no logrado;

- c) Fraude significa la tergiversación de datos o hechos con el objeto de influir sobre el proceso de una licitación o la fase de ejecución del contrato, en perjuicio del prestatario y de los participantes; y
- d) Colusión significa las acciones entre los oferentes destinadas a que se obtengan precios de licitación a niveles artificiales, no competitivos, capaces de privar al beneficiario de los beneficios de la competencia libre y abierta.

Si se comprueba, por la instancia correspondiente, que un funcionario público, o quien actúe en su lugar, y/o el participante o adjudicatario propuesto en un proceso de adquisición llevado a cabo con motivo de un financiamiento del Banco, ha incurrido en prácticas corruptivas, el Banco podrá:

- a) rechazar cualquier propuesta de adjudicación relacionada con el proceso de adquisición o contratación de que se trate; y/o
- b) declarar a una firma no elegible para ser adjudicataria de contratos futuros que se lleven a cabo con motivo de un financiamiento del Banco. La inhabilitación que establezca el banco podrá ser temporal o permanente.

Información adicional

A fin de obtener información de primera mano sobre los trabajos y sobre las condiciones para realizar los trabajos en México, se sugiere al consultor

visitar al contratante, con la debida anticipación, a fin de que estos puedan coordinar la visita apropiadamente.

La contratante asistirá al consultor en la obtención de las licencias y permisos que sean necesarios para proporcionar los trabajos, y pondrá a disposición de éste la información disponible relacionada con el proyecto.

Costos de presentación de propuestas

Serán a cargo del consultor los costos que signifiquen la preparación de sus propuestas y la finalización del contrato, incluyendo los costos de sus visitas a la contratante. La contratante no está obligada a aceptar ninguna de las propuestas recibidas, sin incurrir por ello en responsabilidad alguna con el/los Consultor(es) afectado(s) por esa decisión.

Preparación de propuestas

El consultor preparará su propuestas que constará de una propuesta técnica y una propuesta económica, las cuales deberán ser presentadas en idioma español.

Documentos que integran la propuesta técnica

- Una breve descripción de la organización del consultor y su personal directivo clave, señalando la experiencia específica en los trabajos de consultoría similares al objeto de los términos de referencia. La información que suministre sobre cada uno de dichos trabajos debe

incluir, entre otros, el perfil del personal empleado, la duración, el monto del contrato y el grado de participación del consultor.

- Una descripción de la manera de cómo el consultor se propone ejecutar los trabajos, detallando el alcance de los trabajos ofrecidos, la metodología de ejecución, el programa de trabajo y los comentarios o sugerencia en relación a los términos de referencia que demuestre la comprensión de los trabajos solicitados. Proporcionará además una descripción sobre la organización técnica, administrativa y logística que adoptará para cumplir con los términos de referencia (TDR) y las instalaciones, equipos y soporte técnico operativo disponibles o que se propone subcontratar durante la ejecución de los trabajos. El programa estimado de trabajo se presentará en forma de un diagrama de barras, señalando en especial lo relativo a tiempo/persona de cada experto (en la unidad de medida especificados en los datos de invitación DI), las etapas de ejecución y de entrega de productos intermedios y finales de los trabajos del consultor, con base en los TDR. Dicho programa estimado se especifica en los DI. Los insumos que proporcionará el contratante para estos trabajos se detallan en los DI. Finalmente, el consultor incluirá, en su caso, observaciones sobre los servicios de apoyo adicionales que requiere de la contratante con base en los TDR y en el programa de trabajo.
- Composición del equipo de trabajo, con la descripción del personal profesional, técnico y administrativo que asignará, indicando las tareas que desempeñara cada uno, tiempo dedicado al servicio solicitado, en especial para el personal clave que está a cargo de la dirección de los trabajos. Anexará un currículum vitae del personal profesional y técnico

a ser asignado. En el caso de subcontrataciones, el consultor deberá incorporar los currícula correspondientes a los subconsultores.

- Informes de situación financiera, consistentes en los estados financieros revisados por el contador público independiente, o si así se especifica en los DI, auditados del último año o copia de la declaración de impuestos correspondiente. Para el caso de consultores extranjeros deberán presentar documentos análogos de conformidad con lo establecido en el Diario Oficial de la federación del 14 de agosto de 1995, referente a la convención por la que se suprime la legalización de los documentos públicos extranjeros. En el caso de asociaciones en participación, el consultor presentará la información individual de cada uno de los integrantes de la asociación que se tenga intención de formar.
- Relación de los trabajos que actualmente desarrolla el consultor, indicando el plazo del compromiso, los profesionales asignados por el cliente, además de información de los trabajos que tiene previstos ejecutar en los próximos tres meses.
- Representación: los consultores nacionales deben presentar copia certificada de la escritura constitutiva y las modificaciones que tenga, así como poder representarlos legalmente, otorgado por el representante facultado en la escritura constitutiva, o a través de un poder legal. Los consultores extranjeros deben presentar documentos análogos para confirmar su representación. Antes de la firma del contrato, el consultor seleccionado, en caso de ser extranjero, proporcionará a la contratante la certificación de dichos documentos,

de conformidad con lo establecido en el Diario Oficial de la Federación del 14 de agosto de 1995, referente a la convención por la que se suprime la legalización de los documentos públicos extranjeros.

- Asociación en participación: los consultores que tengan la intención de formar asociaciones deben incluir en su propuesta la carta de intención correspondiente. Antes de la fecha de firma del contrato, el consultor seleccionado deberá confirmar, con documentos notariados, la formación de la asociación en participación.
- Se espera que el consultor examine todos los TDR y todos los documentos anexos. Cualquier omisión del consultor en proporcionar la información requerida es de su propio riesgo y podrá resultar en el rechazo de su propuesta.
- El consultor debe poner especial atención a lo siguiente:

Si el consultor considera que no tiene todas las calificaciones técnicas y/o la capacidad de ejecución necesarias para realizar los trabajos, entonces podrá asociarse o subcontratar, a otros consultores, incluyendo cualquiera de los consultores invitados, sujeto en todo caso a las restricciones indicadas en los DI.

En el caso de consultores extranjeros, se considera deseable que en los casos que sea aplicable el consultor contrate parte de la ejecución de los trabajos a consultores nacionales. Sin embargo, un determinado consultor nacional sólo podrá asociarse con uno de los consultores

extranjeros invitados.. Ningún consultor podrá participar en más de una propuesta.

A título informativo, en los DI, se indica una estimación del tiempo y número del personal profesional clave requerido para los trabajos.

Si así lo indica los DI, la mayoría del personal clave deben ser empleados permanentes del consultor.

Cuando así lo indique los DI, el personal propuesto debe tener experiencia internacional, habiendo efectuado trabajos directamente en más de un país, preferentemente bajo condiciones similares a las que prevalecen en el lugar donde se realizarán los trabajos.

A menos de que se indique lo contrario en los DI, no debe proponerse ningún personal profesional sustituto y solamente un currículum debe ser incluido para cada puesto.

El personal clave asignado a los trabajos deberá dominar, a nivel de trabajo, el idioma español. Los informes que se produzcan deberán estar escritos en español.

- La propuesta técnica no debe incluir ninguna información de precios o remuneraciones.

Documentos que integran la propuesta económica

- Estimación de costos del personal propuesto, totales y para cada categoría o personal propuesto. Dichos costos deberán incluir los sueldos y honorarios (del personal extranjero y/o nacional, en el terreno

y en las oficinas principales), las prestaciones y cargas sociales, los honorarios de todo tipo y la utilidad del consultor.

- Estimación de los costos reembolsables totales para: hospedajes (per diem, arrendamientos), viáticos y pasajes, gastos de traslados de equipo y mobiliario, fotografías, servicios a terceros, y copias para la integración de informes.
- Plan de pagos propuesto conforme a necesidades de flujo financiero, fundamentando en entregas de productos específicos de los trabajos.
- Catálogo de conceptos
- Programa de ejecución

Obligaciones tributarias y seguros

La propuesta económica debe tomar en cuenta las obligaciones tributarias y los costos de los seguros. Los consultores están sujetos a las disposiciones tributarias de México. El consultor debe presentar por separado, el precio neto, el precio de las obligaciones tributarias, y el precio total de su propuesta económica.

Aclaraciones

Cualquier consultor puede solicitar a la contratante aclaraciones sobre los documentos de la invitación mediante comunicación escrita teles, fax o cable. La contratante responderá por escrito las aclaraciones pertinentes,

siempre y cuando reciba la petición de aclaración a más tardar 21 días naturales antes de la fecha prevista para la presentación de las propuestas. La contratante responderá por escrito las solicitudes que reciba dentro de los siete días naturales siguientes a su recibo, y enviará copia escrita de sus repuestas a todos los consultores invitados, incluyendo una explicación de la consulta, pero sin notificar su origen.

Modificaciones

La contratante podrá, por cualquier causa y en cualquier momento antes de que venza el plazo para la presentación de las propuestas, modificar los documentos mediante enmienda, ya sea por iniciativa propia o en atención a una aclaración solicitada por un consultor invitado. Las enmiendas serán notificadas por escrito a todos los consultores invitados y serán obligatorias para ellos. La contratante podrá, a su discreción prorrogar el plazo para la presentación de propuestas a fin de dar a los consultores invitados tiempo razonable para tomar en cuenta, en la preparación de sus propuestas, las enmiendas hechas a los documentos.

Presentación y envío de las propuestas

La propuesta del consultor consistirá en un original y el número de copias indicado en los datos de invitación. El original y cada una de las copias de la propuesta técnica se marcarán claramente "Propuesta Técnica Original", "Propuesta Técnica-Copia N° 1", "Propuesta Técnica-Copia N° 2", etcétera y se colocarán en un sobre interior marcado claramente: "Propuesta Técnica" (Sobre 1), indicando los datos del consultor en la parte exterior del sobre. Se procederá de idéntica manera con las propuestas económicas,

marcando este caso el sobre interior: "Propuesta Económica" (sobre 2). El sobre 1 y el sobre 2 se colocarán dentro de un sobre exterior, cerrado y marcado con la leyenda "No abrir antes (fecha y hora de apertura de las propuestas)".

El original y la copia de las propuestas será mecanografiadas o escritas con tinta indeleble y firmados por un representante facultado para obligar legalmente al consultor. Esta autorización deberá constar en un poder legal escrito adjunto a las propuestas. Todas las páginas de las propuestas técnica y económica, excepto las que contengan material impreso no modificado, llevarán la rúbrica del representante facultado.

Entrega de las propuestas

Los consultores deberán hacer llegar sus propuestas técnica y económica a más tardar en la fecha y hora indicadas en los datos de invitación. La contratante podrá, a su discreción, prorrogar el plazo para la presentación de propuestas mediante enmienda de los documentos de invitación, y notificación por escrito a los consultores invitados, en cuyo caso todos los derechos y obligaciones de la contratante y de los consultores, quedarán en adelante sujetos al nuevo plazo para presentación de las propuestas.

Todas las propuestas que reciba la contratante después del plazo fijado por ella para la recepción, no será considerada y se devolverá sin abrir al consultor.

Período de validez de las propuestas

Las propuestas deben permanecer válidas por el número de días indicado en los datos de invitación, a partir de la fecha fijada por la contratante para la entrega de las propuestas, período durante el cual el personal del consultor, propuesto para los trabajos, permanecerá disponible. La contratante hará su mejor esfuerzo para adjudicar el contrato durante dicho período.

Apertura de las propuestas

En la fecha, hora y lugar indicados en los datos de invitación, el comité de evaluación procederá a abrir los sobres exteriores de las propuestas entregadas por los consultores. A continuación el comité procederá a abrir los sobres que contengan las propuestas técnicas (sobre 1). Los sobres de las propuestas económicas (sobre 2) se mantendrán cerrados hasta que se den a conocer los resultados de la evaluación técnica. Una vez terminada la evaluación técnica, se procederá a la apertura de las propuestas económicas (sobre 2) en la fecha, hora y lugar indicados.

Evaluación de las propuestas

Para la evaluación de las propuestas se adoptará un procedimiento en dos etapas: i) una evaluación técnica, la cual debe completarse antes de abrir las propuestas económicas y ii) una evaluación económica. Las propuestas serán evaluadas de acuerdo con la metodología establecida en los datos de invitación.

- Primera etapa – Evaluación de la Propuesta técnica (sobre 1)

El comité de evaluación designado por la contratante abrirá primero los sobres que contienen las propuestas técnicas y procederá a su examen y evaluación, aplicando la metodología que más adelante se describe. Como resultado de esta evaluación, a cada una de las propuestas le será asignado un puntaje técnico. Sólo las propuestas cuyo puntaje técnico sea igual o superior al mínimo establecido, serán consideradas para la evaluación económica. Aquellas que no cumplan con lo establecido serán desechadas. Los resultados de la evaluación técnica serán dados a conocer por escrito a todos los consultores que entregaron propuestas.

Los criterios para evaluación son:

- a) Experiencia específica del consultor en trabajos similares, experiencia en México y países similares. 30%
- b) La idoneidad, metodología, plan de trabajo, dominio del idioma y enfoque para el cumplimiento de los términos de referencia. 35%
- c) Las calificaciones y experiencia del personal directivo y equipo técnico por el consultor para realizar el trabajo y utilización de consultores locales 35%

Total 100%

El puntaje mínimo aceptable es de 70%

- Segunda etapa- Apertura de las propuestas económicas (sobre 2)

Al concluir la evaluación de las propuestas técnicas, la contratante procederá a la apertura pública de los sobres que contienen las propuestas económicas de los consultores cuyas propuestas técnicas hayan cumplido con el puntaje mínimo requerido. La apertura se llevará a cabo en la fecha, hora y lugar indicados y a ella podrán asistir los representantes de los consultores seleccionados en la evaluación técnica que deseen asistir.

Evaluación de propuestas económicas

El comité de evaluación determinará si las propuestas económicas están completas y si no tienen errores de cálculo. Para los efectos de facilitar la evaluación y comparación de propuestas, la contratante convertirá todos los precios cotizados en las diversas monedas a la moneda nacional, utilizando las tasas de cambio "vendedor" correspondientes a diez días naturales anteriores a la fecha de apertura de las propuestas, según la fuente indicada en los datos de invitación. La propuesta económica más baja "Pmb" recibirá un puntaje económico de 100 puntos. Los puntajes económicos "Sei" de las demás propuestas serán calculados como sigue: $Sei = 100 \times Pmb / P_i$, donde P_i es el precio de la propuesta económica "i", y Pmb y P_i están expresados en la moneda común de evaluación. En las fórmulas, el subíndice "i" indica el número de referencia de cada propuesta.

Finalmente, las propuestas serán clasificadas con base a su puntaje total Si, que es la combinación de su puntaje técnico y económico (Sei), usando los coeficientes "t" y "e" donde "t" es el coeficiente de la propuesta técnica y es

igual a 70 %; "e" es el coeficiente de la propuesta económica y es igual a 30%, según la siguiente fórmula.

$$SI = t \times Sti + e \times Sei$$

No habrá negociación de los precios de la propuesta económica.

Adjudicación del contrato

El contrato será adjudicado al consultor que haya obtenido el puntaje más alto al aplicarse la fórmula del inciso anterior. Una vez que se haya adjudicado el contrato al consultor que elaborará los trabajos, la contratante informará a los demás consultores invitados que sus propuestas no fueron elegidas.

Firma del contrato

Con posterioridad a la adjudicación del contrato, la contratante firmará el formulario del contrato con el consultor seleccionado. Antes de la firma del contrato, el consultor seleccionado presentará las certificaciones de los documentos legales, conforme corresponda.

Concurso desierto

El concurso se declarará desierto cuando:

- No se presenten propuestas
- La(s) propuesta(s) que se presente(n) no cumpla(n) substancialmente con lo solicitado; y/o
- Las propuestas evaluadas no alcancen la calificación mínima aprobatoria.

Dados los supuestos anteriores, la contratante no está obligada a seleccionar a ninguna de las firmas invitadas a presentar propuestas.

Garantía de cumplimiento del contrato

El consultor dentro de los 20 días naturales siguientes a la fecha que reciba la notificación de adjudicación del contrato, otorgará una garantía de cumplimiento a la contratante por el monto especificado en el contrato, equivalente al 10% del monto total del contrato.

El monto de la garantía de cumplimiento será pagadero a la contratante como indemnización por las pérdidas que le ocasionare el incumplimiento de las obligaciones contractuales por el consultor.

La garantía de cumplimiento estará denominada en la misma moneda que el contrato o en cualquier otra moneda de libre convertibilidad aceptable a la contratante y se presentará en una de las siguientes modalidades:

- Garantía bancaria, carta de crédito irrevocable o fianza, emitida por un banco o afianzadora establecidos en el país de la contratante, o en el exterior, aceptable para la contratante
- Cheque de caja o cheque certificado

La garantía de cumplimiento será liberada por la contratante a más tardar dentro de los 30 días naturales siguientes a la fecha en que el consultor haya cumplido sus obligaciones contractuales incluida la de garantizar los servicios.

Cumplimiento del artículo 32-d del código fiscal de la federación

El consultor a quien se le adjudique el contrato quedará obligado a presentar junto con la garantía de cumplimiento, escrito en papel membretado y con firma de quien ostente los poderes para ello, en donde señale que se le ha adjudicado el contrato No., objeto del mismo, fecha de inicio y término de los servicios, importe, registro federal de contribuyentes y manifestar bajo protesta de decir verdad lo siguiente:

- Que han presentado en tiempo y forma las declaraciones del ejercicio por impuestos federales, excepto las del ISAN e ISTUV, correspondientes a sus tres últimos ejercicios fiscales, así como que han presentado las declaraciones de pagos provisionales. Cuando los contribuyentes tengan menos de tres años inscritos en el RFC, la manifestación a que se refiere este rubro, corresponderá al período de inscripción.
- Que no tienen adeudos fiscales firmes a su cargo por impuestos federales, excepto ISAN e ISTUV.

En caso de contar con autorización para el pago a plazo, manifestarán que no han incurrido en las causales de revocación a que hace referencia al artículo 66 fracción III del Código Fiscal.

CONCLUSIONES

Las localidades rurales ubicadas en la Sierra Queretana como en otras partes de la República Mexicana, han sido desatendidas en cuanto se refiere a los servicios básicos, lo que ha ocasionado un gran rezago en este rubro. Lo anterior ha sido uno de los factores que ha obligado a los habitantes de estas localidades a migrar a zonas urbanas y la mayor parte de ellos a los Estados Unidos de Norteamérica.

El costo de inversión que representa la ejecución de la obra del proyecto de agua potable del presente trabajo es alto debido a varios factores, entre ellos están los siguientes: la ubicación de la fuente de abastecimiento, en este caso el manantial, se encuentra localizado a gran distancia de la mayor parte de las localidades que serían beneficiadas, lo que implica grandes distancias de tubería para la conducción del agua; el manantial se encuentra en una elevación menor que los poblados a beneficiar, lo que nos lleva a bombear el líquido a grandes alturas, involucrando un mayor costo en la operación del sistema; el tipo de suelo rocoso y difícil de excavar nos limita a la elección del tipo de tubería a seleccionar, en este caso el acero y el fierro galvanizado; la escasez de mano de obra especializada en estos lugares también encarece este tipo de obras.

Las autoridades correspondientes deberán implementar estrategias para encontrar soluciones a la inversión en servicios básicos para estos tipos de comunidades, rompiendo así, el círculo de la pobreza.

Por último, es recomendable que todos aquellos que estamos involucrados en la elaboración de proyectos de agua potable, pongamos atención a las

convocatorias que emiten las dependencias para concursar y poder participar en estos proyectos, cuidando siempre, cumplir con todos los requisitos legales y técnicos que son exigidos. Así podremos colaborar en el desarrollo de las comunidades que más necesidad tienen de estos servicios básicos.

BIBLIOGRAFÍA

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Evaluación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2000 en las Américas.[Electrónico]. <http://www.cepis-oms.org>. [Recuperado en septiembre de 2002].

César, E. (1994). *Abastecimiento de Agua Potable, Volumen I*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Comisión Estatal de Aguas de Querétaro. (2000). *Plan Hidráulico Municipal, Peñamiller*. México: Comisión Estatal de Aguas de Querétaro.

Comisión Nacional del Agua. (1994). *Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos*. México: Comisión Nacional del Agua.

Comisión Nacional del Agua. (1996). *Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño, Selección e Instalación de tubería de acero para líneas de conducción de agua potable*. México: Comisión Nacional del Agua.

Comisión Nacional del Agua. (1996). *Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Sistemas Rurales*. México: Comisión Nacional del Agua.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2001). *Cuaderno Estadístico Municipal Peñamiller, Querétaro de Arteaga*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las mismas. (2000). México: Diario Oficial de la Federación.

Merritt, F. (1987). *Manual del Ingeniero Civil, Volumen I*. México: Mc Graw Hill.